



**HAL**  
open science

# Impact immédiat et à long terme d'un programme de réhabilitation par l'activité physique sur la densité minérale osseuse chez des patients atteints de maladies chroniques

Clémence Ferrandez

## ► To cite this version:

Clémence Ferrandez. Impact immédiat et à long terme d'un programme de réhabilitation par l'activité physique sur la densité minérale osseuse chez des patients atteints de maladies chroniques. Médecine humaine et pathologie. 2019. dumas-02486222

**HAL Id: dumas-02486222**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02486222>**

Submitted on 20 Feb 2020

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

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

**UNIVERSITÉ de CAEN NORMANDIE**

-----  
**FACULTÉ de MÉDECINE**

Année 2018/2019

**THÈSE POUR L'OBTENTION**  
**DU GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

Présentée et soutenue publiquement le  
Mercredi 9 octobre 2019

par

Madame Clémence GOUPIL épouse FERRANDEZ

Née le 28 Juillet 1991 à Caen (*Calvados*)

**TITRE DE LA THÈSE :**

**Impact immédiat et à long terme d'un programme de réhabilitation par l'activité physique sur la densité minérale osseuse chez des patients atteints de maladies chroniques.**

**Président : Monsieur le Professeur Christian Marcelli**

Membres : Madame le Professeur Patricia Thoreux  
Monsieur le Professeur Emmanuel Babin  
Docteur Emmanuel Reboursière  
Docteur Joffrey Drigny, directeur de thèse

**Année Universitaire 2018/2019****Doyen**

Professeur Emmanuel TOUZÉ

**Assesseurs**

Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)

Professeur Guy LAUNOY (recherche)

Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne EMERY (3<sup>ème</sup> cycle)**Directrice administrative**

Madame Sarah CHEMTOB

**PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS**

M.	AGOSTINI Denis	Biophysique et médecine nucléaire
M.	AIDE Nicolas	Biophysique et médecine nucléaire
M.	ALLOUCHE Stéphane	Biochimie et biologie moléculaire
M.	ALVES Arnaud	Chirurgie digestive
M.	AOUBA Achille	Médecine interne
M.	BABIN Emmanuel	Oto-Rhino-Laryngologie
M.	BÉNATEAU Hervé	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
M.	BENOIST Guillaume	Gynécologie - Obstétrique
M.	BERGER Ludovic	Chirurgie vasculaire
M.	BERGOT Emmanuel	Pneumologie
M.	BIBEAU Frédéric	Anatomie et cytologie pathologique
Mme	BRAZO Perrine	Psychiatrie d'adultes
M.	BROUARD Jacques	Pédiatrie
M.	BUSTANY Pierre	Pharmacologie
Mme	CHAPON Françoise	Histologie, Embryologie
Mme	CLIN-GODARD Bénédicte	Médecine et santé au travail
M.	COQUEREL Antoine	Pharmacologie
M.	DAO Manh Thôn	Hépatologie-Gastro-Entérologie
M.	DAMAJ Ghandi Laurent	Hématologie
M.	DEFER Gilles	Neurologie
M.	DELAMILLIEURE Pascal	Psychiatrie d'adultes
M.	DENISE Pierre	Physiologie
M.	DERLON Jean-Michel	Neurochirurgie
Mme	DOLLFUS Sonia	Psychiatrie d'adultes
M.	DREYFUS Michel	Gynécologie - Obstétrique
M.	DU CHEYRON Damien	Réanimation médicale
Mme	ÉMERY Evelyne	Neurochirurgie
M.	ESMAIL-BEYGUI Farzin	Cardiologie

Mme	FAUVET Raffaèle	Gynécologie – Obstétrique
M.	FISCHER Marc-Olivier	Anesthésiologie Réanimation et médecine Péri-opératoire
M.	GÉRARD Jean-Louis	Anesthésiologie Réanimation et médecine Péri-opératoire
M.	GUILLOIS Bernard	Pédiatrie
Mme	GUITTET-BAUD Lydia	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	HABRAND Jean-Louis	Cancérologie option Radiothérapie
M.	HAMON Martial	Cardiologie
Mme	HAMON Michèle	Radiologie et imagerie médicale
M.	HANOUS Jean-Luc	Anesthésiologie Réanimation et médecine Péri-opératoire
M.	HULET Christophe	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M.	HURAUULT de LIGNY Bruno <small>Éméritat jusqu'au 31/01/2020</small>	Néphrologie
M.	ICARD Philippe	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
M.	JOIN-LAMBERT Olivier	Bactériologie - Virologie
Mme	JOLY-LOBBEDEZ Florence	Cancérologie
M.	JOUBERT Michael	Endocrinologie
Mme	KOTTLER Marie-Laure	Biochimie et biologie moléculaire
M.	LAUNOY Guy	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	LE COUTOUR Xavier	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	LE HELLO Simon	Bactériologie-Virologie
Mme	LE MAUFF Brigitte	Immunologie
M.	LEPORRIER Michel <small>Éméritat jusqu'au 31/08/2020</small>	Hématologie
M.	LEROY François	Rééducation fonctionnelle
M.	LOBBEDEZ Thierry	Néphrologie
M.	MANRIQUE Alain	Biophysique et médecine nucléaire
M.	MARCÉLLI Christian	Rhumatologie
M.	MARTINAUD Olivier	Neurologie
M.	MAUREL Jean	Chirurgie générale
M.	MILLIEZ Paul	Cardiologie
M.	MOREAU Sylvain	Anatomie/Oto-Rhino-Laryngologie
M.	MOUTEL Grégoire	Médecine légale et droit de la santé
M.	NORMAND Hervé	Physiologie
M.	PARIENTI Jean-Jacques	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
M.	PELAGE Jean-Pierre	Radiologie et imagerie médicale
Mme	PIQUET Marie-Astrid	Nutrition
M.	QUINTYN Jean-Claude	Ophthalmologie
M.	RAVASSE Philippe	Chirurgie infantile
M.	REZNIK Yves	Endocrinologie
M.	ROD Julien	Chirurgie infantile
M.	ROUPIE Eric	Médecine d'urgence
Mme	THARIAT Juliette	Radiothérapie
M.	TILLOU Xavier	Urologie
M.	TOUZÉ Emmanuel	Neurologie
M.	TROUSSARD Xavier	Hématologie

Mme	VABRET Astrid	Bactériologie - Virologie
M.	VERDON Renaud	Maladies infectieuses
Mme	VERNEUIL Laurence	Dermatologie
M.	VIADER Fausto	Neurologie
M.	VIVIEN Denis	Biologie cellulaire

### **PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS**

### **PROFESSEUR ASSOCIÉ DES UNIVERSITÉS A TEMPS PLEIN**

M.	VABRET François	Addictologie
----	-----------------	--------------

### **PROFESSEURS ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS**

M.	de la SAYETTE Vincent	Neurologie
Mme	DOMPMARTIN-BLANCHÈRE Anne	Dermatologie
Mme	LESCURE Pascale	Gériatrie et biologie du vieillissement
M.	SABATIER Rémi	Cardiologie

### **PRCE**

Mme	LELEU Solveig	Anglais
-----	---------------	---------

**Année Universitaire 2018 / 2019****Doyen**

Professeur Emmanuel TOUZÉ

**Assesseurs**

Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)

Professeur Guy LAUNOY (recherche)

Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne EMERY (3<sup>ème</sup> cycle)**Directrice administrative**

Madame Sarah CHEMTOB

**MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS**

M.	ALEXANDRE Joachim	Pharmacologie clinique
Mme	BENHAÏM Annie	Biologie cellulaire
M.	BESNARD Stéphane	Physiologie
Mme	BONHOMME Julie	Parasitologie et mycologie
M.	BOUVIER Nicolas	Néphrologie
M.	COULBAULT Laurent	Biochimie et Biologie moléculaire
M.	CREVEUIL Christian	Biostatistiques, info. médicale et tech. De communication
M.	DE BOYSSON Hubert	Médecine interne
Mme	DEBRUYNE Danièle <small>Éméritat jusqu'au 31/08/2019</small>	Pharmacologie fondamentale
Mme	DERLON-BOREL Annie <small>Éméritat jusqu'au 31/08/2020</small>	Hématologie
Mme	DINA Julia	Bactériologie - Virologie
Mme	DUPONT Claire	Pédiatrie
M.	ÉTARD Olivier	Physiologie
M.	GABEREL Thomas	Neurochirurgie
M.	GRUCHY Nicolas	Génétique
M.	GUÉNOLÉ Fabian	Pédopsychiatrie
M.	HITIER Martin	Anatomie - ORL Chirurgie Cervico-faciale
M.	ISNARD Christophe	Bactériologie Virologie
M.	LEGALLOIS Damien	Cardiologie
Mme	LELONG-BOULOUARD Véronique	Pharmacologie fondamentale
Mme	LEPORRIER Nathalie <small>Éméritat jusqu'au 31/10/2020</small>	Génétique
Mme	LEVALLET Guénaëlle	Cytologie et Histologie
M.	LUBRANO Jean	Chirurgie générale
M.	MITTRE Hervé	Biologie cellulaire
M.	REPESSEY Yohann	Hématologie
M.	SESBOÛÉ Bruno	Physiologie

<b>M.</b>	<b>TOUTIRAIS Olivier</b>	Immunologie
<b>M.</b>	<b>VEYSSIERE Alexis</b>	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

**MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS**

<b>Mme</b>	<b>ABBATE-LERAY Pascale</b>	Médecine générale
<b>M.</b>	<b>COUETTE Pierre-André (fin 31/08/19)</b>	Médecine générale
<b>M.</b>	<b>LE BAS François (fin 31/08/19)</b>	Médecine générale
<b>M.</b>	<b>SAINMONT Nicolas (fin 31/08/19)</b>	Médecine générale
<b>Mme</b>	<b>NOEL DE JAEGHER Sophie (fin 31/08/2021)</b>	Médecine générale

# REMERCIEMENTS

*Aux membres du jury*

**À Monsieur le Professeur Marcelli** pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la mission de président de jury de cette thèse mêlant l'ostéoporose et l'activité physique. Je vous remercie pour votre disponibilité, recevez ici le témoignage de mon profond respect.

**À Monsieur le Docteur Joffrey Drigny** qui me fait l'honneur de diriger cette thèse. Je te remercie pour m'avoir encadrée sur ce travail de recherche au cours de cette dernière année d'internat. Merci pour les conseils et les heures que tu as passées pour me guider et me faire progresser.

**À Madame le Professeur Patricia Thoreux**, qui m'a ouvert les portes de la médecine du sport en Décembre 2015 puis lors de ce stage d'interchu dans le néo-service de l'Hôtel-Dieu en Novembre 2016. Son soutien sans faille m'a permis de réaliser de beaux projets dont l'opportunité d'aller à l'INSEP (Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance), de participer au stage national de la Fédération de Judo, mais aussi de suivre le master recherche en biomécanique aux Arts et Métiers. Ces multiples expériences ont été enrichissantes d'un point de vue professionnel mais également humain. Paris, Notre-Dame et l'ENSAM ne sont pas que de beaux souvenirs, et les projets communs ne font que commencer.

**À Monsieur le Professeur Babin** pour avoir accepté de juger ce travail à la lumière de son expertise. Je vous en suis reconnaissante et vous remercie profondément.

**À Monsieur le Docteur Emmanuel Reboursière** pour la confiance accordée au sein du Desc afin d'exercer en tant que futur médecin du sport, et pour avoir accepté de faire partie de ce jury de thèse.

*Aux personnes qui ont marqué mon internat*

À mes chefs du service de MPR du Chu, Pr Leroy, Dr Alexis Ruet, Dr Antoine Desvergée, Dr Nelly Yousfi pour tout ce que vous m'avez appris, pour votre soutien dans mon projet professionnel et votre disponibilité.

Aux médecins qui m'ont encadrée lors de mes stages d'internat, et qui m'ont permis d'apprendre ce métier à leurs côtés et qui m'ont fait progresser tant sur le plan humain que médical.

Aux personnels para-médicaux rencontrés lors des différents semestres et toujours disponibles et bienveillants pour m'apprendre des tonnes de choses. Spéciale dédicace à Céline et Léa qui ont presque su me faire aimer la MPR pédiatrie.

À l'équipe « initiale » du service de Réhabilitation par le sport de l'Hôtel-Dieu, Laurent et Sylvain, Marie-Christine, Tania, Jean-Marc et Simon pour ce semestre fun et si intéressant en votre compagnie aux débuts du service. Merci pour votre accueil toujours si chaleureux lorsque je reviens. Sans oublier les autres praticiens travaillant sur le centre diagnostic, des personnes motivantes, inspirantes et passionnées.

À Simon et Jean-Baptiste, enseignants en APA du service de « Réhabilitation par le Sport » de l'Hôtel-Dieu, qui ont été présents dès le début de cette étude, surtout pour m'aider dans la récupération des données.

À Stéphanie, brillante étudiante en statistiques, qui a réalisé un travail de titan pour extraire des résultats de cette base de données construite manuellement puis pour les analyser. Merci d'avoir répondu à mes questions naïves et mes demandes farfelues, heurtant parfois ton cœur de statisticienne. L'invitation pour la découverte de la Normandie est toujours d'actualité.

À Christophe et Thibault, collègues ingénieurs du labo qui m'ont appris à ne plus faire des « diaporamas de cliniciens », et qui m'ont enseigné des astuces pour rédiger un document scientifique. Ces conseils et cette rigueur me serviront et m'accompagneront longtemps.

À Antoine G et Antoine D, rencontrés à différents moments de mon internat et qui l'un comme l'autre m'ont toujours prêté une oreille attentive, notamment dans les moments d'incertitude.

À l'internat d'Alençon, ses repos de garde et ses virées dans la ville où j'ai rencontré Annabel, Anne, Anne-Laure, Aurélie, Pauline et Jean-Philippe, internes de toutes spécialités et de tous horizons, devenus des amis, aidant à passer le temps dans le sud du département ornaise.

À Maud et Marie, heureuses recrues de l'équipe d'internes d'Avranches pour ce semestre plein de travail, de gardes, de mölky, paddle et autres apéros sur la plage.

À mes co-internes lors de mes différents stages en MPR, Pierre le petit poney en particulier. Merci pour tes talents d'animateur, de DJ et de choix de mauvais reportages télévisés pour décompresser. Je me réjouis de notre collaboration future mais sans ta compagne tourterelle.

## **Je dédie ce travail :**

Tout particulièrement à François, pour son amour et son soutien, à mes côtés depuis quelques années déjà, pour sa force de caractère et sa volonté d'aller de l'avant tant sur le plan privé que professionnel. Que les sessions de windsurf et les voyages sur les spots mythiques ne s'arrêtent pas de sitôt, je suis plus que jamais « accro » à l'air, l'eau, les *jibes* et la vitamine sea, et à la vie avec toi.

À mes parents qui m'ont permis de faire ces longues études et qui m'ont inculqué le goût du travail bien fait, de la connaissance et de la curiosité, mais également combien il est important de se préserver et de garder des loisirs et des moments avec la famille et les amis.

À mes frères et sœurs, sacré joyeux bazar que cette fratrie nombreuse rapprochée. Je suis fière de vous et de ce que vous êtes tous devenus. Puissiez-vous être heureux et épanouis dans vos vies respectives, mon cœur en sera nourri.

À mes grands-parents, pour votre amour et votre soutien de tous les jours.

À ma belle-famille pour son accueil chaleureux et ses petites et délicates attentions dans la vie quotidienne. Je suis heureuse de faire maintenant partie de cette famille.

À Louise pour sa présence au sommet de la vague comme au creux, surtout lorsqu'il y a du vent pour naviguer et pour son coaching mental sans faille.

À Solène pour son amitié de longue date, toujours présente à mes côtés au fil des années.

À Anaëlle pour tous les bons moments passés et à venir à VSM.

Puissent ces amitiés perdurer encore de très belles années.

Aux aléas de la « vraie vie » sans lesquels je n'en serais pas là, dans cette si belle, complète et complexe spécialité de Médecine Physique et Réadaptation.

## ABREVIATIONS

AP :	activité physique
APA :	activité physique adaptée
ALD :	affection longue durée
BPCO :	broncho-pneumopathie chronique obstructive
DMO :	densité minérale osseuse
DMO <sub>hanche</sub> :	densité minérale osseuse au niveau de la hanche totale
DMO <sub>lombaire</sub> :	densité minérale osseuse au niveau du rachis lombaire
DMO <sub>totale</sub> :	densité minérale osseuse du corps entier
EAPA :	encadrant en activité physique adaptée
FC :	fréquence cardiaque
FDRCV :	facteurs de risques cardio-vasculaire
FMT :	fréquence cardiaque maximale théorique
HAS :	Haute Autorité de Santé
HDJ :	hospitalisation de jour
HTA :	hypertension artérielle
IMC :	indice de masse corporelle
MEC :	matrice extracellulaire
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
PMA :	puissance maximale aérobie
R&G :	questionnaire de Ricci et Gagnon
TDM6 :	test de marche de 6 minutes
VIH :	virus de l'immunodéficience humaine
VO <sub>2</sub> :	consommation d'oxygène
VO <sub>2</sub> max :	consommation maximale d'oxygène
VO <sub>2peak</sub> :	consommation d'oxygène à la PMA

# INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

## TABLEAUX

- Tableau 1** : Contenu de chaque hospitalisation de jour du programme de « Réhabilitation par le Sport » de l'Hôtel-Dieu (Paris)..... 14
- Tableau 2** : Caractéristiques initiales des patients selon le diagnostic d'inclusion ..... 25
- Tableau 3** : Régressions linéaires généralisées pour la densité minérale osseuse (DMO) de base (totale, hanche et rachis lombaire) avec variables explicatives significatives . 27
- Tableau 4** : Effets immédiats et à long terme du programme de « Réhabilitation par le Sport » sur les valeurs de densité minérale osseuse (DMO) aux trois sites d'intérêt de l'ensemble des participants ..... 28
- Tableau 5** : Effets immédiats et à long terme du programme de « Réhabilitation par le Sport » sur les paramètres anthropométriques (A), la capacité d'effort (B) et la capacité physique (C), le niveau d'AP et la qualité de vie (D) de l'ensemble des participants.... 34

## FIGURES

- Figure 1** : Schéma intégratif des effets bénéfiques de l'activité physique dans les maladies chroniques. Issu de " Activité physique : prévention et traitement des maladies chroniques ». INSERM 2019 ..... 4
- Figure 2** : Proportion relative d'os cortical et d'os trabéculaire en différents sites osseux du squelette humain. Issu de Mundy, G. in Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism, 4th Edition ..... 5
- Figure 3** : Déroulé du programme de "Réhabilitation par le Sport" et suivi à long terme ..... 13
- Figure 4** : Évaluation de la souplesse avec le flexomètre ..... 18
- Figure 5** : Nombre de patients selon les différentes hospitalisations de jour de suivi .. 21
- Figure 6** : Variations annuelles de la densité minérale osseuse (DMO) au niveau des trois sites d'intérêt : totale (A), hanche (B) et rachis lombaire (C) ..... 30
- Figure 7** : Répartition des participants selon le niveau d'activité physique immédiatement et à long terme..... 38
- Figure 8** : Étude des corrélations entre la densité minérale osseuse (DMO) initiale et les caractéristiques cliniques, physique et d'effort initiales de l'ensemble des participants.39
- Figure 9** : Représentation graphique de la densité minérale osseuse (DMO) au niveau du corps entier (A), de la hanche (B) et lombaire (C) initiale en fonction des paramètres de puissance maximale aérobie (PMA) et du niveau d'activité physique initiale de l'ensemble des participants ..... 41

# TABLE DES MATIERES

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
1.1. ACTIVITE PHYSIQUE ET MALADIES CHRONIQUES.....	1
1.2. SQUELETTE OSSEUX ET OSTEOPOROSE.....	5
1.3. OBJECTIFS.....	11
<b>2. MATERIELS ET METHODE.....</b>	<b>12</b>
2.1. PARTICIPANTS.....	12
2.2. PROGRAMME DE « REHABILITATION PAR LE SPORT ».....	13
2.3. RECUEIL DE DONNEES CLINIQUES.....	15
2.4. CRITERES D'EVALUATION PRINCIPAL ET SECONDAIRES.....	19
2.5. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES.....	19
<b>3. RESULTATS.....</b>	<b>21</b>
3.1. CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION GLOBALE ET DES SOUS-GROUPES.....	21
3.2. ASSOCIATION DES PARAMETRES INITIAUX SUR LA DENSITE MINERALE OSSEUSE.....	26
3.3. EFFETS DE L'INTERVENTION SUR LA DENSITE MINERALE OSSEUSE.....	27
3.4. EFFETS DE L'INTERVENTION SUR LES CAPACITES PHYSIQUES ET D'EFFORT, LE NIVEAU D'ACTIVITE PHYSIQUE ET LA QUALITE DE VIE.....	31
3.5. ÉTUDE DES CORRELATIONS ENTRE LES FACTEURS INITIAUX, COVARIABLES ET LA DENSITE MINERALE OSSEUSE.....	39
<b>4. DISCUSSION.....</b>	<b>45</b>
4.1. INFLUENCE DES PARAMETRES INITIAUX SUR LA DENSITE MINERALE OSSEUSE.....	45
4.2. EFFETS IMMEDIATS ET A LONG TERME DE L'INTERVENTION SUR LA DENSITE MINERALE OSSEUSE.....	46
4.3. EFFETS IMMEDIAT ET A LONG TERME DE L'INTERVENTION SUR LES CAPACITES PHYSIQUES ET D'EFFORT, LE NIVEAU D'ACTIVITE PHYSIQUE LA QUALITE DE VIE.....	48
4.4. LIMITES DE L'ETUDE.....	49
<b>5. CONCLUSION.....</b>	<b>51</b>
<b>6. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>52</b>
<b>7. ANNEXES.....</b>	<b>57</b>

# 1. INTRODUCTION

## 1.1. ACTIVITE PHYSIQUE ET MALADIES CHRONIQUES

### 1.1.1. DEFINITION ET GENERALITES

L'activité physique (AP) est définie comme tout mouvement produit par les muscles squelettiques, responsables d'une augmentation de la dépense énergétique (1). Ainsi, ce terme englobe notamment les loisirs, les déplacements (ex : marche ou vélo), les activités professionnelles, les tâches ménagères, les activités ludiques, les sports ou l'exercice planifié, dans le contexte quotidien, familial ou communautaire.

Les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour la population générale préconisent la pratique d'au moins 150 minutes d'activité d'endurance d'intensité modérée ou au moins 75 minutes d'activité d'endurance d'intensité soutenue par semaine (1). Par ailleurs, les adultes sédentaires ou limités par certaines maladies verront leur santé s'améliorer s'ils passent de la "sédentarité" à "un certain niveau" d'AP (1). De cette façon, il est recommandé de limiter les comportements sédentaires, en réduisant autant que possible le temps total quotidien passé en position assise ou allongée (en dehors du temps de sommeil et de repas). Cela peut, par exemple, se traduire par l'interruption des temps prolongés de sédentarité par des pauses actives. C'est la concomitance de l'augmentation de l'AP avec la réduction des temps cumulés et continus de sédentarité qui produira les effets les plus marqués sur la santé (2, 3).

### 1.1.2. BENEFICES DE L'ACTIVITE PHYSIQUE

Pratiquée de façon régulière, l'AP contribue à la prévention primaire et secondaire de plusieurs maladies chroniques, notamment les maladies cardiovasculaires (hypertension artérielle (HTA), diabète, coronaropathies), mais également l'ostéoporose, la dépression, les cancers du sein et du colon (4).

Les bienfaits d'un mode de vie physique actif sont largement décrits et entraînent incontestablement un effet bénéfique sur la mortalité, la santé physique et mentale et plus globalement la qualité de vie des individus (5). Inversement, de longues périodes de faible AP (temps passé sédentaire) sont liées à de nombreux problèmes de santé, y

compris la mortalité toutes causes confondues, le développement de maladies chroniques et un risque accru de chute (6).

### 1.1.3. ÉPIDEMIOLOGIE

Les maladies chroniques sont définies comme des maladies qui évoluent à long terme, souvent associées à une invalidité ou à la menace de complications sérieuses, et susceptibles de réduire la qualité de vie du patient (7).

Elles représentent la principale cause de mortalité dans le monde et sont responsables de 41 millions de morts chaque année (71 % des décès) (7).

En France, environ 10 millions de personnes sont actuellement atteintes d'une maladie chronique, soit 15 % de la population (8). Leur incidence ne cesse de croître avec le vieillissement de la population et l'allongement de l'espérance de vie (5).

Au-delà de la mortalité, elles sont également associées à un risque augmenté de complications, une réduction importante de l'espérance de vie en bonne santé, une altération de l'autonomie, et un retentissement social altérant *in fine* la qualité de vie (5).

C'est donc un problème majeur de santé publique.

Les maladies chroniques non transmissibles (7) sont principalement représentées par les cancers, les maladies respiratoires chroniques (ex: bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), asthme), les pathologies cardiovasculaires et leurs facteurs de risque (FDRCV) (HTA, obésité et surpoids, diabète...). Les affections par le cancer, la BPCO et le diabète représentent à elles-seules 14 millions de décès par an dans le monde (7). Il existe également des maladies chroniques transmissibles et infectieuses, telles que l'infection par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH).

### 1.1.4. FACTEURS DE RISQUE ET COMORBIDITES

Les maladies chroniques résultent d'une association de facteurs génétiques, physiologiques, environnementaux et comportementaux. Les principaux facteurs de risque et d'aggravation des maladies chroniques sont le tabagisme, le surpoids, l'HTA, l'abus d'alcool, l'inadaptation au stress, le manque d'AP et la sédentarité, la non-observance des mesures de prévention (9).

Au-delà de l'organe et de la fonction atteinte, les maladies chroniques impliquent souvent des répercussions plus larges, appelées comorbidités. Les comorbidités sous-entendent les complications induites par la maladie et par les traitements.

De nombreuses maladies chroniques sont associées à une diminution plus importante de la densité minérale osseuse (DMO) (10, 11) et exposent le patient à un risque majoré d'ostéopénie et d'ostéoporose. En effet, certaines pathologies elles-mêmes mais également leurs facteurs de risques, leurs complications et leurs traitements, sont associés à une modification de l'équilibre entre l'ostéoformation et l'ostéorésorption. Les mécanismes impliqués ne sont pas clairement identifiés, mais des modifications de l'expression de gènes à cause des traitements (12), les effets directs de la maladie sur le remodelage osseux (10, 11) et l'association de facteurs de risque identiques (13) ont été mis en évidence.

#### 1.1.5. PRISE EN CHARGE : ROLE PARTICULIER DE L'ACTIVITE PHYSIQUE

A chaque étape de la prise en charge des maladies chroniques, préventive, curative (14), un des axes thérapeutiques principaux est la modification des habitudes de vie, et notamment l'adhésion à un mode de vie physiquement actif. Dans ce sens, il est possible que les recommandations en termes d'AP s'appliquent à des adultes présentant des incapacités. Il convient alors de procéder à des ajustements en fonction des goûts, capacités, risques ou limites de chacun pour garantir une observance. L'AP est finalement réalisée sous la forme d'activité physique adaptée (1).

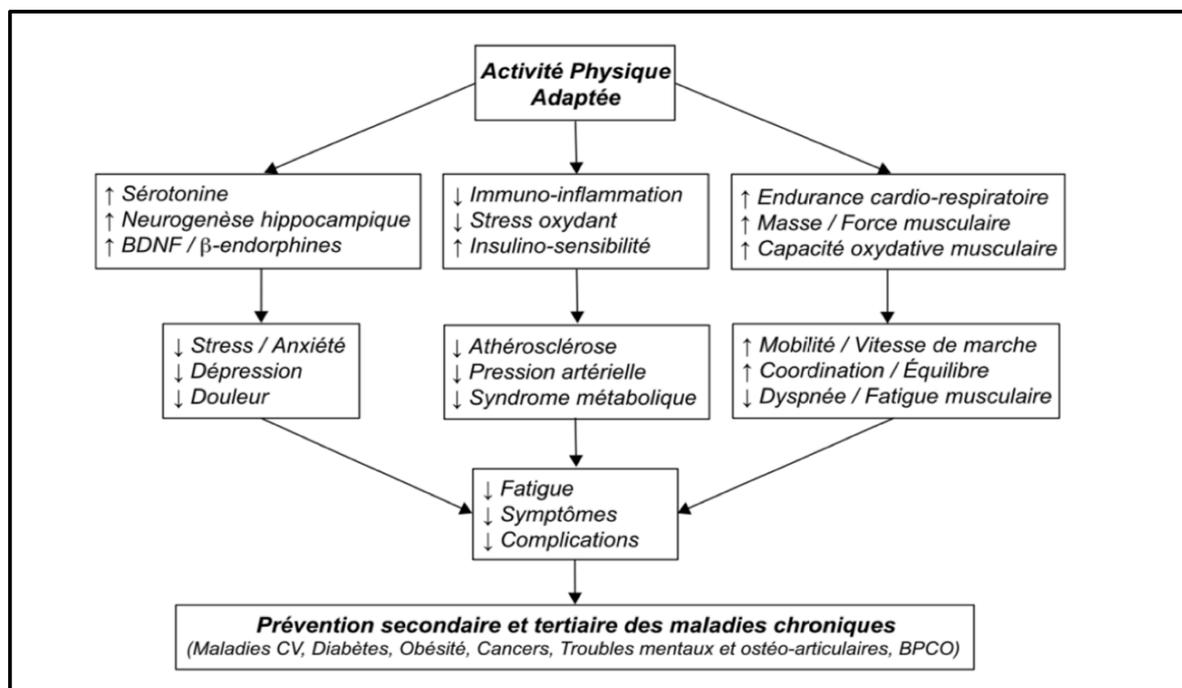
L'activité physique adaptée (APA) est définie dans le décret « Sport sur ordonnance » du 30 décembre 2016 (15) comme ayant « pour but d'accompagner la personne à adopter un mode de vie physiquement actif sur une base régulière, afin de réduire les facteurs de risque et les limitations fonctionnelles liés à l'affection de longue durée ». Ce décret définit des phénotypes fonctionnels d'individu et les recommandations des intervenants qualifiés pour dispenser l'AP en fonction des stades de sévérité de la pathologie. Les enseignants en activité physique adaptée (EAPA) (16) permettent d'assurer une pratique de l'AP, bénéfique (17) et en sécurité pour le patient (18).

Les effets de la pratique régulière d'une AP sur les paramètres physiques, psychologiques, fonctionnels, sont relativement bien connus chez des patients atteints de maladies chroniques :

- maintien de l'autonomie (19 ,20),
- lutte contre un déconditionnement global à l'effort (21–24),
- diminution du risque de maladie cardio-vasculaire à long terme (21–24),

- augmentation du nombre de CD4 chez des patients atteints du VIH (25),
- augmentation du taux d'accomplissement et meilleure tolérance des traitements (diminution de report, arrêt du traitement ou réduction de dose) chez des patientes atteintes de cancer du sein (5),
- diminution du symptôme « fatigue » chez des patients atteints de cancer solide (5),
- ralentissement de la diminution de la fonction pulmonaire chez des patients atteints de BPCO de stades modéré à grave (26).

**Figure 1:** Schéma intégratif des effets bénéfiques de l'activité physique dans les maladies chroniques. Issu de « *Activité physique : prévention et traitement des maladies chroniques* ». INSERM 2019



BDNF : Brain-Derived Neurotrophic Factor ; BPCO : Bronchopneumopathie chronique obstructive ;  
CV : Cardiovasculaire.

Aussi, à n'importe quel stade du suivi et du traitement, la pratique d'AP est recommandée pour la lutte contre la sédentarité, limiter les complications générales et l'ostéoporose en particulier.

## 1.2. SQUELETTE OSSEUX ET OSTEOPOROSE

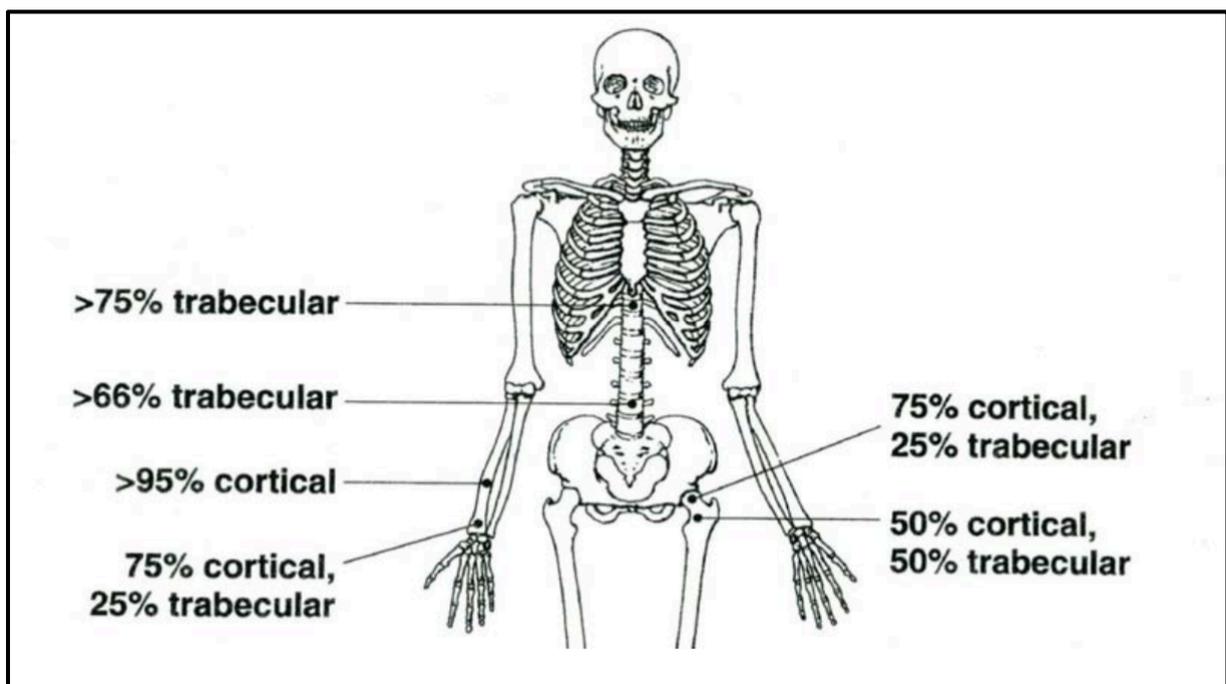
### 1.2.1. PHYSIOLOGIE OSSEUSE

Le système osseux est le support de plusieurs fonctions indispensables à l'organisme comme le soutien du corps, la protection des organes mous, le mouvement grâce aux muscles et tendons, mais également le stockage des minéraux (calcium et phosphore) et l'hématopoïèse (27). Ces différentes caractéristiques participent à l'homéostasie globale de l'organisme.

#### 1.2.1.1. Composition du tissu osseux

Il existe deux types de tissus osseux : l'os cortical (ou compact), dense, lisse et situé à la périphérie des os et l'os trabéculaire (ou spongieux), interne et avec une structure alvéolaire (27). L'os trabéculaire est fortement présent au niveau du rachis thoracique (> 75 %) et lombaire (> 66 %) (28). Le col du fémur est constitué de 75% d'os cortical et de 25 % d'os trabéculaire (28).

**Figure 2:** Proportion relative d'os cortical et d'os trabéculaire en différents sites osseux du squelette humain. Issu de Mundy, G. in *Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism, 4th Edition*



Le tissu osseux comporte également deux architectures : une macro- et une microarchitecture.

La macroarchitecture (ou géométrie osseuse) du squelette osseux correspond à la forme et à la taille de l'os ainsi qu'à l'épaisseur de l'os cortical (29).

La microarchitecture du tissu osseux trabéculaire fait référence à l'organisation du réseau trabéculaire dans les épiphyses des os longs ou dans les corps vertébraux. Elle est évaluée par le nombre et l'épaisseur des travées, ainsi que par l'espacement et le degré de connexion entre les travées (29, 30).

Enfin, le tissu osseux, tissu conjonctif spécialisé, est composé d'une matrice extracellulaire (MEC) avec une partie minérale principalement composée d'hydroxyapatite (31) et une partie organique composée de fibres de collagène de type I, de protéines et de cellules osseuses (ostéoblastes, ostéoclastes et ostéocytes) (27, 32).

#### 1.2.1.2. *Remodelage osseux*

Le remodelage osseux permet le renouvellement constant de la matrice osseuse, au niveau d'unités de remodelage présentes aussi bien dans l'os trabéculaire que dans l'os cortical. Le remodelage osseux assurant la plasticité osseuse est présent à tous les âges. A l'âge adulte, chaque cycle de remodelage comprend une phase de résorption osseuse durant une à deux semaines puis une phase de formation osseuse sur trois mois (27). Le pic de masse osseuse est atteint à l'âge adulte vers 25-27 ans et diminue progressivement ensuite (33). L'os trabéculaire, bien que moins abondant quantitativement, se renouvelle environ cinq fois plus rapidement que l'os cortical (27). Le remodelage osseux se déroule à la surface des travées osseuses trabéculaires ou au sein de l'os compact des corticales (34). Il comprend 4 phases successives :

- Phase d'activation des ostéoclastes et résorption de la matrice calcifiée de l'os,
- Phase d'attraction et de multiplication des ostéoblastes,
- Phase de formation : synthèse de la MEC par les ostéoblastes,
- Phase rapide de minéralisation primaire de la MEC suivie d'une phase lente de minéralisation secondaire.

## 1.2.2. OSTÉOPOROSE

### 1.2.2.1. *Définition*

L'ostéoporose est une « maladie diffuse du squelette caractérisée par une faible masse osseuse ainsi qu'une détérioration de la microarchitecture du tissu osseux, responsables d'une augmentation du risque de fracture » (35).

Cette pathologie est reconnue comme un problème de santé publique qui touche 75 millions de personnes aux États-Unis, en Europe et au Japon (36). La prévalence en France est de 40 % chez les femmes et 15 % chez les hommes dans la population générale (37).

L'ostéoporose est responsable de douleurs, de handicap physique et de retentissement psychique (34) et entraîne des conséquences médicales, fonctionnelles et socio-économiques importantes (5).

Elle induit une fragilité osseuse, avec un risque de fracture pour un traumatisme minime (27). Le risque de fracture est différent selon les sujets. Les patients ayant des fractures ostéoporotiques sont le plus souvent les patients ayant des maladies chroniques (diabète, maladies cardio-vasculaires, pathologies neurologiques type maladie de Parkinson et démence) ou polymédicamentés (38).

Parmi les maladies chroniques comme les pathologies respiratoires, l'affection par le VIH, les maladies cardio-vasculaires et les cancers, la prévalence de l'ostéoporose varie de 15 % (39) à 35,1 % (13).

### 1.2.2.2. *Physiopathologie de la perte osseuse et de l'ostéoporose*

La perte osseuse est un mécanisme normal du vieillissement et est définie comme « une diminution de la DMO annuelle supérieure à 0,003 g/cm<sup>2</sup> » (40). Une diminution de la masse osseuse est due :

- Soit à un amincissement des travées osseuses, phénomène surtout lié à l'âge,
- Soit à la perforation et la disparition des travées les plus minces, avec diminution de leur nombre et augmentation des distances intertrabéculaires, phénomène surtout lié à la ménopause,
- Soit l'association de ces deux phénomènes.

L'âge et la ménopause sont donc les deux déterminants principaux de la perte osseuse (41).

Si la perte osseuse avec l'âge est physiologique, l'ostéoporose résulte d'un processus exagéré du remodelage osseux, avec amplification de la perte osseuse à cause d'un bilan négatif entre les différentes activités cellulaires du tissu osseux.

De plus, le rythme du renouvellement osseux est modulé par la fréquence d'activation des sites de remodelage, qui est beaucoup plus importante dans l'os trabéculaire qu'au niveau de l'os cortical.

Ainsi, la maladie ostéoporotique se manifeste cliniquement dans des sites où il existe une proportion relativement importante d'os trabéculaire, c'est-à-dire principalement au niveau de l'avant-bras, du rachis et de la hanche (27).

### 1.2.2.3. *Facteurs de risque de l'ostéoporose*

Les facteurs de risque de l'ostéoporose sont des paramètres qui augmentent la fragilité osseuse tels que :

- l'âge : la diminution de l'activité ostéoblastique liée à l'âge et l'hyperparathyroïdie sénile activent le remodelage osseux (42),
- la ménopause : la carence œstrogénique accélère le remodelage osseux et réduit le degré de minéralisation en écourtant la durée de la minéralisation secondaire, ce qui a pour conséquence une perte de masse osseuse d'environ 15 à 20 % pendant les 5 à 10 premières années qui suivent la ménopause (43),
- le sexe féminin : les femmes adultes ont moins de tissu osseux que les hommes à tous les âges et connaissent une forte accélération de la perte osseuse au cours des 5 années qui suivent la ménopause (33),
- les antécédents familiaux au 1<sup>er</sup> degré d'ostéoporose (35) : le risque fracturaire de l'extrémité supérieure du fémur est multiplié par deux (34),
- les facteurs nutritionnels tels qu'une carence vitaminocalcique (42, 43) ou l'alcoolisme (46),
- le tabagisme (45),
- un faible poids et un faible indice de masse corporelle ( $IMC < 19 \text{ kg/m}^2$ ) (34),
- les pathologies (myélome multiple, hyperparathyroïdie primaire sévère, hyperthyroïdie) ou traitements inducteurs d'ostéoporose (glucocorticoïdes (44, 45), agonistes et antagonistes des hormones libérant la gonadotrophine) (33),
- l'inactivité physique (13, 35, 44) ou l'immobilisation.

#### 1.2.2.4. *Mesure de la densité minérale osseuse et diagnostic de l'ostéoporose*

La mesure de la DMO par absorptiométrie biphotonique à rayons X (DXA-scan) constitue l'approche diagnostique la plus précise de l'ostéoporose (33, 35, 46).

La mesure peut être réalisée sur le corps entier mais aussi au niveau de sites spécifiques et à risque de fracture, comme le rachis lombaire et l'extrémité supérieure du fémur (42). Le résultat est exprimé par le T-score, qui est l'écart entre la densité osseuse mesurée et la densité osseuse théorique de l'adulte jeune au pic de masse osseuse de même sexe, au même site osseux (41, 49). La densité minérale osseuse est normale lorsque le T-score est supérieur à -1. Un T-score compris entre -2,5 et -1 définit l'ostéopénie et un T-score inférieur à -2,5 caractérise l'ostéoporose. L'ostéoporose sévère ou établie est définie par l'association d'un T-score inférieur à 2,5 avec l'existence d'une ou plusieurs fractures par fragilité osseuse (49).

#### 1.2.2.5. *Prise en charge : rôle particulier de l'activité physique*

Parmi les mesures thérapeutiques non médicamenteuses disponibles et préconisées pour la prévention et la prise en charge de l'ostéoporose, les mesures hygiéno-diététiques se trouvent au premier plan (35, 38). L'inactivité physique est un facteur de risque qui peut être modifié et l'AP est un moyen de prévention de l'ostéoporose (50). L'exercice physique en charge a un effet bénéfique sur la DMO et ce à tous âges (38, 47).

Le rôle positif de l'AP sur la densité minérale osseuse concerne la population générale vieillissante en général et plus particulièrement, les populations avec des maladies chroniques (35).

La pratique d'une AP régulière peut réduire les deux principaux facteurs qui favorisent la survenue de fractures ostéoporotiques : la fragilité osseuse et les chutes (51).

L'AP, débutée dès l'enfance, permet d'optimiser le capital osseux au cours de la croissance puis de réduire la perte osseuse au cours du vieillissement ainsi que de maintenir un capital musculaire compétent, diminuant ainsi la fréquence des chutes donc des fractures (34).

Le remodelage osseux est modifié par les forces et les contraintes qui s'exercent sur l'os par des mécanismes en compression (activités en charge, saut) et en tractions (appareil musculo-tendineux) (34).

L'AP joue donc un rôle essentiel sur l'influence des propriétés mécaniques de l'os, dépendant des groupes musculaires impliqués, de la nature des structures osseuses où sont insérés ces muscles, et des contraintes mécaniques (compression, traction, flexion et torsion) appliquées selon le type et l'intensité de l'AP. Ces contraintes mécaniques stimulent la formation osseuse et améliorent la DMO au niveau des sites sollicités (52). La réponse ostéogénique à une charge mécanique est en effet « site spécifique » : seul le remodelage osseux local dans la zone d'application des contraintes mécaniques est influencé. Par ailleurs, la durée, l'amplitude et le critère de répétition de l'AP influencent le gain de DMO (53).

Les mécanismes cellulaires de la plasticité osseuse mis en jeu au cours de l'AP sont mal connus. Il existerait au sein du tissu osseux un récepteur de contrainte permettant aux cellules osseuses elles-mêmes de s'adapter à l'AP, en induisant des niveaux différents de remodelage comme dans la théorie du Mécanostat de Frost, où l'AP stimulerait l'ostéoformation et inhiberait la résorption osseuse par les ostéoclastes (27, 34).

Ainsi, le maintien d'une bonne AP spontanée ou sous forme d'exercice permet de limiter la perte osseuse et le risque de chute, en particulier chez les femmes ménopausées et les personnes âgées. L'exercice physique reste indispensable pour permettre un vieillissement dans les meilleures conditions possibles (51).

Cependant, l'évaluation spécifique de l'effet de l'AP, en particulier de l'APA, sur la DMO n'a pas encore été étudiée à long terme sur une population ayant une maladie chronique et exposée au risque de faible DMO (54, 55).

### 1.3. OBJECTIFS

Notre étude propose d'évaluer l'impact immédiat et à long terme d'un protocole de réhabilitation par l'APA sur la densité minérale osseuse, chez des patients vivants avec une maladie chronique à risque d'ostéopénie voire ostéoporose.

Les objectifs secondaires de l'étude sont :

- l'évaluation des caractéristiques initiales des participants (paramètres anthropométriques, capacités physique et d'effort),
- l'évaluation de l'impact immédiat et à long terme d'un programme d'AP sur les paramètres anthropométriques, les capacités d'effort (capacités d'effort aérobie, puissance maximale et endurance) et physique (force des membres inférieurs, équilibre, souplesse),
- l'évaluation de l'impact immédiat et à long terme d'un programme de réhabilitation par l'AP sur le niveau d'AP et la qualité de vie,
- l'étude de l'association entre la DMO initiale avec les paramètres anthropométriques, les capacités d'effort, physique, la qualité de vie et le niveau d'AP.

## 2. MATERIELS ET METHODE

Il s'agit d'une étude prospective observationnelle menée à l'hôpital de l'Hôtel-Dieu (Paris) au sein du service de « Réhabilitation par le Sport ». Le protocole d'étude a été approuvé par un comité d'éthique pour la recherche, CLERS, 2019-05-07, et le consentement éclairé de chaque participant a été obtenu par écrit.

### 2.1. PARTICIPANTS

Tous les participants étaient volontaires pour participer à ce protocole de soin de réhabilitation par le sport.

Un total de 173 patients (âge médian 63,2 ans, écart interquartile [IQR] [52.2 ans – 69.9 ans], taille moyenne : 167,4 ± 10 cm, poids moyen : 77,7 ± 17,5 kg) ayant participé au programme de "Réhabilitation par le Sport" mis en place au sein du service de Réhabilitation par le sport à l'Hôtel-Dieu (Paris), ont été inclus de Janvier 2017 à Juin 2018.

Les patients étaient issus de quatre sous-populations différentes selon les pathologies chroniques d'inclusion :

- Cancer solide, groupe « cancer »,
- Pathologie respiratoire chronique, groupe « pneumo »,
- Affection par le VIH, groupe « VIH »,
- Pathologie et facteurs de risques cardio-vasculaires (HTA, diabète et complications diabétiques, dyslipidémie, syndrome d'apnée du sommeil, surpoids et obésité), groupe « métabolique ».

Les critères d'inclusion étaient :

- Patient ayant reçu l'information portant sur la recherche,
- Patient âgé de plus de 18 ans,
- Patient affilié à un régime de la sécurité sociale,
- Patient pris en charge pour une affection de longue durée (ALD),
- Pathologie d'inclusion parmi l'une des quatre catégories ci-dessus,
- Patient sédentaire et/ou inactif (sédentarité > 7h par jour et/ou patient n'atteignant pas les recommandations de l'OMS en terme d'AP, définies ci-dessus).

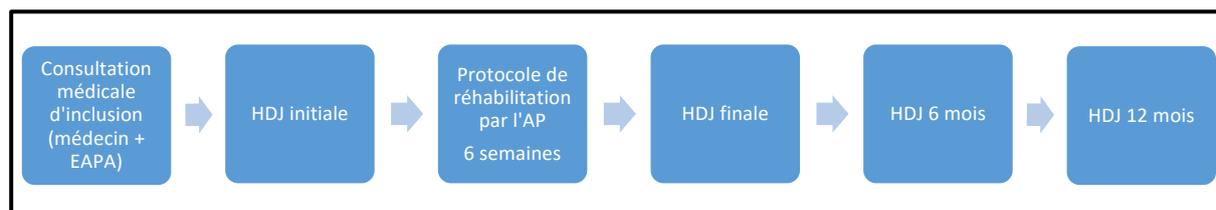
## 2.2. PROGRAMME DE « REHABILITATION PAR LE SPORT »

Le programme de « Réhabilitation par le Sport » est un programme d'AP mis en place depuis janvier 2017 au sein du service de Réhabilitation par le sport de l'Hôtel-Dieu.

Tout patient atteint d'une pathologie chronique en ALD pour laquelle l'AP a montré des effets bénéfiques peut bénéficier de ce programme, adressé par son médecin généraliste, spécialiste hospitalier ou en ville. Convoqué par le secrétariat du service de « Réhabilitation par le Sport », le patient est d'abord reçu en consultation pluridisciplinaire par un médecin du sport pour l'examen clinique, ainsi qu'un enseignant en activité physique adaptée (EAPA) afin de prescrire l'APA selon le phénotype fonctionnel du patient. La prise en charge et le suivi se déroulent sur une période d'un an.

Le programme de « Réhabilitation par le Sport » se divise en plusieurs temps comme présenté sur la Figure 3.

**Figure 3 :** Déroulé du programme de "Réhabilitation par le Sport" et suivi à long terme



Le contenu de chaque hospitalisation de jour est à chaque fois identique et est décrit dans le tableau 1. Les HDJ de suivi ont été réalisées immédiatement après le programme (HDJ finale) puis à 6 mois (HDJ 6 mois) et 12 mois (HDJ 12 mois) après le programme.

**Tableau 1:** Contenu de chaque hospitalisation de jour du programme de « Réhabilitation par le Sport » de l'Hôtel-Dieu (Paris)

<b>Evaluation</b>	<b>Description</b>
<b>Consultation médicale avec un médecin du sport</b>	Anamnèse, examen clinique et ECG pour recherche de contre-indication à l'activité physique
<b>Évaluation de la composition corporelle par ostéodensitométrie (DXA-scan)</b>	Masse maigre et masse grasse Densité minérale osseuse (totale, hanche et corps entier)
<b>Capacité effort</b>	
Epreuve effort	Test cardio-vasculaire avec mesure de la $VO_{2peak}$ et de la PMA
Test de marche de 6 min	Distance parcourue en 6 min de marche en mètres
<b>Consultation avec un EAPA</b>	
<b>Évaluation de la capacité physique</b>	Test de relevé de chaise en 30 secondes, équilibre unipodal, souplesse au flexomètre
<b>Questionnaires</b>	
Qualité de vie	Questionnaire de qualité de vie SF-36 (composantes physique et mentale)
Ricci & Gagnon	Questionnaire évaluant le niveau d'AP dans la vie courante

ECG : électrocardiogramme ; PMA : puissance maximale aérobie en watts ;  $VO_{2peak}$  : consommation d'oxygène à la PMA en mL/min/kg.

Le programme de « Réhabilitation par le Sport » est encadré par les EAPA et se déroule sur 6 semaines. Il débute la semaine suivant l'HDJ-préprogramme (HDJ initiale) et est composé de 3 séances de 1h30 par semaine, soit 18 séances. Les patients sont pris en charge dans un groupe à effectif réduit (maximum six personnes), homogénéisé selon la (les) pathologie(s) d'inclusion. Chaque séance se déroule en plusieurs parties, sous la surveillance des EAPA :

- un échauffement et réveil musculaire et articulaire pendant 15 min,
- une première partie de 45 min consacrée au travail des paramètres de souplesse, de posture, équilibre et renforcement musculaire
- une deuxième partie de 30 min axée sur un travail cardio-vasculaire sur vélo ou tapis, avec des exercices fractionnés adaptés selon les valeurs de fréquence cardiaque et la puissance maximale obtenus lors du test cardio-vasculaire.

Six séances d'éducation thérapeutique d'une demi-heure sont incluses au cours du programme, abordant les thèmes suivants : « Nutrition et équilibre de l'assiette », « Fréquence cardiaque », « Entreprendre un changement de comportement sur le long terme ».

Le patient est reçu en consultation de manière hebdomadaire par un médecin du sport qui évalue l'adhésion, la tolérance au programme et la prise en charge d'éventuels événements cliniques intercurrents. De plus, le médecin spécialiste de la pathologie principale reçoit le patient en consultation à mi-parcours pour s'assurer de l'absence de problème de santé et pour mesurer les effets de la pratique de l'AP régulière. En parallèle des séances d'AP, le patient élabore avec l'EAPA un projet de pratique d'AP de son choix en ville, dans une structure adaptée à sa pathologie. A l'issue immédiate des 18 séances, le patient réalise l'HDJ post-programme (HDJ finale) dont le contenu est résumé dans le tableau 1. Il est encouragé à intégrer la structure de ville préalablement choisie et sera revu en HDJ à 6 et 12 mois post-intervention.

## 2.3. RECUEIL DE DONNEES CLINIQUES

### 2.3.1. GENERAL

Le poids et la taille ont été mesurés à l'aide d'une balance mécanique (SECA® 761, erreur de mesure  $\pm 0,5-1$  kg) et d'une toise murale à ruban (SECA® 206, précision de 1 mm). L'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé comme le poids corporel divisé par la taille au carré ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Les antécédents personnels médicaux et chirurgicaux, le traitement médicamenteux habituel et le statut socio-professionnel (actif à temps plein, arrêt maladie, mi-temps thérapeutique ou retraité) étaient uniquement recueillis lors de l'entretien médical au cours de l'HDJ initiale.

Un score de comorbidités était généré à partir du codage des antécédents personnels du patient selon les codes de la CIM-10 à l'aide du système de notation Elixhauser Scoring System. Ce système de notation permet de prédire la mortalité et le recours aux services de santé dans différentes populations de maladies chroniques, en incluant 31 catégories (56–59). Le score de comorbidités pondéré a été utilisé pour déterminer la gravité des différentes maladies, par l'attribution d'une note à chaque catégorie en fonction du risque de mortalité et du risque de réadmission à l'hôpital (60, 61).

Les questionnaires ont été remplis par le patient en amont de l'HDJ et ont été remis à l'infirmière d'accueil le jour de l'HDJ.

L'évaluation des activités physiques et sportives et la sédentarité ont été appréciées par le questionnaire de Ricci et Gagnon (62).

Les scores peuvent être compris entre 0 (le plus faible niveau d'AP et sportive) et 45 (le plus haut niveau d'AP et sportive). Un patient ayant un score inférieur à 18 était considéré comme « inactif », les patients avec un score compris entre 18 et 35 étaient « actifs » et ceux avec un score supérieur à 35 étaient « très actifs ». Ce questionnaire est utilisé dans la littérature pour évaluer le niveau d'AP notamment auprès des patients ayant des maladies chroniques (63, 64).

La qualité de vie a été évaluée par le questionnaire MOS-SF-36 (65, 66) qui génère deux scores : score de qualité de vie « physique » (MOS-SF-36 composante « physique ») et un score de qualité de vie « mentale » (MOS-SF-36 composante « mentale »). Ces deux sous-parties évaluent différentes caractéristiques de la qualité de vie et il est recommandé par les auteurs de ne pas utiliser un score global afin de ne pas biaiser l'interprétation de cet indicateur (65, 67).

### 2.3.2. TEST D'EFFORT CARDIO-VASCULAIRE AVEC ANALYSE DES GAZ RESPIRATOIRES

Lors de chaque HDJ, un test d'effort cardio-vasculaire avec analyse des gaz respiratoires (Jaeger CPX Vyntus CareFusion®) a été réalisé sur ergocyclomètre (Xrcise cycle Cardiowise®).

Le protocole de test a été estimé en fonction des capacités du patient et commençait par trois minutes d'échauffement avant un incrément en rampe ou palier (début à 40 % de la puissance maximale aérobie (PMA) et augmentation de 10 % par palier de 2min). La PMA a été estimée selon le morphotype et les habitudes de pratique sportive. Les critères de maximalité de l'épreuve d'effort étaient les suivants :

- Durée du test d'effort comprise entre 8 et 12 min,
- Critères de test d'effort maximaux (au moins 3 parmi la liste) :
  - o Épuisement du patient,
  - o Fréquence cardiaque supérieure à 90 % de la fréquence cardiaque maximale théorique (FMT),
  - o Plateau de  $VO_2$  malgré l'augmentation de l'effort,
  - o Quotient respiratoire supérieur à 1,11.

Chaque test d'effort a été analysé par un médecin ou un interne du service pour déterminer la consommation maximale d'oxygène ( $VO_{2max}$ ), le principal indicateur des capacités aérobiques et physiques du patient (68, 69). En outre, la  $VO_{2max}$  est définie

comme la « quantité maximale d'oxygène que l'organisme consomme par unité de temps pendant un exercice d'intensité croissante et qui ne peut être augmentée davantage lors de l'augmentation supplémentaire de l'intensité de l'exercice » (70). La  $VO_{2max}$  est exprimée en valeur absolue en millilitre d'oxygène par minute ou en valeur relative à la masse corporelle en  $mL \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ . Le pic de  $VO_2$  ou  $VO_{2peak}$  est la consommation d'oxygène à PMA mesuré en fin d'effort et qui est habituellement utilisé en pratique clinique dans la mesure où le plateau de  $VO_2$  n'est pas atteint par le patient. Chaque palier devait être réalisé sur une durée supérieure ou égale à la moitié du palier afin de valider ce palier.

### 2.3.3. TESTS PHYSIQUES ET FONCTIONNELS

L'évaluation de la capacité physique de chaque patient a été réalisée lors de chaque HDJ par les EAPA.

Le test de marche de 6 min (TDM6) a été réalisé suivant les recommandations standards (71,72) sur un trajet de 30 mètres balisé tous les 10 m. Le patient était équipé d'un oxymètre de pouls pour le suivi de la fréquence cardiaque et de la saturation en oxygène. A la fin de l'effort, l'EAPA relevait la distance parcourue ainsi que la fréquence cardiaque, la saturation en oxygène et la dyspnée par l'échelle de Borg (73).

La force musculaire des membres inférieurs a été évaluée par le test de relevé de chaise en trente secondes. Le patient réalisait des flexions assis-debout, les bras en croix sur la poitrine selon les recommandations standards (74).

L'équilibre et les capacités proprioceptives ont été mesurées par le test d'équilibre unipodal réalisé sur chaque jambe, le patient ayant les yeux fermés (75–77). Le côté testé en premier était laissé à l'appréciation du patient. Le résultat était exprimé en secondes.

La souplesse du rachis et des membres inférieurs a été évaluée grâce à un flexomètre posé sur un caisson tandis que le patient était assis sur un tapis, jambes en extension, pieds joints et plantes des pieds à plat contre le socle du flexomètre (Figure 4). Lors d'un mouvement de flexion antérieure du tronc, le patient poussait sur le flexomètre avec ses deux majeurs et devait maintenir la position 3 secondes (78). Plus la valeur est négative,

plus la souplesse est importante et plus la valeur est positive, plus une hypoextensibilité du rachis et des membres inférieurs est présente. Le résultat était donné en centimètres.

**Figure 4** : Évaluation de la souplesse avec le flexomètre



#### 2.3.4. ANALYSE DE LA COMPOSITION CORPORELLE ET OSTÉODENSITOMETRIE (DXA-SCAN)

Les mesures d'absorptiométrie biphotonique à rayons-X (DXA-scan) (Lunar Prodigy GE Healthcare Medical systems ®) ont été réalisées au niveau du corps entier ( $DMO_{totale}$ ), du rachis lombaire entre L2 et L4 ( $DMO_{lombaire}$ ) et de la hanche totale ( $DMO_{hanche}$ ). En effet, la DMO peut être mesurée sur la totalité de l'organisme mais 2 sites préférentiels sont retenus (79).

La mesure de la DMO au niveau du rachis lombaire est indiquée pour le diagnostic d'ostéoporose chez des individus de moins de 70 ans. La mesure de la DMO au niveau de la hanche totale est recommandée pour le suivi de l'ostéoporose car c'est le site le plus sensible à la perte osseuse (80). La DMO était donnée en  $g/cm^2$ .

La masse maigre et la masse grasse ont également été déterminées par DXA-scan et les résultats donnés en kilogrammes.

Toutes ces mesures ont été réalisées sur la même machine dans le même centre hospitalier lors de chaque HDJ, soit au total quatre examens au cours de l'année de suivi. Dans ce centre, le coefficient de variation pour les mesures de la DMO était inférieur à 3%.

## 2.4. CRITERES D'EVALUATION PRINCIPAL ET SECONDAIRES

Le critère principal de jugement est la DMO appréciée par les valeurs et les T-scores au niveau de la hanche totale ( $DMO_{\text{hanche}}$ ,  $T\text{-score}_{\text{hanche}}$ ), du rachis lombaire ( $DMO_{\text{lombaire}}$ ,  $T\text{-score}_{\text{lombaire}}$ ) et du corps entier ( $DMO_{\text{totale}}$ ,  $T\text{-score}_{\text{total}}$ ).

Les critères secondaires de jugement sont :

- Paramètre anthropométriques (IMC, masse maigre, masse grasse), la capacité d'effort ( $VO_{2\text{peak}}$ , PMA, distance au TDM6) et la capacité physique (test de relevé de chaise en 30 secondes, test de l'équilibre unipodal sur chaque pied, souplesse au flexomètre)
- Questionnaires : Niveau d'AP au questionnaire de Ricci & Gagnon, qualité de vie sur les composantes « mentale » et « physique » au questionnaire MOS-SF-36.

## 2.5. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES

Les analyses statistiques ont été effectuées par le logiciel R (Version 3.5.2) et Excel. Le suivi a été interrompu à la date de la dernière hospitalisation de jour de chaque patient avant le 30 juin 2019.

Les statistiques descriptives ont été complétées à l'aide de tableaux de fréquence et de calculs de la moyenne (écart-type) ou de la médiane (écart interquartile : IQR). Les différences entre les patients ayant la pathologie et ceux n'ayant pas la pathologie ont été précisées par une analyse de variance (One-way-Anova) avec des tests T de Student pour les variables continues, et des tests du  $\text{Chi}^2$  pour les variables catégorielles.

Des modèles linéaires généralisés ont été réalisés avec les 3 variables de résultats suivantes  $DMO_{\text{totale}}$ ,  $DMO_{\text{hanche}}$ ,  $DMO_{\text{lombaire}}$ , pour déterminer les paramètres expliquant la DMO mesurée initialement. Toutes les hypothèses ont été vérifiées et respectées.

Des régressions linéaires ont été effectuées sur les paramètres anthropométriques (IMC, poids, taille, masse maigre, masse grasse), capacité physique (test d'équilibre unipodal pied droit et pied gauche, flexomètre), capacité d'effort ( $VO_{2\text{peak}}$ , PMA, TDM6, test de relevé de chaise en 30 secondes) et les résultats de l'ostéodensitométrie (DMO et T-

scores sur les trois sites) afin d'établir s'il existait une différence significative entre la période pré-intervention et la période post-intervention immédiate.

Une analyse longitudinale a été réalisée pour l'ensemble des participants ayant terminé la visite à 12 mois après l'intervention. Un modèle à effets mixtes a également été utilisé sur les différentes DMO ( $DMO_{totale}$ ,  $DMO_{hanche}$ ,  $DMO_{lombaire}$ ) pour tenir compte de la corrélation inconnue entre les résultats pour chaque patient, ce qui contrevient à l'hypothèse d'erreurs indépendantes d'un modèle normal. Ce modèle permet de faire varier les données dans le temps et d'évaluer les résultats au cours des quatre visites, afin de déterminer si les patients retournent à leurs niveaux initiaux après l'intervention ou s'ils se maintiennent à un niveau élevé.

L'étude des corrélations entre les différents paramètres a été réalisée par le test de Pearson.

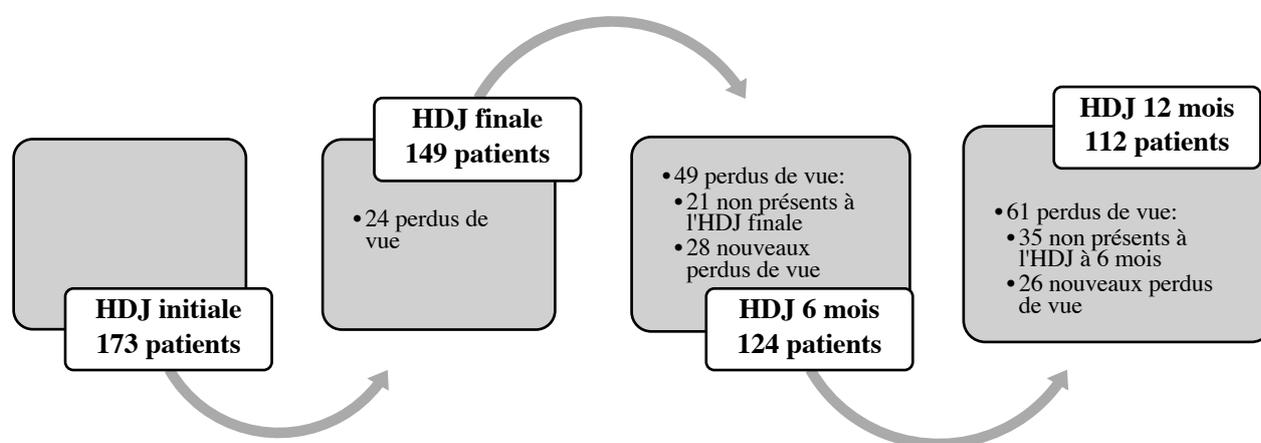
La signification statistique a été fixée au seuil de  $p < 0,05$ .

### 3. RESULTATS

#### 3.1. CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION GLOBALE ET DES SOUS-GROUPES

Entre le 1<sup>er</sup> janvier 2017 et le 30 juin 2018, 173 patients âgés de 63,2 ans (médiane, écart interquartile [IQR] 52.2 ans – 69.9 ans) pris en charge pour une maladie chronique et participant au programme de « Réhabilitation par le Sport » de l'Hôtel-Dieu ont été inclus (Figure 5). Parmi les individus inclus, 91 étaient des femmes soit 52,6 % des patients.

**Figure 5** : Nombre de patients selon les différentes HDJ de suivi



Les caractéristiques de la population initiale et des sous-groupes de patients par diagnostic sont présentées dans le Tableau 2.

Sur l'ensemble des sujets, la taille moyenne était de  $167,4 \pm 10$  cm, le poids moyen était de  $77,7 \pm 17,5$  kg et l'IMC médian [IQR] de  $27,3 \text{ kg/m}^2$  [ $23,1 \text{ kg/m}^2$  –  $32,2 \text{ kg/m}^2$ ]. Le tour de taille moyen était de  $103 \pm 16,21$  cm.

Aucun des patients n'avait de traitement par biphosphonates initialement.

Les patients des groupes « métabolique » et « VIH » étaient significativement plus jeunes que ceux du groupe « pneumo » (avec respectivement âge médian = 58,6 ans,  $p < 0,001$  et âge médian = 52,2 ans et  $p < 0,001$  versus âge médian = 70,8 ans).

L'IMC médian des sujets du groupe « métabolique » était le plus élevé à  $31,1 \text{ kg/m}^2$  soit une obésité de grade I. Le score de comorbidités pondéré était significativement plus élevé dans le groupe « cancer » ( $p < 0,001$ ).

De plus, il n'y avait pas de différence significative entre le sexe masculin, le niveau d'AP au score de Ricci & Gagnon et le statut socio-professionnel actif.

### 3.1.1. DENSITE MINERALE OSSEUSE DANS LA POPULATION GLOBALE ET SELON LES PATHOLOGIES

La DMO<sub>totale</sub> médiane [IQR] mesurée sur l'ensemble des sujets ayant eu une mesure de la DMO (n = 149) était de 1,21 g/cm<sup>2</sup> [1,11 g/cm<sup>2</sup> – 1,29 g/cm<sup>2</sup>] soit un T-score médian [IQR] à 0,65 [-0,4 – 1,65] correspondant à une densité minérale osseuse normale. En particulier, au niveau de la hanche et du rachis lombaire, la DMO médiane [IQR] mesurée sur l'ensemble des sujets était normale (DMO<sub>hanche</sub> médiane [IQR] 0,99 g/cm<sup>2</sup> [0,87 g/cm<sup>2</sup> – 1,11 g/cm<sup>2</sup>] soit un T-score médian [IQR] -0,2 [-1,2 – 0,7] ; DMO<sub>lombaire</sub> médiane [IQR] 1,20 g/cm<sup>2</sup> [1,05 g/cm<sup>2</sup> – 1,36 g/cm<sup>2</sup>] soit un T-score médian [IQR] 0,1 [-1,2-1,5]).

Les DMO<sub>totale</sub> et DMO<sub>hanche</sub> moyennes initiales étaient significativement plus faibles chez les femmes que chez les hommes sur l'ensemble de la population étudiée (respectivement moyenne 1,16 g/cm<sup>2</sup> contre 1,25 g/cm<sup>2</sup>, p < 0,001 et moyenne 0,96 g/cm<sup>2</sup> contre 1,03 g/cm<sup>2</sup>, p < 0,01) et avec une tendance non significative au niveau lombaire (p = 0,07). Les T-scores correspondants étaient compris entre -0,30 et 0,54.

L'analyse de la DMO selon les groupes de pathologies montrait que les patients du groupe « pneumo » avaient des valeurs de DMO<sub>totale</sub> (médiane [IQR] 1,11 g/cm<sup>2</sup> [1,05 g/cm<sup>2</sup> – 1,26 g/cm<sup>2</sup>], p<0,03) et T-score<sub>total</sub> (médiane [IQR] -0,5 [-1,6 – 0,5], p<0,04), DMO<sub>hanche</sub> (médiane [IQR] 0,89 g/cm<sup>2</sup> [0,75 g/cm<sup>2</sup> – 1,02g/cm<sup>2</sup>], p < 0,001) et T-score<sub>hanche</sub> (médiane [IQR] -1,05 [-2 – -0,5], p < 0,004) significativement plus faibles par rapport aux patients des groupes « métabolique » et « VIH ».

Au niveau du rachis lombaire, les patients du groupe « pneumo » avaient également une DMO<sub>lombaire</sub> (médiane [IQR] 1,10 g/cm<sup>2</sup> [0,94 g/cm<sup>2</sup> – 1,32 g/cm<sup>2</sup>]) et un T-score<sub>lombaire</sub> (médiane [IQR] -0,8 [-2 – 0,9]) plus faibles que les patients du groupe « métabolique ».

Les valeurs médianes [IQR] de DMO les plus élevées ont été mesurées chez les patients du groupe « métabolique » et égales à 1,08 g/cm<sup>2</sup> [0,94 g/cm<sup>2</sup> – 1,15 g/cm<sup>2</sup>], 1,26 g/cm<sup>2</sup> [1,19 g/cm<sup>2</sup> – 1,34 g/cm<sup>2</sup>], et 1,27 g/cm<sup>2</sup> [1,11 g/cm<sup>2</sup> – 1,41 g/cm<sup>2</sup>] respectivement au niveau de la hanche (T-score<sub>hanche</sub> = 0,4), du corps entier (T-score<sub>total</sub> = 1,2) et du rachis lombaire (T-score<sub>lombaire</sub> = 0,65).

La DMO médiane était normale sur les trois sites mesurés lors de l'analyse selon les diagnostics, avec des T-scores moyens supérieurs à -1. Seul le T-score médian calculé au niveau de la hanche dans le groupe « pneumo » était inférieur à -1 (-1,05), correspondant au stade d'ostéopénie.

Enfin, d'un point de vue qualitatif et sur l'ensemble de la population ayant réalisé le DXA-scan (n = 168), 125 patients (74,4 %) avaient une densité minérale osseuse normale, 37 patients (22 %) ont été classés au stade d'ostéopénie. Six patients (3,6 %), exclusivement des femmes ménopausées, présentaient lors de l'HDJ initiale un stade d'ostéoporose, avec des T-scores calculés inférieurs à -2,5 au niveau de la hanche totale et/ou du rachis lombaire.

En analyse par sous-groupe de pathologies, aucun des patients des groupes « métabolique » ou « VIH » n'était atteint d'ostéoporose. Dix patients du groupe « pneumo » (38,4 %) et 16 patients du groupe « cancer » (29 %) présentaient une ostéopénie. Les patientes présentant une ostéoporose appartenaient aux groupes « cancer » (n = 3) et « pneumo » (n = 3).

### 3.1.2. ÉVALUATION INITIALE DE LA CAPACITE D'EFFORT ET PHYSIQUE, DU NIVEAU D'AP ET DE LA QUALITE DE VIE

La  $VO_{2peak}$  médiane [IQR] était de 20,2 mL/min/kg [16,6 mL/min/kg – 23,8 mL/min/kg], ce qui est classé comme " très faible " ou " faible " selon les données normatives de la VO<sub>2</sub> (81).

La valeur médiane [IQR] de  $VO_{2peak}$  la plus élevée était dans le groupe « VIH » (médiane [IQR] 21,6 mL/min/kg, [18,4 mL/min/kg – 27,4 mL/min/kg]) alors que les patients atteints de pathologie respiratoire chronique présentaient la valeur médiane [IQR] la plus faible, à 16,6 mL/min/kg [13,7 mL/min/kg – 19,8 mL/min/kg].

La médiane [IQR] pour le TDM6 était également basse, 520 mètres [450 m – 579 m] et en dessous des valeurs normales basses.

De même que pour la  $VO_{2peak}$ , les valeurs les plus élevées ont été retrouvées pour le sous-groupe « VIH » (médiane [IQR] 546 m [445 m – 615 m]) et les plus faibles pour le sous-groupe « pathologie respiratoire » (médiane [IQR] 431 m, [330 m – 525 m]).

Les capacités d'effort du groupe « pneumo » étaient significativement plus faibles que celles des 3 autres groupes (médiane [IQR] 16,2 mL/min/kg [13,7 mL/min/kg – 19,8 mL/min/kg],  $p < 0,05$  pour le paramètre  $VO_{2peak}$  et médiane [IQR] 431 m [330 m – 525 m],  $p < 0,002$  pour le TDM6).

Au départ, les niveaux d'AP dans la population globale étaient très faibles et 64,1 % des patients étaient classés comme « inactifs » dans le questionnaire Ricci & Gagnon (score  $< 18$ ). Il n'y avait pas de différence significative entre les groupes.

Initialement, sur l'ensemble de la population, les patients avaient un score de qualité de vie mentale plus élevé que le score de qualité de vie physique, avec une médiane [IQR] de 68/100 [50/100 – 79/100] pour le score mental et de 56/100 [43/100 – 69/100] pour le score physique. Les patients du groupe « pneumo » avaient un score de qualité de vie significativement plus faible que ceux du groupe « cancer » seulement sur la composante physique ( $p < 0,004$ ).

**Tableau 2 : Caractéristiques initiales des patients selon le diagnostic d'inclusion**

	Population globale	Groupe "pneumo"	Groupe "métabolique"	Groupe "cancer"	Groupe "VIH"
Nombre de patients	173	26	62	55	30
Age (ans)	63.2 (52.2-69.9)	70.8 <sup>2,4</sup> (68.3-75.2)	58.6 <sup>1</sup> (48.4-84.9)	65.5 <sup>2</sup> (57.8-71.3)	52.2 <sup>1,3</sup> (45.5-59.9)
Sexe (M/F)	82/91	13/13	28/34	27/28	14/16
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27.3 (23.1-32.2)	25.4 (20.3-27.5)	31.1 (27.2-35.1)	23.7 (20.6-27.7)	27.8 (24.6-30.7)
Retraité (O/N/NC)	62/64/47	14/3/9	18/27/17	25/20/5	5/14/11
Actif (N/Arrêt maladie /Mi-temps thérapeutique /O/NC)	79/2/14/31/47	13/0/1/3/9	25/5/2/13/17	28/6/0/11/5	13/2/0/4/11
Score de comorbidités	3 (2-3)	3 (2-3)	3 (2-3)	2 (2-3)	3(2-3)
Score de comorbidités pondéré	10.5 (9.0-16.0)	13.0 <sup>2,3,4</sup> (12.0-15.0)	8.5 <sup>1,3,4</sup> (5.0-9.0)	17.0 <sup>1,2,4</sup> (16.0-17.0)	10.0 <sup>1,2,3</sup> (9.0-10.0)
Nombre de type de médicaments	3.0 (1.0-4.0)	2.5 (2.0-4.0)	3.0 (1.0-4.0)	2.0 (1.0-4.0)	3.0 (1.0-4.0)
Nombre de médicaments	4.0 (2.0-7.0)	4.5 (3.0-7.0)	4.0 (2.0-7.0)	4.0 (1.0-6.5)	4.5 (2.0-6.0)
DMO <sub>totale</sub> (g/cm <sup>2</sup> )	1.21 (1.11-1.29)	1.11 <sup>2,4</sup> (1.05-1.26)	1.26 <sup>1,3</sup> (1.19-1.34)	1.20 <sup>2</sup> (1.08-1.26)	1.24 <sup>1</sup> (1.15-1.29)
DMO <sub>hanche</sub> (g/cm <sup>2</sup> )	0.99 (0.87-1.11)	0.89 <sup>2,4</sup> (0.75-1.02)	1.08 <sup>1</sup> (0.94-1.15)	0.94 (0.81-1.06)	1.00 <sup>1</sup> (0.94-1.09)
DMO <sub>lombaire</sub> (g/cm <sup>2</sup> )	1.20 (1.05-1.36)	1.10 <sup>2</sup> (0.94-1.32)	1.27 <sup>1</sup> (1.11-1.41)	1.13 (0.98-1.36)	1.22 (1.13-1.34)
T-score <sub>total</sub>	0.65 (-0.4-1.65)	-0.5 <sup>2,4</sup> (-1.6-0.5)	1.2 <sup>1,3</sup> (0.0 – 2.0)	0.05 <sup>2</sup> (-1.1-1.3)	0.75 <sup>1</sup> (0.00-1.40)
T-score <sub>hanche</sub>	-0.2 (-1.2-0.7)	-1.05 <sup>2,4</sup> (-2.0- -0.1)	0.4 <sup>1</sup> (-0.6-0.9)	-0.55 (-1.6-0.35)	-0.05 <sup>1</sup> (-0.5-0.7)
T-score <sub>lombaire</sub>	0.1 (-1.2-1.5)	-0.8 <sup>2</sup> (-2.0-0.9)	0.65 <sup>1</sup> (-0.7-1.8)	-0.5(-1.8-1.5)	0.25 (-0.4-1.3)
Ostéoporose/Ostéopénie/Normal	6/37/125	3/10/12	0/9/53	3/16/34	0/2/26
VO <sub>2peak</sub> (mL/min/kg)	20.2 (16.6-23.8)	16.6 <sup>2,3,4</sup> (13.7-19.8)	20.3 <sup>1</sup> (17.3-23.0)	21.5 <sup>1</sup> (17.1-24.8)	21.6 <sup>1</sup> (18.4-27.4)
TDM6 (m)	520 (450-579)	431 <sup>2,3,4</sup> (330-525)	520 <sup>1</sup> (473-575)	528 <sup>1</sup> (473-616)	546 <sup>1</sup> (445-615)
Test de relevé de chaise en 30 s (nombre de répétitions)	14 (11-17)	13 (10-15)	14 (11-17)	14 (12-17)	15 (13-18)
Test d'équilibre unipodal pied gauche (s)	3.31 (1.75-6.28)	2.64 (0.0 – 6.28)	3.45 (1.75-8.40)	3.05 (1.86-5.58)	3.77 (2.34-8.46)
Test d'équilibre unipodal pied droit (s)	3.53 (2.18-6.75)	2.94 (1.64-5.15)	3.50 (2.21-7.84)	3.62 (1.93-5.11)	4.39 (2.59-5.11)
Flexomètre (cm)	-3.3 (-10.7-5.7)	-2.0 (-11.0-3.7)	-4.8 (-12.1-4.7)	-2.3 (-9.1-6.9)	2.1 (-5.9-8.0)
MOS-SF-36 composante "physique"	56 (43-69)	49 <sup>3</sup> (30-57)	55 (41-69)	59 <sup>1</sup> (46-70)	64 (45-71)
MOS-SF-36 composante "mentale"	68 (50 -79)	63 (37-75)	67 (45-79)	75 (52-80)	69 (58-79)
Questionnaire Ricci & Gagnon	14 (11-23)	13 (9-16)	14 (11-20)	16 (12-26)	17 (11-26)
Inactive/Active	111/62	20/6	43/19	33/22	15/15

DMO : densité minérale osseuse. O : oui. N : non. NC : non communiqué. Inactive : score de Ricci & Gagnon inférieur à 18. Active : score de Ricci & Gagnon supérieur à 18.

<sup>1</sup> différence significative avec le groupe « pneumo », p < 0,05,

<sup>2</sup> différence significative avec le groupe « métabolique », p < 0,05,

<sup>3</sup> différence significative avec le groupe « cancer », p < 0,05,

<sup>4</sup> différence significative avec le groupe « VIH », p < 0,05.

### 3.1.3. CARACTERISTIQUES INITIALES DES PATIENTS PERDUS DE VUE

Sur les 173 personnes qui ont commencé l'intervention, 61 individus (35,3 %) ont été perdus de vue sur le suivi tout au long de l'année. Les principales raisons énumérées pour ces abandons comprenaient des raisons médicales, le manque de motivation à l'égard du programme, et des raisons personnelles. Comme cette intervention n'a pas été menée dans le cadre d'une étude, mais plutôt dans le cadre d'un traitement de référence des patients prescrit par leur médecin traitant, un taux d'adhésion au programme de 65 % était acceptable (82, 83).

La répartition des patients ayant arrêté le programme prématurément (groupe « dropout ») était de 35 % dans le groupe « pneumo », 33 % pour les patients atteints d'une affection par le VIH et dans le groupe « métabolique » et enfin 16 % pour le groupe « cancer ».

Les caractéristiques initiales des participants ont été analysées et comparées entre le groupe des patients ayant terminé le programme (groupe « suivi ») et le groupe « dropout ». Les patients qui ont arrêté le programme prématurément étaient significativement plus jeunes et avaient des scores de qualité de vie physique et mentale plus faibles.

Il n'y avait pas de différence statistiquement significative sur les autres paramètres étudiés (capacités physique et d'effort, niveau d'AP).

En termes de niveau d'AP apprécié par le score de R&G, la répartition du groupe « dropout » versus groupe « suivi » était comparable (1/3 d'individus « actifs » et 2/3 d'individus « inactifs » dans chaque groupe).

### 3.2. ASSOCIATION DES PARAMETRES INITIAUX SUR LA DENSITE MINERALE OSSEUSE

Les paramètres initiaux associés à une différence significative la DMO initiale sont présentés dans le Tableau 3.

Pour les trois densités (totale, hanche et rachis lombaire), les valeurs étaient significativement différentes entre les sous-groupes de population selon les diagnostics

lorsque l'analyse n'était pas ajustée sur les facteurs de risque traditionnels de faible DMO comme l'âge, l'IMC faible, le sexe féminin et le tabagisme (84).

**Tableau 3** : Régressions linéaires généralisées pour la densité minérale osseuse (DMO) de base (totale, hanche et rachis lombaire) avec variables explicatives significatives

	DMO <sub>totale</sub> <sup>a</sup>		DMO <sub>hanche</sub> <sup>a</sup>		DMO <sub>lombaire</sub> <sup>a</sup>	
	β	p-value	β	p-value	β	p-value
Constante	1.434	p < 0.001*	1.088	p < 0.001*	1.489	p < 0.001*
Sexe (Référence : féminin)	0.108	p < 0.001*	0.075	p < 0.01*	0.087	p < 0.05*
Age	- 0.002	p < 0.001*	-0.001	p = 0.207	0.001	p = 0.820
IMC	- 0.004	p < 0.01*	0.010	p < 0.01*	- 0.006	p < 0.01*
Score de comorbidités pondéré	- 0.007	p < 0.05*	- 0.010	p < 0.05*	- 0.010	p < 0.01*
Tabagisme <sup>c</sup>	- 0.001	p = 0.411	- 0.001	p < 0.05*	- 0.002	p < 0.05*
Catégories de diagnostic (Référence : cancer)						
Groupe « pneumo » <sup>d</sup>	-0.045	p = 0.0630	-0.059	p = 0.141	-0.059	p = 0.273
Groupe « métabolique » <sup>d</sup>	-0.026	p = 0.351	-0.010	p = 0.832	-0.082	p = 0.173
Groupe « VIH » <sup>d</sup>	-0.033	p = 0.221	-0.001	p = 0.978	-0.068	p = 0.251
Adjusted R <sup>2</sup>	0.43		0.18		0.20	

β : Coefficient de régression obtenu par la réalisation d'un centrage-réduction de toutes les variables afin d'obtenir pour chacune des variables une moyenne égale à 0 et un écart-type égal à 1.

<sup>a</sup> DMO mesurée par ostéodensitométrie (DEXA-scan) et exprimée en g/cm<sup>2</sup>

<sup>b</sup> Créé avec Elixhauser Scoring System

<sup>c</sup> Tabagisme exprimé en nombre de paquets-années (PA)

<sup>d</sup> En comparaison au reste de la population sans la pathologie étudiée

\*différence significative, p<0,05

Les femmes, les patients âgés, les patients avec un IMC élevé et ceux avec un score de comorbidité élevé avaient une DMO<sub>totale</sub> statistiquement significative plus faible (p < 0,05).

Le tabagisme était également associé à des DMO<sub>hanche</sub> et DMO<sub>lombaire</sub>, plus faibles de manière significative (p < 0,005), mais pas la DMO<sub>totale</sub>.

### 3.3. EFFETS DE L'INTERVENTION SUR LA DENSITE MINERALE OSSEUSE

#### 3.3.1. EFFET IMMEDIAT DE L'INTERVENTION SUR LA DENSITE MINERALE OSSEUSE

Les effets immédiats de l'intervention sur la DMO ont été mesurés avec les résultats des examens réalisés lors de l'HDJ finale après le programme de « Réhabilitation par le Sport » et sont présentés dans le Tableau 4.

Sur l'ensemble de la population, les variations de valeurs de DMO mesurées sur les trois sites n'étaient statistiquement pas significatives (DMO<sub>totale</sub> : p = 0,42 ; DMO<sub>hanche</sub> : p = 0,90 ; DMO<sub>lombaire</sub> : p = 0,31).

De même, lors de l'analyse selon les diagnostics d'inclusion, les variations de valeur de DMO sur les trois sites n'étaient pas non plus significatives (p = 0,20 – 0,90).

D'un point de vue qualitatif, il n'y avait pas de modification significative en termes de statut minéral osseux, selon le stade normal, d'ostéopénie ou d'ostéoporose.

### 3.3.2. EFFET DE L'INTERVENTION A LONG TERME SUR LA DENSITE MINERALE OSSEUSE

Les effets à long terme du programme d'AP ont été évalués à 6 et 12 mois après l'intervention.

Sur l'ensemble de la population étudiée, aucun changement significatif sur les valeurs de DMO mesurées sur les trois sites d'intérêt lors de l'HDJ finale n'a été constaté, ni à 6 et 12 mois après la prise en charge en réhabilitation (Tableau 4).

**Tableau 4** : Effets immédiats et à long terme du programme de « Réhabilitation par le Sport » sur les valeurs de densité minérale osseuse (DMO) aux trois sites d'intérêt de l'ensemble des participants

	DMO <sub>totale</sub>		DMO <sub>hanche</sub>		DMO <sub>lombaire</sub>	
	$\beta$	p-value	$\beta$	p-value	$\beta$	p-value
<i>Constante</i>	1.206	<i>P &lt; 0.001</i>	0.993	<i>P &lt; 0.001</i>	1.213	<i>P &lt; 0.001</i>
Visite (Référence : HDJ initiale)						
HDJ finale	0.003	p = 0.42	0.002	p = 0.90	0.016	p = 0.31
HDJ 6 mois	0.002	p = 0.53	0.005	p = 0.75	0.007	p = 0.71
HDJ 12 mois	0.005	p = 0.19	-0.013	p = 0.41	-0.010	p = 0.57

$\beta$  : Coefficient de régression obtenu par la réalisation d'un centrage-réduction de toutes les variables afin d'obtenir pour chacune des variables une moyenne égale à 0 et un écart-type égal à 1.  
Différence statistiquement significative p<0,05.

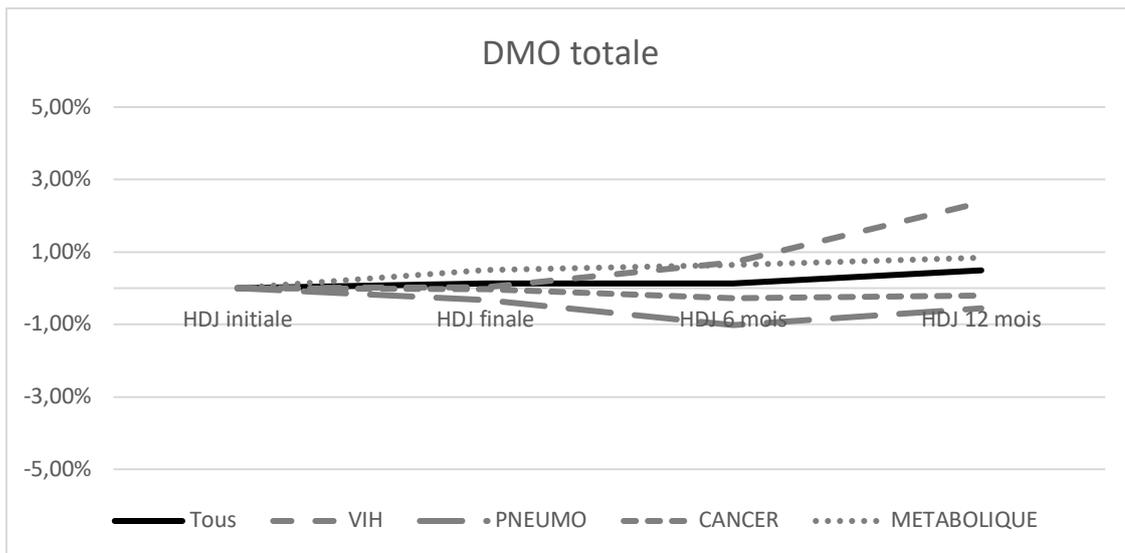
Les variations de la DMO mesurées au niveau des différents sites sur l'ensemble des HDJ sont représentées sur la Figure 6.

La variation de la DMO<sub>totale</sub> annuelle était de  $+0,0055 \pm 0,039$  g/cm<sup>2</sup> ( $0,49 \pm 3,33$  %) sur l'ensemble de la population. Au niveau de la hanche, la variation de DMO annuelle était de  $-0,0047 \pm 0,025$  g/cm<sup>2</sup> ( $-0,43 \pm 2,47$  %) et de  $+0,00084 \pm 0,05$  g/cm<sup>2</sup> ( $+0,14 \pm 4,19$  %) au niveau du rachis lombaire.

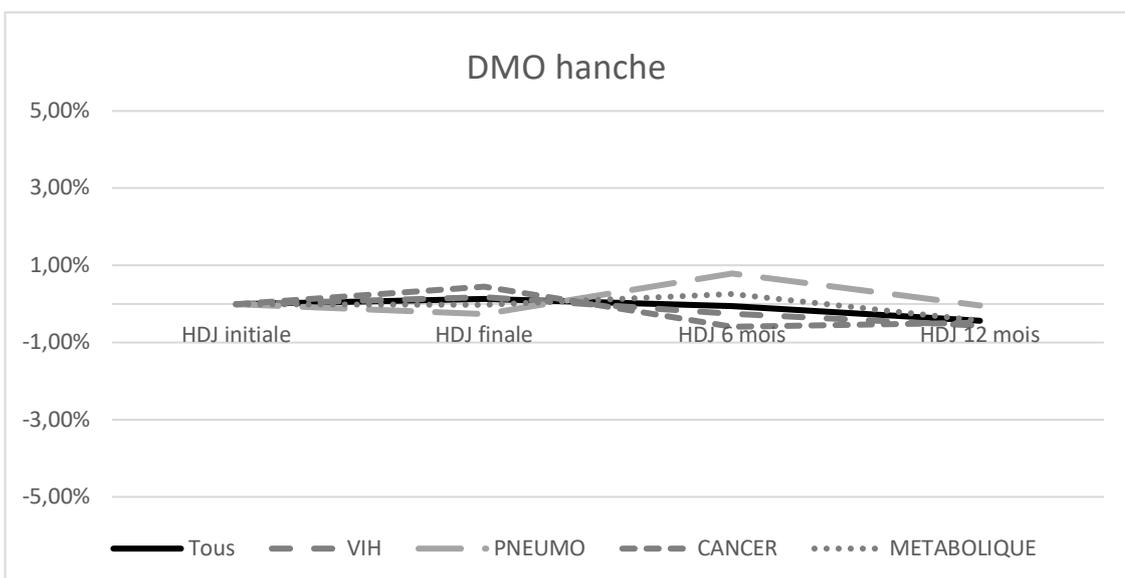
De plus, l'analyse en sous-groupe montrait une variation significative de  $+0,002$  g/cm<sup>2</sup> ( $p < 0,01$ ) de la DMO<sub>totale</sub> à 12 mois dans le groupe « VIH », mais aucun changement significatif pour les autres groupes.

**Figure 6 :** Variations annuelles de la densité minérale osseuse (DMO) au niveau des trois sites d'intérêt : totale (A), hanche (B) et rachis lombaire (C)

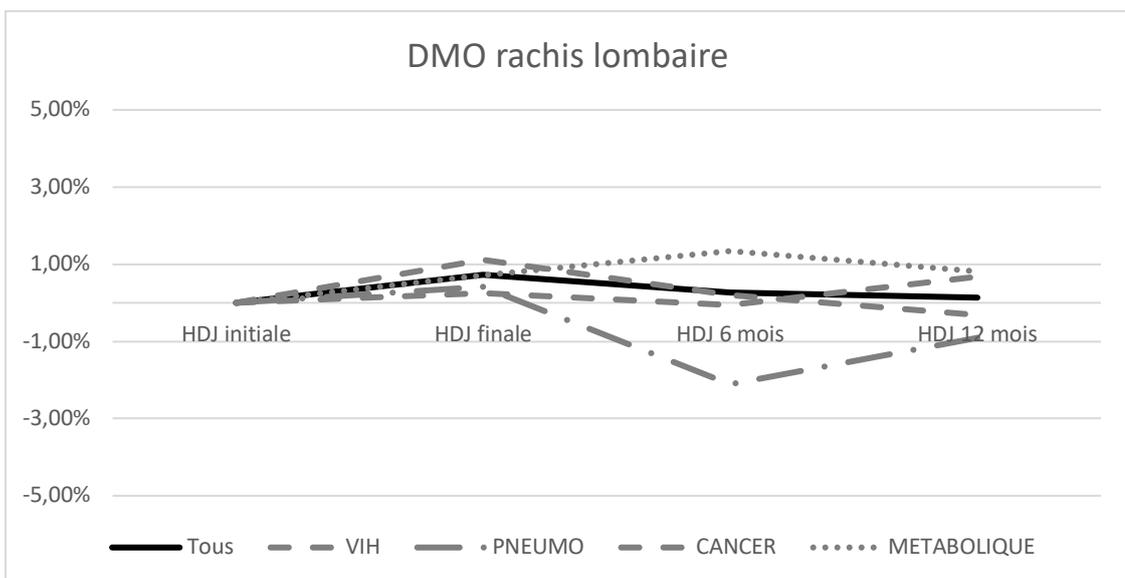
**A**



**B**



**C**



### 3.4. EFFETS DE L'INTERVENTION SUR LES CAPACITES PHYSIQUES ET D'EFFORT, LE NIVEAU D'ACTIVITE PHYSIQUE ET LA QUALITE DE VIE

#### 3.4.1. EFFETS IMMEDIATS DE L'INTERVENTION D'ACTIVITE PHYSIQUE

De la même manière que pour l'impact du programme sur la DMO, les effets immédiats de l'AP sur les paramètres anthropométriques, les capacités physique et d'effort, le niveau d'AP et la qualité de vie ont été évalués lors de l'HDJ finale. Les résultats sur l'ensemble de la population sont présentés dans le Tableau 5.

Concernant les paramètres anthropométriques, la masse grasse a diminué significativement de 0,56 kg en moyenne ( $p < 0,001$ ). Le gain en masse maigre était significatif immédiatement après l'intervention (+0,28 kg,  $t = 1,92$   $p = 0,05$ ). Il n'y avait pas de différence significative sur le poids.

Les capacités d'effort des patients sur l'ensemble de la population se sont significativement améliorées immédiatement après le programme de « Réhabilitation par le Sport ». Les valeurs moyennes de  $VO_{2peak}$  et de PMA ont augmenté respectivement de 1,59 mL/min/kg ( $t = 7,04$ ,  $p < 0,001$ ) et de 9,82 W ( $t = 7,39$ ,  $p < 0,001$ ) à l'issue du protocole. De même, la distance moyenne au TDM6 a progressé de 31,44 m ( $t = 6,82$ ,  $p < 0,001$ ) sur l'ensemble de la population.

Parmi les capacités physiques, une amélioration significative été mesurée pour le test de relevé de chaise en 30 secondes (+2,52 répétitions,  $t = 8,24$ ,  $p < 0,001$ ). Concernant l'évaluation de la souplesse, une perte significative de +1,55 cm ( $t = 2,96$ ,  $p = 0,003$ ) a été évaluée, traduisant une perte de souplesse. Une amélioration significative et immédiate de l'équilibre unipodal sur le pied gauche a été constatée (+1,56 s,  $t = 2,68$ ,  $p = 0,008$ ).

Le niveau d'AP au score de Ricci & Gagnon et l'évaluation de la qualité de vie (MOS-SF-36) ont été significativement améliorés (respectivement R&G = +6,05/45,  $p < 0,001$  ; MOS-SF-36 composante « physique » = +10,84/100,  $p < 0,003$  ; MOS-SF-36 « mentale » = +10,16/100,  $p < 0,001$ ).

### 3.4.2. EFFETS DE L'INTERVENTION A LONG TERME SUR LES PARAMETRES ANTHROPOMETRIQUES, LES CAPACITES D'EFFORT ET PHYSIQUE, LE NIVEAU D'AP ET LA QUALITE DE VIE

Les effets de l'intervention à long terme sur les paramètres anthropométriques, les capacités physique et d'effort, sont présentés dans le Tableau 5.

Le gain en masse maigre était significatif immédiatement après l'intervention et persisté à 6 mois après l'intervention (+0,4 kg,  $t = 2,59$ ,  $p < 0,05$ ). Cependant, il n'y avait pas de différence significative sur le poids ou la masse grasse au long cours.

La capacité d'effort de l'ensemble de la population a été significativement améliorée à 6 mois et 12 mois de suivi pour la PMA (respectivement +7,56 W,  $t = 7,58$ ,  $p < 0,001$  ; +7,61 W,  $t = 5,08$ ,  $p < 0,001$ ) et le TDM6 (respectivement +38,9 m,  $t = 7,81$ ,  $p < 0,001$  ; +34,35 m,  $t = 6,7$ ,  $p < 0,001$ ) et pour la  $VO_{2peak}$  à six mois de suivi (+0,99 mL/min/kg,  $t = 4$ ,  $p < 0,002$ ).

Concernant la capacité physique, les valeurs du test du nombre de relevé de chaise en 30 secondes ont été significativement améliorées sur l'ensemble du suivi (à 6 mois : +2,78 répétitions,  $t = 8,42$ ,  $p < 0,001$  ; à 12 mois : +3,1 répétitions,  $t = 9,15$ ,  $p < 0,001$ ).

Inversement, pour l'ensemble de la population et du suivi, sur le paramètre de souplesse, les valeurs au flexomètre étaient significativement augmentées, traduisant une perte de souplesse chez les patients (à 6 mois : -1,28 cm,  $t = 2,23$ ,  $p = 0,026$  ; à 12 mois : -2,24 cm,  $t = 3,82$ ,  $p < 0,001$ ).

Enfin, une amélioration significative de l'équilibre unipodal sur le pied gauche a été constatée immédiatement et à 6 mois de suivi (+1,9 s,  $t = 3,18$ ,  $p = 0,002$ ). Mais cette amélioration ne concernait pas le pied droit de manière significative.

De plus, l'évaluation de la qualité de vie a été significativement améliorée à 6 et 12 mois de suivi sur les deux composantes ( $p < 0,001$ ).

Le niveau d'AP évalué par le score de Ricci & Gagnon n'a été significativement amélioré qu'immédiatement après l'intervention (moyenne = 22,88/45,  $t = 8,68$ ,  $p < 0,001$ ).

Cependant, il y avait une tendance à l'amélioration non significative à 6 mois (moyenne = 21,85,  $t = 1,72$ ,  $p = 0,086$ ) et à 12 mois (moyenne = 22,36/45,  $t = 1,96$ ,  $p = 0,051$ ).

Lors de l'analyse catégorielle du score R&G (Figure 7), initialement, seulement 35,8 % des patients (n = 173) étaient considérés « actifs » selon le score de Ricci & Gagnon (score supérieur à 18). A la fin du suivi, 68,8 % des patients (n = 112) étaient considérés « actifs ». Sur l'ensemble des patients qui ont réalisé l'intégralité du suivi, 69 patients étaient initialement considérés « inactifs », parmi lesquels, 44 (44/69, 63,8 %) étaient devenus « actifs » lors de l'évaluation à 12 mois.

**Tableau 5** : Effets immédiats et à long terme du programme de « Réhabilitation par le Sport » sur les paramètres anthropométriques (A), la capacité d'effort (B) et la capacité physique (C), le niveau d'AP et la qualité de vie (D) sur l'ensemble de la population

A	Poids (kg)		Masse maigre (kg)		Masse grasse (kg)				
	F	p-value	F	p-value	F	p-value			
EFFET « TIME »	0,58	p = 0,62	3,06	p < 0,05*	7,461	p < 0,001*			
	t	p-value	Moyenne	t	p-value	Moyenne	t	p-value	Moyenne
Visite (Référence : HDJ initiale)			77,67			46,35			28,97
HDJ finale	-0,86	p = 0,39	77,38	1,92	p = 0,05	46,63	-4,42	p < 0,001*	28,41
HDJ 6 mois	0,71	p = 0,72	77,81	2,59	p < 0,05*	46,75	-1,49	p = 0,14	28,69
HDJ 12 mois	-0,64	p = 0,52	77,43	0,21	p = 0,83	43,4	0,15	p = 0,89	29,01

\*différence statistiquement significative, p<0,05

**Tableau 5 :** Effets immédiats et à long terme du programme de « Réhabilitation par le Sport » sur les paramètres anthropométriques (A), la capacité d'effort (B) et la capacité physique (C), le niveau d'AP et la qualité de vie (D) sur l'ensemble de la population

<b>B</b>	VO <sub>2peak</sub> (mL/min/kg)		PMA (W)		TDM6 (m)				
	F	p-value	F	p-value	F	p-value			
EFFET « TIME »	18,59	p < 0,001*	20,57	p < 0,001*	27,43	p < 0,001*			
	t	p-value	Moyenne	t	p-value	Moyenne	t	p-value	Moyenne
Visite (Référence : HDJ initiale)			21,14			94,61			516,74
HDJ finale	7,04	p < 0,001*	22,73	7,39	p < 0,001*	104,43	6,82	p < 0,001*	548,18
HDJ 6 mois	4	p < 0,002*	22,13	5,25	p < 0,001*	102,19	7,81	p < 0,001*	555,64
HDJ 12 mois	1,27	p = 0,202	21,46	5,08	p < 0,001*	102,22	6,70	p < 0,001*	551,09

\*différence statistiquement significative, p<0,05

**Tableau 5** : Effets immédiats et à long terme du programme de « Réhabilitation par le Sport » sur les paramètres anthropométriques (A), la capacité d'effort (B) et la capacité physique (C), le niveau d'AP et la qualité de vie (D) sur l'ensemble de la population

C	Test de relevé de chaise en 30 s (nombre de répétitions)			Flexomètre (cm)			Test d'équilibre unipodal pied gauche (s)			Test d'équilibre unipodal pied droit (s)		
	F	p-value		F	p-value		F	p-value		F	p-value	
EFFET « TIME »	39,482	p < 0,001*		5,575	p < 0,001*		4,042	p = 0,008*		1,798	p = 0,147	
	t	p-value	Moyenne	t	p-value	Moyenne	t	p-value	Moyenne	t	p-value	Moyenne
Visite (Référence : HDJ initiale)			14,357			-2,98			5,295			6,214
HDJ finale	8,24	p < 0,001*	16,88	2,96	p = 0,003*	-1,43	2,68	p = 0,008*	6,85	1,798	p = 0,073	7,15
HDJ 6 mois	8,42	p < 0,001*	17,14	2,23	p = 0,026*	-1,70	3,18	p = 0,002*	7,19	1,72	p = 0,086	7,19
HDJ 12 mois	9,15	p < 0,001*	17,45	3,82	p < 0,001*	-0,74	1,84	p = 0,067	6,42	1,96	p = 0,051	7,35

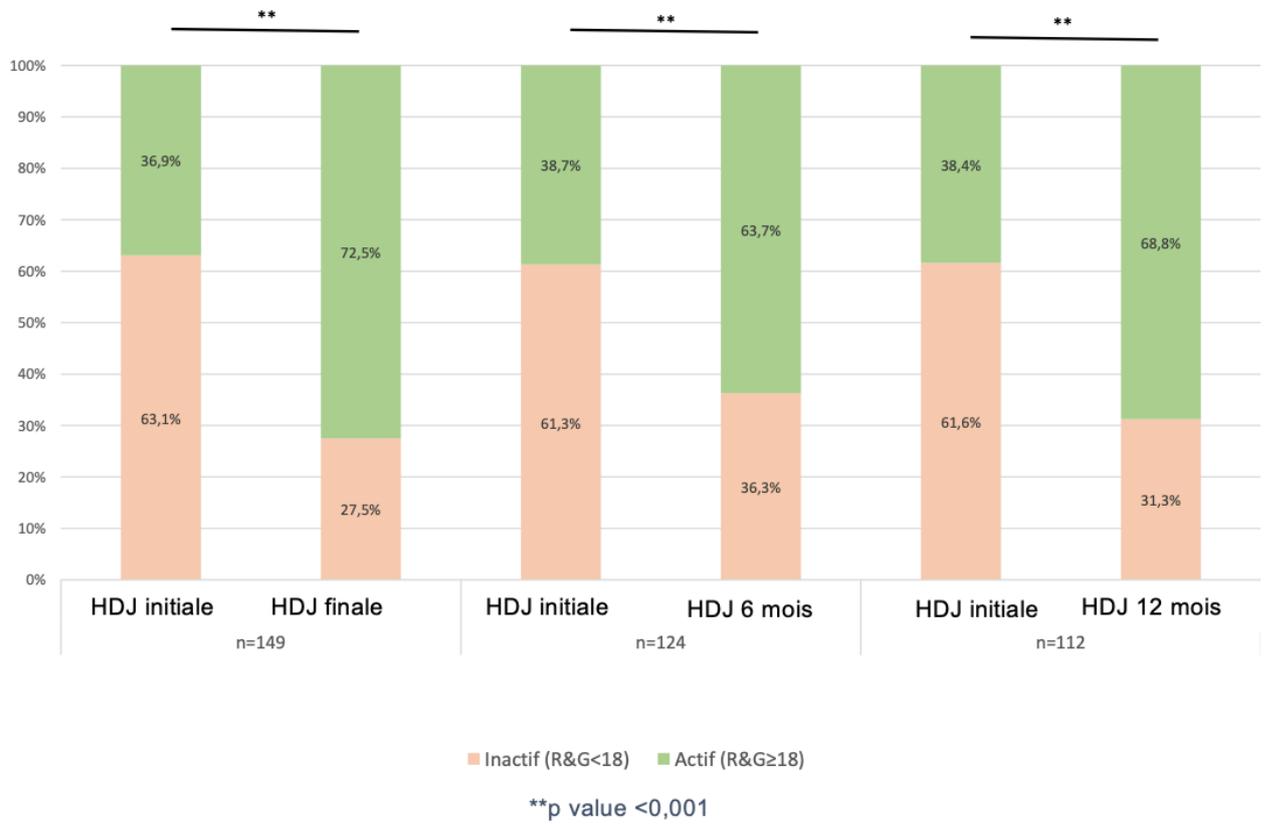
\*différence statistiquement significative, p<0,05

**Tableau 5** : Effets immédiats et à long terme du programme de « Réhabilitation par le Sport » sur les paramètres anthropométriques (A), la capacité d'effort (B) et la capacité physique (C), le niveau d'AP et la qualité de vie (D) sur l'ensemble de la population

D	Score de Ricci & Gagnon		MOS-SF-36 composante "mentale"			MOS-SF-36 composante "physique"			
	F	p-value	F	p-value	F	p-value	F	p-value	
EFFET « TIME »	31,291	p < 0,001*	10,750	p < 0,001*	31,291	p < 0,001*			
	t	p-value	Moyenne	t	p-value	Moyenne	t	p-value	Moyenne
Visite (Référence : HDJ initiale			16,832			60,896			54,479
HDJ finale	8,64	p < 0,001*	22,88	5,56	p < 0,001*	71,056	8,64	p = 0,003*	65,32
HDJ 6 mois	1,72	p = 0,086	21,85	3,56	p < 0,001*	67,53	6,73	p = 0,026*	61,18
HDJ 12 mois	1,96	p = 0,051	22,36	2,4	p = 0,017*	65,51	7,16	p < 0,001*	61,56

\*différence statistiquement significative, p<0,05

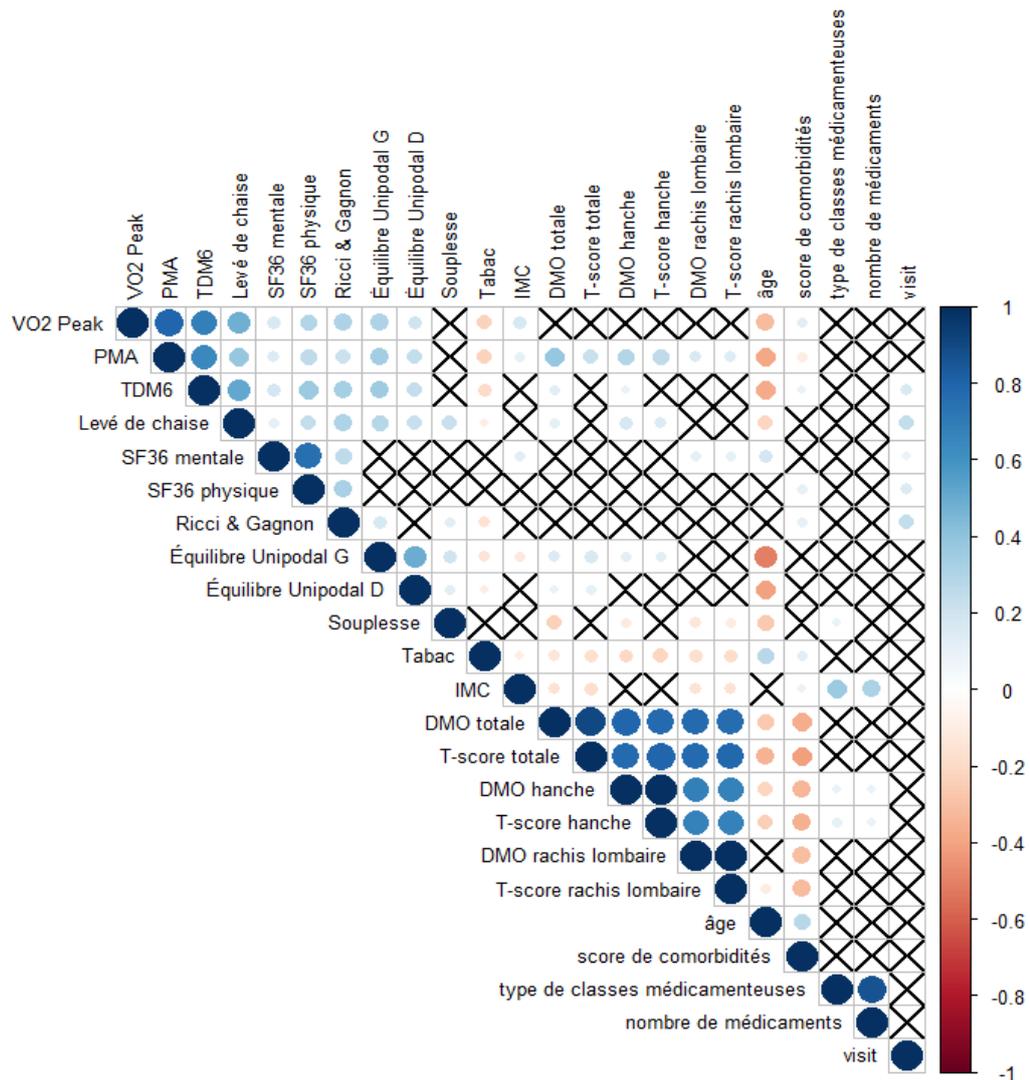
**Figure 7:** Répartition des participants selon le niveau d'activité physique immédiatement et à long terme



### 3.5. ÉTUDE DES CORRÉLATIONS ENTRE LES FACTEURS INITIAUX, COVARIABLES ET LA DENSITE MINERALE OSSEUSE

Les différents facteurs physiques, fonctionnels et d'effort significativement corrélés à la DMO sont représentés sur la Figure 8. La table des corrélations est en annexe 5.

**Figure 8:** Étude des corrélations entre la densité minérale osseuse (DMO) initiale et les caractéristiques cliniques, physique et d'effort initiales de l'ensemble des participants



La corrélation est d'autant plus forte entre les deux facteurs que le point est large. La couleur rouge (et dégradés) illustre une corrélation négative alors que la couleur bleue (et dégradés) illustre une corrélation positive entre les facteurs étudiés. X : absence de corrélation significative entre les facteurs étudiés.

### 3.5.1. ÉTUDE DES CORRELATIONS ENTRE LES FACTEURS INITIAUX ET LA DENSITE MINERALE OSSEUSE INITIALE

#### 3.5.1.1. *Densité minérale osseuse et puissance maximale aérobie*

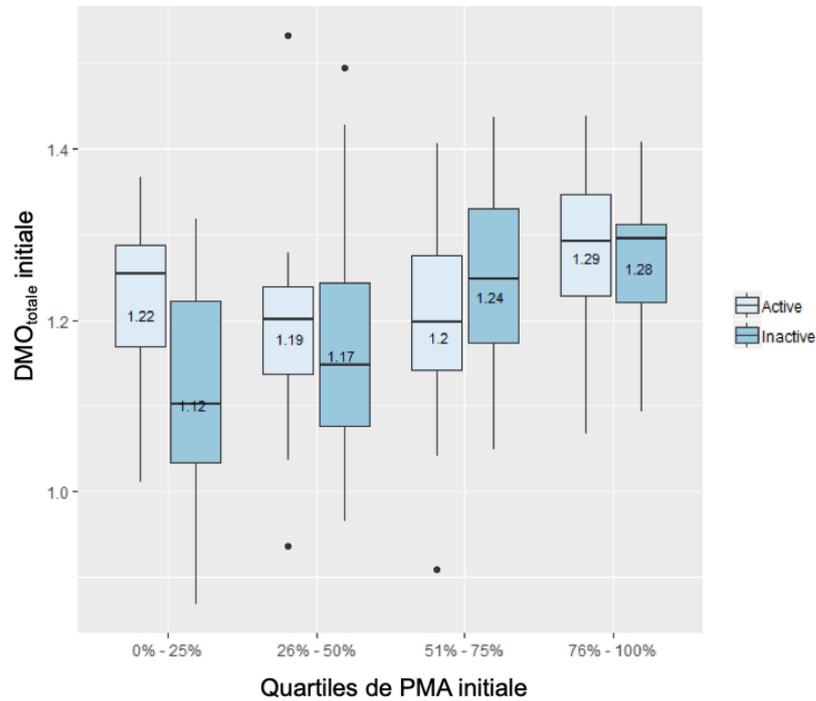
La DMO et les T-scores mesurés sur les 3 sites d'intérêt étaient positivement corrélés à la PMA développée par les patients dans l'ensemble de la population. L'effet de la relation était de moyenne taille pour la  $DMO_{totale}$  et la PMA soit une association moyenne ( $r = 0,39$ ). Pour le  $T-score_{total}$ , la DMO et le T-score au niveau de la hanche ainsi que la DMO et le T-score au niveau du rachis lombaire, l'effet de la relation était de petite taille soit une association faible ( $0,1 < r < 0,3$ ) selon les balises de Cohen (85) (figure 8).

La figure 9 présente la DMO initiale selon la PMA et le niveau d'AP évalué par le score de Ricci & Gagnon, au niveau du corps entier (Figure 9A), au niveau de la hanche (Figure 9B) et au niveau du rachis lombaire (9C) sur l'ensemble de la population étudiée.

Les valeurs initiales les plus hautes de  $DMO_{totale}$  (Figure 9A),  $DMO_{hanche}$  (Figure 9B) et  $DMO_{lombaire}$  (Figure 9C) ont été mesurées pour les patients « actifs » et concernaient un quart de la population étudiée. Les valeurs de  $DMO_{totale}$  (Figure 9A),  $DMO_{hanche}$  (Figure 9B) et  $DMO_{lombaire}$  (Figure 9C) initiales les plus faibles étaient retrouvées chez les patients « inactifs » et concernaient également un quart de l'ensemble de la population.

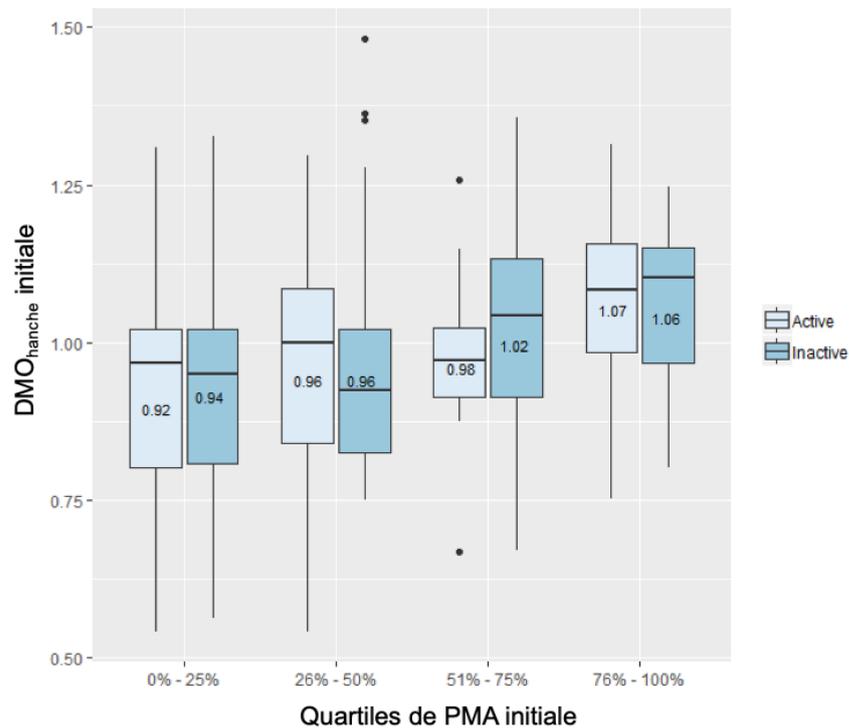
Quelle que soit la PMA, les différentes valeurs de DMO mesurées sur les trois sites n'étaient pas significativement différentes.

**Figure 9A :** Représentation graphique de la densité minérale osseuse (DMO) au niveau du corps entier (A), de la hanche (B) et lombaire (C) initiale en fonction des paramètres de puissance maximale aérobie (PMA) et du niveau d'activité physique initiale de l'ensemble des participants

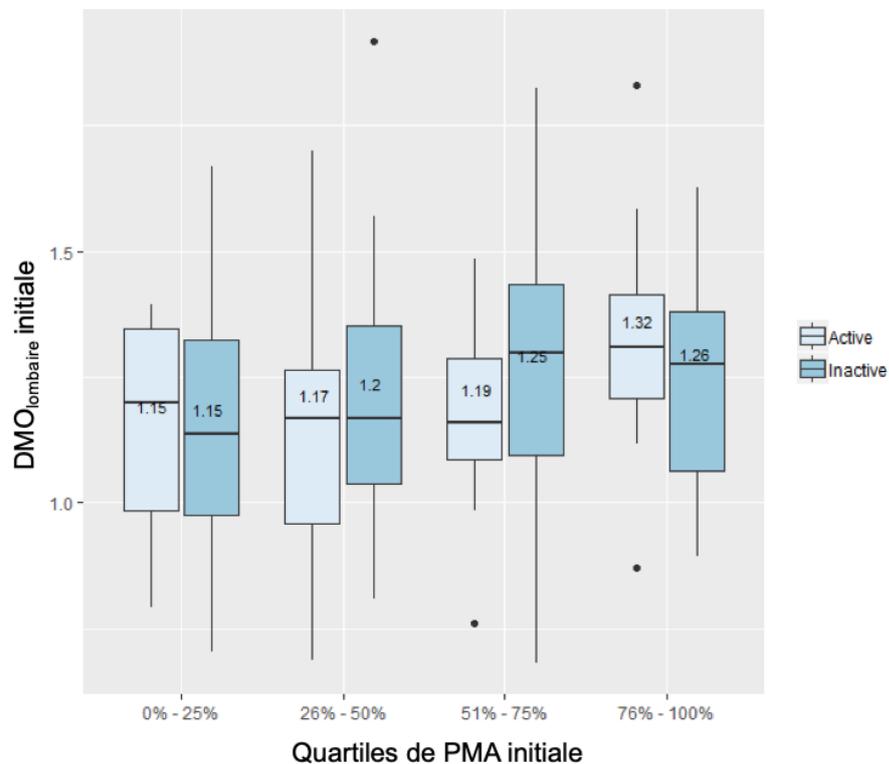


PMA : puissance maximale aérobie ; Inactive : score de Ricci & Gagnon inférieur à 18.  
Active : score de Ricci & Gagnon supérieur à 18.

**Figure 9B :** Représentation graphique de la densité minérale osseuse (DMO) au niveau du corps entier (A), de la hanche (B) et lombaire (C) initiale en fonction des paramètres de puissance maximale aérobie (PMA) et du niveau d'activité physique initiale de l'ensemble des participants



**Figure 9C** : Représentation graphique de la densité minérale osseuse (DMO) au niveau du corps entier (A), de la hanche (B) et lombaire (C) initiale en fonction des paramètres de puissance maximale aérobie (PMA) et du niveau d'activité physique initiale de l'ensemble des participants



### 3.5.1.2. Densité minérale osseuse et étude des corrélations positives selon les différents sites mesurés

Concernant les autres paramètres d'effort, il n'y avait pas de corrélation entre la  $VO_{2peak}$  et la DMO et le TDM6 et la DMO quel que soit le site mesuré.

Les  $DMO_{totale}$  et  $DMO_{hanche}$  étaient significativement et positivement corrélées au test de relevé de chaise en 30 secondes ( $r = 0,15$ ).

Par ailleurs, le  $T-score_{total}$  et le niveau d'AP au score de Ricci & Gagnon étaient également positivement corrélés ( $r = 0,11$ ) (Figure 8). L'effet de la relation était de petite taille, soit une association faible.

### 3.5.1.3. *Densité minérale osseuse et études des corrélations négatives selon les différents sites mesurés*

Une corrélation négative moyenne était retrouvée entre l'âge et les DMO<sub>totale</sub> et DMO<sub>hanche</sub> et les T-scores correspondants (DMO<sub>totale</sub> / T-score<sub>total</sub> :  $r = -0,27$  /  $r = -0,35$  ; DMO<sub>hanche</sub> / T-score<sub>hanche</sub> :  $r = -0,19$  /  $r = -0,27$ ).

Une corrélation négative était également mesurée entre le score de comorbidité pondéré et la DMO et les T-scores sur les 3 sites (DMO<sub>totale</sub> / T-score<sub>total</sub> :  $r = -0,32$  /  $r = -0,39$  ; DMO<sub>hanche</sub> / T-score<sub>hanche</sub> :  $r = -0,26$  /  $r = -0,33$  ; DMO<sub>lombaire</sub> / T-score<sub>lombaire</sub> :  $r = -0,27$  /  $r = -0,28$ ).

Il existait également une corrélation négative d'effet faible entre la DMO et les T-scores mesurés sur les trois sites et le tabagisme ( $r$  compris entre  $-0,14$  et  $-0,23$ ). Une corrélation négative faible était également mesurée entre l'IMC et la DMO et les T-scores sur les 3 sites ( $r$  compris entre  $-0,10$  et  $-0,18$ ).

Les patients les plus âgés, ceux avec un IMC élevé, les patients fumeurs et ceux avec un score de comorbidité élevé avaient les valeurs de DMO les plus faibles.

### 3.5.2. ÉTUDE DES CORRELATIONS ENTRE LES CARACTERISTIQUES CLINIQUES, PHYSIQUES ET D'EFFORT INITIALES DES PATIENTS

La VO<sub>2peak</sub> était positivement et fortement corrélée aux paramètres de la capacité d'effort comme la PMA ( $r = 0,78$ ), le TDM6 ( $r = 0,69$ ) et au test de relevé de chaise en 30 secondes ( $r = 0,51$ ), moyennement corrélée au niveau d'AP ( $r = 0,36$ ) et à la composante « physique » du questionnaire MOS-SF-36 ( $r = 0,40$ ) chez les patients dans la population globale. La VO<sub>2peak</sub> était positivement et faiblement corrélée à l'IMC ( $r = 0,19$ ) et la composante « mentale » de la MOS-SF-36 ( $r = 0,29$ ).

Les paramètres de la capacité d'effort (VO<sub>2peak</sub>, PMA, TDM6, levé de chaise) étaient tous positivement corrélés au niveau d'AP au questionnaire de Ricci & Gagnon et à la MOS-SF-36 selon les deux composantes. Les associations variaient de faibles à moyennes selon les différents paramètres ( $r$  compris entre  $0,19$  et  $0,36$ ). Les patients ayant une

meilleure capacité d'effort avaient un niveau d'AP et un score de qualité de vie plus élevés.

L'IMC était positivement corrélé au nombre de classes médicamenteuses différentes ( $r = 0,31$ ) et au nombre de médicaments pris par les patients ( $r = 0,26$ ).

Les personnes avec les valeurs d'IMC les plus hautes avaient les traitements médicamenteux les plus variés et les plus importants.

Cependant, une forte corrélation négative était mise en évidence entre l'âge et le test d'équilibre unipodal (à gauche,  $r = -0,51$  ; à droite,  $r = -0,28$ ) ainsi que l'âge et des paramètres d'effort ( $VO_{2peak}$  ( $r = -0,27$ ), PMA ( $r = -0,40$ ), TDM6 ( $r = -0,36$ ), levé de chaise ( $r = -0,26$ )) et le niveau d'AP au score de Ricci & Gagnon ( $r = -0,09$ ).

Une faible corrélation négative était également retrouvée entre le tabagisme et l'équilibre unipodal (à gauche,  $r = -0,18$  ; à droite,  $r = -0,09$ ) et les paramètres d'effort ( $VO_{2peak}$  ( $r = -0,23$ ), PMA ( $r = -0,22$ ), TDM6 ( $r = -0,19$ ), levé de chaise ( $r = -0,18$ )), ainsi que le niveau d'AP au score de Ricci & Gagnon ( $r = -0,10$ ).

Les patients les plus âgés et les patients fumeurs avaient une capacité d'effort, un équilibre, des capacités proprioceptives et un niveau d'AP plus faibles que les patients plus jeunes et non-fumeurs.

## 4. DISCUSSION

Notre étude proposait d'évaluer l'impact immédiat et à long terme d'un protocole de réhabilitation par l'AP sur la densité minérale osseuse dans une population de patients atteints d'une maladie chronique.

A notre connaissance, cette étude est la première à étudier les effets à long terme d'un programme de réhabilitation par l'activité physique sur la DMO chez des patients aux antécédents de maladies chroniques incluant les pathologies cancéreuses, respiratoires, les affections par le VIH ou les pathologies cardio-vasculaires.

### 4.1. INFLUENCE DES PARAMETRES INITIAUX SUR LA DENSITE MINERALE OSSEUSE

Les facteurs de risque d'ostéoporose, paramètres qui augmentent la fragilité osseuse, sont connus et ont déjà été étudiés de nombreuses fois.

Dans notre étude, l'âge (42) et le sexe féminin (33,42) sont significativement associés à une plus faible  $DMO_{totale}$  initiale dans l'ensemble de la population. Un score de comorbidité pondéré élevé – évaluation de la gravité de la pathologie et du risque de mortalité et de réadmission à l'hôpital associé – était également associé à une  $DMO_{totale}$  initiale plus faible. Le tabagisme actif (42) est également un facteur de risque d'ostéoporose, associé ici à une plus faible DMO au niveau de la hanche et du rachis lombaire.

Les différentes études sur les facteurs de risque d'ostéoporose (41,42,49,86) soulignent qu'un IMC faible ( $IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$ ) est un paramètre associé à une faible DMO alors qu'au contraire, l'obésité ( $IMC > 30 \text{ kg/m}^2$ ) est un facteur protecteur de l'ostéoporose (87). Or, dans notre étude, nous retrouvons une association négative entre la DMO et l'IMC : plus l'IMC était élevé, plus la DMO était faible.

L'obésité et le surpoids induisent des modifications hormonales agissant sur le remodelage osseux et un état d'inflammation chronique qui favorise l'ostéorésorption (87) alors que la pratique régulière d'une AP a un rôle anti-inflammatoire systémique (5). Il est également admis que les maladies chroniques s'accompagnent sur le long terme d'un déconditionnement musculaire et d'une augmentation de la masse grasse, en partie dus à la mobilité réduite et à une baisse de l'activité physique quotidienne (5).

De plus, Chain et al.(88) retrouvaient que l'obésité androïde (tour de taille supérieur à 105 cm chez les hommes et 88 cm chez les femmes) était fortement associée à une faible DMO chez des femmes ménopausées.

Dans notre population, l'IMC moyen était à 27,3 kg/m<sup>2</sup>, soit équivalent au stade de surpoids, et la moitié des patients présentaient une obésité androïde (n = 86, 50,2 %) En revanche, une très faible proportion de patients avait un IMC faible (IMC < 18,5 kg/m<sup>2</sup>) dans notre échantillon.

#### 4.2. EFFETS IMMEDIATS ET A LONG TERME DE L'INTERVENTION SUR LA DENSITE MINERALE OSSEUSE

Le programme de réhabilitation par le sport est dispensé sur six semaines au sein de l'Hôtel-Dieu (Paris).

Sur l'ensemble de la population étudiée, notre étude ne retrouve pas d'augmentation significative de la DMO sur les trois sites d'intérêt (totale, hanche, rachis lombaire). Il existe plusieurs facteurs pouvant expliquer ces résultats.

Tout d'abord, concernant la durée de l'intervention, la prise en charge proposée dans ce programme était de 6 semaines. Gómez-Cabello et al. (89) dans une revue systématique de la littérature ont analysés l'effet de différentes modalités de réalisation de l'AP (entraînement en aérobic, renforcement musculaire, combinaison des deux, vibrations sur le corps entier) sur la DMO. Les durées d'intervention variaient entre 12 semaines et 24 mois et il n'y avait pas de variation significative de la DMO sur les trois sites d'intérêt dans plus de la moitié des études (absence de changement dans 22 études sur 40).

Un deuxième facteur explicatif concerne la durée du suivi après l'intervention. La plupart des études analysant l'effet de l'AP sur la DMO ne réalisent pas de suivi des patients à long terme. De manière similaire, deux études proposaient un suivi des patients à 12 mois de l'intervention. Mais les résultats sont discordants. Ebrahim et al. (90) ne retrouvaient pas de changement significatif sur la DMO<sub>hanche</sub> et DMO<sub>lombaire</sub> après 12 mois puis 24 mois de la pratique régulière de marche rapide chez des femmes aux antécédents de fracture du membre supérieur. De même, dans l'étude de Gonzalo-Encabo et al. (55), 400 femmes ménopausées ont bénéficié d'une AP d'intensité modérée (n = 200) ou d'AP d'intensité élevée (n = 200) pendant 12 mois avec un suivi secondaire sur un an. La

DMO<sub>totale</sub> était significativement améliorée dans le groupe « haute intensité » à l'issue du programme ( $p = 0,02$ ) et également 1 an après l'intervention ( $p = 0,04$ ).

Cependant, dans notre étude, il est observé une variation annuelle de DMO<sub>totale</sub> évaluée à  $+0,0055 \text{ g/cm}^2$  soit  $+0,49 \%$  sur l'ensemble des sujets. Au niveau de la hanche, la variation annuelle est de  $-0,0047 \text{ g/cm}^2$  ( $-0,43 \%$ ) et de  $+0,0083 \text{ g/cm}^2$  ( $+0,14 \%$ ) au niveau du rachis lombaire sur toute la population. En l'absence de groupe contrôle, l'impact de l'AP sur cette variation de DMO ne peut être réellement quantifié mais ces valeurs sont légèrement supérieures au seuil de perte osseuse décrit dans la littérature (diminution de DMO supérieure à  $0,003 \text{ g/cm}^2$ ) (40). Néanmoins, dans notre population d'étude, la prévalence au long cours de l'ostéoporose est inférieure à celle rapportée dans ces populations (de  $15\%$  à  $35,1\%$  (13, 38) contre  $3,4 \%$  dans notre population globale).

De plus, plusieurs études retrouvent des valeurs similaires : Finkelstein et al (91) ont étudié les relations entre les paramètres anthropométriques et le style de vie sur la DMO chez des femmes d'origine ethnique différente et en péri-ménopause : dans cette population, la DMO diminuait de  $0,02 \text{ g/cm}^2$  annuellement. Et Erlandson et al. (92) dans une étude analysant la perte osseuse sur une population plus jeune de patients atteints ou non du VIH, retrouvaient des valeurs de DMO initiales au niveau de la hanche et du rachis lombaire chez les patients séropositifs, similaires à celles mesurées dans le groupe « VIH ». Des variations annuelles de DMO étaient de  $-0,0063 \text{ g/cm}^2$  au niveau du col fémoral, et de  $+0,0024 \text{ g/cm}^2$  au niveau du rachis lombaire chez les patients séropositifs, les deux groupes étant non significativement différents.

Des études randomisées contrôlées, avec une durée d'intervention plus longue pour ce programme de réhabilitation par l'AP, seraient intéressantes pour comparer l'effet de l'AP avec l'évolution normale de la DMO dans des groupes appariés.

#### 4.3. EFFETS IMMEDIATS ET A LONG TERME DE L'INTERVENTION SUR LES CAPACITES PHYSIQUES ET D'EFFORT, LE NIVEAU D'ACTIVITE PHYSIQUE ET LA QUALITE DE VIE

L'efficacité du programme est également confirmée par les critères de jugement secondaires.

L'intervention a été attribuée à un changement initial important sur les paramètres de capacité physique et d'effort, le niveau d'AP et la qualité de vie. La capacité d'effort ( $VO_{2peak}$ , PMA et TDM6) et la capacité physique (souplesse, test de levé de chaise en 30 secondes) sont restées significativement plus élevés à distance de l'intervention. En particulier, le gain en distance au TDM6 est également pertinent puisqu'il reste au-dessus des valeurs seuils (14-30,5 m) décrites dans la littérature, concernant les individus présentant des maladies chroniques à tous les stades de suivi (93).

Les scores de qualité de vie sont restés significativement plus élevés que les taux de base, même un an après l'intervention.

Le niveau d'AP a été immédiatement amélioré de manière significative et reste en hausse à long terme sans différence significative. Initialement, l'ensemble de la population était en moyenne inactive alors qu'à 1 an, le score de Ricci & Gagnon était en moyenne supérieur à 18, la qualifiant d'« active» même si la différence n'était pas significative ( $p = 0,051$ ). Cependant, la répartition en termes de niveau d'AP (inactif, actif) montre que le nombre de patients caractérisés actifs était supérieur immédiatement, à 6 mois et 12 mois de suivi.

Ces améliorations des différents paramètres démontrent que cette intervention a pu avoir un impact durable sur le mode de vie du patient. Ce changement durable du niveau d'AP est important, pour ralentir et potentiellement prévenir la progression de la maladie.

En raison de l'augmentation du niveau d'AP, d'autres études font état d'une amélioration du pronostic après un infarctus du myocarde, d'une diminution de la progression de la coronaropathie et des événements cardiovasculaires, d'une augmentation du nombre de CD4 chez des patients atteints du VIH, d'une augmentation du taux d'accomplissement des traitements (diminution de report, arrêt du traitement ou réduction de dose) chez les patientes atteints de cancer du sein, d'une réduction de la fatigue chez des patients

porteurs de tumeurs solides et d'une réduction de la dyspnée et des exacerbations chez des patients atteints de BPCO modérée à grave (5,25,94).

Par ailleurs, une corrélation négative et significative a été mise en évidence entre l'âge et l'équilibre sur l'ensemble de la population. Or l'altération de l'équilibre est un facteur de risque de chute. L'AP est fortement recommandée pour les personnes âgées avec un travail axé sur l'équilibre afin de prévenir les chutes (94). En effet, dans une méta-analyse portant sur 1016 femmes âgées de 65 à 97 ans, Robertson et al., (95) montrent que l'entretien et le renforcement musculaire combinés à l'entraînement de l'équilibre ont permis de réduire de 35 % les chutes et les fractures liées aux chutes (ratio d'incidence 0,65 (IC 95 % : 0,57-0,75) et 0,65 (IC 95 % : 0,53-0,81), respectivement). Le programme de formation a été aussi efficace chez les hommes et les femmes que chez les personnes avec et sans chute antérieure, mais ce sont les participants âgés de 80 ans et plus qui ont le plus profité du programme. Une méta-analyse américaine a abouti aux mêmes conclusions (96). Une prise en charge en APA est donc recommandée pour la prise en charge des troubles de l'équilibre, facteur de risque direct de chute, et donc facteur de risque indirect d'ostéoporose sévère (DMO <-2,5 et présence d'une fracture ostéoporotique).

#### 4.4. LIMITES DE L'ETUDE

Cette étude comporte plusieurs limites.

Le nombre de patients perdus de vue (61 individus, 35,3 %) est important mais cohérent avec la littérature sur ce type d'intervention et de suivi (82,83). Cependant, les patients perdus de vue avaient des caractéristiques initiales différentes en termes de qualité de vie par rapport à ceux qui sont restés alors que les autres paramètres étaient homogènes. Une autre limite est l'absence de validation longitudinal (sensibilité au changement) du questionnaire de R&G utilisé pour évaluer les niveaux d'AP. Cependant, c'est un questionnaire bien utilisé en France qui permet de comparer les populations et qui dont la passation est aisée. Il a également été utilisé auparavant en lien avec l'IPAQ – International Physical Activity Questionnaire - à un niveau acceptable (97). Également son utilisation en terme de niveau d'activités physique (inactifs vs. actifs) permet des analyses de données longitudinales catégorielles.

De plus, il n'existe pas de groupe témoin pouvant servir de groupe de comparaison car il s'agit d'un protocole de soin standard au premier plan de la prise en charge des patients en ALD. Cependant, la régression avec effets mixtes a permis d'effectuer une solide analyse en tenant compte des différences entre les personnes. En revanche, les sous-groupes de patients étaient hétérogènes tant au niveau de l'âge qu'au niveau des paramètres de capacités physiques et d'effort.

Aussi, il est nécessaire de considérer ces caractéristiques dans l'interprétation de nos résultats et des différences mises en évidence entre les groupes. Les patients du groupe « pneumo » qui avaient les valeurs les plus faibles de DMO étaient également les plus âgés, mais cette différence peut également être attribuable à une prise régulière de corticoïdes dans le traitement habituel de ces maladies respiratoires.

Toutefois, il est possible que le taux de suivi (112 participants, 64.7 %) n'ait pas permis de mettre en évidence une différence significative entre les individus selon leurs diagnostics. Il sera important d'évaluer si les différences entre les groupes qui ont été montrées immédiatement après l'intervention sont toujours présentes après 6 et 12 mois au sein d'études longitudinales avec procédures de consentement détaillées et information éclairée du patient. En effet, dans celles-ci, les taux d'adhésion se situent souvent entre 30 % et 70 %, et tout taux d'abandon inférieur à 20 % est considéré comme un taux de participation élevé (82,98).

## 5. CONCLUSION

Cette étude permet d'évaluer les effets d'une intervention par l'AP sur la DMO d'une part et sur les paramètres anthropométriques, les capacités d'effort et physiques ainsi que le niveau d'AP et la qualité de vie d'autre part chez des patients atteints de maladies chroniques variées d'autre part.

Bien qu'il n'y ait pas de modification significative de la DMO mesurée sur les trois sites d'intérêt (totale, hanche et rachis lombaire) sur le suivi à long terme, le programme de « Réhabilitation par le Sport » est efficace sur les capacités d'effort et physiques ainsi que le niveau d'AP et la qualité de vie, immédiatement et à long terme. Il y a une diminution du nombre de patients qui sont classés comme « inactifs » après le programme d'AP, passant de 61,6 % à 31,3 %. Ce changement est associé des améliorations à long terme de la qualité de vie. La capacité d'effort des patients est significativement améliorée à long terme de même que la capacité physique comme la force des membres inférieurs.

Pour conclure, l'AP a une place primordiale dans la prise en charge des patients avec des maladies chroniques d'une part, et dans celle de l'ostéoporose d'autre part. L'ostéoporose et les maladies chroniques telles que les cancers, les pathologies cardio-métaboliques, respiratoires et affection par le VIH sont fréquentes, souvent liées à l'âge, et représentent des problématiques de santé publique par leur retentissement socio-économique. Ces entités partagent des facteurs de risque communs, y compris l'inactivité physique et la sédentarité. Pourtant, la pratique régulière d'une AP est fortement recommandée pour la population générale mais d'autant plus pour les patients atteints d'une maladie chronique, quel que soit le stade d'avancée de la maladie. En effet, outre un bénéfice sur les capacités cardio-respiratoires, l'AP permet l'entretien du capital osseux et musculaire, l'amélioration de la qualité de vie et la préservation de l'autonomie des patients atteints de maladie(s) chronique(s).

## 6. BIBLIOGRAPHIE

1. WHO. OMS | Recommandations mondiales en matière d'activité physique pour la santé [Internet]. 2018. Available from: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/9789241599979/fr/>
2. ANSES. Actualisation des repères du PNNS - Révisions des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité. 2016.
3. Santé publique France. Recommandations relatives à l'alimentation, à l'activité physique et à la sédentarité pour les adultes. 2017.
4. Warburton DER, Nicol CW, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ Can Med Assoc J*. 2006 Mar 14;174(6):801–9.
5. Institut national de la santé et de la recherche médicale (France). *Activité physique : prévention et traitement des maladies chroniques*. Montrouge: EDP Sciences; 2019.
6. Bull FC, Pratt M, Shephard RJ, Lankenau B. Implementing national population-based action on physical activity challenges for action and opportunities for international collaboration. *Promot Educ*. 2006;13(2):127–32.
7. WHO. OMS | Maladies chroniques : principaux repères [Internet]. 2019. Available from: [https://www.who.int/topics/chronic\\_diseases/factsheets/fr/](https://www.who.int/topics/chronic_diseases/factsheets/fr/)
8. Barth N, Hupin D, Roche F, Celarier T, Bongue B. La prescription de l'activité physique adaptée chez le sujet âgé : de l'intention à la réalité. *NPG Neurol - Psychiatr - Gériatrie*. 2018 Jun;18(105):155–61.
9. Nino G. Bénéfices psychologiques des activités physiques adaptées dans les maladies chroniques. *Sci Sports*. 2013 Feb;28(1):1–10.
10. Drake MT. Osteoporosis and Cancer. *Curr Osteoporos Rep*. 2013 Sep;11(3):163–70.
11. Cezarino PYA, Simões R dos S, Baracat EC, Soares Junior JM. Are women living with HIV prone to osteoporosis in postmenopause? A systematic review. *Rev Assoc Médica Bras*. 2018 May;64(5):469–73.
12. Tebas P, Powderly WG, Claxton S, Marin D, Tantisiriwat W, Teitelbaum SL, et al. Accelerated bone mineral loss in HIV-infected patients receiving potent antiretroviral therapy. *AIDS Lond Engl*. 2000 Mar 10;14(4):F63–7.
13. Okazaki R, Watanabe R, Inoue D. Osteoporosis Associated with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *J Bone Metab*. 2016;23(3):111.
14. Ardoin A, Canot B. Bénéfices physiques et psychologiques de l'activité sportive adaptée dans une cohorte de malades chroniques. *Sci Sports*. 2019 Feb;34(1):10–5.
15. Décret n° 2016-1990 du 30 décembre 2016 relatif aux conditions de dispensation de l'activité physique adaptée prescrite par le médecin traitant à des patients atteints d'une affection de longue durée. NOR: AFSP1637993D.
16. LOI n° 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé [Internet]. NOR: AFSX1418355L. Sect. texte n° 1. Available from: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2016/1/26/AFSX1418355L/jo/texte>
17. Ciccolo JT, Jowers EM, Bartholomew JB. The Benefits of Exercise Training for Quality of Life in HIV/AIDS in the Post-HAART Era: *Sports Med*. 2004;34(8):487–99.
18. Stefani L, Klika R, Mascherini G, Mazzoni F, Lunghi A, Petri C, et al. Effects of a home-based exercise rehabilitation program for cancer survivors. *J Sports Med Phys Fitness* [Internet]. 2019 Apr [cited 2019 Aug 20];59(5). Available from: <https://www.minervamedica.it/index2.php?show=R40Y2019N05A0846>
19. Dourado VZ, Tanni SE, Vale SA, Faganello MM, Sanchez FF, Godoy I. Systemic manifestations in chronic obstructive pulmonary disease. *J Bras Pneumol Publicacao Of Soc Bras Pneumol E Tisiologia*. 2006 Apr;32(2):161–71.
20. Clinic of Pulmonary Rehabilitation Unit, Health Sciences University Sureyyapasa Chest Diseases and Thoracic Surgery Training and Research Hospital, Istanbul, Turkey, Ozmen I,

- Yildirim E, Clinic of Pulmonary Rehabilitation Unit, Health Sciences University Sureyyapasa Chest Diseases and Thoracic Surgery Training and Research Hospital, Istanbul, Turkey, Ozturk M, Clinic of Pulmonary Rehabilitation Unit, Health Sciences University Sureyyapasa Chest Diseases and Thoracic Surgery Training and Research Hospital, Istanbul, Turkey, et al. Pulmonary Rehabilitation Reduces Emergency Admission and Hospitalization Rates of Patients with Chronic Respiratory Diseases. *Turk Thorac J*. 2018 Oct 18;19(4):170–5.
21. Knols RH. Endurance training for cancer patients during and shortly after completion of the anti-cancer treatment. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2013 Apr;10(1):47–52.
  22. Tan CH, Chao T-T, Liu J-C, Lin C-H, Huang Y-S, Chang C-M, et al. Breast cancer therapy and age difference in cardiovascular disease risks: A population-based cohort study in Taiwan. *Taiwan J Obstet Gynecol*. 2016 Feb;55(1):98–103.
  23. Van Blarigan EL, Meyerhardt JA. Role of Physical Activity and Diet After Colorectal Cancer Diagnosis. *J Clin Oncol*. 2015 Jun 1;33(16):1825–34.
  24. Scevola D, Di Matteo A, Lanzarini P, Uberti F, Scevola S, Bernini V, et al. Effect of exercise and strength training on cardiovascular status in HIV-infected patients receiving highly active antiretroviral therapy: *AIDS*. 2003 Apr;17:S123–9.
  25. Ogalha C, Luz E, Sampaio E, Souza R, Zarife A, Neto MG, et al. A randomized, clinical trial to evaluate the impact of regular physical activity on the quality of life, body morphology and metabolic parameters of patients with AIDS in Salvador, Brazil. *J Acquir Immune Defic Syndr* 1999. 2011 Aug;57 Suppl 3:S179-185.
  26. Demeyer H, Donaire-Gonzalez D, Gimeno-Santos E, Ramon MA, DE Battle J, Benet M, et al. Physical Activity Is Associated with Attenuated Disease Progression in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Med Sci Sports Exerc*. 2019;51(5):833–40.
  27. Breban S. Effets de l'activité physique de haut niveau sur la masse, l'architecture et le métabolisme osseux chez de jeunes adultes des deux sexes (16-30 ans). Etude longitudinale de 2 ans. Orléans (France) ; 2009.
  28. Mundy G. Bone Remodeling. *Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism*. Fourth Edition. 1999. 30–38 p.
  29. Ducher G, Blimkie C-J. Adaptations architecturales du tissu osseux en réponse à l'exercice physique : intérêts et limites des méthodes non invasives utilisées chez l'homme. *Sci Sports*. 2006 Oct;21(5):255–67.
  30. Modlesky CM, Lewis RD. Does Exercise During Growth Have a Long-Term Effect on Bone Health?: *Exerc Sport Sci Rev*. 2002 Oct;30(4):171–6.
  31. Baron R. *General Principles of Bone Biology*. *Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism*. Fifth Edition. 2003. 1–8 p.
  32. Faibish D, Ott SM, Boskey AL. Mineral Changes in Osteoporosis A Review. *Clin Orthop*. 2006 Feb;443:28–38.
  33. Consensus development conference: Diagnosis, prophylaxis, and treatment of osteoporosis. *Am J Med*. 1993 Jun;94(6):646–50.
  34. Meunier PJ. *L'ostéoporose*. Issy-les-Moulineaux : Masson : "Le Quotidien du médecin ; 2005.
  35. HAS. *Prévention, diagnostic et traitement de l'ostéoporose*. 2006.
  36. WHO. WHO SCIENTIFIC GROUP ON THE ASSESSMENT OF OSTEOPOROSIS AT PRIMARY HEALTH CARE LEVEL. In: *Summary Meeting Report*. Brussels, Belgium; 2004.
  37. Laroche M, Pécourneau V, Blain H, Breuil V, Chapurlat R, Cortet B, et al. Osteoporosis and ischemic cardiovascular disease. *Joint Bone Spine*. 2017 Jul 1;84(4):427–32.
  38. Briot K, Roux C, Thomas T, Blain H, Buchon D, Chapurlat R, et al. 2018 update of French recommendations on the management of postmenopausal osteoporosis. *Joint Bone Spine*. 2018 Oct;85(5):519–30.
  39. Brown TT, Qaqish RB. Antiretroviral therapy and the prevalence of osteopenia and osteoporosis: a meta-analytic review: *AIDS*. 2006 Nov;20(17):2165–74.
  40. Lloyd, J. T., D. E. Alley, M. C. Hochberg, S. R. Waldstein, T. B. Harris, S. B. Kritchevsky, A. V. Schwartz, et al. "Changes in Bone Mineral Density over Time by Body Mass Index in the

- Health ABC Study.” *Osteoporosis International: A Journal Established as Result of Cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA* 27, no. 6 (2016): 2109–16. <https://doi.org/10.1007/s00198-016-3506-x>.
41. Kuntz D. *Maladies métaboliques osseuses de l’adulte*. Paris: Flammarion Médecine-sciences; 1996.
  42. Hannan MT, Felson DT, Dawson-Hughes B, Tucker KL, Cupples LA, Wilson PWF, et al. Risk Factors for Longitudinal Bone Loss in Elderly Men and Women: The Framingham Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res*. 2000;15(4):710–20.
  43. Krall EA, Dawson-Hughes B. Heritable and life-style determinants of bone mineral density. *J Bone Miner Res*. 1993;8(1):1–9.
  44. Kanis JA, Borgstrom F, De Laet C, Johansson H, Johnell O, Jonsson B, et al. Assessment of fracture risk. *Osteoporos Int*. 2005 Jun;16(6):581–9.
  45. Riggs JE. Rising Lung Cancer Mortality in the United States, 1968-1988: The Manifestation of Altered Disease Competition. *Regul Toxicol Pharmacol*. 1993 Oct 1;18(2):261–74.
  46. Krølner B, Pors Nielsen S. Measurement of bone mineral content (BMC) of the lumbar spine, I. Theory and application of a new two-dimensional dual-photon attenuation method. *Scand J Clin Lab Invest*. 1980;40(7):653–63.
  47. on behalf of the Scientific Advisory Board of the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis (ESCEO) and the Committees of Scientific Advisors and National Societies of the International Osteoporosis Foundation (IOF), Kanis JA, Cooper C, Rizzoli R, Reginster J-Y. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 2019 Jan;30(1):3–44.
  48. WHO Study Group on Assessment of Fracture Risk and its Application to Screening for Postmenopausal Osteoporosis, editor. *Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis*. Geneva: World Health Organization; 1994. 129 p. (WHO technical report series).
  49. Kanis JA, Melton LJ, Christiansen C, Johnston CC, Khaltsev N. The diagnosis of osteoporosis. *J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res*. 1994 Aug;9(8):1137–41.
  50. Kemmler W, Engelke K, Weineck J, Hensen J, Kalender WA. The erlangen fitness osteoporosis prevention study: a controlled exercise trial in early postmenopausal women with low bone density—first-year results. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003 May 1;84(5):673–82.
  51. Mayoux-Benhamou M, Revel M. Place de l’exercice physique dans la prévention de l’ostéoporose. *Lett Rhumatol*. 1998;241:23–6.
  52. Zakhem E, El Khoury G, Zouhal H, Theunynck D, El Hage R. Étude observationnelle sur l’impact du type d’activité physique sur la densité minérale osseuse, la géométrie osseuse de la hanche et le TBS chez des hommes adultes. *Kinésithérapie Rev*. 2015 Jul 1;15(163):24–9.
  53. Lanyon L, Paul I, Rubin C, et al. In vivo strain measurements from bone and prosthesis following total hip replacement: an experimental study in sheep. *J Bone Jt Surg Am*. 1981;63(6):989–1001.
  54. Amna Khan, Ali Farhad, Pirzada Siddiqui, Basit Ansari. The Effects of osteoanabolic exercises on bone mineral density of osteoporotic females: A randomized controlled trial. *Int J Health Sci [Internet]*. 2018 Dec 2 [cited 2019 Sep 2];13(1). Available from: <https://www.ijhs.org.sa/index.php/journal/article/view/3536>
  55. Gonzalo-Encabo P, McNeil J, Boyne DJ, Courneya KS, Friedenreich CM. Dose-response effects of exercise on bone mineral density and content in post-menopausal women. *Scand J Med Sci Sports*. 2019 May 23; sms.13443.
  56. Southern DA, Quan H, Ghali WA. Comparison of the Elixhauser and Charlson/Deyo methods of comorbidity measurement in administrative data. *Med Care*. 2004 Apr;42(4):355–60.
  57. Quan H, Sundararajan V, Halfon P, Fong A, Burnand B, Luthi J-C, et al. Coding algorithms for defining comorbidities in ICD-9-CM and ICD-10 administrative data. *Med Care*. 2005 Nov;43(11):1130–9.
  58. Quail JM, Lix LM, Osman BA, Teare GF. Comparing comorbidity measures for predicting

- mortality and hospitalization in three population-based cohorts. *BMC Health Serv Res*. 2011 Jun 10;11:146.
59. Dominick KL, Dudley TK, Coffman CJ, Bosworth HB. Comparison of three comorbidity measures for predicting health service use in patients with osteoarthritis. *Arthritis Rheum*. 2005 Oct 15;53(5):666–72.
  60. Moore BJ, White S, Washington R, Coenen N, Elixhauser A. Identifying Increased Risk of Readmission and In-hospital Mortality Using Hospital Administrative Data: The AHRQ Elixhauser Comorbidity Index. *Med Care*. 2017 Jul;55(7):698–705.
  61. van Walraven C, Austin PC, Jennings A, Quan H, Forster AJ. A Modification of the Elixhauser Comorbidity Measures Into a Point System for Hospital Death Using Administrative Data: *Med Care*. 2009 Jun;47(6):626–33.
  62. D'après J.Ricci et L.Gagnon, université de Montréal, modifié par F. Laureyns et JM. Séné.
  63. Haroutel D, Aubry F, Boucherot V, Deliot G, Trichot S, Boyer F. Physical and rehabilitation medicine and health sport network in Champagne Region: A descriptive study over 1year. *Ann Phys Rehabil Med*. 2016 Sep 1;59:e55.
  64. Reichhart K, Evesque M, Cavana MMC, Muszynski P, Leclercq M-M, Winisdoerffer N, et al. How to promote physical activity maintenance after an exercise-training program in cancer patients? *Ann Phys Rehabil Med*. 2016 Sep 1;59:e55.
  65. Ware JE, Gandek B. Overview of the SF-36 Health Survey and the International Quality of Life Assessment (IQOLA) Project. *J Clin Epidemiol*. 1998 Nov;51(11):903–12.
  66. Leplège A, Mesbah M, Marquis P. Analyse préliminaire des propriétés psychométriques de la version française d'un questionnaire international de mesure de qualité de vie: le MOS SF-36 (version 1.1). *Rev Dépidémiologie Santé Publique*. 1995;43(4):371–9.
  67. Lins L, Carvalho FM. SF-36 total score as a single measure of health-related quality of life: Scoping review. *SAGE Open Med*. 2016;4:2050312116671725.
  68. Fleg Jerome L., Piña Ileana L., Balady Gary J., Chaitman Bernard R., Fletcher Barbara, Lavie Carl, et al. Assessment of Functional Capacity in Clinical and Research Applications. *Circulation*. 2000 Sep 26;102(13):1591–7.
  69. Fletcher GF, Balady G, Froelicher VF, Hartley LH, Haskell WL, Pollock ML. Exercise standards. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. Writing Group. *Circulation*. 1995 Jan 15;91(2):580–615.
  70. Rankovic G, Mutavdzic V, Toskic D, Preljevic A, Kocic M, Nedin Rankovic G, et al. Aerobic capacity as an indicator in different kinds of sports. *Bosn J Basic Med Sci*. 2010 Feb;10(1):44–8.
  71. Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ, Fallen EL, Pugsley SO, Taylor DW, et al. The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Can Med Assoc J*. 1985 Apr 15;132(8):919–23.
  72. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Jul;166(1):111–7.
  73. Robertson RJ, Noble BJ. Perception of physical exertion: methods, mediators, and applications. *Exerc Sport Sci Rev*. 1997;25:407–52.
  74. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s Chair-Stand Test as a Measure of Lower Body Strength in Community-Residing Older Adults. *Res Q Exerc Sport*. 1999 Jun;70(2):113–9.
  75. Hurvitz EA, Richardson JK, Werner RA, Ruhl AM, Dixon MR. Unipedal stance testing as an indicator of fall risk among older outpatients. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000 May 1;81(5):587–91.
  76. Bohannon RW, Larkin PA, Cook AC, Gear J, Singer J. Decrease in Timed Balance Test Scores with Aging. *Phys Ther*. 1984 Jul 1;64(7):1067–70.
  77. Briggs RC, Gossman MR, Birch R, Drews JE, Shaddeau SA. Balance Performance Among Noninstitutionalized Elderly Women. *Phys Ther*. 1989 Sep 1;69(9):748–56.
  78. KINO-QUEBEC. Tests d'Evaluation de la Condition Physique de l'Adulte (TECPA), Test de flexion du tronc, assis, jambes jointes. In 1981.
  79. Kanis JA. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal

- osteoporosis: synopsis of a WHO report. WHO Study Group. *Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA*. 1994 Nov;4(6):368–81.
80. Kerr R, Resnick D, Sartoris DJ, Kursunoglu S, Pineda C, Haghighi P, et al. Computerized tomography of proximal femoral trabecular patterns. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc*. 1986;4(1):45–56.
  81. Shvartz E, Reibold RC. Aerobic fitness norms for males and females aged 6 to 75 years: a review. *Aviat Space Environ Med*. 1990 Jan;61(1):3–11.
  82. Abshire M, Dinglas VD, Cajita MIA, Eakin MN, Needham DM, Himmelfarb CD. Participant retention practices in longitudinal clinical research studies with high retention rates. *BMC Med Res Methodol*. 2017 20;17(1):30.
  83. Gustavson K, von Soest T, Karevold E, Røysamb E. Attrition and generalizability in longitudinal studies: findings from a 15-year population-based study and a Monte Carlo simulation study. *BMC Public Health*. 2012 Oct 29;12:918.
  84. Tinago W, Cotter AG, Sabin CA, Macken A, Kavanagh E, Brady JJ, et al. Predictors of longitudinal change in bone mineral density in a cohort of HIV-positive and negative patients. *AIDS Lond Engl*. 2017 13;31(5):643–52.
  85. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Rev. ed. New York: Academic Press; 1977. 474 p.
  86. Kanis JA, Borgstrom F, De Laet C, Johansson H, Johnell O, Jonsson B, et al. Assessment of fracture risk. *Osteoporos Int*. 2005 Jun;16(6):581–9.
  87. Jeon YK, Lee JG, Kim SS, Kim BH, Kim S-J, Kim YK, et al. Association between bone mineral density and metabolic syndrome in pre- and postmenopausal women. *Endocr J*. 2011;58(2):87–93.
  88. Chain A, Crivelli M, Faerstein E, Bezerra FF. Association between fat mass and bone mineral density among Brazilian women differs by menopausal status: The Pró-Saúde Study. *Nutrition*. 2017 Jan;33:14–9.
  89. Gómez-Cabello A, Ara I, González-Agüero A, Casajús JA, Vicente-Rodríguez G. Effects of Training on Bone Mass in Older Adults: A Systematic Review. *Sports Med*. 2012 Apr;42(4):301–25.
  90. Ebrahim S, Thompson PW, Baskaran V, Evans K. Randomized placebo-controlled trial of brisk walking in the prevention of postmenopausal osteoporosis. *Age Ageing*. 1997;26(4):253–60.
  91. Finkelstein JS, Lee M-LT, Sowers M, Ettinger B, Neer RM, Kelsey JL, et al. Ethnic Variation in Bone Density in Premenopausal and Early Perimenopausal Women: Effects of Anthropometric and Lifestyle Factors. *J Clin Endocrinol Metab*. 2002 Jul 1;87(7):3057–67.
  92. Erlandson KM, Lake JE, Sim M, Falutz J, Prado CM, Domingues da Silva AR, et al. Bone Mineral Density Declines Twice as Quickly Among HIV-Infected Women Compared With Men: JAIDS J Acquir Immune Defic Syndr. 2018 Mar;77(3):288–94.
  93. Bohannon RW, Crouch R. Minimal clinically important difference for change in 6-minute walk test distance of adults with pathology: a systematic review. *J Eval Clin Pract*. 2017 Apr;23(2):377–81.
  94. Skelton DA, Beyer N. Exercise and injury prevention in older people. *Scand J Med Sci Sports*. 2003 Feb;13(1):77–85.
  95. Robertson MC, Campbell AJ, Gardner MM, Devlin N. Preventing Injuries in Older People by Preventing Falls: A Meta-Analysis of Individual-Level Data. *J Am Geriatr Soc*. 2002 May;50(5):905–11.
  96. Sherrington C, Michaleff ZA, Fairhall N, Paul SS, Tiedemann A, Whitney J, et al. Exercise to prevent falls in older adults: an updated systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017 Dec;51(24):1750–8.
  97. Duclos M, Dejager S, Postel-Vinay N, di Nicola S, Quéré S, Fiquet B. Physical activity in patients with type 2 diabetes and hypertension--insights into motivations and barriers from the MOBILE study. *Vasc Health Risk Manag*. 2015;11:361–71.
  98. Gustavson K, von Soest T, Karevold E, Røysamb E. Attrition and generalizability in longitudinal studies: findings from a 15-year population-based study and a Monte Carlo simulation

## 7. ANNEXES

### 7.1. ANNEXE 1 : CONSENTEMENT ET ENGAGEMENT HDJ



**HÔTEL-DIEU**  
Centre d'Investigation en Médecine du Sport  
CIMS

**DOCUMENT A LIRE, A SIGNER et A DONNER A L'INFIRMIERE**

**LE JOUR DE L'HOSPITALISATION**

**INFORMATION, CONSENTEMENT ET ENGAGEMENT DES  
PATIENTS  
AVANT INCLUSION DANS LE PROTOCOLE DE REHABILITATION  
PAR L'ACTIVITE PHYSIQUE**

Madame, Monsieur,

Vous allez intégrer le protocole de réhabilitation par le sport de l'Hôtel-Dieu. Il s'agit d'une prise en charge médicale et hospitalière de votre pathologie. L'objectif est d'améliorer votre santé par la pratique d'une activité physique adaptée (APA) et régulière tout en recueillant des informations utiles à la recherche scientifique.

Votre prise en charge se déroulera sur une période d'un an. Elle débutera par une hospitalisation de jour permettant de faire un bilan objectif de vos capacités physiques et de votre état de santé : consultation de médecine du sport, questionnaires, test d'effort cardio-vasculaire, bilan sanguin, ostéodensitométrie, tests physiques.

Vous suivrez ensuite un protocole de 18 séances (3 séances par semaines pendant 6 semaines) de réhabilitation par le sport encadrées par des éducateurs en APA. Ces séances seront divisées en 2 parties : une première partie d'activité sur vélo ou tapis avec des exercices fractionnés, et une

deuxième partie destinée à améliorer votre souplesse, au renforcement musculaire et au travail de posture et d'équilibre.

Au cours des 18 séances, vous serez vu chaque semaine par le médecin du sport afin de s'assurer qu'aucun problème n'entrave votre activité et afin de mesurer les premiers effets de la pratique d'une activité physique régulière. Un médecin spécialiste de votre pathologie principale vous verra également à mi-parcours.

A l'issue des 18 séances, nous vous proposerons la structure la plus adéquate pour poursuivre une activité physique ludique et adaptée à votre pathologie. Bien évidemment, nous insistons sur la nécessité d'être présent à chacune des 18 séances de réhabilitation sauf empêchement exceptionnel pour lequel vous aurez prévenu l'équipe au préalable.

Par ailleurs, nous allons évaluer les effets de l'activité physique sur votre santé en répétant les mêmes tests que ceux réalisés au cours de l'hospitalisation de jour initiale : à la fin du programme, et à 6 mois et 1 an du début du protocole. De même, nous insistons pour que vous vous engagiez à venir réaliser ces bilans avec assiduité.

Les données de recherche qui nous allons recueillir seront des données à caractère personnel qui seront anonymisées lors de leur traitement statistique. Elles sont définies par la loi du 6 janvier 1978 (article 2), et soumises à la loi informatique, fichiers, libertés qui reconnaît 4 droits fondamentaux :

- droit d'information : toute personne a le droit de savoir si elle est fichée ;
- droit d'accès (de curiosité) : toute personne peut consulter ses données personnelles;
- droit de rectification : toute personne peut rectifier, compléter, actualiser, verrouiller ou faire effacer des données erronées la concernant ;
- droit d'opposition : toute personne peut s'opposer sans justification à l'utilisation de données la concernant à des fins de prospection

Le protocole d'étude sera soumis au Comité de Protection des Personnes (CPP). Les informations nominatives et confidentielles seront supprimées au moment de la compilation informatique des résultats. Si vous le souhaitez, vous pourrez décider de vous retirer de l'étude à n'importe quel moment sans justification.

<b>IDENTIFICATION DU SERVICE</b>	<b>IDENTIFICATION DU MEDECIN</b>
----------------------------------	----------------------------------

Ce document constitue une notice explicative du protocole qui vous est proposé.

Il ne constitue pas une décharge de responsabilité de l'équipe médicale qui vous prend en charge et qui vous a commenté ces informations générales en les rapportant à votre situation particulière.

***J'accepte de participer au protocole de réhabilitation par le sport de l'Hôtel-Dieu et m'engage à être présent à chacune des étapes du protocole.***

Fait à .....

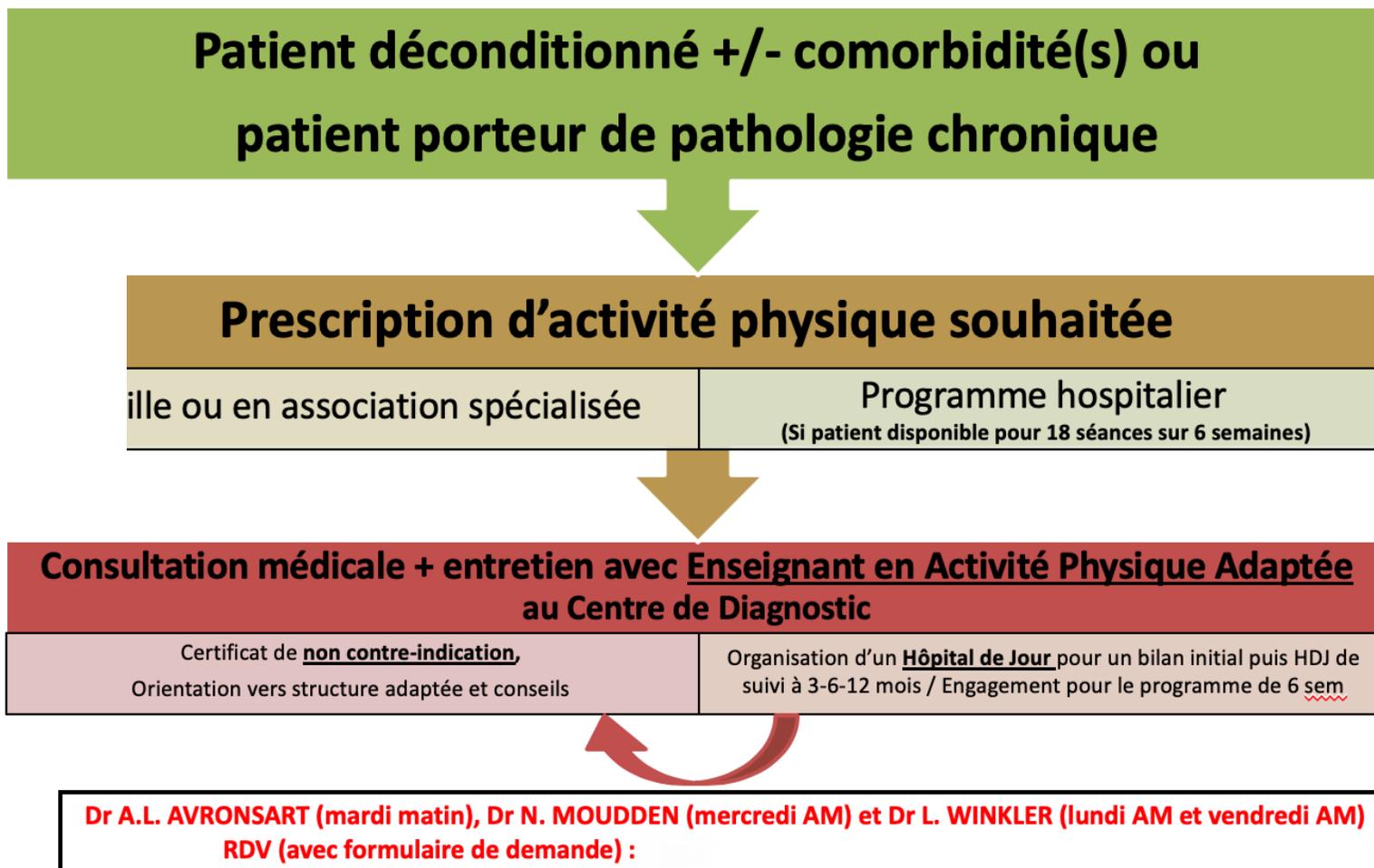
En deux exemplaires dont un remis au patient et l'autre conservé dans son dossier

Le .....

Signature du patient

7.2. ANNEXE 2 : CONSENTEMENT ET ENGAGEMENT HDJ

Comment adresser un patient en programme de réhabilitation par le sport à l'Hôtel-Dieu ?



### 7.3. ANNEXE 4 : QUESTIONNAIRE MOS SF-36

#### Questionnaire MOS SF-36

Hôtel Dieu, Réhabilitation sportive

Nom et prénom :
Date :
Service d'origine :

**1. En général, diriez-vous de votre santé qu'elle est :**

Excellente (5)	Très bonne (4)	Bonne (3)	Satisfaisante (2)	Mauvaise (1)
----------------	----------------	-----------	-------------------	--------------

**2. Par comparaison avec il y a un an, que diriez-vous sur votre santé aujourd'hui ?**

Bien meilleure qu'il y a un an (5)	Un peu meilleur qu'il y a un an (4)	A peu près comme il y a un an (3)	Un peu moins bien qu'il y a un an (2)	Pire qu'il y a un an (1)
------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	--------------------------

**3. Vous pourriez vous livrer aux activités suivantes le même jour. Est-ce que votre état de santé vous impose des limites dans ces activités ? Si oui, dans quelles mesures ?**

	Totalement limité	Moyennement limité	Pas limité du tout
Activités intenses : courir, soulever des charges lourdes, sport.	1	2	3
Activités modérées : déplacer une table, passer l'aspirateur...	1	2	3
Soulever et transporter les achats d'alimentation	1	2	3
Monter plusieurs étages à la suite	1	2	3
Monter un seul étage	1	2	3
Vous agenouiller, vous accroupir, vous pencher très bas	1	2	3
Marcher plus d'1km et demi	1	2	3
Marcher plus de 500m	1	2	3
Marcher seulement 100m	1	2	3
Prendre un bain, une douche, vous habiller	1	2	3

**4. Au cours des 4 dernières semaines, avez-vous eu l'une des difficultés suivantes au travail ou lors des activités courantes du fait de votre santé ?**

	Oui (1)	Non (2)
Limiter le temps passé au travail, ou à d'autres activités ?		
Faire moins de choses que vous ne l'espériez ?		
Trouver des limites au type de travail ou d'activités possibles ?		
Arriver à tout faire mais au prix d'un effort		

**5. Au cours des 4 dernières semaines, avez-vous eu l'une des difficultés suivantes au travail ou lors des activités courantes parce que vous étiez déprimé(e) ou anxieux(se) ?**

	Oui (1)	Non (2)
limiter le temps passé au travail, ou à d'autres activités		
Faire moins de choses que vous ne l'espérez		
Ces activités n'ont pas été accomplies aussi soigneusement que d'habitude		

**6. Au cours des 4 dernières semaines, dans quelle mesure est-ce que votre état physique ou mental a perturbé vos relations avec la famille, les amis, les voisins ou d'autres groupes ?**

Pas du tout (5)0	Très peu (4)	Assez fortement (2)	Énormément (1)
------------------	--------------	---------------------	----------------

**7. Avez-vous enduré des souffrances physiques au cours des 4 dernières semaines ?**

Pas du tout (6)	Très peu (5)	Assez fortement (3)	Énormément (1)
-----------------	--------------	---------------------	----------------

**8. Au cours des 4 dernières semaines, la douleur a-t-elle gêné vos activités usuelles ?**

Pas du tout (5)	Un peu (4)	Modérément (3)	Assez fortement (2)	Énormément (1)
-----------------	------------	----------------	------------------------	----------------

**9. Ces 9 questions concernent ce qui s'est passé au cours des 4 dernières semaines. Pour chaque question, donnez la réponse qui se rapproche le plus de ce que vous avez ressenti. Comment vous sentiez-vous au cours de ces 4 semaines ?**

	Tout le temps (1)	Très souvent (2)	Parfois (4)	Peu souvent (5)	Jamais (6)
Vous sentiez vous très enthousiaste ?					
Étiez-vous très nerveux ?					
Étiez-vous si triste que rien ne pouvait vous égayer ?					
Vous sentiez-vous au calme, en paix ?					
Aviez-vous beaucoup d'énergie ?					
Étiez-vous triste et maussade ?					
Aviez-vous l'impression d'être épuisé ?					
Étiez-vous quelqu'un d'heureux ?					
Vous êtes-vous senti fatigué ?					

**10. Au cours des 4 dernières semaines, votre état physique ou mental a-t-il gêné vos activités sociales comme des visites aux amis, à la famille, etc ?**

Tout le temps (1)	Très souvent (2)	Parfois (3)	Peu souvent (4)	Jamais (5)
-------------------	------------------	-------------	-----------------	------------

**11. Ces affirmations sont-elles vraies ou fausses dans votre cas ?**

	Tout à fait vrai	Assez vrai	Ne sais pas	Plutôt faux	Faux
a. Il me semble que je tombe malade plus facilement que d'autres					
b. Ma santé est aussi bonne que celle des gens que je connais					
c. Je m'attends à ce que mon état de santé s'aggrave					
d. Mon état de santé est excellent					

## 7.4. ANNEXE 5 : QUESTIONNAIRE DE RICCI & GAGNON

### Questionnaire d'évaluation de la pratique d'activité physique - Ricci & Gagnon

(D'après J. Ricci et L. Gagnon, université de Montréal, modifié par F. Laurey et JM. Séné)

Nom, Prénom :

Service d'origine :

A : comportement sédentaire	Points					Score
	1	2	3	4	5	
Combien de temps passez-vous assis par jour (loisir, télé, ordinateur, travail...)?	+5h	4 à 5h	3 à 4h	2 à 3h	- 2h	

B : Activité physique quotidienne	Points					Score
	1	2	3	4	5	
Quelle intensité d'activité physique votre travail requiert-il ?	Très Légère	Légère	Modérée	Intense	Très intense	
En dehors de votre travail régulier, combien d'heures consacrez-vous par semaine aux travaux légers ?	- de 2 heures	3 à 4 heures	5 à 6 heures	7 à 9 heures	+ de 10h	
Combien de minutes par jour consacrez-vous à la marche ?	- de 15min	16 à 30 min	31 à 45 min	46 à 60 min	+ de 60 min	
Combien d'étages en moyenne montez-vous à pied chaque jour ?	Moins de 2	3 à 5	6 à 10	11 à 15	Plus de 16	

C : Activité physique de loisir (dont sport)	Points					Score
	1	2	3	4	5	
Pratiquez-vous régulièrement une ou des activités physiques ?	Non				Oui	
A quelle fréquence pratiquez-vous l'ensemble de ces activités physiques et/ou sportives ?	1 à 2 / mois	1 / sem	2 / sem	3 / sem	4 / sem	
Combien de minutes consacrez-vous en moyenne à chaque séance d'activité physique ?	- 15 min	16 à 30 min	31 à 45 min	46 à 60 min	+ de 60 min	
Habituellement, comment percevez-vous la difficulté de ces séances ?	1	2	3	4	5	

Simon Réault et Jean-Marc Aoun, Enseignants APA  
Service de médecine du sport, Hôtel Dieu

## 7.5. ANNEXE 5 : TABLE DE CORRELATIONS ENTRE LA DENSITE MINERALE OSSEUSE ET LES FACTEURS INITIAUX

	VO2 Peak	PMA	TDM6	Relevé de chaise	SF-36 mentale	SF-36 physique	Equilibre unipodal G	Equilibre unipodal D	Souplesse	Tabac	IMC	DMO totale	T-score totale	DMO hanche	T-score hanche	DMO rachis lombaire	T-score rachis lombaire	Age	Score de comorbidités	Classes médicamenteuses	Nombre de médicaments	Visite
VO2 Peak	1	0,78	0,69	0,51	0,29	0,4	0,36	0,31	0,14	0,13	-0,23	0,19	0,07	-0,04	0,03	0	-0,07	-0,08	-0,27	0,09	0,06	-0,01
PMA	0,78	1	0,63	0,4	0,2	0,34	0,23	0,32	0,18	0	-0,22	0,09	0,39	0,25	0,25	0,24	0,17	0,15	-0,4	-0,17	0,03	-0,03
TDM6	0,69	0,63	1	0,5	0,19	0,33	0,3	0,32	0,15	0,12	-0,19	0,08	0,09	0,04	0,05	0,05	-0,08	-0,1	0,36	0,07	0,03	-0,03
Relevé de chaise	0,51	0,4	0,5	1	0,21	0,34	0,25	0,26	0,17	0,28	-0,18	-0,03	0,15	0,07	0,15	0,14	6	0,02	-0,26	-0,03	0,02	0
SF-36 mentale	0,29	0,2	0,19	0,21	1	0,72	0,32	0,04	-0,14	0,11	0	0,05	0,05	0,01	0	-0,03	0,13	0,09	0,18	0,07	-0,02	-0,02
SF-36 physique	0,4	0,34	0,33	0,34	0,72	1	0,31	0,07	-0,02	0,14	-0,05	0,05	0,16	0,11	0,14	0,11	0,18	0,15	0,11	0,07	-0,02	-0,06
Equilibre unipodal G	0,36	0,23	0,3	0,25	0,32	0,31	1	0,28	0,02	0,15	-0,1	-0,07	0,07	0,11	0,05	0,04	0,04	0,02	-0,09	0,16	0,03	-0,04
Equilibre unipodal D	0,31	0,32	0,32	0,26	0,04	0,07	0,28	1	0,44	0,28	0,18	0,16	0,07	0,12	0,09	0,06	0,03	0,05	-0,51	-0,11	-0,04	-0,02
Souplesse	0,14	0,18	0,15	0,17	-0,14	-0,02	0,02	0,44	1	0	-0,09	-0,08	0,02	-0,02	0,01	-0,01	0,03	0,03	-0,28	0,02	0,03	-0,01
Tabac	0,13	0	0,12	0,28	0,11	0,14	0,15	0,28	0	1	-0,13	0,07	-0,12	0,02	-0,01	0,03	-0,01	0	-0,22	0,01	0,11	0,09
IMC	-0,23	-0,22	-0,19	-0,18	0	-0,05	-0,1	0,18	-0,09	-0,13	1	-0,07	-0,16	-0,18	-0,16	-0,23	-0,14	-0,15	0,28	0,13	-0,07	-0,03
DMO totale	0,19	0,09	0,08	-0,03	0,05	0,05	-0,07	0,16	-0,08	0,07	-0,07	1	-0,18	-0,18	-0,12	-0,1	-0,17	-0,16	-0,01	0,08	0,31	0,26
T-score totale	0,07	0,39	0,09	0,15	0,05	0,16	0,07	0,07	0,02	-0,12	-0,16	-0,18	1	0,88	0,71	0,72	0,71	0,67	-0,27	-0,32	-0,01	0,01
DMO hanche	-0,04	0,25	0,04	0,07	0,01	0,11	0,11	0,12	-0,02	0,02	-0,18	-0,18	0,88	1	0,72	0,79	0,72	0,71	-0,35	-0,39	0,03	0,03
T-score hanche	0,03	0,25	0,05	0,15	0	0,14	0,05	0,09	0,01	-0,01	-0,16	-0,12	0,71	0,72	1	0,92	0,7	0,71	-0,19	-0,26	0,09	0,09
DMO rachis lombaire	0	0,24	0,05	0,14	-0,03	0,11	0,04	0,06	-0,01	0,03	-0,23	-0,1	0,72	0,79	0,92	1	0,65	0,65	-0,27	-0,33	0,13	0,13
T-score rachis lombaire	-0,07	0,17	-0,08	6	0,13	0,18	0,04	0,03	0,03	-0,01	-0,14	-0,17	0,71	0,72	0,7	0,65	1	0,97	-0,06	-0,27	0	0,04
Age	-0,08	0,15	-0,1	0,02	0,09	0,15	0,02	0,05	0,03	0	-0,15	-0,16	0,67	0,71	0,71	0,65	0,97	1	-0,07	-0,28	0	0,04
Score de comorbidités	-0,27	-0,4	0,36	-0,26	0,18	0,11	-0,09	-0,51	-0,28	-0,22	0,28	-0,01	-0,27	-0,35	-0,19	-0,27	-0,06	-0,07	1	0,27	-0,05	-0,04
Classes médicamenteuses	0,09	-0,17	0,07	-0,03	0,07	0,07	0,16	-0,11	0,02	0,01	0,13	0,08	-0,32	-0,39	-0,26	-0,33	-0,27	-0,28	0,27	1	-0,06	-0,03
Nombre de médicament	0,06	0,03	0,03	0,02	-0,02	-0,02	0,03	-0,04	0,03	0,11	-0,07	0,31	-0,01	0,03	0,09	0,13	0	0	-0,05	-0,06	1	0,87
Visite	-0,01	-0,03	-0,03	0	-0,02	-0,06	-0,04	-0,02	-0,01	0,09	-0,03	0,26	0,01	0,03	0,09	0,13	0,04	0,04	-0,04	-0,03	0,87	1

« Par délibération de son Conseil en date du 10 Novembre 1972, l'Université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ou mémoires. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs ».

VU, le Président de Thèse

VU, le Doyen de la Faculté

VU et permis d'imprimer  
en référence à la délibération  
du Conseil d'Université  
en date du 14 Décembre 1973

Pour le Président  
de l'Université de CAEN et P.O

Le Doyen

ANNEE DE SOUTENANCE : 2019

NOM ET PRENOM DE L'AUTEUR : GOUPIL CLEMENCE

**TITRE DE LA THESE : Impact immédiat et à long terme d'un programme de réhabilitation par l'activité physique sur la densité minérale osseuse chez des patients atteints de maladie chronique.**

**RESUME :**

**Introduction** : La pratique régulière d'activité physique (AP) dans les maladies chroniques présente de nombreux bienfaits, notamment sur la santé osseuse.

**Objectif** : Évaluer l'impact immédiat et à long terme d'une intervention d'AP sur la densité minérale osseuse (DMO) chez les patients atteints de maladies chroniques.

**Méthode** : Nous avons inclus des patients participant à un programme de 6 semaines d'AP. La composition corporelle (DMO totale, hanche et lombaire), la capacité d'effort (CE), les capacités physiques (CP), la qualité de vie (QdV) (questionnaire SF-36) et le niveau d'AP (questionnaire Ricci & Gagnon) ont été évalués à l'entrée, après le programme, puis à 6 et 12 mois de suivi.

**Résultats** : Un total de 173 patients a été inclus (âge médian : 63.2 ans, 52.6% de femmes, 35.8% syndrome métabolique) dont 64.2% étaient inactifs initialement. La DMO totale initiale était positivement corrélée à la puissance maximale aérobie (PMA,  $r=0,39$ ) à la force des membres inférieurs ( $r=0,15$ ) et négativement à l'âge ( $r=-0,27$ ), l'IMC ( $r=-0,18$ ) et au tabac ( $r=-0,16$ ). Après le programme ( $n=149$ , 86,1%), les paramètres de CE, QdV et CP étaient significativement améliorés ( $p<0.01$ ) sans modification de la DMO (3 sites). Après 12 mois ( $n=112$ , 64.7%) la QdV et certains paramètres de CE (PMA, test de marche) et de CP étaient améliorés ( $p<0.01$ ) sans modification de la DMO (3 sites). Parmi les patients suivis à 12 mois ( $n=112$ ), 63.8% des patients initialement inactifs sont devenus actifs.

**Conclusion** : Chez les patients atteints de maladies chroniques, une intervention d'AP de 6 semaines a des effets positifs et durables sur la CE, la QdV et les CP sans augmentation significative de la DMO.

**MOTS CLES** : Activité Physique ; Maladie Chronique ; Densité Minérale Osseuse ; Capacité d'Effort ; Qualité de Vie ; Réhabilitation.

**TITLE: Immediate and long-term effect of a physical intervention on the bone mineral density in patients with a chronic disease.**

**ABSTRACT:**

**Background**: Regular physical activity (PA) for people with chronic diseases has many benefits, including bone health benefits.

**Objective**: The aim of the study was to assess the immediate and long-term impact of a PA intervention on bone mineral density (BMD) in patients with chronic diseases.

**Methods**: We included patients participating in a 6-week AP program. Body composition (total BMD, hip and lumbar), aerobic capacity (AC), physical capacities (PC), quality of life (QoL) (SF-36 questionnaire) and PA level (Ricci & Gagnon questionnaire) were assessed at baseline, after the intervention, and at 6 and 12 months of follow-up.

**Results**: A total of 173 patients were included (median age: 63.2 years, 52.6% female, 35.8% metabolic syndrome) of whom 64.2% were initially inactive. The initial total BMD was positively correlated with peak power (PP,  $r=0.39$ ), lower limb strength ( $r=0.15$ ) and negatively correlated with age ( $r=-0.27$ ), BMI ( $r=-0.18$ ) and tobacco ( $r=-0.16$ ). After the program ( $n=149$ , 86.1%), the AC, QoL and PC parameters were significantly improved ( $p<0.01$ ) without changing the BMD (3 sites). After 12 months ( $n=112$ , 64.7%) the QoL and some AC (PP, six-minute walk) and PC parameters were improved ( $p<0.01$ ) without modification of the BMD (3 locations). Among patients followed at 12 months ( $n=112$ ), 63.8% of initially inactive patients became active.

**Conclusion**: In patients with chronic diseases, a 6-week AP intervention has positive and lasting effects on AC, QoL and PC without significantly increasing BMD.

**KEY WORDS**: Physical Activity; Chronic Disease; Bone Mineral Density; Aerobic Capacity; Quality of Life; Rehabilitation