

UNIVERSITÉ DE NANTES

FACULTÉ DE MÉDECINE

Année 2013

N°

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

(DES de MÉDECINE GÉNÉRALE)

par

Muriel Dieu épouse Levesque
Née le 29 mai 1986 à Mont Saint Aignan

Présentée et soutenue publiquement le 6 décembre 2013

**ÉTUDE DE FAISABILITÉ DE L'ÉTUDE DE LA RELATION ENTRE
COMPOSITION CORPORELLE ET DENSITÉ MINÉRALE OSSEUSE EN
FONCTION DU NIVEAU D'ACTIVITÉ PHYSIQUE, EN ACTIVITÉ
AMBULATOIRE DE GÉRIATRIE.**

Président : Monsieur le Professeur Gilles BERRUT

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Gilles BERRUT

I. REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Gilles BERRUT. Vous me faites l'honneur de diriger mon travail de thèse et de présider ce jury. Merci de votre accompagnement et de vos précieux conseils dispensés tout au long de ce parcours. Vos enseignements au cours de mon internat ont conforté mon choix de la gériatrie et enrichi mes connaissances. Veuillez recevoir l'expression de ma sincère gratitude.

A Monsieur le Professeur Yves MAUGARS. Vous me faites l'honneur de participer au jury de cette thèse. Soyez assuré de mon profond respect.

A Madame le Maître de Conférence Universitaire Estelle NOBECOURT. Vous me faites l'honneur de participer au jury de cette thèse. Veuillez accepter mes sincères remerciements.

A Madame le Docteur Catherine MARRE. Je vous remercie très chaleureusement de participer au jury de cette thèse et de l'intérêt que vous portez à ce travail. Je suis honorée de rejoindre prochainement votre équipe gérontologique, au sein du centre hospitalier d'Ancenis.

A Madame Isabelle CORMERAIS. Je vous remercie très sincèrement pour votre aide et votre disponibilité au cours de ce travail. Je vous suis très reconnaissante.

A mes anciennes co-internes et futures collaboratrices gériatres : Anne, Charlotte, Marine et Marie-Anne. Merci pour votre accompagnement et votre participation à ce travail.

A mes parents, pour votre amour et votre présence à mes côtés depuis 27 années. Merci pour vos conseils avisés et vos nombreuses relectures au cours de ce travail.

A mon mari. Merci pour ta disponibilité, tes attentions et ton amour.

A notre fille.

II. LISTE DES ABREVIATIONS

ADL	: Activities of Daily Living
DMO	: Densité Minérale Osseuse
DS	: Deviation standard
DEXA	: Dual Energy X-ray Absorptiometry
ET	: Écart-type
HAS	: Haute Autorité de Santé
IADL	: Instrumental Activities of Daily Living
IMC	: Indice de Masse Corporelle
IMS	: Index de Masse Musculaire Squelettique
INPES	: Institut National de Prévention et d'Education pour la Santé
INSERM	: Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
IRM	: Imagerie par Résonance Magnétique
MET	: Équivalent Métabolique
MG	: Masse Grasse
MM	: Masse Maigre
MNA	: Mini Nutritional Assessment
MO	: Masse Osseuse
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
OR	: Odds Ratio
RR	: Risque relatif
SPPB	: Short Physical Performance Battery
TDM	: Tomodensitométrie

TABLE DES MATIERES

UNIVERSITÉ DE NANTES	0
I. REMERCIEMENTS.....	1
II. LISTE DES ABREVIATIONS	3
III. PREAMBULE.....	6
IV. INTRODUCTION	7
A. Activité physique	7
1. Recommandations chez le sujet âgé	9
2. Evaluation de l'activité physique.....	10
B. Composition corporelle et avancée en âge.....	14
1. Définition de la composition corporelle.....	14
2. Modifications de la composition corporelle avec le vieillissement.....	15
3. Méthodes de mesure de la composition corporelle	17
C. Muscle et avancée en âge	17
1. Modifications du muscle avec le vieillissement	18
2. Modifications de la fonctionnalité musculaire avec le vieillissement.....	18
3. Sarcopénie : définition, diagnostic et prise en charge	19
D. Ostéoporose	26
1. Epidémiologie de l'ostéoporose.....	26
2. Définition	26
3. Diagnostic positif de l'ostéoporose	28
4. Composition corporelle et ostéoporose.....	29
5. Stratégies thérapeutiques	32
E. Bénéfices de l'exercice physique.....	32
1. Sur la masse musculaire	32
2. Sur la force musculaire	32
3. Sur la densité minérale osseuse et les fractures ostéoporotiques	33
4. Sur les capacités fonctionnelles	34
5. Qualité de vie.....	37
F. Objectif de la thèse.....	38
V. MATÉRIEL ET MÉTHODE	39
A. Population	39
B. Recueil des données.....	39
1. Mesure de la DMO et composition corporelle.....	39
2. Hétéro-questionnaire d'activité physique.....	41
3. Mesures anthropométriques	42

4.	Sarcopénie en absorptiométrie biphotonique	42
C.	Analyse Statistique	42
VI.	RESULTATS.....	43
A.	Caractéristiques cliniques de la population étudiée	43
1.	Age et mode de vie.....	43
2.	Niveau d'activité physique	43
3.	Evaluation cognitive	44
4.	Données anthropométriques	44
5.	Données densitométriques	44
6.	Sarcopénie	44
B.	Faisabilité de l'étude	45
C.	Relation entre activité physique et DMO	46
D.	Relation entre activité physique et composition corporelle.....	47
E.	Relation entre DMO et composition corporelle.....	48
VII.	DISCUSSION	50
A.	Synthèse des principaux résultats.....	50
B.	Limites de l'étude	52
1.	Sarcopénie	52
2.	Hétéro-questionnaire d'activité physique.....	54
C.	Biais de l'étude	54
1.	Patients.....	54
2.	Méthodologie	55
VIII.	CONCLUSION	57
IX.	BIBLIOGRAPHIE.....	58
X.	ANNEXES.....	66
A.	Annexe 1 : GPAQ Global Physical Activity Questionnaire	66
B.	Annexe 2 : MNA : Mini Nutritionnal Assessment.....	68
C.	Annexe 3 : Score ADL de Katz (activités de la vie quotidienne)	70
D.	Annexe 4 : Score IADL : Echelle d'Activités Instrumentales de la Vie Courante	71
E.	Annexe 5 : Hétéro-questionnaire d'activité physique.....	72
F.	Annexe 6 : MMSE : Mini Mental State Examination	74

III. PREAMBULE

Le vieillissement est un processus inéluctable, dynamique, reposant sur une interaction entre l'individu et son environnement. L'activité physique apparaît comme un moyen simple, efficace et peu coûteux de ralentir ses effets.

L'évolution des modes de vie tend vers une sédentarisation de plus en plus importante de la population, avec en regard des complications préoccupantes telles que l'obésité ou les maladies cardiovasculaires. Même si le temps consacré aux activités physiques augmente, il reste cependant insuffisant par rapport aux recommandations hebdomadaires.

L'ostéoporose et la sarcopénie sont deux conséquences de ce vieillissement naturel et représentent un enjeu de santé publique de par leur haute prévalence, leurs complications et leurs coûts.

L'ostéoporose correspond à une fragilisation de l'architecture de l'os avec une perte de masse osseuse ; la sarcopénie, selon le consensus européen, est définie par une baisse de la force et/ou de la fonctionnalité musculaire dans un contexte de diminution de la masse musculaire. Ces deux pathologies ont en commun une diminution des performances physiques qui favorise la survenue de chutes et de fractures.

De nombreuses études ont mis en avant les bénéfices de l'activité physique pour préserver à la fois la masse musculaire et également la masse osseuse, améliorer les performances physiques et limiter les incapacités.

La relation entre le poids et la densité minérale osseuse est bien connue, par contre les interactions entre les principaux constituants de la composition corporelle (masse maigre et masse grasse) et la densité osseuse sont sujettes à controverse.

L'objectif de ce travail, est d'analyser la faisabilité d'une étude appréciant la relation entre densité osseuse et composition corporelle, en fonction de l'activité physique, chez les femmes âgées, en consultation gériatrique d'ostéoporose.

IV. INTRODUCTION

A. Activité physique

L'activité physique est définie comme tout mouvement corporel produit par la contraction des muscles squelettiques, se traduisant par une dépense énergétique plus importante que la dépense au repos ou une augmentation de la fréquence cardiaque (Caspersen et al., 1985) (1).

L'exercice physique (1) constitue une activité planifiée, répétée, dont le but est le maintien voire l'amélioration des performances. Il se définit par sa nature, son intensité, sa fréquence et sa durée.

Les bénéfices de l'activité physique sont multiples quelque soit l'âge ; notamment chez le sujet âgé polyathologique, dans le cadre de la prévention primaire et secondaire des maladies chroniques (2,3,4,5). Ainsi une dépense énergétique de 500kcal par semaine, diminue l'incidence du diabète de type II de 6% (6); une activité physique modérée permet un meilleur contrôle des glycémies capillaires (baisse 0,66% de l'hémoglobine glyquée) et du poids chez le diabétique de type II (7), un meilleur contrôle des facteurs de risque cardiovasculaire (baisse de la tension artérielle, baisse du LDL cholestérol, hausse du HDL(8)), une diminution de l'incidence des cancers du sein ou du colon (9) ou encore des bénéfices cognitifs : l'étude ACT réalisée par *Larson et al* (10) en 2006 aux Etats-Unis, a montré que l'incidence de la démence était de 13 pour 1000 personnes-années versus 19,5 pour 1000, chez les sujets de 65 ans et plus, pratiquant une activité physique 3 fois/semaine.

De nombreuses études (3) ont mis en évidence que les sujets participant à une activité physique régulière avaient un risque moindre de mourir prématurément, que les sujets sédentaires (toute cause de décès confondu).

En 1995 puis en 2000 et 2007, aux Etats-Unis, sont parues les recommandations du Collège Américain de Médecine du sport, afin de lutter contre la sédentarité de la population (11). En 2005, 23,7% des adultes américains déclaraient n'avoir aucune activité physique de loisir (11).

En 2008, le baromètre Santé Nutrition réalisé par l'Institut National de Prévention et d'Education pour la Santé (INPES) (12) a montré que le temps d'activité physique journalier diminue avec l'âge (durée 2h27/semaine chez les 18-54 ans versus 2h07/semaine chez les 55-75 ans avec $p < 0,05$) et est insuffisant par rapport aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Entre 55 et 75 ans, 40,20% des personnes interrogées ont une activité physique d'intensité élevée, 28,10% une activité d'intensité modérée et 31,70% d'intensité faible, tout sexe confondu. De façon générale, les hommes pratiquent plus régulièrement une activité physique que les femmes.

Figure 1 : Temps moyen d'activité physique chez les hommes en fonction de l'âge, d'après le baromètre Santé Nutrition (12).

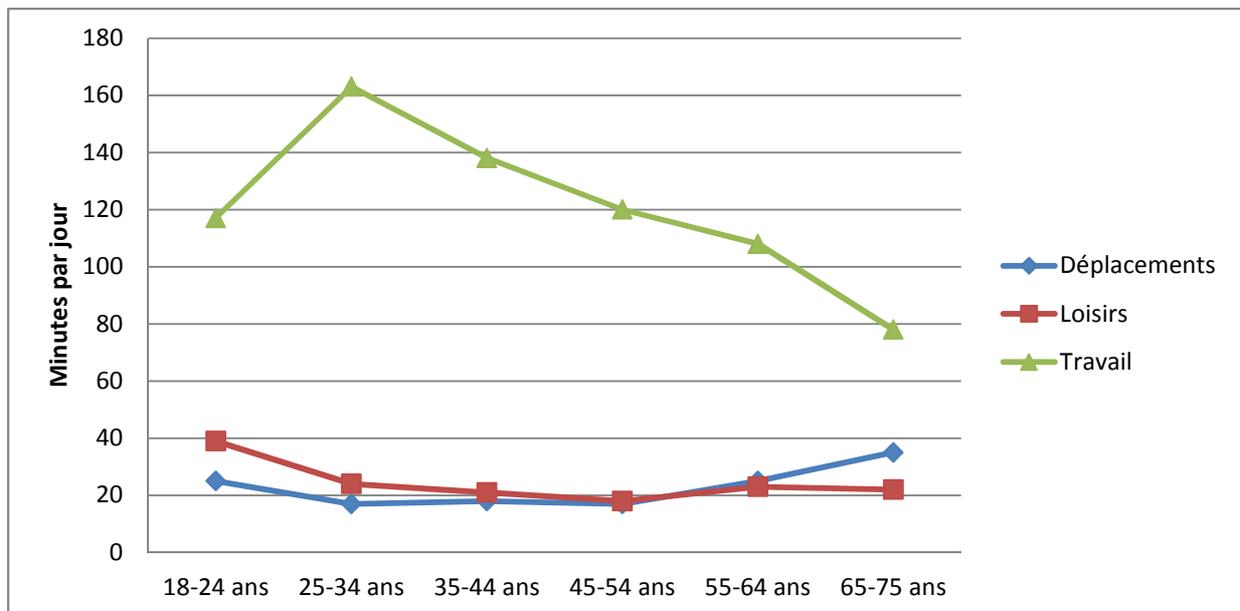
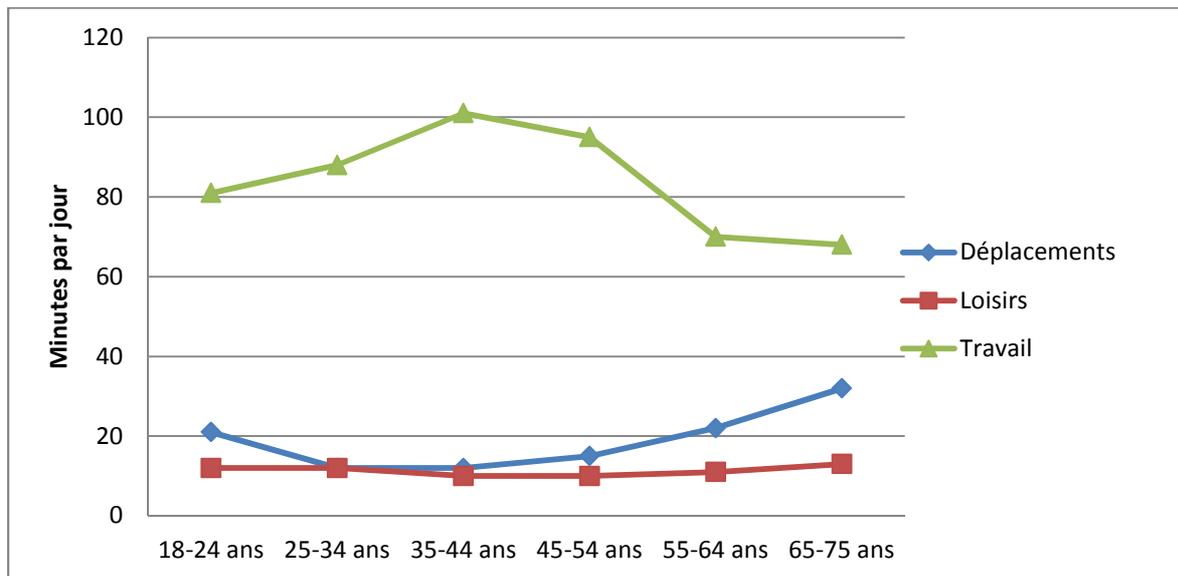


Figure 2 : Temps moyen d'activité physique chez les femmes en fonction de l'âge, d'après le baromètre Santé Nutrition (12).



1. Recommandations chez le sujet âgé

L'OMS (13) recommande la pratique de 150 minutes d'activités, d'intensité modérée, par semaine ou 75 minutes d'activités de haute intensité, par semaine. Ces activités peuvent être découpées par période de 10 minutes minimum et répétées plusieurs fois ; l'objectif étant d'atteindre progressivement les 300 minutes d'activité modérée ou 150 minutes d'activité intense, au cours de la semaine.

Ces recommandations s'appliquent à tous les sujets de 65 ans et plus, en bonne santé.

Le baromètre Santé Nutrition de 2008 (12), révèle que les sujets de 55-75 ans ont une meilleure connaissance de ces recommandations (74% des sujets interrogés) que les plus jeunes (57% avec $p < 0,05$) ; ce qui n'empêche pas de retrouver une discordance entre leurs bonnes connaissances théoriques et leur pratique insuffisante.

Le Collège Américain de Médecine du sport ainsi que l'*American Heart Association* préconisent en 2007 (14), afin de maintenir voire d'améliorer l'état de santé des sujets de 65 ans et plus, la pratique d'un exercice physique régulier, en aérobie et en résistance ainsi qu'un travail de l'équilibre et de la souplesse.

- l'entraînement aérobic doit être d'intensité modérée, pendant 30 minutes, cinq jours par semaine ou d'intensité élevée, pendant 20 minutes, trois jours par semaine ; sachant que cette activité vient s'ajouter aux actes de la vie quotidienne (cuisine, entretien du domicile) ou à toute tâche habituelle d'une durée inférieure à dix minutes (course à pied à proximité du domicile).
- l'entraînement en résistance consiste en un travail de répétition de mouvements (10 à 15 répétitions par exercice) à une intensité modérée à élevée, afin d'améliorer la force musculaire. Chaque séance d'entraînement comporte 8 à 10 exercices, réalisés au minimum deux fois par semaine, sur des journées non consécutives.
- le travail de l'équilibre avec assouplissements doit être réalisé au minimum deux fois par semaine pendant 10 minutes ; l'objectif étant de diminuer le risque de chutes ou de blessures en cas de chute.

Ces recommandations doivent être adaptées à l'individu, à ses comorbidités avec un programme modulable en fonction de son état de santé (14). Il est important de fixer des objectifs réalisables et progressifs afin d'obtenir un bon investissement du sujet. Les progrès réalisés seront alors source d'une plus grande motivation et l'exercice physique deviendra alors un plaisir répété dans le temps. En effet, même si le sujet reste en dessous des recommandations en termes de fréquence et/ou d'intensité, des bénéfices seront visibles (15).

Par ailleurs, il est important de souligner que plus la pratique est régulière, plus les bénéfices seront maintenus dans le temps. Ainsi une étude (16) portant sur la densité minérale osseuse (DMO) du rachis et sur le risque de tassements vertébraux après 2 années d'un programme de renforcement des muscles lombaires, retrouve à 2 ans mais également à 8 ans, une force musculaire et une DMO plus haute chez les sujets bénéficiant de l'entraînement ; avec un risque relatif 2,7 fois plus bas de tassements comparativement au groupe contrôle.

2. Evaluation de l'activité physique

Recenser de façon précise et rigoureuse, l'activité globale d'un sujet est une tâche complexe puisqu'elle doit évaluer diverses actions du quotidien. De nombreuses études utilisent des

questionnaires (auto ou hétéro questionnaires) mais se heurtent à de nombreux biais (biais de mémorisation du sujet, biais d'interprétation de l'interrogateur). L'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM) (5) rappelle que les indicateurs de dépense énergétique établis à partir des questionnaires restent imprécis du fait de multiples facteurs pouvant influencer leur calcul (caractéristiques du sujet, contexte environnemental).

L'OMS a donc établi un outil, validé à partir de l'âge de 15 ans et utilisé sur le plan international, afin d'évaluer la pratique de l'activité physique des populations. Cet outil est l'hétéro questionnaire GPAQ (*Global Physical Activity Questionnaire*)(annexe 1). Il étudie l'activité physique dans trois domaines (déplacements, loisirs, activités au travail) ainsi que leur fréquence et leur intensité. Il s'agit d'un questionnaire long à réaliser, avec un traitement informatique, sur un logiciel spécifique, des résultats.

Pour mémoire, il existe le QAPPA (*Questionnaire d'Activité Physique pour la Personne Agée*), utilisable à partir de 60 ans mais non validé dans la littérature internationale ou encore le PASE (*Physical Activity Scale for the Elderly*).

a) Nature de l'activité physique

Il est reconnu que l'activité physique après 65 ans, englobe les loisirs, les déplacements (marche, vélo), les tâches ménagères et les activités occupationnelles (rémunéré ou non) (1,13). Ainsi, tout mouvement de la vie quotidienne est reconnu comme un moyen de lutter contre la sédentarité ; il n'est pas nécessaire d'être inscrit dans un club de sport ou de faire de la compétition pour pratiquer une activité physique.

b) Intensité de l'activité physique

(1) MET : Équivalent Métabolique

En 1993, *Ainsworth et al* (17) , ont créé une échelle afin de convertir chaque activité, loisir ou tâche ménagère en MET ; c'est-à-dire en dépense énergétique. Un MET correspond à la dépense énergétique d'un individu au repos (assis sans bouger) et équivaut à la consommation 1 Kcal/kg/heure ou 4,1 KJ/kg/heure. Le MET exprime le rapport entre la vitesse du métabolisme pendant une activité physique et la vitesse du métabolisme au repos.

L'objectif est d'obtenir un référentiel afin que chaque étude puisse utiliser un outil commun et obtenir ainsi des résultats comparables. Il y avait 477 activités recensées en 1993, la remise à jour de 2000, en dénombre 605 (17).

A partir de la conversion de chaque activité en équivalents métaboliques, il est possible de calculer la dépense énergétique d'un individu par semaine en fonction de la fréquence et de la durée de l'activité. Il est recommandé que cette dépense globale soit située entre 450 et 750 MET/minute/semaine.

Par exemple : passer l'aspirateur 2 fois/semaine pendant 15 minutes et faire la vaisselle 5 fois/semaine pendant 10 minutes correspond : $3,5 \text{ MET} \times 15 \times 2 = 105 + 2 \text{ MET} \times 10 \times 5 = 100$ soit 205 MET/min/sem. Cela représente une dépense énergétique de 205 MET/min/sem ; ce qui est insuffisant par rapport aux recommandations hebdomadaires.

Une activité de faible intensité est inférieure à $< 3 \text{ MET/heure/semaine}$

Une activité de moyenne intensité se situe entre $3-6 \text{ MET/heure/semaine}$

Une activité de forte intensité est supérieure $> 6 \text{ MET/heure/semaine}$

Activité physique	MET
Activités physiques d'intensité légère	< 3
Dormir	0,9
Regarder la télévision	1,0
Écrire à la main ou à l'ordinateur	1,8
Marche à 2,7 km/h, sans pente	2,3
Marche à 4 km/h	2,9
Activités physiques d'intensité modérée	3 à 6
Vélo stationnaire, 50 W, effort très léger	3,0
Marche à 4,8 km/h	3,3
Exercices à la maison (général), effort léger ou modéré	3,5
Marche à 5,4 km/h	3,6
Vélo de plaisance, <16 km/h	4,0
Vélo stationnaire, 100 W, effort léger	5,5
Activités physiques intenses	> 6
Course à pied, général	7
Pompes, redressements assis, effort élevé	8
Course à pied, sur place	8
Saut à la corde	10
Course à pied, >17,5 km/h	18

L'équivalent métabolique est donc un reflet global et non ajusté à l'individu, de la dépense énergétique au cours d'une activité. L'objectif premier du MET, n'est pas de mesurer avec précision le coût énergétique d'une action pour un individu donné (à la différence de la calorimétrie directe, indirecte ou de la fréquence cardiaque) mais plutôt de fournir un système de classification des activités en fonction de leur intensité (17).

Ainsi en fonction de l'âge du sujet, de son poids, de son adiposité, de son sexe, des conditions environnementales dans lesquelles se sont déroulées les activités, le coût énergétique pourra varier sans que la quotation en MET ne diffère. Ainsi on peut estimer que 3 MET chez le sujet âgé ne correspond pas exactement à 3 MET chez un sujet jeune, mais ces variations sont prises en compte dans les recommandations officielles.

(2) Autres méthodes

(a) *Vo2 max*

La Vo2 max correspond à la consommation maximale en oxygène utilisée par les muscles au cours d'un effort. Elle est un bon reflet de l'aptitude physique d'un individu ; plus la capacité oxydative est grande, meilleure sera la VO2 max. Elle dépend directement du niveau d'entraînement et de la masse musculaire.

(b) *Echelle de Borg*

Cette échelle subjective permet une auto-évaluation de la pénibilité de l'effort. Cette échelle est essentiellement utilisée chez les sportifs afin d'évaluer le niveau d'effort fourni. L'athlète qui perçoit son niveau d'effort va alors le quantifier verbalement : « léger, moyen, difficile pénible » ; en fonction de l'adjectif utilisé, un score entre 6 et 20 est calculé.

Intensité	VO2 max (%)	Fréquence cardiaque maximale (%)	Echelle de Borg
Très légère	< 25	< 30	< 9
Légère	25 – 44	30 – 49	9 – 10
Modérée	45 – 59	50 – 69	11 – 12
Intense	60 – 84	70 – 89	13 - 16
Très intense	➤ 85	➤ 90	➤ 16
maximale	100	100	20

Source: US department of healthand Human Services, 1996

c) Type d'exercice physique

L'exercice physique peut être multiple.

Le travail en aérobic ou endurance correspond à des exercices d'intensité modérée, sur une période de temps prolongée. La marche, le jogging ou la natation sont des exercices aérobiques typiques (4). Des études (2,3) ont mis en évidence que le travail en aérobic présente de nombreux avantages sur le contrôle des maladies cardio-vasculaires, sur la dépression, la qualité du sommeil ou encore sur l'incidence des troubles cognitifs.

Le travail en résistance est efficace sur la sarcopénie en améliorant la force musculaire via une augmentation de la surface occupée par les fibres de type II. Ce travail en résistance se fait par la répétition de mouvements, réalisés avec une intensité de 60% ou plus de la répétition maximale, contre une force, sur une période de temps courte, entrecoupées de phases de récupération (4). Ce travail contre résistance, dit anisométrique, peut alors être soit concentrique, induisant un raccourcissement du muscle, soit être excentrique, induisant un étirement musculaire (18). Afin d'obtenir un gain sur la force musculaire, il est nécessaire de travailler entre 60 et 100% de la répétition maximale.

Une méta-analyse de 2001 (19), portant sur 29 études, a mis en avant les bénéfices d'un entraînement musculaire en résistance sur la force musculaire ; avec un gain de 40% de la force musculaire après 16 semaines d'entraînement dans le groupe « travail en résistance » comparativement au groupe contrôle sédentaire.

L'équilibre se travaille par des mouvements dynamiques perturbant le centre de gravité, réduisant la surface des appuis, se produisant sur des surfaces instables afin d'améliorer la posture et les réactions parachutes (14).

B. Composition corporelle et avancée en âge

1. Définition de la composition corporelle

La composition corporelle correspond à l'analyse du corps humain en compartiments. Il existe différents modèles permettant d'étudier la composition du corps (20).

Le modèle anatomique, modèle descriptif, permet de comprendre l'organisation spatiale des constituants de l'organisme ainsi que leurs niveaux d'interactions.

Le modèle biochimique sépare chaque constituant de l'organisme en fonction de ses propriétés chimiques (eau, lipides, protides, glucides, minéraux, etc).

Le modèle physiologique, le plus fréquemment utilisé, est composé de :

- la masse osseuse (MO) : elle reflète la masse minérale de l'organisme, essentiellement composée de calcium.
- la masse grasse (MG) : elle correspond aux triglycérides stockés dans les adipocytes, quelque soit leur localisation dans l'organisme ; elle est virtuellement dépourvue d'eau.
- la masse maigre (MM) : elle comprend les organes, les muscles et l'eau. Elle peut être scindée en masse cellulaire active qui correspond aux cellules des organes et des muscles et en eau extracellulaire qui correspond aux liquides interstitiels et au plasma.

2. Modifications de la composition corporelle avec le vieillissement

La masse maigre comprend la masse musculaire et la masse viscérale. Au cours du vieillissement, la masse maigre diminue (21). La masse musculaire est la plus touchée ; la masse viscérale change peu au cours des années (4,22).

On estime qu'entre 20 et 80 ans, les muscles squelettiques perdent 50% de leur poids (4). Le pic de masse maigre est atteint entre la trentième et quarantième année puis décline ensuite progressivement. La masse musculaire qui représente 45% du poids du corps entre 20 et 30 ans, ne représente plus que 27% du poids corporel à 70 ans. Une étude américaine sur 468 sujets âgés de 18 à 88 ans (21), estime une perte de 1,9 kg/10 ans chez les hommes et 1,1 kg/10 ans chez les femmes, de masse musculaire squelettique, à partir de l'âge de 30 ans. Le volume musculaire est partiellement compensé par une infiltration graisseuse du tissu musculaire et du tissu conjonctif.

L'étude EPIDOS de 2003 (23), étudiant la composition corporelle des femmes de 75 ans et plus, a mis en évidence un déclin significatif de masse maigre entre 70 et 85 ans mais ce déclin ne persiste pas au-delà de 85 ans. Par ailleurs la prévalence d'une masse musculaire basse augmente avec le temps (8,9% dans le groupe 76-80 ans versus 10,9 dans le groupe 86-95 ans).

De plus, la masse musculaire squelettique des membres inférieurs, diminue plus tôt dans le temps que celle des membres supérieurs (21) ; ce qui représente un facteur de risque supplémentaire de chutes, de perte d'autonomie, avec le vieillissement.

La masse grasse, par contre, tend à augmenter avec l'âge ; avec une augmentation préférentielle du tissu adipeux abdominal. De façon générale, on note une augmentation de la masse grasse jusqu'à 70-75 ans. A 65 ans, elle représente 29% du poids corporel chez l'homme et 40% chez la femme (22). Une étude longitudinale sur 4,7 ans, a montré (24) une perte de poids, non significative, au cours du suivi, chez 78 sujets âgés de 73 ans en moyenne. Chez les hommes, on retrouvait un gain significatif de MG et une perte significative de MM ; chez les femmes, une perte significative de MM, MO et d'eau extra cellulaire. Des résultats comparables ont été mis en évidence sur une étude longitudinale sur 10 ans, réalisée chez 131 sujets âgés de $60,7 \pm 7,8$ ans (moyenne \pm écart type) (25) .

Lorsque l'on compare la composition corporelle des hommes et femmes âgés, on s'aperçoit que les hommes pèsent plus lourd, ont des indices de masse corporelle (IMC) plus élevés et une masse maigre plus importante pour des âges similaires ; mais une masse grasse, en kilogramme (Kg) ou en pourcentage (%), moins importante (26,27). Les femmes et les hommes ont une répartition différente de leur tissu adipeux abdominal ; les femmes présentent souvent une épaisseur plus importante du tissu adipeux sous cutané, notamment au niveau glutéal et fémoral (profil gynoïde) alors que les hommes ont une graisse viscérale plus développée (profil androïde) (27).

Ainsi, chez le sujet âgé, la variabilité du poids se fait dans le sens d'une augmentation de la proportion de masse grasse au détriment de la masse maigre ; avec une tendance à la perte de poids à partir de 70 ans.

La masse osseuse va également diminuer, ce qui s'explique par un déséquilibre entre la formation et la résorption osseuse, aboutissant à une fragilisation de l'os avec la survenue de fractures ostéoporotiques (4). Le pic de masse osseuse est atteint vers 18-20 ans. A partir de l'âge 40 ans, chez l'homme, il existe une perte de 0,5 à 1,0% de masse osseuse chaque année ; chez la femme, décroissance rapide de 3 à 5%/an lors des trois années suivant la ménopause puis perte de 1 à 2%/an durant les dix années suivantes puis le pourcentage de perte osseuse rejoint celui des hommes (28,29). La masse squelettique représente entre 16 et 17% de la masse corporelle totale avant 50 ans et diminue entre 13 et 14% chez le sujet de 65 ans et plus.

3. Méthodes de mesure de la composition corporelle

L'absorptiométrie biphotonique à rayon X (*Dual X-ray Absorptiometry, DXA*) est actuellement la méthode de référence pour étudier la composition corporelle. Elle permet grâce au balayement du corps par un faisceau de rayons X à deux niveaux d'énergie, d'évaluer les trois compartiments corporels (18,30).

La tomodensitométrie (TDM) et l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM), apportent des mesures de bonne précision mais leurs coûts et la disponibilité de ces examens sont des freins à leur utilisation.

Parmi les outils peu coûteux, simples et reproductibles, existent les mesures anthropométriques. L'IMC, la circonférence brachiale ou encore la mesure du pli cutané apportent des informations sur la masse musculaire mais leur précision et leur fiabilité restent cependant insuffisantes pour être utilisés en pratique courante (30).

C. Muscle et avancée en âge

Le muscle est à la fois un organe contractile, intervenant dans les mouvements, la locomotion et l'équilibre. Il représente aussi la première source de protéines et d'acides aminés de l'organisme (60% des réserves protéiques de l'organisme). Il joue donc un rôle central dans le maintien de l'équilibre métabolique, dans la réponse immunitaire et l'entretien osseux par la contrainte qu'il exerce sur l'os.

1. Modifications du muscle avec le vieillissement

L'avancée en âge s'accompagne d'une réduction de la masse musculaire (30). Cette diminution s'explique par un déséquilibre entre synthèse et catabolisme protéique, lié à une carence d'apports, à la sédentarité ainsi qu'à des modifications hormonales.

Un mécanisme de dénervation musculaire avec diminution du nombre d'unités motrices et de motoneurones, entraîne une réduction préférentielle du nombre de fibres musculaires de type II au profit des fibres I. Les études histologiques, après 70 ans, révèlent une diminution du nombre et du diamètre des fibres musculaires II d'environ 50% (18).

Les fibres I sont des fibres oxydatives à contraction lente, peu sensibles à la fatigue et sollicitées lors des exercices d'endurance. Elles sont de petit diamètre et sont retrouvées préférentiellement au niveau des muscles posturaux.

L'atteinte préférentielle des fibres II, impliquées dans les réponses musculaires rapides et les mouvements fins, explique un retentissement plus important sur la puissance et la force musculaire que sur la masse du muscle, avec des conséquences fonctionnelles majeures ; responsables de chutes et de perte d'autonomie (18).

2. Modifications de la fonctionnalité musculaire avec le vieillissement

De nombreuses études ont mis en avant que la diminution de la force et de la puissance musculaire était plus importante que le déclin de la masse musculaire avec le vieillissement. Ainsi l'étude *Health, aging and body composition* (31) réalisée sur 1880 sujets âgés de 73 ans en moyenne, a montré que la perte de force musculaire pouvait atteindre 12% quand la perte de masse n'était que de 7% environ ; et par ailleurs, cette même étude a révélé que la perte de puissance était encore plus importante que la perte de force.

Il existe donc un déclin plus rapide de la force musculaire (en moyenne, diminution de 1,5%/an à partir de 45-50ans) par rapport à la masse musculaire (1%/an après 45-50 ans) ce qui est responsable d'une baisse de la qualité du muscle.

Même si la force et la puissance musculaire sont fortement corrélées à la masse musculaire, une masse musculaire identique peut produire des niveaux variables de force et de puissance d'un sujet à l'autre (32).

3. Sarcopénie : définition, diagnostic et prise en charge

C'est en 1997, que le terme de *SARCOPENIE* a été proposé par Irving Rosenberg pour désigner le « déclin de la structure et de la fonction musculaire chez le sujet âgé ». La définition adoptée par la communauté scientifique européenne (30) est : « la sarcopénie est un syndrome associant une diminution progressive et généralisée de la masse, de la force et des fonctions musculo-squelettiques qui peut être à l'origine d'incapacités fonctionnelles, de diminution de la qualité de vie et d'une augmentation de la mortalité ».

a) *Epidémiologie*

L'étude épidémiologique de la sarcopénie n'est pas simple devant l'absence de méthode diagnostique unique, simple et validée permettant de poser le diagnostic.

En 1998, *Baumgartner et al* (33) ont mesuré en absorptiométrie, la masse musculaire squelettique appendiculaire des quatre membres. Ils en ont déduit un Index de Masse musculaire Squelettique (IMS) défini par le rapport :

$(\text{Masse musculaire des bras en kg} + \text{Masse musculaire des jambes en kg}) / (\text{Hauteur en m}^2)$

Un score inférieur à 5,45kg/m² pour les femmes et un score inférieur à 7,26kg/m² chez les hommes définissent une sarcopénie (21).

Ils ont ensuite défini la sarcopénie, pour un IMS inférieur à un écart-type par rapport à une population de référence jeune ; et la sarcopénie sévère pour un IMS inférieur à deux écarts-types. Définie ainsi, la sarcopénie est indépendante des facteurs de confusion que sont l'âge, l'ethnie, les comorbidités et la masse grasse.

Baumgartner et al, dans leur étude longitudinale réalisée sur 3 ans (33), ont estimé la prévalence de la sarcopénie chez les hommes et femmes de moins de 70 ans entre 13 et 24%, mais cette dernière dépassait 50% après 80 ans. Elle était significativement liée à une perte d'autonomie pour les actes de la vie quotidienne.

L'étude EPIDOS de 2003 (23), évalue la prévalence de la sarcopénie, chez 1321 femmes, à 8,9% dans le groupe 76-80 ans versus 10,9% dans le groupe 86-95 ans.

b) Diagnostic positif

Il n'existe pas actuellement de test unique, simple, reproductible et peu coûteux permettant de poser le diagnostic positif de sarcopénie.

Mesurer la sarcopénie revient à évaluer la masse maigre, la force musculaire ainsi que la fonctionnalité musculaire.

(1) Masse maigre

L'absorptiométrie biphotonique (DEXA) corps entier permet de quantifier la masse musculaire squelettique des quatre membres (ou masse musculaire appendiculaire). La sarcopénie se définit en DEXA, par une masse musculaire appendiculaire inférieure à un écart-type par rapport à la population jeune de référence (33,34). Cependant cette appréciation présente certaines limites, notamment la non prise en compte de la possible infiltration du muscle par du tissu adipeux ou de l'eau ; ainsi chez un sujet obèse, la prévalence de la sarcopénie sera sous estimée. Par ailleurs la DEXA ne permet pas d'évaluer la fonctionnalité du muscle, ce qui rend cette technique incomplète pour une évaluation rigoureuse de la sarcopénie.

L'IRM permet de quantifier la masse musculaire et d'en apprécier les modifications minimales, notamment son infiltration par du tissu graisseux ; cependant ses coûts sont élevés et sa disponibilité faible. Le groupe de travail européen sur la sarcopénie, préconise le recours à la DEXA en pratique courante et l'utilisation de TDM ou de l'IRM en recherche clinique (30).

Les mesures anthropométriques sont des moyens simples et peu coûteux d'évaluer la masse maigre. Dans son étude épidémiologique (33) réalisée en 1998, Baumgartner a mis en évidence un manque de sensibilité de l'IMC et des mesures de circonférence du biceps.

Une étude (34) a montré que parmi les mesures anthropométriques, la circonférence du mollet était la mesure la plus pertinente pour identifier les sujets ayant une MM faible. Le seuil déterminant est de 31 cm avec une spécificité de 91% mais une faible sensibilité (44,3%). Cette mesure simple et reproductible peut être utile afin d'inclure des sujets dans

des protocoles de recherche. Par contre la circonférence du mollet ne peut être utilisée pour poser le diagnostic de sarcopénie, d'après les recommandations européennes (30).

(2) Force musculaire

La force de préhension ou *grip strength* est un outil très souvent utilisé afin d'évaluer la force musculaire d'un sujet ; cependant sa sensibilité et sa spécificité sont très faibles. Il permet d'évaluer la force à un instant T mais sa faible sensibilité au changement ne permet pas d'utiliser ce test pour évaluer les bénéfices musculaires après une intervention thérapeutique (18).

La force quadricipitale est souvent évaluée car elle est un reflet de la force des membres inférieurs, intervenant dans le maintien des performances motrices, du travail postural et de l'équilibre. Une étude de 2003 (35) a montré que le *grip strength* était corrélé à la force du quadriceps et que des faibles performances à chacun de ces tests, étaient liées à une faible mobilité ainsi qu'à une mauvaise fonctionnalité musculaire.

Cependant l'étude de la force quadricipitale nécessite un équipement spécifique et coûteux et ne peut être utilisé en pratique clinique courante (30).

(3) Fonctionnalité musculaire

Le SPPB (*Short physical performance battery*) est actuellement le gold standard gériatrique des tests de performance fonctionnelle. Il regroupe 3 épreuves : temps pour 5 levers de chaise, test d'équilibre sur 3 positions différentes, mesure de vitesse de marche sur 4 mètres. Ce test constitue un bon facteur prédictif de survenue d'évènements péjoratifs (chute, perte d'autonomie, entrée en institution) (30). Une étude de 1994, réalisée chez plus de 5000 sujets âgés de 71 ans en moyenne (36) a montré des disparités entre les performances objectives aux tests et l'auto-évaluation des sujets concernant leurs aptitudes dans la réalisation des actes de la vie quotidienne, via l'échelle ADL. De plus, une autre étude, prospective, longitudinale, sur 4 ans (37), a mis en évidence que les sujets qui avaient un score bas au SPPB en début de suivi, avaient un risque entre 4,2 à 4,9 plus grand de présenter des incapacités, quatre ans plus tard ; et ceux avec un score intermédiaire, un risque 1,6 à 1,8 fois plus important ; comparativement aux sujets avec des scores élevés au SPPB.

Plus simple, le test de marche sur 400 mètres est un test d'incapacité motrice. L'incapacité d'un sujet à parcourir ces 400 mètres en 15 minutes est un facteur prédictif d'un évènement péjoratif ; risque majoré de mortalité et d'incapacité motrice (38). La principale limite de ce test, tient dans sa réalisation en pratique clinique.

Une étude a mis en évidence qu'une vitesse de marche inférieure à 0,6 mètre/seconde sur une distance de 4 mètres, était prédictif dans 80% des cas, d'une incapacité à marcher 400 mètres (39).

Une revue de la littérature de 2009 (40), portant sur 27 articles a mis en évidence que la vitesse de marche sur 4 mètres était un bon facteur prédictif de survenue d'incapacités, de déclin cognitif, d'entrée en institution ou de mortalité chez des sujets de 65 ans et plus, à domicile. La valeur prédictive, quant au risque de survenue de complications (décès, institutionnalisation, etc), de la vitesse de marche sur 4 mètres a été comparée à celle du SPPB, sur 4 années de suivi; les deux tests ont montré des résultats similaires. Une vitesse de marche inférieure à 0,8 mètre/seconde sur 4 mètres, a été retenue comme facteur prédictif d'incapacité.

c) Facteurs étiologiques

La sarcopénie primitive est un syndrome lié au vieillissement physiologique (18). La diminution de la synthèse protéique par une action catabolique de cytokines inflammatoires, la diminution de l'effet anabolique de l'insuline via une insulino-résistance liée à l'âge, la baisse de la testostéronémie, de l'hormone de croissance et de l'IGF1 génèrent une diminution de la synthèse protéique musculaire. La ménopause favorise la synthèse de cytokines pro-inflammatoires et la carence en vitamine D est en elle-même un risque de sarcopénie.

La sarcopénie secondaire peut être rattachée à un défaut d'activité (sédentarité, immobilisation), à des maladies chroniques avec hypercatabolisme ainsi qu'à des apports énergétique et protéique insuffisants.

d) Syndromes apparentés : dénutrition, fragilité et cachexie

(1) Dénutrition protéinoénergétique

La dénutrition protéinoénergétique résulte d'un déséquilibre entre les apports nutritionnels et les besoins protéinoénergétiques. Il existe alors un déficit en énergie et en protéines qui crée des modifications profondes dans la composition corporelle avec notamment une perte de poids involontaire ainsi qu'une fonte musculaire (4).

Le rapport de l'Haute Autorité de Santé (HAS) de 2007 (41), définit la dénutrition protéinoénergétique du sujet âgé par soit une perte de poids (> 5% en 1 mois ou > 10% en 6 mois), ou un IMC < 21kg/m², ou une albuminémie < 35g/L ou un Mini Nutritional Assessment (MNA) global < 17/30 (annexe 2).

La dénutrition sévère correspond soit à une perte de poids (> 10% en 1 mois ou > 15% en 6 mois) soit IMC < 18kg/m² soit à une albuminémie < 30g/L.

La dénutrition peut résulter soit d'apports insuffisants pour couvrir les besoins nutritionnels (baisse des ingesta liée à une baisse d'appétit, ou une malabsorption, une dépression, des troubles cognitifs) soit de dépenses énergétiques augmentées au cours d'une pathologie chronique (escarres, défaillances d'organes, cancer, maladies auto-immunes).

La cachexie et la sarcopénie sont des conditions liées à la dénutrition sans répondre, dans leur début, aux critères diagnostiques de la dénutrition.

(2) Cachexie

Elle correspond à une perte de poids (perte de MM et MG) dans un contexte de maladie chronique avec une composante inflammatoire (CRP > 5g/L, anémie avec une hémoglobine < 12g/dL, hypoalbuminémie < 32g/L) (42). C'est une perte de poids liée à un hypercatabolisme chronique. Contrairement à la sarcopénie où la masse grasse se maintient voire augmente, dans la cachexie la MG diminue avec la MM ; un patient cachectique est également sarcopénique (43).

(3) Fragilité

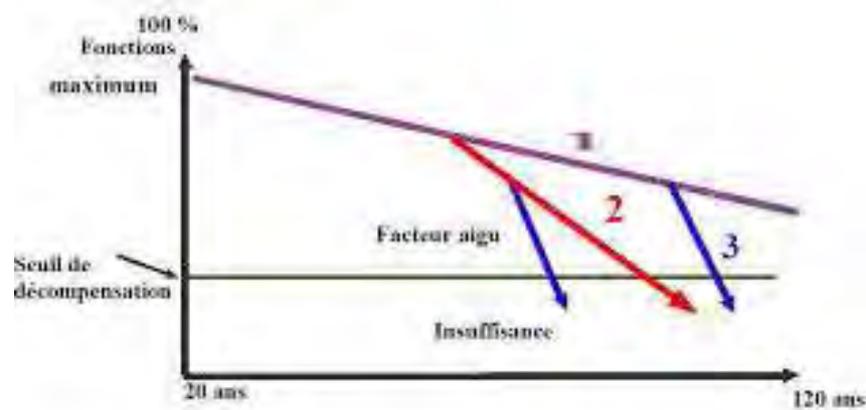
Il n'existe pas de consensus concernant la définition de la fragilité, dans la communauté scientifique. Dans de nombreuses études, ce sont les critères de Fried, décrits en 2001 (44), qui sont retenus. La fragilité est un syndrome clinique regroupant au moins trois critères parmi les suivants : perte de poids > 5% du poids corporel sur l'année passée, une fatigue

(auto-rapportée, via *geriatric depressive scale*), une faiblesse musculaire (évaluation au *grip strength*), une activité physique réduite (Echelle Minnesota Leisure Time Activity), une vitesse de marche ralentie (évaluation sur 4,5 mètres). Pour certains, cette définition n'est pas complète ; des variables tels que l'isolement social, les déficiences cognitives, la polymédication sont des paramètres déterminants devant être pris en compte dans le concept de fragilité.

Un sujet « robuste » ne présentera aucun critère de Fried. Un sujet « pré-fragile » présentera 1 ou 2 critères sur 5 et le sujet « fragile », plus de 3 critères.

La fragilité sous-entend une diminution des réserves fonctionnelles générant une moindre résistance face aux stress survenant au cours d'une pathologie aiguë. Le sujet âgé poly pathologique est à haut risque de décompensations aiguës, pouvant se répéter dans le temps et face auxquelles sa capacité de retour à son état antérieur est plus difficile, voire impossible.

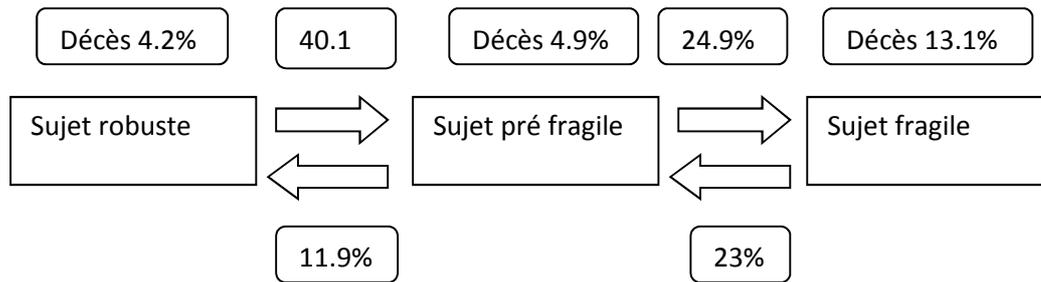
Figure 1 : Modélisation du concept de fragilité ; Schéma de Bouchon



1 : courbe du vieillissement physiologique ; 2 : maladies chroniques ; 3 : décompensation aiguë

Ainsi, la population âgée fragile ne représente qu'un sous groupe de la population âgée générale. Identifier les sujets fragiles au cours d'une évaluation gériatrique, grâce à un outil de dépistage consensuel, permettra d'optimiser la prise en charge et de limiter l'évolution vers la dépendance, la mort ; la fragilité d'un patient âgé étant un état réversible et dynamique (45).

Figure 2 : Evolution à 18 mois de sujets classés selon les critères de *Fried et al.* ; d'après l'étude de Gill et al en 2006 (45).



Une étude de 2011 (46), étudiant sarcopénie et ostéoporose chez 250 femmes âgées de 76 à 86 ans en fonction de leur niveau de fragilité (robuste, pré-fragile, fragile), a mis en évidence un lien entre ostéoporose et fragilité ainsi qu'entre sarcopénie et fragilité mais sans différence statistique. Par ailleurs, les femmes à la fois ostéoporotiques et sarcopéniques avaient six fois plus de risque d'être fragiles (OR=6,4 pour un intervalle de confiance compris entre 1,1 et 36,8).

e) **Stratégies thérapeutiques**

Il est aujourd'hui préconisé d'avoir des apports protéiques de 1,0 à 1,2 g/kg de poids corporel par jour, chez les sujets âgés (41). En effet, la polyopathie, les maladies chroniques ou inflammatoires, la polymédication sont des facteurs d'hypercatabolisme protéique nécessitant des apports suffisants afin de limiter la fonte musculaire et d'éviter d'aggraver la sarcopénie.

Par ailleurs, les apports calciques et en vitamine D sont eux aussi essentiels. Il est recommandé d'ingérer 1,0 à 1,2 g de calcium par jour ainsi que 700 à 800 Unités Internationales de vitamine D (41). Cela permettrait de diminuer de 26% les fractures de hanche et de 23% les fractures non vertébrales chez les sujets âgés (47), ainsi que le risque de chute.

Une activité physique axée sur un travail en résistance permettra d'améliorer la force musculaire. *Fiatarone et al* en 1994 (48), ont mis en évidence les bénéfices d'un programme d'entraînement musculaire chez des sujets âgés fragiles avec une amélioration de la force et la fonctionnalité musculaire (amélioration de la vitesse de marche) après 10 semaines d'entraînement.

D. Ostéoporose

L'ostéoporose est une maladie généralisée du squelette, caractérisée par une diminution de la masse osseuse et une altération de la microarchitecture de l'os, entraînant une diminution de la résistance mécanique de l'os, avec un risque accru de fractures lors de traumatismes minimes ou en l'absence même de traumatisme (28).

1. Epidémiologie de l'ostéoporose

D'après la société française de rhumatologie (29), en 2005, après 65 ans, 39% des femmes souffrent d'ostéoporose. Après 80 ans, 70% sont atteintes d'ostéoporose densitométrique et 60% d'entre elles ont un antécédent de fracture ostéoporotique.

En 2005 survenaient, en France, environ 60 000 fractures vertébrales ostéoporotiques et 50 000 fractures du col fémoral par an (29).

2. Définition

L'OMS définit l'ostéoporose par la mesure de la DMO en absorptiométrie biphotonique. Cette technique de mesure quantitative non invasive permet de mesurer une densité minérale surfacique, exprimée en g/cm^2 ce qui est un reflet de la masse osseuse. Un individu est reconnu comme ostéoporotique pour une DMO inférieure à 2,5 déviation standard (DS) comparativement à la DMO de référence de sujets jeunes (20-30 ans) de même sexe (T-score). La maladie ostéoporotique est donc définie par un facteur de risque plutôt que par un événement clinique ; l'objectif étant de dépister les sujets à risque de fracture avant que celle-ci ne survienne.

a) Ostéoporose primaire

L'ostéoporose primitive est liée à l'âge puisque la perte osseuse lors du vieillissement est un processus physiologique chez l'homme et la femme (28). Elle est aggravée par la carence œstrogénique chez les femmes ménopausées. Les œstrogènes assurent un contrôle hormonal du remodelage osseux via des récepteurs spécifiques exprimés par les ostéoblastes. Ainsi, après la ménopause, l'activité de résorption ostéoclastique est plus importante que l'activité de synthèse ostéoblastique. Ce déséquilibre est responsable de perforation des travées osseuses et d'une raréfaction de l'os trabéculaire plus rapide que pour l'os cortical, avec altération de la microarchitecture osseuse (29). Ainsi, chez les

femmes, l'ostéoporose est responsable d'une perte de 35% de la masse osseuse corticale et 50% de la masse osseuse trabéculaire (29).

L'os trabéculaire, spongieux, représente 20% du squelette et se retrouve au niveau des vertèbres, du bassin, des os plats et de la partie centrale des os longs. L'os cortical correspond à la diaphyse des os longs et constitue 80% du squelette (29).

Le pic de masse osseuse correspond au capital osseux maximal, acquis vers l'âge de 20 ans. Ce pic est surtout influencé par des facteurs génétiques auxquels s'associent des paramètres hygiéno-diététiques, tels que des apports alimentaires suffisants en calcium, une exposition solaire satisfaisante permettant la synthèse de vitamine D ou encore la pratique d'une activité physique régulière. Plus le capital osseux est élevé, plus le risque d'ostéoporose sera bas (29).

b) Ostéoporose secondaire

La corticothérapie prolongée (> 7,5 mg/jour pendant 3 mois et plus de prednisolone) est reconnue comme un facteur de risque d'ostéoporose secondaire, par une diminution de la synthèse osseuse avec des modifications du métabolisme phosphocalcique et du tonus musculaire pouvant favoriser les chutes. A l'arrêt de la corticothérapie, l'incidence fracturaire se corrige plus rapidement que la densité osseuse. D'autres médicaments, tels que les analogues de la LH-RH, des héparinothérapies prolongées ou certains anticonvulsivants, sont reconnus comme inducteurs d'une perte de masse osseuse (4).

L'ostéoporose d'immobilisation est en lien avec l'absence de contrainte mécanique sur l'os, notamment musculaire. Elle est souvent décrite dans le cadre de pathologies neurologiques (hémiplegie, paraplégie) avec invalidité sévère. De même les maladies inflammatoires chroniques, telles que la polyarthrite rhumatoïde ou les rhumatismes inflammatoires, peuvent s'accompagner d'une ostéoporose secondaire. Les facteurs étiologiques sont souvent multiples avec un effet délétère direct des cellules de l'inflammation sur l'os, la corticothérapie prolongée ou encore l'immobilisation induite par les douleurs.

Les maladies endocriniennes telles que l'hyperthyroïdie, l'hyperparathyroïdie primaire, les insuffisances androgéniques, la maladie de Cushing sont également responsables d'ostéoporose secondaire.

Puis, le tabac, l'alcool, un IMC bas (< 19 kg/m²) sont également reconnus comme des facteurs de risque d'une ostéoporose secondaire. Ainsi une étude épidémiologique

australienne (49), réalisée en 2000 sur 1075 femmes et 690 hommes dont la moyenne d'âge était de $69,0 \pm 6,7$ ans a montré une association positive entre la force du quadriceps, l'IMC et la DMO du col fémoral chez les hommes et les femmes. Le maintien voire la prise de poids montrait des chiffres plus élevés sur la DMO comparativement aux sujets perdant du poids au cours du temps.

3. Diagnostic positif de l'ostéoporose

Il repose sur la réalisation d'une ostéodensitométrie. Un sujet est reconnu comme ostéoporotique si son T-score est inférieur à 2,5 écarts types comparativement à la densité osseuse d'un groupe de sujets jeunes de même sexe. L'ostéopénie se définit pour un T-score entre -1,0 et -2,5 écarts-types (50).

L'HAS (28), recommande la réalisation d'une ostéodensitométrie en cas :

- Affection ou traitement inducteur d'ostéoporose : corticothérapie prolongée, hyperthyroïdie, etc.
- Signe d'ostéoporose : antécédent personnel de fracture de fragilité (sans traumatisme majeur, à l'exclusion des fractures du crâne, des orteils, des doigts ou du rachis cervical) ou fracture vertébrale.
- Ménopause précoce avant 40 ans ou antécédent de fracture du col fémoral chez un parent du premier degré ou antécédent personnel de corticothérapie prolongée ($>7,5$ mg/jours sur une durée > 3 mois) ou $IMC < 19 \text{ kg/m}^2$.

Le profil biologique des patients ostéoporotique est souvent normal en dehors de la carence en vitamine D.

Les radiographies standards confirmeront l'existence de fractures. Une hypertransparence osseuse ainsi qu'un amincissement de l'os cortical sont des signes évocateurs d'une importante perte osseuse (30 à 50% du capital osseux). La scintigraphie osseuse ou l'IRM permettront de confirmer l'existence de fractures-tassements vertébraux, de les dater et d'évaluer leurs éventuels retentissements neurologiques (29).

4. Composition corporelle et ostéoporose

a) Poids et densité minérale osseuse du corps entier

Le lien entre le poids, l'IMC et le risque d'ostéoporose est bien établi ; plus le poids ou l'IMC est élevé, meilleure est la DMO à l'échelle du corps entier ainsi qu'à l'échelle régionale (26). Ces effets du poids sur la DMO s'expliquent par des contraintes et des forces mécaniques exercées sur l'os, via les muscles, qui stimulent le processus de formation osseuse sous l'action des ostéoblastes (29).

Ainsi l'étude de *Gillette-Guyonnet et al* de 2000 (51), a montré que les femmes ostéoporotiques avaient une MG et une masse musculaire squelettique statistiquement plus basse que les femmes non ostéoporotiques, avec un poids et un IMC significativement plus bas.

L'étude épidémiologique australienne *DUBBO* réalisée chez 827 femmes âgées (52), sur 2,7 années, a montré que les femmes qui perdaient du poids, présentaient une perte de masse osseuse plus rapide que celle dont le poids restait stable ($-1,70 \pm 0,40\%$ par an versus $-0,80 \pm 0,10\%$ par an) ou que celle qui en prenaient ($+0,10 \pm 0,20\%$ par an avec $p < 0,01$).

b) Masse grasse et densité minérale osseuse du corps entier

L'effet plus précis des différents compartiments corporels (masse grasse et masse maigre) sur la DMO est par contre moins source de consensus, avec des résultats d'études hétérogènes. De plus, en fonction du sexe, de l'âge, du statut hormonal (pré ou post ménopause), du niveau d'activité physique du sujet ou de la région osseuse étudiée, ces résultats sont encore plus sujets à controverse.

Ainsi, d'après l'étude menée par *Reid et al* (53), la masse grasse chez les femmes ménopausées, était le principal facteur prédictif de la DMO du corps entier, du rachis lombaire et du fémur. Pour expliquer les effets bénéfiques de la MG sur la densité osseuse, plusieurs hypothèses sont avancées :

- Il est admis que le tissu adipeux est la principale source d'aromatase, enzyme capable de synthétiser des œstrogènes à partir de précurseurs d'androgènes. Ces œstrogènes extra-gonadiques sont capables de participer à la régulation de l'homéostasie du

squelette en favorisant l'activité des ostéoblastes et en freinant l'action catabolique des ostéoclastes sur l'os. Ainsi ils sont capables de pallier la carence hormonale liée à la ménopause et de freiner les effets délétères de cette dernière sur la densité osseuse (54). Ainsi, des études (55,56,57) ont montré, qu'après la ménopause, l'influence de la MG sur la DMO augmentait, comparativement à la période de pré-ménopause ou chez des femmes jeunes.

- Par ailleurs, les adipocytes synthétisent des hormones, dont la leptine qui semble avoir avec des actions antagonistes sur l'os ; certaines études montrent un effet positif sur la formation osseuse et d'autres un effet délétère, notamment sur les vertèbres (58).
- De plus, il a été démontré que les adipocytes et les ostéoblastes présentent le même précurseur cellulaire, ce qui laisserait supposer un rôle protecteur des adipocytes sur l'os.

L'étude longitudinale *CHAMP* (59) réalisée sur 2,2 années, chez 1705 hommes âgés de 70 ans et plus, a révélé que la masse grasse était un facteur déterminant de l'évolution de la masse osseuse au cours du suivi.

c) Masse maigre et densité minérale osseuse du corps entier

En regard de ces résultats, d'autres études présentent des résultats opposés.

Les études de *Zhao et al en 2007 et 2008 (60,61)* n'ont pas montré d'effet protecteur de la MG sur la MO ; notamment, si l'obésité n'est pas définie par rapport à l'IMC mais par rapport au pourcentage de tissu adipeux dans l'organisme, alors aucun effet de la masse grasse sur la DMO n'est retrouvé. Résultat justifié dans ce contexte, par la non prise en considération des effets bénéfiques du poids sur l'os (via les forces mécaniques exercées).

De plus, deux études récentes (26,62) de 2013, ont révélé des associations significatives entre MM et masse osseuse indépendamment de l'âge, de la taille, du niveau d'activité physique chez les hommes et les femmes ; chez les femmes, la MG étaient également associée à la masse osseuse mais ce lien disparaissait après ajustement sur la masse maigre.

Aloia et al en 1995 (56), ont eux aussi mis en avant le rôle déterminant de la MM sur la masse osseuse des femmes ; chez les femmes ménopausées, 50% des variations du taux de masse osseuse étaient liées à la masse maigre (56% en pré-ménopause). Par ailleurs, ils ont mis en évidence que la masse grasse représentait un plus grand pourcentage de la variabilité de la masse osseuse en post ménopause qu'en pré-ménopause ; phénomène expliqué par le rôle protecteur des œstrogènes synthétisés grâce à l'aromatase.

d) A l'échelle loco-régionale

Si l'on s'attache plus précisément aux effets locaux et régionaux sur l'os, il a été montré que la MG seule était associée à la DMO du corps entier alors que pour le fémur, intervenaient MG et MM (51). Ces résultats peuvent être expliqués par les effets mécaniques des muscles sur l'os à l'échelle régionale.

Une étude de 2001 (63), s'intéressant à la DMO du fémur chez 139 sujets âgés de 60 à 89 ans, a mis en évidence chez les hommes un lien statistique entre DMO du fémur et MM uniquement alors que chez les femmes, la DMO était liée à la fois à la MM et également la MG.

e) En fonction du niveau d'activité physique

Douchi et al (64), ont mis en évidence que chez les femmes ménopausées pratiquant une activité physique régulière, leur masse maigre était liée à la DMO du rachis lombaire alors que chez les femmes sédentaires, la DMO était liée à la fois à la MM mais aussi à la MG. Résultats similaires dans l'étude de Reid et al en 1995 (65).

Cependant, une étude de 2013 (62) s'intéressant à l'activité physique comme éventuel facteur de confusion sur les interactions en composition corporelle et DMO a conclu que la MM était le principal facteur prédictif de la DMO du corps entier, du fémur et du rachis lombaire ; indépendamment du niveau d'activité physique ou du statut hormonal vis-à-vis de la ménopause.

5. Stratégies thérapeutiques

Le premier traitement de l'ostéoporose est la lutte contre les facteurs de risque d'ostéoporose secondaire : sevrage alcool-tabagique, apports en calcium et vitamine D suffisants, pratique régulière d'une activité physique, lutte contre la perte de poids (28).

La prévention des chutes fait partie intégrante de la prise en charge des patients ostéoporotiques (lutte contre la iatrogénie, travail de la marche et équilibre, renforcement musculaire, correction des déficits sensoriels, contrôle des maladies chroniques).

Le traitement spécifique comprend différents types de molécules (Biphosphonates, Modulateurs sélectifs des récepteurs œstrogéniques, Parathormone) dont les indications varient en fonction du type de fracture, des antécédents fracturaires, des contre-indications, de la tolérance et des modalités d'administration (50).

E. Bénéfices de l'exercice physique

1. Sur la masse musculaire

Des études ont montré (64,66), que chez des femmes ménopausées pratiquant une activité physique régulière (soit au moins 2h d'entraînement aérobie par semaine depuis plus de 2 ans ou bénéficiant d'un entraînement en résistance sur au moins 16 semaines), leur masse maigre était significativement plus haute que chez des femmes sédentaires ($34,70 \pm 5,00$ kg vs $32,70 \pm 3,70$ kg avec $p < 0,05$), leur masse grasse inférieure ($17,30 \pm 4,20$ vs $19,10 \pm 5,40$ avec $p < 0,05$) avec des indices de masse corporelle équivalents ($23,30 \pm 2,50$ kg/m² vs $23,20 \pm 3,10$ kg/m² avec $p > 0,05$) entre les deux groupes.

2. Sur la force musculaire

Des revues de la littérature (66,67), ont mis en évidence que les programmes de renforcement musculaire sont d'autant plus efficaces sur le muscle (gain sur la force) qu'ils sont prolongés dans le temps (au minimum 1 an) avec des résultats consensuels, comparativement aux études plus courtes dont les résultats sont plus hétérogènes. Seul un entraînement en résistance permettra un gain en masse musculaire alors qu'un travail d'endurance permettra une baisse de la masse adipeuse avec des bénéfices cardiovasculaires (5,48).

Comparativement aux sujets jeunes, le gain de masse et de force musculaire est plus long à apparaître chez le sujet âgé. Cela s'explique par une synthèse protéique ralentie en réponse

à l'exercice physique (68). En effet *Kumar et al* (68) ont comparé la capacité de synthèse en protéines myofibrillaires en réponse à un travail en résistance d'intensité croissante, de sujets jeunes (24 ± 6 ans) et âgés (70 ± 5 ans). Dans les 2 groupes, plus l'intensité de l'exercice augmentait, plus la synthèse protéique était importante mais avec un taux de synthèse protéique 30% plus élevé chez les sujets jeunes que chez les sujets âgés avec $p < 0,05$.

Pyka et al (69) ont étudié les bénéfices d'un entraînement en résistance, sur 12 mois, sur la force des psoas et quadriceps (3 fois/semaine via 12 exercices répétés) et ont mis en évidence une hypertrophie des fibres musculaires I et II ainsi qu'une amélioration de 30% de la force des quadriceps et 97% de la force des psoas, au terme de l'étude.

3. Sur la densité minérale osseuse et les fractures ostéoporotiques

L'activité physique, par les contraintes mécaniques qu'elle exerce sur le squelette, induit la formation de tissu osseux. Notamment, un effet locorégional a été mis en avant, avec des corrélations positives entre la force musculaire des psoas, quadriceps et moyens fessiers avec la DMO du rachis lombaire et du fémur (entier et col) (70).

De nombreuses études ont montré le bénéfice d'un entraînement physique en résistance sur la densité minérale osseuse chez les sujets âgés.

- Sur le rachis lombaire : une étude prospective (71) de 2002, a évalué chez 50 femmes, âgées de 58 à 75 ans, le bénéfice d'un programme sur 2 ans de renforcement musculaire en résistance, des muscles lombaires, sur la densité minérale osseuse (DMO) du rachis lombaire à 2 ans et à 8 ans. L'évaluation de la DMO à l'inclusion et à 2 ans ne montrait pas de différence significative entre les deux groupes, par contre 8 ans plus tard, la perte osseuse était significativement moins importante dans le groupe « renforcement musculaire » que dans le groupe contrôle. Par ailleurs, le déclin de la force musculaire était également moins rapide dans le groupe ayant bénéficié de l'intervention (perte force 1,65%/an versus 2,70%/an avec $p < 0,05$) comparativement au groupe contrôle.

Concernant la survenue de fractures vertébrales, l'incidence dans le groupe contrôle était de 14 fractures sur les dix années de suivi versus 6 fractures avec $p=0,03$; le risque relatif d'une fracture vertébrale était 2,70 fois plus important dans le groupe contrôle.

Une méta-analyse de 2006 (72) a mis en évidence dans 14 essais randomisés, un gain significatif sur la DMO du rachis lombaire, après un programme de renforcement musculaire.

- Sur le fémur : une revue de la littérature (73) de 2007, a évalué les résultats de vingt études portant sur le bénéfice d'une activité physique en résistance sur la densité minérale osseuse de femmes ménopausées âgées entre 40 et 80 ans. Treize études ont montré soit un maintien soit une amélioration de la densité osseuse du fémur chez les femmes bénéficiant d'un entraînement en résistance, comparativement au groupe contrôle.

Concernant les fractures du col fémoral, une étude prospective (74) de 2002, réalisée sur 12 ans, chez 61 200 femmes âgées de 40 à 77 ans, a étudié l'incidence des fractures du col fémoral en fonction de la marche et des loisirs. Pour 66% de la population étudiée, la marche représentait la principale activité physique avec une intensité moyenne de 7 MET-h/semaine soit 2,3 heures de marche par semaine à un rythme modéré. Pour un exercice physique d'intensité modérée (>3 MET-h/sem), le risque de fracture du col fémoral était diminué de 6% et pour une activité intense (>6 MET-h/sem) le risque était diminué par 55%, comparativement aux femmes sédentaires (< 3 MET-h/sem). Plus l'activité physique était importante plus le risque de survenue de fracture diminuait.

Plusieurs revues de la littérature (66,73) ont permis de recenser les études mettant en évidence les bénéfices de l'exercice physique sur la DMO. Un travail en résistance, prolongé (au minimum 1 an), d'intensité élevée permettait d'obtenir des bénéfices à long terme sur la densité osseuse du col fémoral et du rachis lombaire des femmes ménopausées.

Une étude de 2005 (64) comparant les bénéfices d'un entraînement en résistance sur 6 mois chez 34 femmes ménopausées, avec un groupe privilégiant la force et un groupe privilégiant la puissance a mis en évidence des bénéfices sur la DMO du rachis lombaire et du col fémoral significatifs pour le groupe « puissance » versus le groupe « force ».

4. Sur les capacités fonctionnelles

a) *Equilibre, posture et chute*

Le risque de chute est majeur avec l'âge puisqu'on estime que plus d'un tiers des sujets de 65 ans et plus sont victimes d'au moins une chute par an. Dans 50% des cas, les chutes

seront répétées dans le temps (75). Les causes des chutes sont multiples et font intervenir des facteurs précipitants (désordre métabolique, hypotension orthostatique, trouble du rythme cardiaque, etc.) et favorisants (troubles cognitifs, maladies neuromusculaires, la iatrogénie, les troubles sensoriels) dans un environnement pouvant être lui-même, à risque (faible luminosité, obstacle au sol, chaussures inadaptées).

Ainsi, 70% des chutes sont multifactorielles avec des performances diminuées en termes d'équilibre, de force musculaire, de contrôle postural chez les chuteurs. *Tinetti et al* en 1988 (76) ont montré dans leur étude prospective sur 336 sujets de 75 ans et plus, une relation linéaire entre le risque de chute et les facteurs de risque de chute ; ainsi le risque de chute était de 8% chez un sujet ne présentant aucun facteur de risque mais atteignait 78% chez ceux avec quatre ou plus, facteurs de risque.

Afin de diminuer la prévalence des chutes chez le sujet âgé, il est donc nécessaire d'intervenir par des actions variées ; l'activité physique a montré ses multiples intérêts (77). D'une part, elle permet d'améliorer l'équilibre en travaillant dans des postures diverses (en charge sur deux pieds puis en appui simple ; yeux ouverts ou fermés) afin d'améliorer des performances vestibulaires. D'autre part, elle permet d'améliorer le temps de réaction en cas de déséquilibre et d'améliorer les réactions « parachutes » et également, d'obtenir une plus grande souplesse articulaire avec un gain sur les amplitudes des mouvements (2,78).

Une méta-analyse (79) concernant les effets de l'activité physique (travail en résistance, endurance, travail de l'équilibre, souplesse) sur le risque de chute chez les sujets âgés, a montré une diminution de 17% du risque de chute chez les sujets bénéficiant d'un entraînement musculaire régulier comparativement aux sujets sédentaires ; l'activité physique apparaissait comme un facteur protecteur avec un odds ratio inférieur à 1 et la borne supérieure de l'intervalle de confiance inférieure à 1. Les bénéfices du Tai Chi (80) sont connus, en améliorant notamment la souplesse et l'équilibre des sujets âgés.

De plus, une méta-analyse de 2013 (81) a montré que l'activité physique, en plus de son rôle protecteur sur le risque de chute, permettait de diminuer la gravité des chutes ; baisse de 37% des blessures, de 43% des chutes requérant une hospitalisation et de 61% des fractures.

b) Indépendance pour les actes de la vie quotidienne

D'après le modèle de Wood (4), l'individu peut être perçu selon trois représentations ; l'individu comme un ensemble d'organes, comme une fonctionnalité capable de performances, ou à l'échelle de la société, comme un être interagissant avec son milieu. En cas de défaillance d'organe, apparaîtra une déficience. Une altération des performances sera responsable d'incapacités et l'absence d'échanges avec son environnement génèrera un handicap.

La dépendance reflète une atteinte de la fonctionnalité avec une impossibilité de réaliser seul les actes de la vie quotidienne (toilette, habillage, élimination, alimentation, transferts, déplacements), pouvant être évalués par les échelles ADL et IADL (annexes 3 et 4).

Une étude a montré qu'en l'absence d'intervention, 10% d'un groupe de sujets âgés sédentaires de 72 ans et plus, deviennent dépendants pour un ou plusieurs actes de la vie quotidienne chaque année. Ainsi l'étude *Framingham* (82) a révélé que 40% des femmes âgées entre 55 et 64 ans, 45% entre 65 et 74 ans et 65% entre 75 et 84 ans étaient incapables de soulever une charge de plus de 4,5kg.

Fiatarone et al ainsi que *Sauvage et al* en 1994 (67) ont montré que la vitesse de marche et la capacité de monter un étage étaient liés à la force musculaire, chez des sujets âgés fragiles. Dans leur étude, grâce à un travail en résistance, la force musculaire a été multipliée par 2, la vitesse de marche augmentée de 10% et la puissance de 24%. De même, *Hunter et al* en 1995 (83) ont mis en évidence une amélioration des performances en terme de vitesse de marche, de vitesse de lever de chaise et de port de charges, chez 40 femmes à domicile, âgées entre 60 et 77 ans après 16 semaines de renforcement musculaire.

Une étude réalisée en 2002 (84) chez 188 sujets fragiles à domicile, âgés en moyenne de 75 ans, a montré des scores d'incapacité significativement plus bas chez ceux bénéficiant d'un programme de sept mois, visant à améliorer la force musculaire, l'équilibre et l'autonomie pour les transferts. De plus, une étude prospective (85), réalisée sur 7 années chez 2493 sujets de 65 ans et plus, a montré un lien entre la force musculaire évaluée par le grip

strength et le score ADL. Plus la force musculaire était importante, meilleur était le score d'autonomie.

5. Qualité de vie

La qualité de vie d'un individu ne se résume pas à une absence de maladie ; elle est multifactorielle regroupant à la fois un bien être physique, psychique et social. Son évaluation est complexe devant l'absence d'outils standardisés. Il serait nécessaire d'évaluer à la fois des éléments objectifs (tel qu'un contrôle satisfaisant d'une maladie chronique, le fait de vieillir chez soi) mais également des données subjectives telles qu'une bonne image de soi ou des interactions satisfaisantes avec son environnement.

Une revue de la littérature de 2001 (86), s'attachant à la relation entre activité physique et qualité de vie, a mis en évidence une relation entre ces deux paramètres ; avec notamment un score d'incapacité plus bas chez les sujets actifs comparativement aux sédentaires. Cette étude a montré que plus la dépense énergétique est élevée, meilleur est le score ADL et IADL. De plus les sujets présentant un bon contrôle de leurs maladies chroniques, un statut thymique et cognitif satisfaisant, une bonne image de soi ou une vie sociale développée avaient une dépense énergétique hebdomadaire haute.

F. Objectif de la thèse

Le vieillissement physiologique s'accompagne de modifications de la composition corporelle avec une perte de masse maigre et plus précisément de masse musculaire (21,23,25,31). A un stade avancé, s'y associe une atteinte de la force musculaire et/ou de la fonctionnalité du muscle, aboutissant à la sarcopénie (30).

A ce déclin musculaire naturel vient s'ajouter une perte de masse osseuse (29,50) ; elle est aggravée chez les femmes par la carence œstrogénique liée à la ménopause.

L'ostéoporose et la sarcopénie sont à la fois issues du processus physiologique lié au vieillissement mais sont aggravées par la sédentarité ; augmentant ainsi le risque de chute, de fractures et étant à risque de dépendance pour l'individu (76).

L'activité physique, par ses effets bénéfiques sur le muscle (19,66,67,69) et sur la densité osseuse (19,64,71,73), représente un moyen de lutter contre ces deux phénomènes.

La relation entre le poids et la densité minérale osseuse est bien connue ; par contre les interactions entre les principaux constituants de la composition corporelle (masse maigre et masse grasse) et la densité osseuse sont sujettes à controverse.

L'objectif principal de ce travail est d'apprécier la faisabilité d'une étude s'intéressant à la relation entre la composition corporelle et la densité minérale osseuse chez des femmes âgées, examinées en consultation gériatrique d'ostéoporose. L'influence de l'activité physique sur cette relation sera également analysée.

V. MATÉRIEL ET MÉTHODE

A. Population

Il s'agit d'une étude observationnelle, transversale, mono centrique réalisée de mai à novembre 2013, dans le pôle hospitalo-universitaire de gériatrie clinique du CHU de Nantes, au sein du site de l'hôpital Bellier. Dans le cadre d'une consultation d'ostéoporose, 28 femmes ont bénéficié d'une absorptiométrie biphotonique ou DEXA (Dual-Energy X ray Absorptiometry) avec mesure de leur densité minérale osseuse et de leur composition corporelle.

Les critères de recrutement étaient un âge supérieur à 60 ans, l'absence de contre-indication à la réalisation de la DEXA, c'est-à-dire des douleurs empêchant le décubitus dorsal sur plan dur, des troubles du comportement pouvant perturber le bon déroulement de l'examen.

Seules des femmes étaient recrutées afin de limiter les facteurs de confusion liés aux évolutions différentes de la composition corporelle en fonction du sexe.

Afin d'obtenir un effectif ne nécessitant pas de correction lors des analyses statistiques, 28 femmes étaient incluses.

Pour chaque sujet, lors de la consultation d'ostéoporose, les paramètres suivants ont été recueillis : âge, sexe, poids, taille, IMC, MMSE (annexe 6) et le lieu de vie.

Afin d'assurer l'anonymat des patients inclus, un numéro leur était attribuée par ordre de recrutement.

B. Recueil des données

1. Mesure de la DMO et composition corporelle

L'appareil d'ostéodensitométrie utilisé est un LUNAR iDXA fonctionnant avec le logiciel enCORE, version 12.x, Windows-XP Professional 2008.

Le T-score et la densité minérale osseuse de L1-L4, des 2 cols fémoraux ainsi que le T-score total ont été recueillis. Afin de limiter les risques de variations des résultats, en sachant que la DEXA est opérateur dépendant (importance du bon positionnement du patient sur la table

d'examen lors des acquisitions), toutes les mesures ont été réalisées par le même technicien. Par ailleurs, de nombreux facteurs, liés aux patients, sont susceptibles d'affecter la précision des mesures ; notamment des distorsions dans l'architecture du squelette (présence d'ostéophytes, de calcifications extra squelettiques, une cyphoscoliose), des implants orthopédiques en métal ou encore des limitations importantes de la mobilité du patient l'empêchant de maintenir certaines positions.

Le logiciel enCORE utilise un calculateur de précision évaluant le risque d'erreur de la mesure et calculant sa variabilité avec un intervalle de confiance à 95%.

L'ostéoporose est définie selon la valeur du T-score déterminé par l'OMS. Ainsi le diagnostic d'ostéopénie est posé pour un T-score inférieur à -1 et celui d'ostéoporose pour un T-score inférieur à -2,5.

Grâce à un logiciel spécifique, la DEXA permet aussi d'évaluer la composition corporelle en distinguant la masse grasse, de la masse musculaire et de la masse osseuse, à la fois pour différentes régions corporelles (tête, tronc, membres) mais aussi pour le corps entier. L'analyse de la composition se fait grâce au logiciel enCORE. Il est capable d'estimer la proportion de graisse du corps total ainsi que la proportion de masse maigre comprenant la masse osseuse, la masse musculaire et les autres tissus, en utilisant les données des examens du rachis et du fémur standard. Les coupes des membres supérieurs passent par les cavités articulaires des épaules en regard de la tête humérale jusqu'aux extrémités des doigts. Pour les membres inférieurs, les coupes passent par les cols fémoraux sans toucher le bassin et descendent jusqu'aux extrémités des pieds ; une coupe centrale sépare le membre inférieur droit du gauche.

Le calculateur de précision est le même que pour les mesures de la densité osseuse.

Les estimations ne sont valides que pour les patients caucasiens et uniquement pour ceux d'âge, de poids, de taille, d'IMC, et de mesures de rachis et de fémur se trouvant dans les critères suivants :

	Limites	Age	Hauteur	Poids	IMC	Rachis	Epaisseur rachis	Fémur	Epaisseur fémur	Total
	Unité	an	cm	kg	kg/m ²	% graisse	cm	% graisse	cm	% graisse estimé du corps entier
Femme	Min	20	130	40	15	2%	11	10%	10	10%
	Max	100	185	135	48	55%	27	50%	25	60%
Homme	Min	20	150	50	15	2%	13	10%	12	10%
	max	100	200	125	45	55%	29	40%	22	45%

2. Hétéro-questionnaire d'activité physique

Un questionnaire (annexe 5) a été élaboré à partir du GPAQ (annexe 1), validé et reconnu par l'OMS. Ainsi, il permettait d'évaluer, pour chaque femme recrutée, l'intensité, la fréquence par semaine et la durée, des loisirs, des déplacements (marche) et des tâches ménagères.

Il était renseigné soit par le médecin ou l'interne à l'origine de la demande de consultation d'ostéodensitométrie, soit en début de consultation par l'opérateur de l'appareil d'ostéodensitométrie. Les questions posées étaient à réponses fermées à la fois de nature qualitative mais également quantitative ; un choix de réponse était proposé.

Pour chacun, une intensité d'activité physique en MET/heure/semaine était calculée. Ainsi, les sujets étaient reconnus comme ayant une dépense énergétique faible pour un score inférieur à 3 MET/heure/semaine, dépense modérée entre 3 et 6 MET/heure/semaine et dépense élevée si supérieure à 6 MET/heure/semaine.

Ce questionnaire visait une utilisation simple, en pratique courante et en consultation d'ostéoporose, afin que chaque catégorie de l'activité physique soit évaluée, chez les sujets âgés.

3. Mesures anthropométriques

Le poids est mesuré par une balance mécanique Seca 761 avec réglage du zéro et capacité de 150 kg.

La taille est mesurée par une toise mécanique Seca fixée au mur (précision au millimètre). L'indice de masse corporelle (IMC) correspond au rapport du poids en kilogrammes sur la taille au carré, en mètre. La maigreur est définie pour un IMC inférieur à 18,5 kg/m², un poids normal correspond à un IMC entre 18,5 et 24,9 kg/m², une surcharge pondérale à un IMC entre 25,0 et 29,9 et l'obésité à un IMC supérieur à 30 kg/m².

4. Sarcopénie en absorptiométrie biphotonique

Baumgartner et al (33) ont mesuré en absorptiométrie, la masse musculaire squelettique appendiculaire des quatre membres. Ils en ont déduit un index de masse musculaire squelettique (IMS) ; index défini par le rapport :

$(\text{Masse musculaire des bras en kg} + \text{Masse musculaire des jambes en kg}) / (\text{Hauteur en m}^2)$

Ils ont ensuite défini la sarcopénie, pour un IMS inférieur à un écart-type par rapport à une population de référence jeune ; et la sarcopénie sévère pour un IMS inférieur à deux écarts-types. Définie ainsi, la sarcopénie est indépendante des facteurs de confusion que sont l'âge, l'ethnie, les comorbidités et la masse grasse.

Un score inférieur à 5,45 kg/m² pour les femmes et un score inférieur à 7,26 kg/m² pour les hommes, définit une sarcopénie, d'après les seuils décrits par *Janssen et al* (21).

C. Analyse Statistique

Les valeurs ont été saisies à partir des données fournies par l'observation et l'ostéodensitométrie puis enregistrées sur un logiciel *Excel 14.1.0* pour *MAc 2011*. Les moyennes et les écarts types ont été calculés sous *Excel*. La droite de régression et le calcul des coefficients de corrélation ont été calculés par la formule "COEFFICIENT.CORRELATION" sous *Mac* et les droites de régression ont été tracées à partir du mode graphique du même logiciel.

VI. RESULTATS

A. Caractéristiques cliniques de la population étudiée

Le tableau 1 récapitule les caractéristiques des femmes recrutées dans l'étude.

Tableau 1 : caractéristiques cliniques des sujets recrutés.

Variabes	Valeurs
Age (ans) ^a	85,18 ± 6,03
Poids (Kg) ^a	61,53 ± 14,28
Taille (cm) ^a	156,78 ± 7,86
IMC (Kg/m ²) ^a	24,92 ± 4,80
Masse grasse (Kg) ^a	23,63 ± 9,81
Masse maigre (Kg) ^a	35,66 ± 8,76
T-score corps entier ^a	-1,15 ± 1,51
T-score col fémoral droit/gauche ^a	-2,21 ± 1,16 / -2,14 ± 1,24
T-score rachis lombaire L1-L4 ^a	-1,15 ± 1,84
MMSE ^b (/30)	22 [12-30]
MET/heure/semaine ^a	6,55 ± 4,78

a : moyenne ± écart type

b : médiane [valeurs extrêmes]

IMC : Indice de Masse Corporelle

MMSE : Mini Mental State Examination

MET : Equivalent Métabolique

1. Age et mode de vie

Vingt huit femmes ont été recrutées dans l'étude.

L'âge moyen était de 85,2 ans avec un minimum de 73,5 ans et un maximum de 93,4 ans.

De plus, 82,1% de la population (n=23) avait plus de 80 ans.

Concernant le mode de vie, 82,1% d'entre elles vivaient à domicile (n=23) avec ou sans aides humaines, 14,2% résidaient en EHPAD (n=4) et 3,5% en foyer logement (n=1).

2. Niveau d'activité physique

Une activité physique de faible intensité (< 3 MET/heure/semaine), était estimée chez 28,6% des patientes (n=8), modérée (3 à 6 MET/heure/semaine) chez 32,1% des femmes recrutées (n=9) et élevée (> 6 MET/heure/semaine) chez 39,3% d'entre elles (n=11).

3. Evaluation cognitive

Une démence modérée à sévère définie par un MMSE inférieur à 20/30 était retrouvée chez 33,3% des patientes.

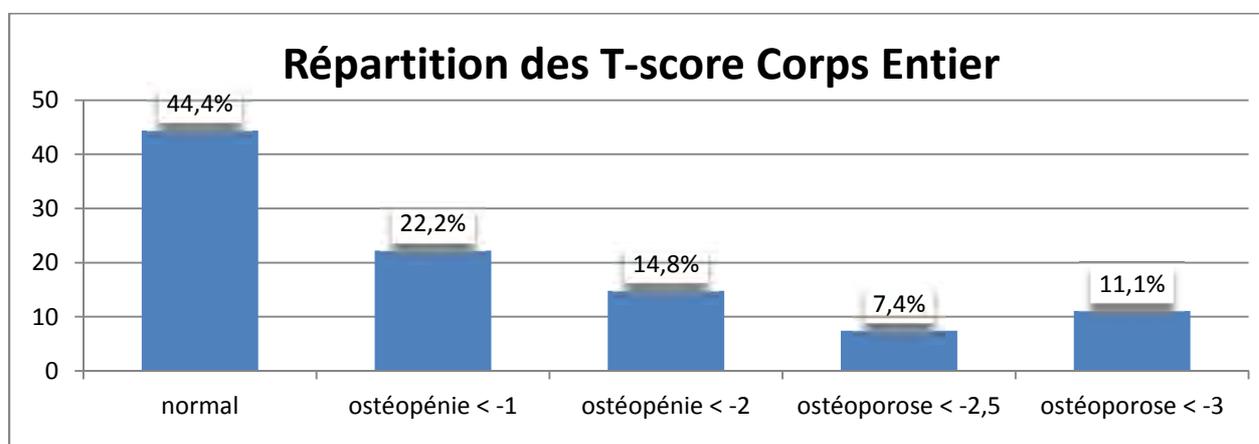
4. Données anthropométriques

Le poids moyen des patientes était de 61,5 kg avec pour valeur la plus basse de 41 kg et la plus élevée de 98 kg ; la moyenne des IMC était de 24,9 kg/m². Ainsi 21% des patientes (n=6) présentaient une dénutrition protéino-énergétique avec un IMC < 21 kg/m².

Par ailleurs, les sujets de 80 ans et plus (n=23), pesaient plus lourd (63,6 Kg±14,8 vs 51,8Kg±6,5) et avaient une masse grasse plus importante (24,8 Kg±10,0 vs 17,9 kg±6,8) que les moins de 80 ans, pour une masse maigre équivalente (35,8 Kg±9,3 vs 35,1 Kg±6,3)

5. Données densitométriques

L'ostéoporose densitométrique définie par un T-score inférieur à -2,5 déviation standard concerne 18,5% des patientes recrutées (n=5). Par ailleurs 37% de ces dernières sont ostéopéniques (n=10). Chez les plus de 80 ans, la prévalence de l'ostéoporose densitométrique augmentait à 41,6%.



Parmi les sujets ostéoporotiques 14% étaient également sarcopéniques.

6. Sarcopénie

La prévalence de la sarcopénie dans l'échantillon étudié est de 32%. En effet, 9 femmes sur 28 ont un indice < 5,45 kg/m². Si l'on considère uniquement les femmes de plus de 80 ans (n=23), la prévalence augmente à 34,8%.

Les patientes sarcopéniques présentaient un IMC plus faible que celui de l'échantillon (21,6kg/m² versus 24,9 kg/m²).

B. Faisabilité de l'étude

Ce travail vise à évaluer la faisabilité d'une telle étude dans le contexte d'une activité de gériatrie.

Au sein du plateau ambulatoire du pôle hospitalo-universitaire de Gériatrie Clinique du CHU de Nantes les patients sont reçus selon des modalités différentes : dans les suites d'une hospitalisation avec des motifs d'admission variés mais aussi suite à une évaluation gériatrique standardisée (EGS) générant une prise en charge spécifique.

L'EGS est une méthode d'évaluation des sujets âgés en situation de fragilité ou de vulnérabilité, permettant d'examiner des champs cliniques qui ne font pas partie de la prise en charge médicale habituelle. Parmi ces champs, les fonctions cognitives, le statut nutritionnel, le risque iatrogénique, les conditions de vie, et les supports médico-sociaux et familiaux, en sont les axes majeurs.

Au regard du risque de fracture ostéoporotique et de ses conséquences majeures pour l'évolution clinique, la qualité de vie et la trajectoire sociale et en collaboration étroite avec l'expertise du service de rhumatologie (Pr Yves Maugars) du CHU de Nantes, une attention particulière est portée sur la perte osseuse, fréquente avec l'avancée en âge. Par ailleurs, un examen des fonctions locomotrices permet d'évaluer les capacités d'équilibre, de marche du sujet et de mesurer le risque de chute. De plus, un bilan nutritionnel clinico-biologique, vient compléter cette évaluation afin d'élaborer des démarches de prise en charge complémentaire dans la prise en soins des patients à risque de fracture.

Les patients qui présentent des altérations cognitives, encore dénommées usuellement syndrome démentiel, ne peuvent pas ou peu collaborer aux enquêtes sous forme de questionnaire. Ainsi leur participation à ce projet a été limitée et ces derniers ont été écartés de cette étude. Leur prise en soins demeure néanmoins un objectif important de la prise en charge gériatrique, mais ces sujets ne pouvaient être pris en compte à ce stade préliminaire.

De plus, parmi les patients potentiellement candidats pour la consultation « ostéoporose », plusieurs étaient dans un état clinique trop précaire et à risque de décompensation ; ainsi bien que présentant des indications à cette consultation, ils n'y ont pas été adressés.

Parmi ceux vus en ostéodensitométrie une vingtaine n'avait pas les capacités physiques pour se plier aux exigences de l'examen ; notamment l'impossibilité d'un décubitus dorsal prolongé, des douleurs résiduelles empêchant une immobilité pendant les acquisitions.

C. Relation entre activité physique et DMO

Le niveau d'activité physique évalué par le questionnaire a été réparti en 3 catégories :

- faible quand le niveau était strictement inférieur à 3 MET/heure/semaine (n = 8)
- modérée lorsque le niveau était situé entre 3 et inférieur à 6 MET/heure/semaine (n = 9)
- intense lorsque le niveau est supérieur et égal à 6 MET/heure/semaine (n = 11)

Les différents paramètres figurent dans le tableau 2.

Les différentes valeurs sont comparables entre les trois groupes.

Les moyennes d'âge, de poids et de masse totale sont plus faibles pour les patients présentant une activité qualifiée d'intense, sans que la différence soit significative au regard des effectifs.

Les sujets avec un niveau d'activité physique intense présentent un T-score au col fémoral gauche le plus bas, sans cependant de différence statistiquement significative, comparativement aux groupes d'intensité faible ou modéré. De plus, ce sont les sujets avec un niveau d'activité physique le plus bas qui ont un T-score normal alors que les sujets des deux autres groupes sont ostéopéniques.

Tableau 2 : Valeur d'âge, d'anthropométrie et de densité minérale osseuse en fonction du niveau d'activité physique.

Niveau activité physique	poids (Kg)	Taille (cm)	IMC	Age	T score col G	T score col D	Total T CE
moyenne faible (n=8)	65	154	27	87	-2,10	-2,49	-0,90
ET faible	12	9	3	4	0,83	0,48	1,62
moyenne modérée (n=9)	63	161	24	89	-1,71	-2,06	-1,48
ET modérée	16	8	5	4	1,33	1,48	1,37
moyenne intense (n=11)	58	155	24	81	-2,52	-2,28	-1,11
ET intense	15	6	5	6	1,45	1,23	1,62

ET : écart-type ; IMC : Index de masse corporelle ; CE : corps entier

D. Relation entre activité physique et composition corporelle

Les valeurs de composition corporelle sont regroupées dans le tableau 3.

Les moyennes des valeurs des paramètres de composition corporelle sont comparables entre les groupes.

Les sujets présentant une activité physique d'intensité élevée ont une masse grasse et une masse maigre plus basse que ceux avec une intensité modérée ou faible.

Tableau 3 : Valeurs de composition corporelle en fonction du niveau d'activité physique

Niveau activité physique	Masse totale (g)	Tissus (g)	Masse grasse (g)	masse maigre (g)
moyenne faible (n=8)	65	62684	27192	35583
ET faible	12	11276	7295	4967
moyenne modérée (n=9)	63	59106	22702	36404
ET modérée	16	15763	11141	5148
moyenne intense (n=11)	58	56326	21797	34529
ET intense	15	14535	10427	6307

ET : écart-type

E. Relation entre DMO et composition corporelle

Afin de mettre en relation les valeurs de densité minérale osseuse et les paramètres de composition corporelle une analyse de régression entre ces variables quantitatives a été réalisée.

Aucune corrélation n'a été observée entre les différents paramètres de densité osseuse et de composition corporelle sur cet échantillon.

En effet, les coefficients de corrélation de la MG et MM sont très proches de zéro, ce qui montre une absence de relation linéaire entre DMO et les compartiments corporels.

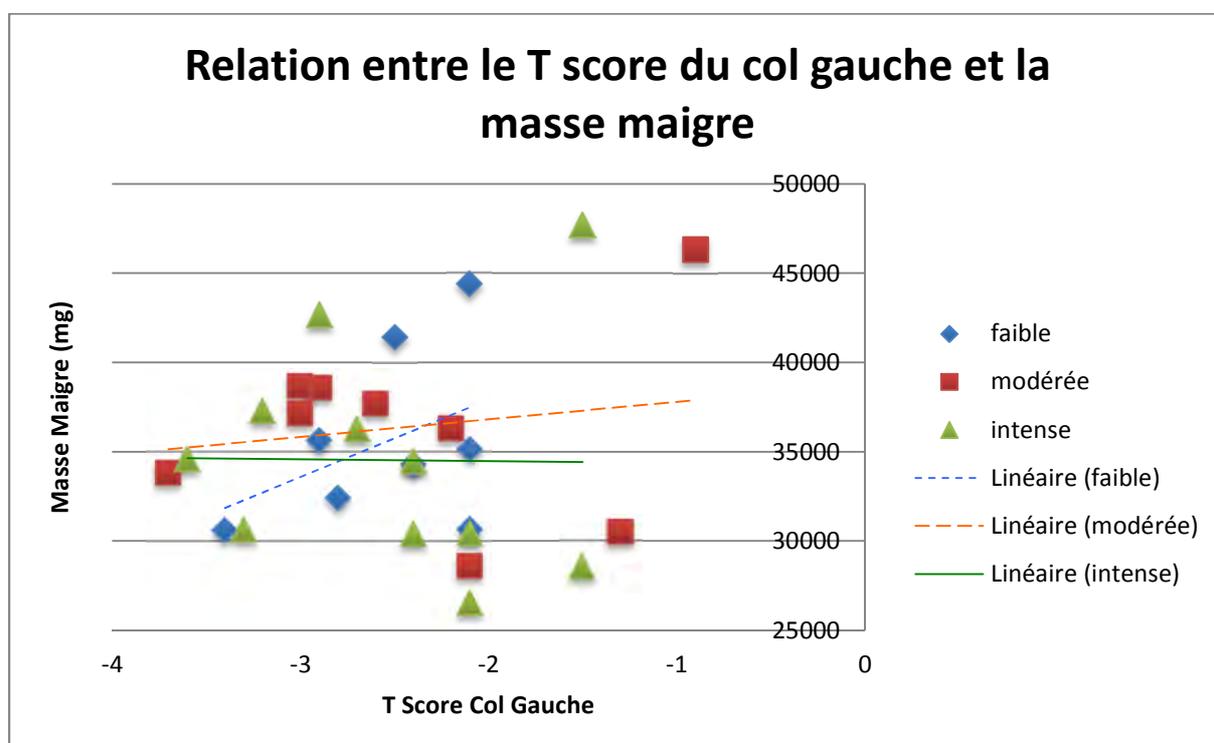
Le tableau 4 montre les coefficients de corrélation entre le T-score du col gauche et les paramètres de composition corporelle. Les résultats sont comparables avec le T-score du col fémoral droit et du corps entier.

Tableau 4 : valeurs des coefficients de corrélation calculés à partir des valeurs de T-score du col fémoral gauche et des différents paramètres de composition corporelle.

Paramètres de composition corporelle	Coefficient de corrélation
Masse totale (g)	0,31110
TISSUS (%gras)	0,39259
REGION (%gras)	0,29189
TISSUS (g)	0,40173
GRAS (g)	0,00273
MAIGRE (g)	-0,00921

La figure 2 illustre les droites de régression en fonction du niveau de l'activité physique. Le calcul des pentes des différentes droites ne montre pas de corrélation entre les valeurs en fonction du niveau d'activité physique. Les droites de corrélation ont des coefficients de pente comparables (résultats non significatifs).

Figure 2 : répartition des valeurs de densité osseuse et de composition corporelle en fonction du niveau d'activité physique.



VII. DISCUSSION

A. Synthèse des principaux résultats

Ce travail montre que de telles études peuvent être réalisées en milieu gériatrique ambulatoire, malgré des conditions d'inclusion parfois difficiles à remplir, dans un contexte de population gériatrique. En vue d'un futur travail de mémoire de gériatrie, il serait nécessaire de limiter le nombre d'exclusions afin que l'échantillon soit représentatif de la population âgée générale et contrôler ainsi les biais de recrutement.

La répartition des valeurs de densité osseuse et de composition corporelle doivent être de grande amplitude afin d'obtenir une variabilité suffisante ; ce qui nécessite soit de prévoir des profils de patients présentant des niveaux très différents de paramètres afin de limiter le nombre d'inclusion, soit d'avoir un nombre élevé de patients.

Dès ces premiers résultats, nous constatons que les patients ayant une activité physique au dessus de 6 MET/heure/semaine ont des paramètres d'anthropométrie plus faibles. Les effectifs au sein des différents groupes de niveaux d'activité physique devraient être suffisants afin de permettre des comparaisons entre les groupes.

Nous avons calculé le nombre de sujets qui serait nécessaires pour montrer une différence entre les sujets, en prenant un risque alpha de 5 % et une puissance de 80 %. Les valeurs sont réparties également dans les deux groupes comparés.

Paramètres	Nombre de sujets nécessaire
T-score col fémoral	208
masse totale	72
poids	112
IMC	108

Ainsi pour assurer en fonction d'un taux de non réalisation de l'étude après inclusion de 20% et en prenant une marge de sécurité supplémentaire, il serait nécessaire d'inclure 250 sujets âgés pour mener cette étude.

Les résultats de cette étude préliminaire ne sont pas en adéquation avec les données de la littérature internationale.

Concernant les caractéristiques de la population :

La prévalence de l'ostéoporose dans l'échantillon étudié est très inférieure à la prévalence de l'ostéoporose dans la population âgée générale. D'après l'HAS (28) ou le collège de rhumatologie (29), la prévalence est estimée à environ 40% chez les plus de 65 ans et augmente à 70% chez les 80 ans et plus.

Cette faible prévalence de 18,5% était peu attendue, devant des sujets adressés en consultation d'ostéoporose pour leurs facteurs de risque et/ou leurs fractures.

La prévalence de la sarcopénie, dans notre travail montre une prévalence croissante avec l'âge des sujets, ce qui avait été également mis en avant dans les travaux de Baumgartner (33) ou encore dans l'étude EPIDOS (23) ; par ailleurs les estimations de la prévalence sont concordantes avec ces études puisque situées entre 9 et 50%.

Concernant le rôle de l'activité physique sur les compartiments corporels et la densité osseuse :

Notre étude n'a pas montré de liens chez les patients présentant un niveau d'activité physique intense comparativement aux sujets sédentaires. Ces résultats ne sont pas en adéquation avec la littérature puisque *Douchi et al* (64) avaient mis en évidence une relation positive, chez les femmes ménopausées actives, entre MM et DMO.

De plus, les femmes les plus actives dans notre étude, avaient un T-score le plus bas (cols fémoraux et corps entier) ainsi qu'une MM la plus faible, comparativement aux deux autres groupes. Cette tendance, bien que non significative sur le plan statistique, n'est pas concordante avec la littérature. Elle peut à la fois être expliquée par la faible taille de l'effectif mais également par la pratique d'une activité physique essentiellement aérobie, des patientes recrutées.

Or des études ont démontré que le travail aérobie apportait des bénéfices sur la santé cardio-vasculaire et cognitive mais que le travail en résistance était pourvoyeur de gain sur la masse musculaire (64), la force et la masse osseuse (71,73).

Ainsi une méta-analyse de 2001 (19), a retrouvé dans 23 études un bénéfice d'un entraînement musculaire en résistance sur la densité osseuse du rachis lombaire ou encore un bénéfice sur la densité du radius dans 10 études.

Concernant la relation entre composition corporelle et DMO :

Une étude thaïlandaise de février 2013 (87) a mis en évidence des relations positives entre MG et DMO ainsi qu'entre MM et DMO. Cependant, la MM présentait un rôle plus important que la MG sur la DMO du rachis lombaire, du col fémoral et du fémur entier. Par ailleurs, MM et MG présentaient une relation avec la DMO des os trabéculaires mais seule la MM avait un lien positif avec la DMO des os corticaux.

Des résultats similaires ont été retrouvés dans d'autres études (88) même si certaines mettent en évidence un rôle préférentiel de la MM sur la DMO (26,62,89) alors que d'autres, au contraire, mettent en avant la MG (53).

Des études (55,57) ont révélé l'importance de statut hormonal chez les femmes. Ainsi après la ménopause, la relation positive MG et DMO est fréquemment retrouvée ; importance de la synthèse d'œstrogènes via l'aromatase dans un contexte de MG augmentée avec l'âge (90).

B. Limites de l'étude

1. Sarcopénie

Dans ce travail, le diagnostic de sarcopénie a été posé à partir de l'équation anthropométrique de Baumgartner (33):

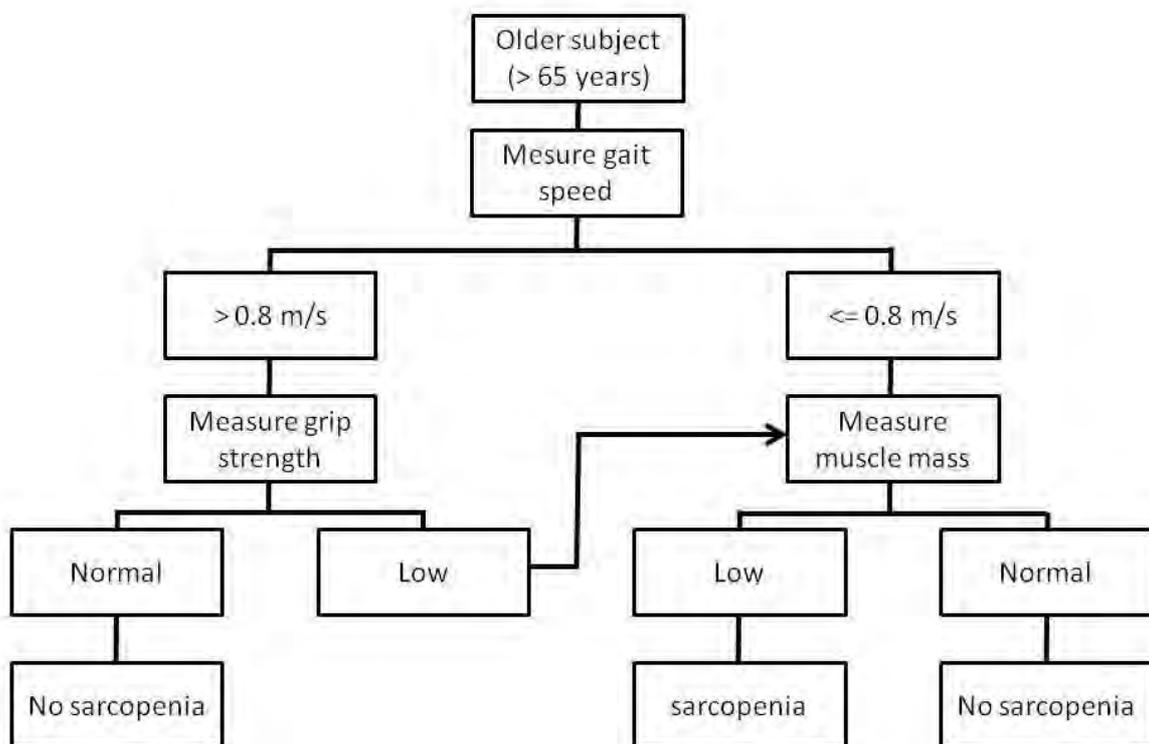
$(\text{Masse musculaire des bras en kg} + \text{Masse musculaire des jambes en kg}) / (\text{Hauteur en m}^2)$

Un score inférieur à 5,45 kg/m² permettait de poser le diagnostic de sarcopénie, d'après les seuils décrits par *Janssen et al* (21). Cette équation, bien que souvent utilisée en recherche n'est actuellement pas validée pour poser le diagnostic positif de sarcopénie. Ainsi, *Wen et al* (91), en comparant les index de masse musculaire appendiculaire chez des sujets jeunes et âgés n'ont pas trouvé de différence ; en utilisant l'équation de Baumgartner alors la prévalence de la sarcopénie chez les sujets âgés était nulle.

Le consensus européen (30) recommande une évaluation séparée de chacun des trois paramètres pour poser le diagnostic ; la DEXA ou l'IRM pour mesurer la MM, le grip strength pour la force et le SPPB, la vitesse de marche ou le Timed get-up and go test pour la fonctionnalité musculaire.

De plus, il propose l'utilisation de la vitesse de marche sur 4 mètres comme critère de repérage des patients à risque de sarcopénie (figure 1).

Figure 1 : Algorithme de dépistage des patients à risque de sarcopénie, issu du consensus européen (30).



Ainsi dans un travail futur de mémoire, il serait nécessaire d'évaluer, chez chaque sujet recruté, la MM, la force et la fonctionnalité musculaire de façon séparée, pour poser le diagnostic de sarcopénie selon les critères du consensus européen.

2. Hétéro-questionnaire d'activité physique

Nous n'avons pas eu recours à un questionnaire validé sur le plan international pour évaluer le niveau d'activité physique des sujets inclus. Le GPAQ (*Global Physical Activity Questionnaire*), validé par l'OMS, est un questionnaire à 16 items, long, exigeant de nombreuses réponses, nécessitant un traitement des données par le logiciel *Epi info* (mis à disposition par le centre de surveillance des maladies d'Atlanta aux Etats-Unis) ; ce qui en limite son utilisation en pratique gériatrique. Notre questionnaire, élaboré à partir du GPAQ, évalue globalement l'intensité de l'activité physique des sujets, par semaine, mais nécessiterait une étude de validation spécifique.

Par ailleurs, la répartition des niveaux d'activité, dans notre travail, est relativement comparable avec 8 niveaux faibles, 9 modérés et 11 intenses. Cette répartition homogène reflète une structure satisfaisante de l'échelle d'évaluation de l'activité physique, sans préjuger de la comparabilité des niveaux avec un outil de référence. Cette répartition est concordante avec les proportions retrouvées par l'INPES dans la Baromètre Santé Nutrition de 2008 (12).

C. Biais de l'étude

1. Patients

a) *Nombre d'inclusions insuffisant*

Le nombre de patients inclus est insuffisant pour permettre une analyse statistique approfondie. Ce petit échantillon limite la puissance statistique de l'étude. Il serait donc intéressant de renouveler cette étude avec un nombre de sujets plus important.

b) *Facteurs de confusion*

Le groupe étudié est inhomogène ; l'origine ethnique n'est pas connue or les compartiments corporels varient différemment en fonction de la race et de l'origine ethnique. Par ailleurs un score de comorbidité n'a pas été réalisé, ainsi les pathologies chroniques du sujet peuvent venir aggraver la sarcopénie (via un syndrome inflammatoire chronique induisant un hypercatabolisme). Une analyse plus précise des caractéristiques médico-sociales de

chaque patient aurait été nécessaire afin de limiter l'impact des facteurs de confusion sur les résultats.

De plus, les apports journaliers en calcium, en vitamine D, les habitudes alimentaires ou la consommation de tabac et d'alcool n'étaient pas renseignés dans notre étude. L'ensemble de ces paramètres influencent la masse osseuse et musculaire et nécessiteraient d'être connus afin de limiter leur rôle de facteurs de confusion.

c) Biais de sélection

Dans notre étude, il s'agit du principal biais, car il est dépendant des habitudes de pratique de l'ostéodensitométrie sur le plateau ambulatoire de gériatrie et n'a pu, dans le contexte de cette étude, être contrôlé.

Les sujets inclus proviennent en large majorité de services hospitaliers, ce qui est un biais d'admission. Par ailleurs, l'inclusion des patients s'est faite via la consultation d'ostéodensitométrie. Il s'agissait donc de patients présentant au moins une indication à la réalisation d'une densitométrie osseuse (bilan de fracture ou facteurs de risque d'ostéoporose), d'après les critères de l'HAS. L'échantillon n'était donc pas représentatif de la population âgée générale puisque les patients inclus, présentaient des facteurs de risque d'ostéoporose.

2. Méthodologie

a) DEXA et mesure de la densité minérale osseuse

La précision de la mesure de la DMO est diminuée par la présence de prothèses ou de matériel métallique chez les sujets. De plus, des déformations articulaires ou de la statique rachidienne, empêchant le bon positionnement du sujet sur la table d'examen, sont des facteurs venant influencer la prise des mesures et donc les résultats.

La qualité et la précision des mesures en absorptiométrie sont opérateur-dépendantes ; des imprécisions de mesure sont à prendre en considération en cas de mauvais positionnement des patients sur la table d'examen lors des acquisitions.

b) DEXA et mesure de la composition corporelle

D'après les recommandations du groupe de travail européen sur la sarcopénie (30), l'IRM et le scanner sont les deux examens les plus adaptés pour l'étude de la masse musculaire dans la sarcopénie, dans un contexte de recherche clinique. Cependant la DEXA apparaît comme l'examen de référence pour l'étude de la composition corporelle, en pratique clinique, de part sa disponibilité et son faible caractère irradiant.

La DEXA présente quelques limites ; elle ne prend pas en compte la possible infiltration du muscle par du tissu adipeux ou par de l'eau ; ainsi chez un sujet obèse ou avec une importante rétention hydrique, les mesures risquent d'être faussées.

c) Hétéro-questionnaire d'activité physique

Le recours à un hétéro-questionnaire expose aux biais de classement de l'enquêteur qui peut moduler les réponses du sujet en fonction de son propre jugement.

Par ailleurs, de son côté le sujet interrogé, peut consciemment ou non, enjoliver ou minimiser ses réponses, ce qui sera responsable de biais de mémorisations. De plus, 33,3% des patients présentaient des troubles cognitifs modérés à sévères d'après l'évaluation par le MMSE, ce qui peut rendre leurs réponses imprécises.

VIII. CONCLUSION

Au total, il est démontré dans la littérature que les sujets sarcopéniques et ostéoporotiques ont un risque de chute plus élevé. De nombreux auteurs se sont intéressés aux moyens de lutter contre ces facteurs de risques de chute. Les résultats des différents travaux évoquent l'effet bénéfique de l'activité physique sur la masse musculaire et sur la santé osseuse. Il serait intéressant pour notre population de sujets âgés sarco-ostéopéniques d'approfondir les recherches et de proposer des études prospectives sur l'effet d'un exercice physique régulier sur la masse maigre et sur la DMO.

Notre étude préliminaire, n'a pas mis en évidence de relation entre la composition corporelle et la densité osseuse, contrairement à de nombreux travaux déjà parus dans la littérature internationale.

Cependant, notre travail de faisabilité, a montré qu'une telle étude pouvait être réalisée au sein d'un plateau ambulatoire de médecine gériatrique. Pour se faire, un effectif suffisant de patients devra être recruté ce qui nécessite de revoir les modalités de prise en charge diagnostique des sujets ostéoporotiques afin de limiter au mieux les biais de recrutement auxquels nous avons été confrontés.

Par ailleurs, les trois paramètres définissant la sarcopénie devront être évalués individuellement lors de chaque inclusion.

Enfin, face à de nombreux arguments mettant en avant les conséquences de la dénutrition protéique sur la densité osseuse, il convient de proposer une prise en charge alliant activité physique, nutrition, kinésithérapie d'adaptations à la marche et traitement de l'ostéoporose afin d'améliorer le pronostic osseux des patients gériatriques.

IX. BIBLIOGRAPHIE

1. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep.* mars 1985;100(2):126-30.
2. Robert S, Evans WJ, Fiatarone M. Exercise and physical activity for older adult. *Med Sci Sports Exerc.* juin 1998;30(6):992-1008.
3. Warburton DER, Nicol CW, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: the evidence. *Can Med Assoc J.* 14 mars 2006;174(6):801-9.
4. Belmin J, Chassagne P, Friocourt P, Gonthier R, Jeandel C, Nourhashémi F, et al. *Gériatrie*. 2^e éd. Issy-les-Moulineaux: Masson; 2009.
5. France, Ministère de la jeunesse des sports et de la vie associative (2004-2007), Centre d'expertise collective. *Activité physique: contextes et effets sur la santé*. Paris: INSERM; 2008.
6. Helmrich SP, Ragland DR, Leung RW, Paffenbarger R. Physical Activity and Reduced Occurrence of Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus - NEJM199107183250302. *N Engl J Med.* 1991;325(3):147-52.
7. Boulé NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ. Effects of Exercise on Glycemic Control and Body Mass in Type 2 Diabetes Mellitus: A Meta-analysis of Controlled Clinical Trials. *JAMA.* 2001;286(10):1218-27.
8. Berg A, Halle M, Franz I, Keul J. Physical activity and lipoprotein metabolism: epidemiological evidence and clinical trials. *Eur J Med Res.* 1997;2(6):259-64.
9. Thune I, Furberg A-S. Physical activity and cancer risk: dose-response and cancer, all sites and site-specific. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(6; SUPP):S530-S550.
10. Larson EB, Wang L, Bowen JD. Exercise Is Associated with Reduced Risk for Incident Dementia among Persons 65 Years of Age and Older. *Ann Intern Med.* 2006;144(2):73-81.
11. Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* août 2007;39(8):1423-34.
12. Escalon H, Beck F, Vuillemin A. L'activité physique de 55 à 75 ans, analyse. *Soins Gériatrie.* mai 2012;17(95):38-41.
13. Organisation Mondiale de la Santé (OMS). L'activité physique des personnes âgées [Internet]. OMS; 2013 [cité 27 sept 2013]. Disponible sur: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_olderadults/fr/index.html

14. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* août 2007;39(8):1435-45.
15. Kesaniemi YK, Danforth E Jr, Jensen MD, Kopelman PG, Lefèbvre P, Reeder BA. Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Med Sci Sports Exerc.* juin 2001;33(6 Suppl):S351-358.
16. Sinaki M, Itoi E, Wahner HW, Wollan P, Gelzcer R, Mullan BP, et al. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone.* juin 2002;30(6):836-841.
17. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt M. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(9):S498-S516.
18. Boirie Y, Cesari M, Cherin P, Godeau P. *La Sarcopénie.* paris: Springer Healthcare; 2013.
19. Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Resistance training and bone mineral density in women: a meta-analysis of controlled trials. *Am J Phys Med Rehabil Assoc Acad Physiatr.* janv 2001;80(1):65-77.
20. Ritz P. Modifications de la composition corporelle au cours du vieillissement. *Chole-Doc* [Internet]. oct 2006;(97).
Disponible sur: http://pmb.santenpdc.org/opac_css/doc_num.php?explnum_id=7948
21. Janssen I, Heymsfield SB, Wang Z, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. *J Appl Physiol.* 2000;89(1):81-8.
22. Kyle UG, Genton L, Slosman DO, Pichard C. Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. *Nutr Burbank Los Angel Cty Calif.* août 2001;17(7-8):534-41.
23. Gillette-Guyonnet S, Nourhashemi F, Andrieu S, Cantet C, Albarède JL, Vellas B, et al. Body composition in French women 75+ years of age: the EPIDOS study. *Mech Ageing Dev.* mars 2003;124(3):311-16.
24. Gallagher D, Ruts E, Visser M, Heshka S, Baumgartner RN, Wang J, et al. Weight stability masks sarcopenia in elderly men and women. *Am J Physiol-Endocrinol Metab.* 2000;279(2):E366-E375.
25. Hughes VA, Frontera WR, Roubenoff R, Evans WJ, Singh MAF. Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *Am J Clin Nutr.* 2002;76(2):473-81.
26. Gomez-Cabello A, Ara I, Gonzalez-Aguero A, Casajus JA, Vicente-Rodriguez G. Fat mass influence on bone mass is mediated by the independant association between lean mass and bone mass among elderly women: a cross-sectional study. *Maturitas.* janv 2013;74(1):44-53.

27. Stewart KJ, Deregis JR, Turner KL, Bacher AC, Sung J, Hees PS, et al. Fitness, fatness and activity as predictors of bone mineral density in older persons. *J Intern Med.* 2002;252(5):381-8.
28. Haute Autorité de Santé (HAS). Prévention, diagnostic et traitement de l'ostéoporose (Note de Synthèse) [Internet]. HAS. 2006 [cité 30 sept 2013].
Disponible sur: http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/osteoporose_synthese.pdf
29. Société française de rhumatologie (SFR). Ostéoporose [Internet]. SFR. 2005 [cité 30 sept 2013].
Disponible sur: <http://www.rhumatologie.asso.fr/04-Rhumatismes/grandes-maladies/OA-dossier-osteoporose/sommaire-osteoporose.asp>
30. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing.* 13 avr 2010;39(4):412-23.
31. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* oct 2006;61(10):1059-64.
32. Hébuterne X, Societe Francophone Nutrition Clinique et Metabolisme. *Traité de nutrition de la personne âgée* [Internet]. Paris; Berlin: Springer; 2009 [cité 12 nov 2013].
Disponible sur: <http://site.ebrary.com/id/10297042>
33. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol.* 1998;147(8):755-63.
34. Rolland Y, Lauwers-Cances V, Cournot M, Nourhashémi F, Reynish W, Rivière D, et al. Sarcopenia, calf circumference, and physical function of elderly women: a cross-sectional study. *J Am Geriatr Soc.* août 2003;51(8):1120-4.
35. Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Iorio A, et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol Bethesda Md 1985.* nov 2003;95(5):1851-60.
36. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol.* mars 1994;49(2):M85-94.
37. Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, Salive ME, Wallace RB. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med.* 1995;332(9):556-62.

38. Newman AB, Simonsick EM, Naydeck BL, Boudreau RM, Kritchevsky SB, Nevitt MC, et al. Association of long-distance corridor walk performance with mortality, cardiovascular disease, mobility limitation, and disability. *JAMA J Am Med Assoc.* 2006;295(17):2018-26.
39. Rolland YM, Cesari M, Miller ME, Penninx BW, Atkinson HH, Pahor M. Reliability of the 400-m usual-pace walk test as an assessment of mobility limitation in older adults. *J Am Geriatr Soc.* juin 2004;52(6):972-6.
40. Abellan van Kan G, Rolland Y, Andrieu S, Bauer J, Beauchet O, Bonnefoy M, et al. Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people an International Academy on Nutrition and Aging (IANA) Task Force. *J Nutr Health Aging.* déc 2009;13(10):881-9.
41. Haute Autorité de Santé (HAS). Stratégie de prise en charge en cas de dénutrition protéino-énergétique chez la personne âgée. HAS; 2007.
42. Evans WJ, Morley JE, Argilés J, Bales C, Baracos V, Guttridge D, et al. Cachexia: a new definition. *Clin Nutr Edinb Scotl.* déc 2008;27(6):793-9.
43. Muscaritoli M, Anker SD, Argilés J, Aversa Z, Bauer JM, Biolo G, et al. Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) « cachexia-anorexia in chronic wasting diseases » and « nutrition in geriatrics ». *Clin Nutr Edinb Scotl.* avr 2010;29(2):154-9.
44. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* mars 2001;56(3):M146-56.
45. Gill TM, Gahbauer EA, Allore HG, Han L. Transitions between frailty states among community-living older persons. *Arch Intern Med.* 2006;166(4):418-23.
46. Frisoli A, Chaves PH, Ingham SJM, Fried LP. Severe osteopenia and osteoporosis, sarcopenia, and frailty status in community-dwelling older women: Results from the Women's Health and Aging Study (WHAS) II. *Bone.* avr 2011;48(4):952-7.
47. Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Staehelin HB, Orav JE, Stuck AE, Theiler R, et al. Fall prevention with supplemental and active forms of vitamin D: a meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ.* 1 oct 2009;339(oct01 1):b3692-b3692.
48. Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, et al. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med.* 23 juin 1994;330(25):1769-75.
49. Nguyen TV, Center JR, Eisman JA. Osteoporosis in elderly men and women: effects of dietary calcium, physical activity, and body mass index. *J Bone Miner Res.* 2000;15(2):322-31.

50. Kanis JA, Burlet N, Cooper C, Delmas PD, Reginster J-Y, Borgstrom F, et al. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int.* 12 févr 2008;19(4):399-428.
51. Gillette-Guyonnet S, Nourhashemi F, Lauque S, Grandjean H, Vellas B. Body composition and osteoporosis in elderly women. *Gerontology.* août 2000;46(4):189-93.
52. Nguyen TV, Sambrook PN, Eisman JA. Bone loss, physical activity, and weight change in elderly women: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *J Bone Miner Res.* sept 1998;13(9):1458-67.
53. Reid IR, Ames R, Evans MC, Sharpe S, Gamble G, France JT, et al. Determinants of total body and regional bone mineral density in normal postmenopausal women--a key role for fat mass. *J Clin Endocrinol Metab.* juill 1992;75(1):45-51.
54. Migliaccio S, Greco EA, Fornari R, Donini LM, Lenzi A. Is obesity in women protective against osteoporosis. *Diabetes Metab Syndr Obes Targets Ther.* juill 2011;4:273-82.
55. Douchi T, Yamamoto S, Oki T, Maruta K, Kuwahata R, Yamasaki H, et al. Difference in the effect of adiposity on bone density between pre- and postmenopausal women. *Maturitas.* 31 mars 2000;34(3):261-6.
56. Aloia JF, Vaswani A, Ma R, Flaster E. To what extent is bone mass determined by fat-free or fat mass? *Am J Clin Nutr.* mai 1995;61(5):1110-4.
57. Mizuma N, Mizuma M, Yoshinaga M, Iwamoto I, Matsuo T, Douchi T, et al. Difference in the relative contribution of lean and fat mass components to bone mineral density with generation. *J Obstet Gynaecol Res.* avr 2006;32(2):184-9.
58. Ducy P, Amling M, Takeda S, Priemel M, Schilling AF, Beil FT, et al. Leptin inhibits bone formation through a hypothalamic relay: a central control of bone mass. *Cell.* 21 janv 2000;100(2):197-207.
59. Bleicher K, Cumming RG, Naganathan V, Trivison TG, Sambrook PN, Blyth FM, et al. The role of fat and lean mass in bone loss in older men: findings from the CHAMP study. *Bone.* déc 2011;49(6):1299-305.
60. Zhao L-J, Liu Y-J, Liu P-Y, Hamilton J, Recker RR, Deng H-W. Relationship of obesity with osteoporosis. *J Clin Endocrinol Metab.* mai 2007;92(5):1640-46.
61. Zhao L-J, Jiang H, Papasian CJ, Maulik D, Drees B, Hamilton J, et al. Correlation of Obesity and Osteoporosis: Effect of Fat Mass on the Determination of Osteoporosis. *J Bone Miner Res.* 3 sept 2007;23(1):17-29.

62. Hinriksdottir G, Arngrimsson S, Mistic MM, Evans EM. Lean soft tissue contributes more to bone health than fat mass independent of physical activity in women across the lifespan. *Maturitas*. mars 2013;74(3):264-9.
63. Kirchengast S, Peterson B, Hauser G, Knogler W. Body composition characteristics are associated with the bone density of the proximal femur end in middle- and old-aged women and men. *Maturitas*. 25 août 2001;39(2):133-145.
64. Douchi T, Matsuo T, Uto H, Kuwahata T, Oki T, Nagata Y. Lean body mass and bone mineral density in physically exercising postmenopausal women. *Maturitas*. 25 juill 2003;45(3):185-90.
65. Reid IR, Legge M, Stapleton JP, Evans MC, Grey AB. Regular exercise dissociates fat mass and bone density in premenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab*. juin 1995;80(6):1764-8.
66. Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Resistance training and bone mineral density in women: a meta-analysis of controlled trials. *Am J Phys Med Rehabil Assoc Acad Physiatr*. janv 2001;80(1):65-77.
67. Taunton JE, Martin AD, Rhodes EC, Wolski LA, Donnelly M, Elliot J. Exercise for the older woman: choosing the right prescription. *Br J Sports Med*. 1 mars 1997;31(1):5-10.
68. Kumar V, Selby A, Rankin D, Patel R, Atherton P, Hildebrandt W, et al. Age-related differences in the dose-response relationship of muscle protein synthesis to resistance exercise in young and old men. *J Physiol*. 10 nov 2008;587(1):211-7.
69. Pyka G, Lindenberger E, Charette S, Marcus R. Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. *J Gerontol*. janv 1994;49(1):22-7.
70. Zimmermann CL, Smidt GL, Brooks JS, Kinsey WJ, Eekhoff TL. Relationship of extremity muscle torque and bone mineral density in postmenopausal women. *Phys Ther*. mai 1990;70(5):302-9.
71. Sinaki M, Itoi E, Wahner HW, Wollan P, Gelzcer R, Mullan BP, et al. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone*. juin 2002;30(6):836-41.
72. Martyn-St James M, Carroll S. High-intensity resistance training and postmenopausal bone loss: a meta-analysis. *Osteoporos Int*. 1 juin 2006;17(8):1225-40.
73. Zehnacker CH, Bemis-Dougherty A. Effect of weighted exercises on bone mineral density in postmenopausal women. A systematic review. *J Geriatr Phys Ther*. 2007;30(2):79-88.
74. Feskanich D, Willett W, Colditz G. Walking and leisure-time activity and risk of hip fracture in postmenopausal women. *JAMA J Am Med Assoc*. 13 nov 2002;288(18):2300-6.
75. Dionyssiotis Y. Analyzing the problem of falls among older people. *Int J Gen Med*. sept 2012;805.

76. Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk Factors for Falls among Elderly Persons Living in the Community. *N Engl J Med.* 29 déc 1988;319(26):1701-7.
77. Tinetti ME, Baker DI, McAvay G, Claus EB, Garrett P, Gottschalk M, et al. A multifactorial intervention to reduce the risk of falling among elderly people living in the community. *N Engl J Med.* 29 sept 1994;331(13):821-7.
78. Hu MH, Woollacott MH. Multisensory training of standing balance in older adults: II. Kinematic and electromyographic postural responses. *J Gerontol.* mars 1994;49(2):M62-71.
79. Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, Lipsitz LA, Miller JP, Mulrow CD, et al. The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. *Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques. JAMA J Am Med Assoc.* 3 mai 1995;273(17):1341-7.
80. Wang C, Collet JP, Lau J. The effect of Tai Chi on health outcomes in patients with chronic conditions: a systematic review. *Arch Intern Med.* 2004;164(5):493-501.
81. El-Khoury F, Cassou B, Charles M-A, Dargent-Molina P. The effect of fall prevention exercise programmes on fall induced injuries in community dwelling older adults: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ.* 29 oct 2013;347(oct28 9):f6234-f6234.
82. Jette AM, Branch LG. The Framingham disability study: II. Physical disability among the aging. *Am J Public Health.* 1981;71(11):1211-6.
83. Hunter GR, Treuth MS, Weinsier RL, Kekes-Szabo T, Kell SH, Roth DL, et al. The effects of strength conditioning on older women's ability to perform daily tasks. *J Am Geriatr Soc.* juill 1995;43(7):756-60.
84. Gill TM, Baker DI, Gottschalk M, Peduzzi PN, Allore H, Byers A. A program to prevent functional decline in physically frail, elderly persons who live at home. *N Engl J Med.* 2002;347(14):1068-74.
85. Al Snih S, Markides KS, Ottenbacher KJ, Raji MA. Hand grip strength and incident ADL disability in elderly Mexican Americans over a seven-year period. *Aging Clin Exp Res.* déc 2004;16(6):481-6.
86. Spirduso WW, Cronin DL. Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(6; SUPP):S598-S608.
87. Namwongprom S, Rojnastein, Mangklabruks, Soontrapa, Wongboontan, Ongphiphadhanakul. Effect of fat mass and lean mass on bone mineral density in postmenopausal and perimenopausal Thai women. *Int J Womens Health.* févr 2013;87-92.

88. Visser M, Kiel DP, Langlois J, Hannan MT, Felson DT, Wilson PW, et al. Muscle mass and fat mass in relation to bone mineral density in very old men and women: the Framingham Heart Study. *Appl Radiat Isot Data Instrum Methods Use Agric Ind Med.* juin 1998;49(5-6):745-7.
89. Dytfeld J, Ignaszak-Szczepaniak M, Gowin E, Michalak M, Horst-Sikorska W. Influence of lean and fat mass on bone mineral density (BMD) in postmenopausal women with osteoporosis. *Arch Gerontol Geriatr.* oct 2011;53(2):e237-42.
90. Reid IR. Relationships among body mass, its components, and bone. *Bone.* nov 2002;31(5):547-55.
91. Wen X, Wang M, Jiang C-M, Zhang Y-M. Are current definitions of sarcopenia applicable for older Chinese adults? *J Nutr Health Aging.* 13 mai 2011;15(10):847-51.

X. ANNEXES

A. Annexe 1 : GPAQ Global Physical Activity Questionnaire

MODULE DE BASE : Activité physique

Je vais maintenant vous poser quelques questions sur le temps que vous consacrez à différents types d'activité physique lors d'une semaine typique. Veuillez répondre à ces questions même si vous ne vous considérez pas comme quelqu'un d'actif.

Pensez tout d'abord au temps que vous y consacrez au travail, qu'il s'agisse d'un travail rémunéré ou non, de tâches ménagères, de cueillir ou récolter des aliments, de pêcher ou chasser, de chercher un emploi. *[Ajouter d'autres exemples si nécessaire]*. Dans les questions suivantes, les activités physiques de forte intensité sont des activités nécessitant un effort physique important et causant une augmentation conséquente de la respiration ou du rythme cardiaque, et les activités physiques d'intensité modérée sont des activités qui demandent un effort physique modéré et causant une petite augmentation de la respiration ou du rythme cardiaque.

Question	Réponse	Code	
Activités au travail			
1	Est-ce que votre travail implique des activités physiques de forte intensité qui nécessitent une augmentation conséquente de la respiration ou du rythme cardiaque, comme [soulever des charges lourdes, travailler sur un chantier, effectuer du travail de maçonnerie] pendant au moins 10 minutes d'affilée ? <i>[INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]</i>	Oui 1 Non 2 <i>Si Non, aller à P4</i>	P1
2	Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous des activités physiques de forte intensité dans le cadre de votre travail ?	Nombre de jours <input type="text"/>	P2
3	Lors d'une journée habituelle durant laquelle vous effectuez des activités physiques de forte intensité, combien de temps consacrez-vous à ces activités ?	Heures ; minutes <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P3 (a-b)
4	Est-ce que votre travail implique des activités physiques d'intensité modérée, comme une marche rapide ou [soulever une charge légère] durant au moins 10 minutes d'affilée ? <i>[INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]</i>	Oui 1 Non 2 <i>Si Non, aller à P7</i>	P4
5	Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous des activités physiques d'intensité modérée dans le cadre de votre travail ?	Nombre de jours <input type="text"/>	P5
6	Lors d'une journée habituelle durant laquelle vous effectuez des activités physiques d'intensité modérée, combien de temps consacrez-vous à ces activités ?	Heures ; minutes <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P6 (a-b)
Se déplacer d'un endroit à l'autre			
Les questions suivantes excluent les activités physiques dans le cadre de votre travail, que vous avez déjà mentionnées. Maintenant, je voudrais connaître votre façon habituelle de vous déplacer d'un endroit à l'autre ; par exemple pour aller au travail, faire des courses, aller au marché, aller à votre lieu consacré au culte. <i>[Ajouter d'autres exemples si nécessaire]</i>			
7	Est-ce que vous effectuez des trajets d'au moins 10 minutes à pied ou à vélo ?	Oui 1 Non 2 <i>Si Non, aller à P10</i>	P7
8	Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous des trajets d'au moins 10 minutes à pied ou à vélo ?	Nombre de jours <input type="text"/>	P8
9	Lors d'une journée habituelle, combien de temps consacrez-vous à vos déplacements à pied ou à vélo ?	Heures ; minutes <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P9 (a-b)

Question	Réponse	Code
Activités de loisirs		
Les questions suivantes excluent les activités liées au travail et aux déplacements que vous avez déjà mentionnées. Maintenant je souhaiterais vous poser des questions sur le sport, le fitness et les activités de loisirs. <i>[Insérer les termes appropriés]</i>		
10 Est-ce que vous pratiquez des sports, du fitness ou des activités de loisirs de forte intensité qui nécessitent une augmentation importante de la respiration ou du rythme cardiaque comme [courir ou jouer au football] pendant au moins dix minutes d'affilée ? [INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]	Oui 1 Non 2 Si Non, aller à P 13	P10
11 Habituellement, combien de jours par semaine pratiquez-vous une activité sportive, du fitness ou d'autres activités de loisirs de forte intensité ?	Nombre de jours <input type="text"/>	P11
12 Lors d'une journée habituelle, combien de temps y consacrez-vous ?	Heures : minutes <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P12 (a-b)
13 Est-ce que vous pratiquez des sports, du fitness ou des activités de loisirs d'intensité modérée qui nécessitent une petite augmentation de la respiration ou du rythme cardiaque comme la marche rapide [faire du vélo, nager, jouer au volley] pendant au moins dix minutes d'affilée ? [INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]	Oui 1 Non 2 Si Non, aller à P16	P13
14 Habituellement, combien de jours par semaine pratiquez-vous une activité sportive, du fitness ou d'autres activités de loisirs d'intensité modérée ?	Nombre de jours <input type="text"/>	P14
15 Lors d'une journée habituelle, combien de temps y consacrez-vous ?	Heures : minutes <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P15 (a-b)
Comportement sédentaire		
La question suivante concerne le temps passé en position assise ou couchée, au travail, à la maison, en déplacement, à rendre visite à des amis, et inclut le temps passé [assis devant un bureau, se déplacer en voiture, en bus, en train, à lire, jouer aux cartes ou à regarder la télévision] mais n'inclut pas le temps passé à dormir. [INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]		
16 Combien de temps passez-vous en position assise ou couchée lors d'une journée habituelle ?	Heures : minutes <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P16 (a-b)

B. Annexe 2 : MNA : Mini Nutritional Assessment

INDICES ANTHROPOMETRIQUES		
1-Indice de masse corporelle : $IMC = P / T^2$ (en Kg/m ²)	- IMC inf. à 19	0
	- IMC compris entre 19 (inclus) et 21	1
	- IMC compris entre 21 (inclus) et 23	2
	- IMC sup. ou égal à 23	3
2 – Circonférence brachiale (en cm)	- CB inf. à 21	0
	- CB comprise entre 21 (inclus) et 22 (inclus)	0.5
	- CB sup. à 22	1
3 – Circonférence du mollet (en cm)	- CM inf. à 31	0
	- CM sup. ou égal à 31	1
4 – Perte récente de poids (< 3 mois)	- Perte de poids sup. à 3 kg	0
	- Ne sait pas	1
	- Perte de poids de 1 à 3 kg	2
	- Pas de perte de poids	3
EVALUATION GLOBALE		
5 – Le patient vit-il de façon indépendante à domicile ?	- Non	0
	- Oui	1
6 – Prend-il plus de trois médicaments ?	- Oui	0
	- Non	1
7 – Maladie aiguë ou stress psychologique lors des trois derniers mois ?	- Oui	0
	- Non	1
8 – Motricité	- Du lit au fauteuil	0
	- Autonome à l'intérieur	1
	- Sort du domicile	2
9 – Problèmes neuropsychologiques	- Démence ou dépression sévère	0
	- Démence ou dépression modérée	1
	- Pas de problème psychologique	2
10 – Escarres ou plaies cutanées †	- Oui	0
	- Non	1
INDICES DIETETIQUES		
11 – Combien de véritables repas le patient prend-il par jour ? (petit-déjeuner, déjeuner, dîner > à 2 plats)	- 1 repas	0
	- 2 repas	1
	- 3 repas	2
12 a- Consomme-t-il au moins une fois par jour des produits laitiers ?	0 point si 0 ou 1 Oui	0
12 b- Consomme-t-il une ou deux fois par semaine des œufs ou des légumineuses ?	0.5 si 2 Oui	0.5
12 c – Consomme-t-il chaque jour de la viande, du poisson ou de la volaille ?	1 point si 3 Oui	1
13 – Consomme-t-il deux fois par jour au moins des fruits ou des légumes ?	- Non	0
	- Oui	1

14 – Présente-t-il une perte d'appétit ? A-t-il mangé moins ces trois derniers mois par manque d'appétit, problème digestif ou difficulté de mastication ou de déglutition ?	- Anorexie sévère	0
	- Anorexie modérée	1
	- Pas d'anorexie	2
15 – Combien de verres de boissons consomme-t-il par jour ? (eau, jus, café, thé, lait, vin, bière, ...)	- Moins de 3 verres	0
	- De 3 à 5 verres	1
	- Plus de 5 verres	2
16 – Manière de se nourrir	- Nécessite une assistance	0
	- Se nourrit seul avec difficulté	1
	- Se nourrit seul sans difficulté	2
EVALUATION SUBJECTIVE		
17 – Le patient se considère-t-il bien nourri ? (problèmes nutritionnels)	- Malnutrition sévère	0
	- Ne sait pas ou malnutrition modérée	1
	- Pas de problème de nutrition	2
18 – Le patient se sent-il en meilleure santé ou en moins bonne santé que la plupart des personnes de son âge ?	- Moins bonne	0
	- Ne sait pas	0.5
	- Aussi bonne	1
	- Meilleure	2

C. Annexe 3 : Score ADL de Katz (activités de la vie quotidienne)

ECHELLE A.D.L		Nom
		Prénom
		Date
		Score
Hygiène Corporelle	Autonome Aide partielle Dépendant	1 ½ 0
Habillage	Autonomie pour le choix des vêtements et l'habillage Autonomie pour le choix des vêtements et l'habillage mais besoin d'aide pour se chausser. Dépendant	1 ½ 0
Aller aux toilettes	Autonomie pour aller aux toilettes, se déshabiller et se rhabiller ensuite. Doit être accompagné ou a besoin d'aide pour se déshabiller ou se rhabiller. Ne peut aller aux toilettes seul	1 ½ 0
Locomotion	Autonomie A besoin d'aide (cane, déambulateur, accompagnant) Grabataire	1 ½ 0
Continence	Continent Incontinence occasionnelle Incontinent	1 ½ 0
Repas	Se sert et mange seul Aide pour se servir, couper le viande ou peler un fruit Dépendant	1 ½ 0

D. Annexe 4 : Score IADL : Echelle d'Activités Instrumentales de la Vie Courante

A – ... Utiliser le téléphone			
1 – De sa propre initiative, cherche et compose les numéros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 – Compose un petit nombre de numéros bien connus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 – Répond au téléphone mais n'appelle pas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 – Incapable d'utiliser le téléphone	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B – ... Faire les courses			
1 – Fait les courses de façon indépendante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 – Fait seulement les petits achats tout seul	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 – A besoin d'être accompagné quelque soit la course	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 – Totalement incapable de faire les courses	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C – ... Préparer les repas			
1 – Prévoit, prépare et sert les repas de façon indépendante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 – Prépare les repas si on lui fournit les ingrédients	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 – Est capable de réchauffer les petits plats préparés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 – A besoin qu'on lui prépare et qu'on lui serve ses repas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D – ... Entretenir le domicile			
1 – Entretiens seul la maison avec une aide occasionnelle pour les gros travaux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 – Ne fait que les travaux d'entretien quotidiens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 – Fais les petits travaux sans parvenir à garder un niveau de propreté suffisant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 – A besoin d'aide pour toutes les tâches d'entretien du domicile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 – Ne participe pas du tout à l'entretien du domicile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E – ... Faire la lessive			
1 – Fait toute sa lessive perso. ou la porte lui-même au pressing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 – Lave les petites affaires	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 – Toute la lessive doit être faite par d'autres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F – ... Utiliser les moyens de transport			
1 – Peut voyager seul et de façon indépendante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 – Peut se déplacer seul en taxi ou par autobus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 – Peut prendre les transports en commun s'il est accompagné	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 – Transport limité au taxi ou à la voiture avec accompagnement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 – Ne se déplace pas du tout	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G – ... Prendre les médicaments			
1 – S'occupe lui-même de la prise (dosage et horaire)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 – Peut les prendre par lui-même s'ils sont préparés à l'avance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 – Incapable de les prendre de lui-même	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H – ... Gérer son budget			
1 – Totalement autonome (fait des chèques, paye ses factures,...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 – Se débrouille pour les dépenses au jour le jour, mais a besoin d'aide pour gérer à long terme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 – Incapable de gérer l'argent nécessaire à payer ses dépenses au jour le jour	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

E. Annexe 5 : Hétéro-questionnaire d'activité physique

Patient :

Date :

Poids :

Taille :

- 1) Pratiquez-vous une activité physique ? oui non
- 2) Avez-vous des contre-indications médicales à la pratique d'une activité physique ?
 oui non

- 3) Evaluation du degré de mobilité :

Très limité : Alitement permanent

Limité : lit – fauteuil

Déplacements uniquement intérieurs, pas de sorties extérieures

Sorties possibles

- 4) Evaluation de l'intensité de la **marche** : NE COCHEZ QU'UNE SEULE CASE

Légère : autour de chez vous, dans le supermarché

Modérée : pour vous promener, vous rendre au supermarché, faire du shopping

Intense : randonnée, jogging, course à pied

>>>Evaluation de la fréquence de la marche/semaine :

< 1fois/sem 1 à 2 fois/sem 2 à 3 fois/sem > 3 fois/sem

>>>Evaluation de la durée moyenne pour 1 épisode :

5 à 10 minutes 10 à 20 minutes 20 à 30 minutes >30minutes

- 5) Evaluation de l'intensité des **tâches domestiques** : NE COCHEZ QU'UNE SEULE CASE

Légère : travaux debout : faire son lit, la vaisselle, préparer les repas, ranger les courses

Modérée : nettoyage des vitres, passer le balai/aspirateur, tondre la pelouse, porter du bois

Intense : travaux lourds (creuser, pelleter)

>>>Evaluation de la fréquence des tâches domestiques /semaine :

< 1fois/sem 1 à 2 fois/sem 2 à 3 fois/sem 3 fois/sem

>>>Evaluation de la durée moyenne pour une tâche:

5 à 10 minutes 10 à 20 minutes 20 à 30 minutes >30minutes

6) Evaluation de l'intensité des **activités de loisir et sports** : NE COCHEZ QU'UNE SEULE CASE

Légère : jouer aux cartes, jouer de la musique, pêcher, couture

Modérée : natation, aqua-gym, gym douce, danse, vélo d'appartement, golf, bateau

Intense : sport en compétition, ski, football, vélo en extérieur

>>>Evaluation de la fréquence des loisirs/semaine :

< 1fois/sem 1 à 2 fois/sem 2 à 3 fois/sem > 3 fois/sem

>>>Evaluation de la durée :

5 à 10 minutes 10 à 20 minutes 20 à 30 minutes >30minutes

7) Marchez vous avec une aide technique (canne, déambulateur) ? ou non

F. Annexe 6 : MMSE : Mini Mental State Examination

Mini Mental State Examination (MMSE) (Version consensuelle du GRECO)

Orientation		/ 10	
Je vais vous poser quelques questions pour apprécier comment fonctionne votre mémoire.			
Les unes sont très simples, les autres un peu moins. Vous devez répondre du mieux que vous pouvez.			
Quelle est la date complète d'aujourd'hui ? _____			
Si la réponse est incorrecte ou incomplète, posez les questions restées sans réponse, dans l'ordre suivant :			
1. En quelle année sommes-nous ?		<input type="checkbox"/>	
2. En quelle saison ?		<input type="checkbox"/>	
3. En quel mois ?		<input type="checkbox"/>	
4. Quel jour du mois ?		<input type="checkbox"/>	
5. Quel jour de la semaine ?		<input type="checkbox"/>	
Je vais vous poser maintenant quelques questions sur l'endroit où nous trouvons.			
6. Quel est le nom de l'hôpital où nous sommes ?*		<input type="checkbox"/>	
7. Dans quelle ville se trouve-t-il ?		<input type="checkbox"/>	
8. Quel est le nom du département dans lequel est située cette ville ?**		<input type="checkbox"/>	
9. Dans quelle province ou région est située ce département ?		<input type="checkbox"/>	
10. A quel étage sommes-nous ?		<input type="checkbox"/>	
Apprentissage		/ 3	
Je vais vous dire trois mots ; je vous voudrais que vous me les répétiez et que vous essayiez de les retenir car je vous les redemanderai tout à l'heure.			
11. Cigare	Citron	Fauteuil	<input type="checkbox"/>
12. Fleur	ou Clé	ou Tulipe	<input type="checkbox"/>
13. Porte	Ballon	Canard	<input type="checkbox"/>
Répéter les 3 mots.			
Attention et calcul		/ 6	
Voulez-vous compter à partir de 100 en retirant 7 à chaque fois ?*			
14.		93	<input type="checkbox"/>
15.		86	<input type="checkbox"/>
16.		79	<input type="checkbox"/>
17.		72	<input type="checkbox"/>
18.		65	<input type="checkbox"/>
Pour tous les sujets, même pour ceux qui ont obtenu le maximum de points, demander :			
Voulez-vous épeler le mot MONDE à l'envers ?**			
Rappel		/ 3	
Pouvez-vous me dire quels étaient les 3 mots que je vous ai demandés de répéter et de retenir tout à l'heure ?			
11. Cigare	Citron	Fauteuil	<input type="checkbox"/>
12. Fleur	ou Clé	ou Tulipe	<input type="checkbox"/>
13. Porte	Ballon	Canard	<input type="checkbox"/>
Langage		/ 8	
Montrer un crayon.	22. Quel est le nom de cet objet ?*	<input type="checkbox"/>	
Montrer votre montre.	23. Quel est le nom de cet objet ?**	<input type="checkbox"/>	
24. Écoutez bien et répétez après moi : « PAS DE MAIS, DE SI, NI DE ET »***			
Poser une feuille de papier sur le bureau, la montrer au sujet en lui disant : « Écoutez bien et faites ce que je vais vous dire :			
25. Prenez cette feuille de papier avec votre main droite.		<input type="checkbox"/>	
26. Pliez-la en deux,		<input type="checkbox"/>	
27. Et jetez-la par terre. »****		<input type="checkbox"/>	
Tendre au sujet une feuille de papier sur laquelle est écrit en gros caractère : « FERMEZ LES YEUX » et dire au sujet :			
28. « Faites ce qui est écrit ».		<input type="checkbox"/>	
Tendre au sujet une feuille de papier et un stylo, en disant :			
29. « Voulez-vous m'écrire une phrase, ce que vous voulez, mais une phrase entière. »*****		<input type="checkbox"/>	
Praxies constructives		/ 1	
Tendre au sujet une feuille de papier et lui demander : 30 « Voulez-vous recopier ce dessin ? »			

NOM : DIEU épouse LEVESQUE

PRÉNOM : MURIEL

Titre de Thèse :

**ÉTUDE DE FAISABILITÉ DE L'ÉTUDE DE LA RELATION ENTRE
COMPOSITION CORPORELLE ET DENSITÉ MINÉRALE OSSEUSE EN
FONCTION DU NIVEAU D'ACTIVITÉ PHYSIQUE, EN ACTIVITÉ
AMBULATOIRE DE GÉRIATRIE.**

RÉSUMÉ

L'ostéoporose et la sarcopénie sont deux pathologies liées au vieillissement. L'activité physique est reconnue comme un moyen simple et peu coûteux pour lutter contre ces maladies. Elle permet un gain à la fois sur la masse osseuse et sur la masse musculaire qui tendent à diminuer avec l'âge, mais également d'améliorer les performances physiques et donc de diminuer ainsi le risque de chute et de fractures. La littérature a mis en évidence des relations positives entre la densité minérale osseuse et les compartiments corporels (masse maigre et grasse). Ce travail de faisabilité, bien que ne retrouvant pas cette relation, a mis en évidence qu'une telle étude pouvait être réalisée en milieu gériatrique, au sein du plateau ambulatoire grâce à un effectif de patient majoré et des biais de recrutement contrôlés.

MOTS-CLÉS

COMPOSITION CORPORELLE, OSTÉOPOROSE, ACTIVITÉ PHYSIQUE, SUJET ÂGÉS