

ACADÉMIE D'ORLÉANS-TOURS

UNIVERSITÉ DE TOURS

FACULTE DE PHARMACIE « Philippe-Maupas »

Année : 2024-2025

N° 66

THÈSE D'EXERCICE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Par

Mathilde Bouvier-Müller

...

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 2 OCTOBRE 2024

Etude de l'impact des outils digitaux dans la prise en charge des patients atteints d'ostéoporose

JURY

Président : Professeur Nicolas Arlicot – PU-PH au CHRU de Tours

Membres :

Docteur Pierre Besson – Enseignant chercheur à l'université de Tours
Docteur Sarah Houibi – Responsable accès au marché - Chugai Pharma France - Paris
Docteur Vianney Tuloup – AHU à l'université de Tours

ANNEE : 2024 - 2025

Directeur : Pr Denys BRAND

Directeur Adjoint : M. Matthieu JUSTE

Assesseurs : M. Gildas PRIE, Mme Mélanie BOUVIN PLEY, Mme Emilie ALLARD-VANNIER, M. Bruno GIRAUDAU, Mme Claire POUPLARD, Mme Audrey OUDIN, Mme GERMON Stéphanie

ENSEIGNANTS

16 PROFESSEURS D'UNIVERSITÉ

ALLARD-VANNIER	Emilie	PHARMACIE GALENIQUE
ALLOUCHI	Hassan	CHIMIE PHYSIQUE
BOUDESOCQUE-DELAYE	Leslie	PHARMACOGNOSIE
BRAND	Denys	MICROBIOLOGIE
BRAIBANT	Martine	MICROBIOLOGIE
CHEVALIER	Stéphane	BIOCHIMIE GENERALE & BIOTHERAPIE
CHOURPA	Igor	CHIMIE ANALYTIQUE
CLASTRE	Marc	BIOLOGIE CELLULAIRE & BIOCHIMIE VEGETALE
DIMIER-POISSON	Isabelle	PARASITOLOGIE & MYCOLOGIE MEDICALES, IMMUNITE ANTI-
ENGUEHARD-GUEIFFIER	Cécile	CHIMIE THERAPEUTIQUE
MAHEO	Karine	PHYSIOLOGIE
MAUPOIL-DAVID	Veronique	PHARMACOLOGIE
MUNNIER	Émilie	PHARMACIE GALENIQUE
TAUBER	Clovis	BIOPHYSIQUE & BIOINFORMATIQUE
VELGE-ROUSSEL	Florence	IMMUNOLOGIE PARASITAIRE
VIAUD-MASSUARD	Marie-Claude	CHIMIE ORGANIQUE

6 PROFESSEURS D'UNIVERSITÉ ET PRATICIENS HOSPITALIERS

ANTIER	Daniel	PHARMACIE CLINIQUE
ARLICOT	Nicolas	BIOPHYSIQUE & BIOINFORMATIQUE
EMOND	Patrick	BIOPHYSIQUE & BIOINFORMATIQUE
GIRAUDAU	Bruno	SANTÉ PUBLIQUE, BIostatistique & ÉPIDÉMIOLOGIE
LANOTTE	Philippe	MICROBIOLOGIE
POUPLARD	Claire	HEMATOLOGIE

2 PROFESSEURS ÉMERITES

BARIN	Francis	MICROBIOLOGIE
THIBAUT	Gilles	IMMUNOLOGIE

33 MAITRES DE CONFÉRENCES

AUBREY	Nicolas	BIOCHIMIE GENERALE & BIOTHERAPIE
BESSON	Pierre	PHYSIOLOGIE
BIRER-WILLIAMS	Caroline	BIOLOGIE CELLULAIRE & BIOCHIMIE VEGETALE
BONNIER (disponibilité)	Franck	CHIMIE ANALYTIQUE
BORDY	Romain	PHARMACOLOGIE & TOXICOLOGIE
BOUVIN-PLEY	Mélanie	MICROBIOLOGIE
BREDELOUX	Pierre	PHARMACOLOGIE
DAVID	Stéphanie	PHARMACIE GALENIQUE
DEBIERRE-GROCKIEGO	Françoise	PARASITOLOGIE & MYCOLOGIE MEDICALES, IMMUNITE ANTI-
DELAYE	Pierre-Olivier	CHIMIE THERAPEUTIQUE
DENEVAULT	Caroline	CHIMIE THERAPEUTIQUE
DOUZIECH-EYROLLES	Laurence	AFFAIRE REGLEMENTAIRE ET MANAGEMENT DE LA QUALITE

DUMAS	Jean-François	BIOCHIMIE GENERALE ET BIOTHERAPIE
GERMON	Stéphanie	PARASITOLOGIE & MYCOLOGIE MEDICALES, IMMUNITE ANTI-
GLEVAREC	Gaëlle	BIOLOGIE CELLULAIRE & BIOCHIMIE VEGETALE
HERVE-AUBERT	Katel	CHIMIE ANALYTIQUE
JUSTE	Matthieu	PARASITOLOGIE & MYCOLOGIE MEDICALES, IMMUNITE ANTI-
LAJOIE	Laurie	IMMUNOLOGIE
LANOUE	Arnaud	BIOLOGIE CELLULAIRE & BIOCHIMIE VEGETALE
MARC	Jillian	BIOMOLECULES ET BIOTECHNOLOGIES VEGETALES
MAVEL	Sylvie	CHIMIE THERAPEUTIQUE
LOUDIN	Audrey	BIOLOGIE CELLULAIRE & BIOCHIMIE VEGETALE
POUPET	Cyril	BIOLOGIE CELLULAIRE & BIOCHIMIE VEGETALE
PASQUALIN	Côme	PHARMACOLOGIE
PRIE	Gildas	CHIMIE ORGANIQUE
SAHLI	Ramla	PHARMACOGNOSIE
SIEROCKI	Pierre	CHIMIE ORGANIQUE
SOUCE	Martin	CHIMIE ANALYTIQUE
VERCOUILLIE	Johnny	BIOPHYSIQUE & BIOINFORMATIQUE
VERGER	Alexis	PHARMACIE GALENIQUE
VERGOTE	Jackie	AFFAIRE REGLEMENTAIRE ET MANAGEMENT DE LA QUALITE
VIERRON	Emilie	SANTÉ PUBLIQUE, BIostatistique & ÉPIDÉMIologie
ZHANG	Bei-Li	PHARMACOLOGIE

1 MAST

CAMUS GABRIEL	Mathilde	Filière Officine
---------------	----------	------------------

5 MAITRES DE CONFÉRENCES ET PRATICIENS HOSPITALIERS

FOUCAULT-FRUCHARD	Laura	PHARMACIE CLINIQUE
FOUCAULT	Amélie	HEMATOLOGIE
MARLET	Julien	MICROBIOLOGIE
POUPIN	Pierre	SANTÉ PUBLIQUE, BIostatistique & ÉPIDÉMIologie
VEYRAT DUREBEX	Charlotte	BIOCHIMIE CLINIQUE

3 AHU (Assistant Hospitalier Universitaire)

BOULARD	Pierre	IMMUNOLOGIE
DOUEZ	Emmanuel	PHARMACIE GALENIQUE
TULOUP	Vianney	PHARMACIE CLINIQUE

1 PRAG

WALTERS-GALOPIN	Susan	ANGLAIS
-----------------	-------	---------

1 CONTRAT D'ENSEIGNEMENT

GERBIER	Soledad	ANGLAIS
---------	---------	---------

3 CHARGÉS DE RECHERCHE

EPARDAUD	Mathieu	INRAE
MEVELEC	Marie-Noëlle	INRAE
MOIRE	Nathalie	INRAE



SERMENT DE GALIEN

En présence des Maitres de la Faculté, je fais le serment :

D'honorer ceux qui m'ont instruit(e) dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle aux principes qui m'ont été enseignés et d'actualiser mes connaissances ;

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de Déontologie, de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers la personne humaine et sa dignité ;

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels ;

De ne dévoiler à personne les secrets qui m'auraient été confiés ou dont j'aurais eu connaissance dans l'exercice de ma profession ;

De faire preuve de loyauté et de solidarité envers mes collègues pharmaciens ;

De coopérer avec les autres professionnels de santé ;

Que les Hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert(e) d'opprobre et méprisé(e) de mes confrères si j'y manque.

Date : 02/10/2024

L'étudiant

Mathilde Bouvier-Müller

Le Doyen de la Faculté

Professeur Denys BRAND

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier mon directeur de thèse, le Docteur Vianney Tuloup, pour sa contribution à mon travail. Je tiens tout particulièrement à le remercier pour les nombreuses relectures effectuées et ses précieux conseils.

Merci également au Professeur Nicolas Arlicot, et aux Docteurs Pierre Besson et Sarah Houibi d'avoir bien voulu participer à mon jury de thèse. Merci tout particulièrement au Professeur Arlicot d'avoir accepté de présider ce jury.

Je tiens également à remercier le Docteur Isabelle Idier pour son aide et sa contribution à mon travail.

Je souhaite aussi remercier les associations de patients qui ont diffusé mon questionnaire patients, l'ANDAR (Association Nationale de Défense contre l'Arthrite Rhumatoïde) et l'AFLAR (Association Française de Lutte AntiRhumatismale).

Je tiens à remercier ma famille pour son aide et ses encouragements. Enfin, merci à mes amis pour le soutien moral qu'ils m'ont apporté durant cette période.

Sommaire

1	Ostéoporose	9
1.1	Physiologie osseuse	9
1.1.1	La structure de l'os	9
1.1.2	Le remodelage osseux.....	10
1.2	Physiopathologie	14
1.2.1	Apoptose	14
1.2.3	Autophagie.....	15
1.2.5	Méthylation de l'ADN	16
1.3	Conséquences de l'ostéoporose chez le patient	16
2	Parcours du patient ostéoporotique.....	17
2.1	Diagnostic et évaluation de la sévérité.....	17
2.2	Gestion non pharmacologique de l'ostéoporose	20
2.2.1	Mobilité et chutes	20
2.2.2	Nutrition.....	21
2.3	Traitement médicamenteux de l'ostéoporose	24
2.3.1	Les molécules de l'ostéoporose	24
2.3.2	Stratégie thérapeutique dans l'ostéoporose.....	29
3	La numérisation du parcours patient en santé.....	32
3.1	Autonomisation du patient	33
3.2	Dématérialisation et échange de données.....	33
3.3	Télé-médecine.....	34
3.4	Automatisation.....	35
3.5	Outils d'aide à la décision.....	35
4	Numérisation du parcours du patient ostéoporotique.....	36
4.1	La prévention.....	36
4.2	Le diagnostic.....	38
4.3	Le traitement.....	39
4.4	Le suivi	45
5	Acceptation et pertinence de la numérisation de la santé	46
5.1	Méthodologie utilisée pour construire et diffuser les questionnaires	46
5.1.1	Questionnaire destiné aux professionnels de santé	46
5.1.2	Questionnaire destiné aux patients	47
5.2	Questionnaire à destination des rhumatologues	47
5.2.1	Collection de données via le questionnaire destiné aux professionnels de santé.....	47

5.2.2	Limitations du questionnaire adressé aux professionnels de santé.....	48
5.2.3	Analyse des données du questionnaire destiné aux rhumatologues.....	49
5.3	Questionnaire adressé aux patients	55
5.3.1	Collection des données du questionnaire patients	55
5.3.2	Limitations du questionnaire destiné aux patients	55
5.3.3	Analyse des données du questionnaire patients.....	56
6	Discussion	59

Liste des abréviations / figures / tableaux

ANDAR : Association Nationale de Défense contre l'Arthrite Rhumatoïde
AFLAR : Association Française de Lutte Anti-Rhumatismale
AVCI : Années de Vie Corrigées du facteur d'Invalidité
CNOM : Conseil National de l'Ordre des Médecins
DALY : Disability-Adjusted Life Years
DMO : Densité Minérale Osseuse
DS : Deviation Standards
ECHO : Extension for Community HealthCare Outcomes
FRAX : Fracture Risk Assessment Tool
GEFA : Groupe d'Etude Français des Artérites des gros vaisseaux
GH : Growth Hormone
GRIO : Groupe de Recherche et d'Information sur les Ostéoporoses
HAS : Haute Autorité de Santé
IL-6 : InterLeukine 6
IMC : Indice de Masse Corporelle
IOF : International Osteoporosis Foundation
ISCD : International Society for Clinical Densitometry
MARS-F : Mobile Application Rating Scale - France
PDS : Professionnel de Santé
PTH : Hormone ParaThyroïdienne
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
UNESCO : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UMB : Unité Multicellulaire de Base

Figure 1 Poids des pathologies en DALYs en 2002, en Europe et en Amérique (combinés)⁷

Figure 2 physiologie osseuse²¹

Figure 3 Mécanisme cellulaire de génération tissu osseux²¹

Figure 4 Physiopathologie de l'ostéoporose

Figure 5 Apport en vitamine D par l'alimentation⁵⁸

Figure 6 Modalités pratiques de substitution en cas d'insuffisance, de déficit ou de carence en vitamine D⁵⁸

Figure 7 Stratégies dans l'ostéoporose post-ménopausique³¹

Figure 8 Stratégies dans l'ostéoporose cortisonique³¹

Figure 9 Critères de choix des applications pour l'étude de Toïgo⁹⁵

Figure 10 Quels équipements utilisez-vous dans votre pratique ?

Figure 11 Je m'adapte facilement à l'évolution digitale de la pratique médicale

Figure 12 Je considère les nouvelles technologies comme une aide pour le suivi des patients

Figure 13 Quels outils digitaux utilisez-vous dans votre pratique médicale, et quelle est leur influence ?

Figure 14 J'utilise les solutions digitales comme une aide

Figure 15 Avez-vous déjà discuté d'outils numériques avec un professionnel de santé ?

Figure 16 Seriez-vous ouvert(e) à l'utilisation d'un ou plusieurs de ces outils numériques dans le cadre de votre parcours de soin ?

Tableau 1 Facteurs de risque utilisés pour l'estimation du risque de fracture, selon l'OMS⁴⁴

Tableau 2 Estimation du T-score et de la prévalence de l'ostéoporose en fonction du site de mesure⁴⁴

Tableau 3 Applications recensées par Ghada et Hadjileontiadis autour de la prévention de l'ostéoporose⁸³

Introduction

De 1970 à 2020, l'espérance de vie mondiale est passée de 58,1 ans à 72,3 ans. D'ici la fin du 21^e siècle, elle devrait dépasser les 82 ans. Ce phénomène, couplé à la baisse de la fécondité, explique que l'on observe une accentuation du vieillissement de la population mondiale.¹ Ce phénomène se constate également en France. Les habitants âgés d'au moins 65 ans représentent aujourd'hui 18,8 % de la population, soit une progression de 3,7 points en vingt ans.² En conséquence, on observe une forte augmentation des pathologies liées à l'âge. La rhumatologie est une spécialité médicale qui traite des maladies des articulations (rhumatismes) et des os, ainsi que de certaines maladies des muscles et des nerfs. En 2015, une enquête menée auprès de 29 931 sujets, représentatifs de la population française, montre que 27,7% de la population (soit 17,3 millions de personnes), a déclaré une affection rhumatologique. La lombalgie et l'arthrite sont les affections les plus répandues dans ce domaine, avec respectivement 12,5% et 12,3% de prévalence.¹ Les affections musculosquelettiques ont donc une prévalence élevée, et cette prévalence augmentant avec l'âge, avec le vieillissement de la population, on ne peut qu'imaginer la croissance de ces statistiques à l'avenir.

La prise en charge de ces pathologies devient donc un enjeu de santé publique d'une importance croissante. Dans cette thèse, nous nous concentrerons plus particulièrement sur la prise en charge des patients atteints d'ostéoporose.

En France, une femme sur 5 de plus de 60 ans est concernée par l'ostéoporose, et un homme sur 8 après 50 ans. Chaque année, on dénombre 377 000 fractures ostéoporotiques, dont 56 000 fractures des vertèbres.³ Actuellement, on observe une baisse de la prise en charge des personnes ayant eu une fracture ostéoporotique, alors que le nombre de fractures liées à la fragilité osseuse ne fait qu'augmenter : Seules 15% des personnes concernées reçoivent un traitement anti-ostéoporotique.⁴ Ces pathologies ont un impact significatif en termes d'invalidité. Il est important de mesurer cet impact, afin que le système de santé puisse répondre plus efficacement aux besoins de la population⁵. L'ostéoporose représente également à elle-même un poids économique non négligeable : Le coût annuel direct lié aux fractures en France est estimé à 5,4 milliards d'euros pour le système de santé. On estime que ces dépenses annuelles augmenteront de plus d'environ un quart d'ici 2030, atteignant ainsi 6,8 milliards d'euros.⁶ En Amérique et en Europe, les fractures ostéoporotiques représentent 2,8 millions d'Années de Vie Corrigées du facteur d'Invalidité (ACVI ; Disability-Adjusted Life Years = DALYs en anglais), comme décrit dans la FIGURE 1.⁷ Si le système de santé est optimisé pour répondre aux besoins des professionnels de santé, et à travers eux, des patients, l'impact de cette pathologie sera mieux géré, et donc réduit.

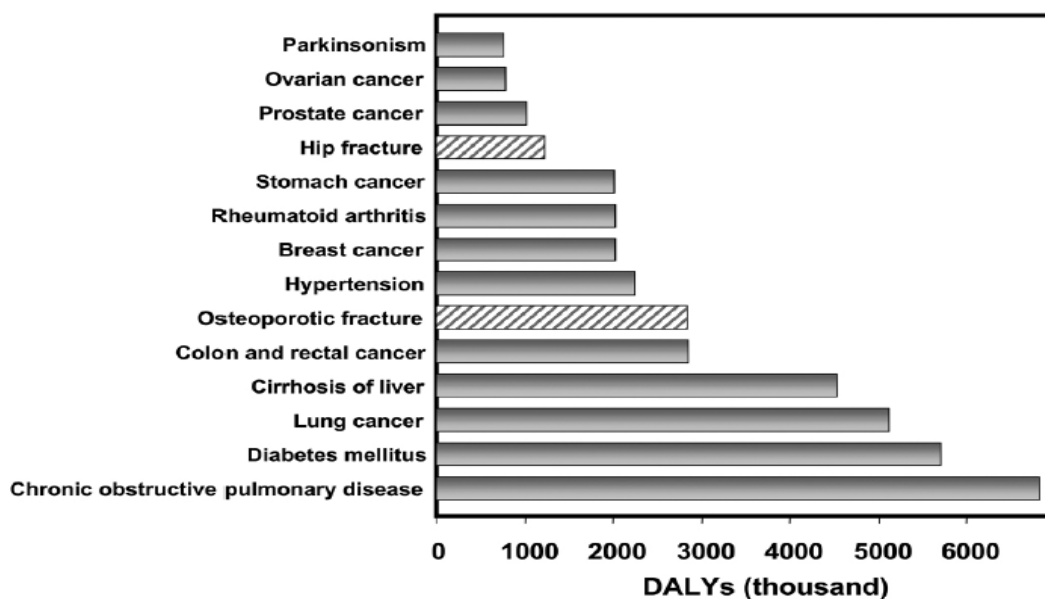


Figure 1 Poids des pathologies en DALYs en 2002, en Europe et en Amérique (combinaisons)⁷

De nombreux moyens sont mis en place pour la prise en charge de cette pathologie et l'accompagnement des patients concernés. Ces moyens peuvent parfois passer par les nouvelles technologies, qui se font de plus en plus présentes dans notre système de santé.

En effet, au cours des dernières décennies, le monde a connu un processus de numérisation extrêmement marqué, et qui ne fait que prendre de plus en plus d'importance depuis Covid-19. Internet est désormais un média de masse. Il y a actuellement 4,5 milliards d'utilisateurs d'Internet (représentant 57% de la population mondiale).⁸ On en parle même comme d'une nouvelle révolution industrielle. L'UNESCO a d'ailleurs publié un courrier sur le sujet en 2018.⁹ Avec la pandémie de Covid-19, ce lent processus a connu une très forte accélération.¹⁰ Cette transformation numérique a également un impact sur le monde de la santé. Ainsi, l'e-santé devient centrale dans le parcours de soins, la pratique médicale, la prise en charge des patients et dans le bon fonctionnement des établissements de santé.

L'e-santé a été définie par John Mitchell comme "*L'utilisation combinée d'internet et des technologies de l'information à des fins cliniques, éducatives et administratives, à la fois localement et à distance*".¹¹ Cette même définition a été relayée par le CNOM (Conseil National de l'Ordre des Médecins) dans un article datant de 2013.¹² Concrètement, la e-santé se traduit par la télé-médecine. Le ministère français de la santé et des solidarités a défini les 5 actes de la télé-médecine comme étant : la téléconsultation, la télé-expertise, la télésurveillance, la télé-assistance et la régulation médicale.¹³ La variété de ces cinq actes nous donne une vision de la vaste portée des outils numériques dans le domaine de la santé.

Avec cette influence croissante des nouvelles technologies sur la gestion de la santé, la médecine connaît le début d'un nouveau paradigme. Dans ce contexte de "révolution numérique de la santé", nous nous tournons de plus en plus vers un nouveau modèle de médecine, caractérisé par quatre « P » : Personnalisée, Préventive, Prédicative et Participative. Personnalisée, car nous disposons de nouveaux moyens pour établir des traitements adaptés

à chaque patient, à ses besoins et à ses caractéristiques (le bon traitement pour le bon patient). Elle est préventive, car, de plus en plus, les actions de santé visent à éviter la survenue de maladies. Elle est prédictive, grâce à l'analyse des données, rendue plus facile par la numérisation. Enfin, elle est participative : en effet, les patients sont responsabilisés grâce à la technologie, avec un accès facilité aux informations et aux outils de soins. Le développement de cette médecine innovante permet une meilleure segmentation de la population, et des programmes de prévention plus efficaces.¹⁴

La numérisation de la santé est un vaste sujet d'actualité, sur lequel de nombreux documents de recherche et articles ont été écrits ces dernières années. Ils traitent souvent d'aspects très spécifiques de la numérisation, ce qui rend difficile d'avoir une vue d'ensemble de ses conséquences sur l'ensemble du parcours du patient. A travers ce projet, nous avons l'intention de rassembler et de résumer de nombreuses sources d'information, afin de donner une vision claire de l'impact de la santé numérique sur la prise en charge des patients atteints d'ostéoporose.

1 Ostéoporose

Physiologiquement, la densité osseuse diminue avec l'âge. Cette diminution est influencée par de nombreux facteurs, tels que les apports vitamino-calciques ou la génétique, qui permettent le maintien d'un équilibre très fin entre la destruction et la formation des os. L'ostéoporose est une perturbation pathologique de cet équilibre. Selon la HAS (Haute Autorité de Santé), il s'agit d'une maladie diffuse du squelette, qui se caractérise par une diminution de la DMO (Densité Minérale Osseuse) et une altération de la microarchitecture osseuse.¹⁵

Chaque année, l'ostéoporose est la cause de plus de 8,9 millions de fractures dans le monde (ce qui équivaut à une fracture toutes les 3 secondes).¹⁶ Les fractures constituent toute la gravité de cette maladie.¹⁵ En moyenne, 1 femme sur 3 et un homme sur 5 âgé de plus de 50 ans auront une fracture ostéoporotique.¹⁷ Dans les pays développés, on observe un risque de 30% à 40% de fracture du poignet, de la hanche ou de la colonne vertébrale. Ce risque est extrêmement proche de celui de souffrir d'une maladie coronarienne.⁷

Les principaux facteurs de risque liés à l'ostéoporose sont les suivants : l'accélération du vieillissement, la baisse de stimulation mécanique (sédentarité), les troubles du métabolisme hormonal et osseux, et la modification de la transcription génétique due au stress.¹⁸

L'ostéoporose est donc une pathologie dont la prise en charge doit adresser un large éventail d'éléments.

1.1 Physiologie osseuse

1.1.1 La structure de l'os

L'os est un tissu conjonctif de soutien minéralisé, constitué essentiellement de collagène, de minéral, et de protéines. On y trouve trois types de cellules : les ostéoblastes (ostéoformateurs), les ostéoclastes (ostéodestructeurs) et les ostéocytes ostéomodulateurs).¹⁹

A l'âge adulte, quand les os atteignent leur maturité, ils acquièrent une structure lamellaire, composée d'os compact (cortical) et d'os spongieux (trabéculaire), comme représenté en FIGURE 2.²⁰

L'os cortical est solide et dense, il forme la partie extérieure de l'os. Cette structure est formée d'ostéons (unité fonctionnelle de l'os, composée de fibres de collagène et d'ostéocytes), organisés en feuillets.²⁰ Cet os compact est entouré du périoste, une couche de tissu conjonctif.²¹

L'os trabéculaire présente quant à lui de nombreuses cavités, connectées entre elles. Il forme la partie intérieure des os. Sa matrice est constituée d'un réseau de fines colonnes réticulées assemblées en trabécules. L'os spongieux permet ainsi de résister aux forces

multidirectionnelles imposées par les mouvements du corps. Les espaces entre les travées sont remplis de moelle osseuse, comme présenté en FIGURE 2.

Entre ces deux parties de l'os, se trouve une membrane, appelée l'endoste.²¹

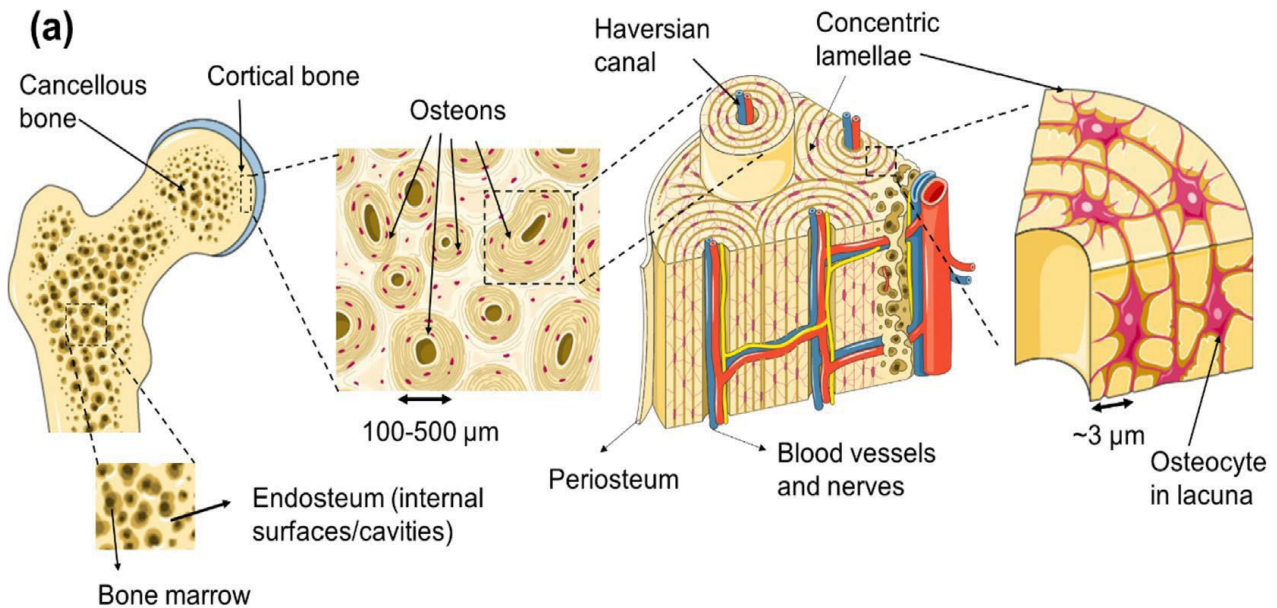


Figure 2 physiologie osseuse²¹

1.1.2 Le remodelage osseux

La croissance de l'os se fait par un processus de construction et de reconstruction, appelés « modelage » et « remodelage ». Durant l'enfance et adolescence, l'os grandira en longueur ainsi qu'en largeur, c'est le modelage. Ce modelage est le processus par lequel les os changent leur forme, en réponse à des facteurs physiologiques et mécaniques (facteurs biomécaniques). Les os peuvent ainsi s'élargir ou changer d'axe, en retirant ou en ajoutant du tissu osseux par l'action indépendante des ostéoblastes et des ostéoclastes.²¹ La loi de Wolff décrit le phénomène selon lequel les os longs changent de forme pour s'adapter aux contraintes qui leur sont imposées.²² Ce phénomène de modelage peut être accru en cas d'hypoparathyroïdie, d'ostéodystrophie rénale ou encore de traitement par des agents anabolisants.²¹

A l'âge adulte, le modelage de l'os laissera place à son remodelage, un processus anabolique de destruction et de régénération du tissu osseux. Ce remodelage osseux est le processus continu par lequel l'os est renouvelé pour maintenir à la fois sa solidité et l'homéostasie minérale. Cela permet de contrer les effets de la fragilité osseuse croissante tout au long de la vie, et donc de maintenir la stabilité structurelle du corps humain.²¹

Contrairement au modelage osseux, où les ostéoblastes et les ostéoclastes agissent de manière indépendante, dans le remodelage, ils travaillent de manière successive dans la même unité de remodelage osseux.²¹

Le remodelage osseux se déroule en quatre étapes :²¹

1. Activation (activation et recrutement des cellules ostéoprogénitrices),
2. Résorption (résorption des cellules ostéoprogénitrices par les ostéoclastes),
3. Inversion (passage de la résorption osseuse à la formation osseuse)
4. Formation (synthèse de la matrice par les ostéoblastes).

Clarke et al. fournissent une explication détaillée de ces phases. Pour résumer ce phénomène, nous pouvons dire que le remodelage implique l'élimination continue de l'os ancien, puis son remplacement par une matrice protéique, qui sera ensuite minéralisée, pour former un nouvel os. La formation et la dégradation de l'os sont étroitement maintenues en équilibre par l'homéostasie et le remodelage osseux. L'unité osseuse responsable du maintien de cet équilibre est l'Unité Multicellulaire de Base (UMB). Cette unité est composée d'ostéoclastes, d'ostéoblastes, de tissu conjonctif, de nerfs et de vaisseaux sanguins.²³

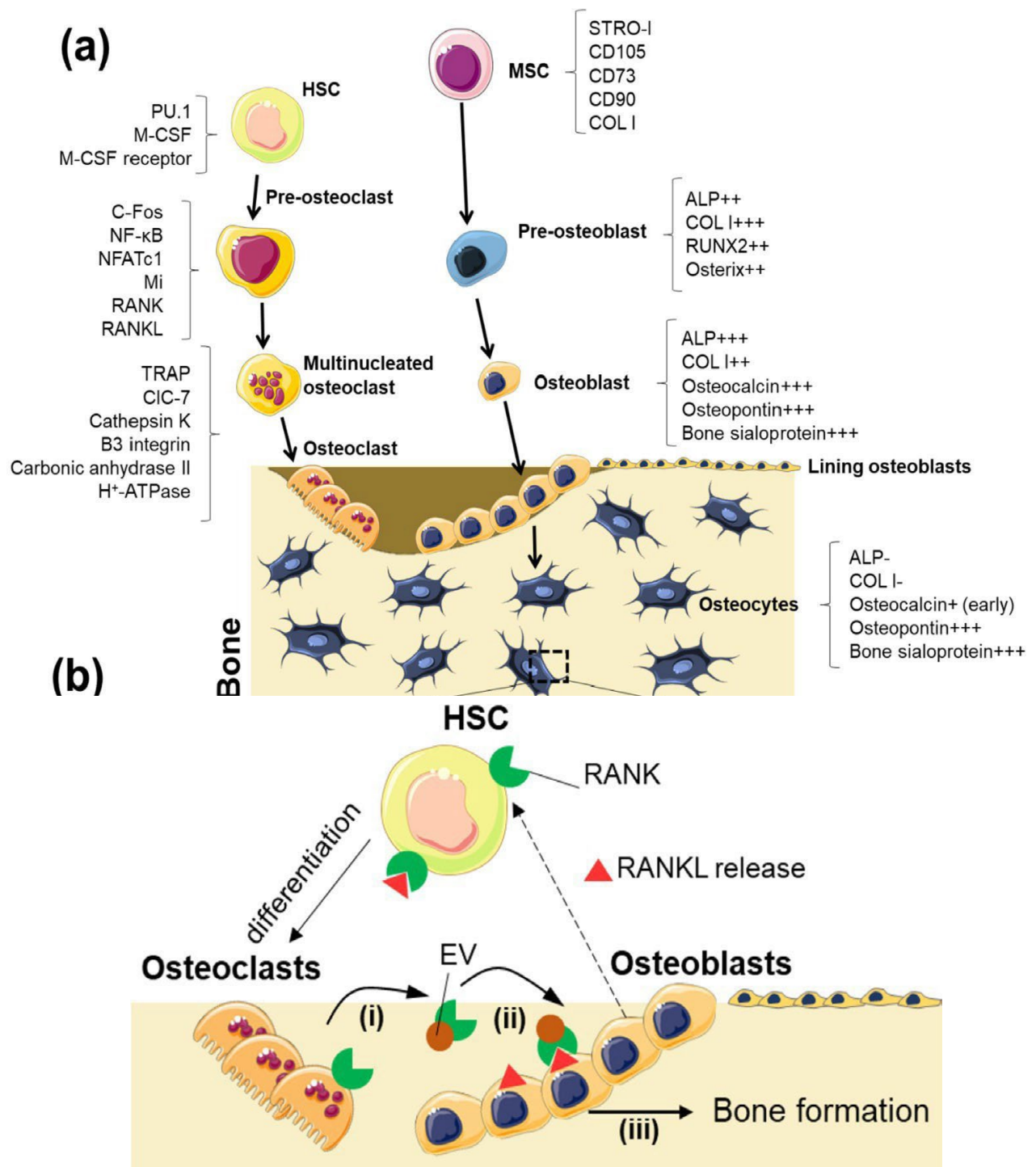


Figure 3 Mécanisme cellulaire de génération tissu osseux²¹

Le système hormonal a une influence très forte sur le remodelage :

❖ L'hormone parathyroïdienne

L'hormone parathyroïdienne, ou PTH, est un polypeptide. Elle permet d'augmenter le taux de calcium dans le sang. Elle agit également sur de nombreux organes, soit directement (sur le rein et les os), soit indirectement (les intestins, via la vitamine D). Le cycle hormonal de la PTH comprend une boucle négative, régulée par le taux de calcium dans le sang. Ainsi, la diminution du taux de calcium dans le sang sera à l'origine de la sécrétion de PTH. La PTH augmente l'activité des récepteurs du ligand RANKL, ce qui provoque l'activation des ostéoclastes, et donc l'augmentation de la calcémie.²⁴

❖ Les œstrogènes

Les œstrogènes influencent les facteurs locaux de régulation des précurseurs des ostéoblastes et ostéoclastes : ils peuvent bloquer la production d'IL-6, provoquant la résorption de l'os.²⁵

❖ La calcitonine

La calcitonine aussi est un polypeptide. Elle est sécrétée par les cellules C de la thyroïde quand la calcémie est élevée. Son rôle est d'inhiber la résorption osseuse en se fixant aux ostéoclastes.²⁶

❖ L'hormone de croissance

L'hormone de croissance, ou Growth Hormone (GH), est une hormone peptidique sécrétée par la glande pituitaire. Elle stimule à la fois la formation et la résorption osseuse, mais cet équilibre penche en faveur de l'ostéoformation.²⁷

❖ Les glucocorticoïdes

Les corticoïdes favorisent la survie des ostéoclastes et l'apoptose des ostéoblastes. Leur action se fait par l'intermédiaire du RANKL (favorisent son activité) et de l'ostéoprotégérine (diminuent sa sécrétion).²⁸

❖ L'hormone thyroïdienne

La TSH, la thyroxine (T4) et la triiodothyronine (T3) stimulent l'activité ostéoblastique. Elles sont à l'origine de l'élongation osseuse au niveau de la plaque épiphysaire des os longs, grâce à la prolifération des chondrocytes. En cas d'hypothyroïdie ou d'hyperthyroïdie, le degré de renouvellement osseux est respectivement faible et élevé.²⁹

1.2 Physiopathologie

On parle d'ostéoporose lorsque l'ostéoclastogénèse excède l'ostéoblastogénèse¹⁸, ce qui engendre une perte de la DMO.³⁰

Plusieurs facteurs peuvent expliquer le dérèglement de cet équilibre, en particulier le vieillissement, l'excès de glucocorticoïdes, ou plus fréquemment, la ménopause.³⁰

L'ostéoporose cortisonique est la conséquence iatrogénique d'une corticothérapie au long cours. Une corticothérapie est dite « au long cours » si le patient prend une dose supérieure ou égale à 7,5 mg/j d'équivalent prednisone, pendant au moins 3 mois. Ce type de traitement engendre une baisse rapide de la masse osseuse, principalement lors de la première année de traitement. Cette perte osseuse résulte d'une augmentation précoce, mais transitoire, de la résorption osseuse et d'une diminution, plus tardive mais continue, de la formation osseuse. Un traitement préventif de l'ostéoporose doit donc être envisagé dès que la dose quotidienne de corticoïdes atteint ou dépasse 7,5 mg d'équivalent prednisone et que la durée prévisible de la corticothérapie est supérieure à 3 mois.³¹

Suite à la ménopause, le niveau d'œstrogènes des femmes va chuter, induisant une augmentation du turnover osseux, ainsi qu'une variation importante du taux des cellules inflammatoires (lymphocytes B et T, monocytes, cytokines).³⁰ Ces variations seront à l'origine de nombreux mécanismes, tels que l'apoptose des cellules osseuses, une réaction inflammatoire, l'autophagie du tissu osseux, l'apparition d'ARN non codant, ou encore la méthylation de l'ADN. Ainsi, on observera une perte de la DMO, associée à une destruction de la structure trabéculaire, et en conséquence, une augmentation du risque de fracture.³¹

1.2.1 Apoptose

Le tissu osseux est principalement constitué d'ostéocytes, les cellules filles des ostéoblastes. Dans un tissu sain, ces cellules ont une durée de vie de plusieurs décennies.³² Une étude de Jilka, effectuée sur des souris, a montré que l'augmentation de l'apoptose des ostéocytes est en partie responsable de l'ostéoporose, qu'elle soit cortico-induite, due à une déficience stéroïdienne ou à l'âge.³³

1.2.2 Réaction inflammatoire

Le rôle du système immunitaire dans le développement de l'ostéoporose se joue principalement au travers de la déficience oestrogénique et de l'hyperparathyroïdie secondaire. En effet, un des effets indirects de la déficience stéroïdienne est une inflammation chronique de bas grade (déséquilibre dans l'expression des cytokines et altération de la morphologie des cellules immunitaires). On observe en effet une augmentation des cytokines pro-inflammatoires, comme les interleukines 1 et 6, le TNF- α , le M-CSF et les prostaglandines. La plus-part de ces cytokines favorisent la différenciation des cellules mononucléaires en ostéocytes. Le TNF- α a aussi la particularité d'augmenter l'apoptose des ostéoblastes et d'inhiber celle des ostéoclastes.³²

1.2.3 Autophagie

On observe chez les populations âgées la suppression ou la diminution de l'efficacité de l'autophagie, ce qui peut entraîner une perte de DMO. En outre, l'insuffisance en vitamine D est un facteur de risque important : la vitamine D3 augmente les niveaux de calcium cytoplasmique, ce qui favorise l'autophagie.³²

L'action de la vitamine D sur le métabolisme phosphocalcique passe par l'action de la PTH comme décrit en FIGURE 4. La PTH est composée de 84 acides aminés, c'est le principal régulateur du métabolisme phosphocalcique. Elle stimule l'absorption intestinale du calcium et le remaniement osseux (dont l'ostéolyse).³⁵

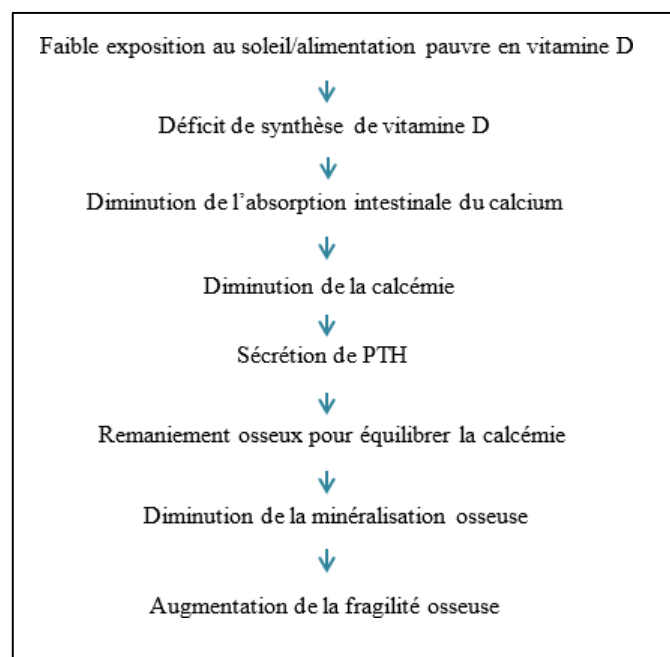


Figure 4 Physiopathologie de l'ostéoporose³⁶

1.2.4 Modifications de l'ARN non codant

L'ARN non codant joue un rôle dans l'apparition et la progression de nombreuses maladies.³² C'est aussi le cas de l'ostéoporose, comme démontré dans une analyse systématique faite par Jin en 2018.³⁷ Cette analyse montre une surexpression des Lnc ARN, mARN, circARN et miARN dans la population ostéoporotique post-ménopause. En effet, la diminution des LncARN augmentent la différenciation ostéogénique des cellules souches, améliorant ainsi la densité osseuse. Les circARN, quant à eux, régulent à la hausse les ostéoclastes par rapport aux monocytes. La population ostéoporotique, surexprimant ces circARN, verrait donc une augmentation des *ostéoclastes*. Les miR-99b-5p et miR-758-3p facilitent la différenciation des ostéoclastes. La population ostéoporotique, surexprimant ces ARN non codants, verrait donc une diminution de la différenciation ostéogénique et une plus grande différenciation ostéoclastique.³⁷

1.2.5 Méthylation de l'ADN

La recherche récente a démontré que les altérations épigénétiques étaient liées au déséquilibre homéostatique entre l'ostéoformation et l'ostéolyse.²⁵ C'est Reppe qui a démontré l'association entre la méthylation de l'ADN et le risque de fracture chez les femmes ménopausées, dans une étude sur 84 biopsies osseuses.³⁸

1.3 Conséquences de l'ostéoporose chez le patient

La conséquence principale de l'ostéoporose est la hausse du risque de fractures (principalement aux poignets, col du fémur, et vertèbres) à la suite d'un faible traumatisme (équivalent au plus à une chute de sa propre hauteur).¹⁵ On parle de fractures de fragilité, qui peuvent avoir pour conséquence une perte de mobilité, de nombreuses comorbidités, ou même une mort prématurée.³⁹ Selon la Fondation Internationale de l'Ostéoporose, elles sont définies comme « des fractures résultant de traumatismes de basse énergie, comme une chute de sa propre hauteur ». ⁴⁰ A travers le monde, leur prévalence est de 9 millions par an, soit une toutes les 3 secondes. Un patient ayant déjà eu une fracture de fragilité a 86% de risque d'en avoir une deuxième par la suite. ³⁹

Ces données montrent l'importance du traitement et de la prévention de l'ostéoporose.

2 Parcours du patient ostéoporotique

Selon le Ministère de la Santé et de la Prévention, le parcours patient est « la prise en charge globale, structurée et continue des patients, au plus près de chez eux. ». Trois niveaux de prise en charge ont été identifiés :⁴¹

- Les parcours de santé, qui articulent l'ensemble des soins, de la prévention au retour à domicile après la prise en charge
- Les parcours de soins, qui permettent l'accès aux consultations et lieux de soins
- Les parcours de vie, qui intègre l'environnement du patient : entourage, scolarisation, prévention de la désinsertion professionnelle, réinsertion, logement...

En France, le parcours du patient (ou parcours de soins) de rhumatologie a été mis en place le 1^{er} juillet 2005. Son objectif est d'offrir aux patients la possibilité de déclarer leur médecin traitant à leur caisse d'assurance maladie. Le médecin traitant peut être un médecin généraliste ou un spécialiste. Le patient peut consulter un rhumatologue, dans le cadre de son parcours de soins, ou en dehors du parcours de soins. La consultation et les éventuels actes médicaux sont tous deux inclus dans le parcours du patient, ainsi que son passage à l'ambulatoire, son suivi par des bilans, l'éducation thérapeutique...⁴²

2.1 Diagnostic et évaluation de la sévérité

Le diagnostic de l'ostéoporose se fait par ostéodensitométrie, qui permet de mesurer la DMO.⁴³ Etant donné que le risque de fracture est influencé par de très nombreux facteurs (TABLEAU 1), la mesure de la DMO est également utilisée comme un moyen d'estimation du risque de fracture et de ses conséquences cliniques.⁴⁴

Age
Sex
Low body mass index
Previous fragility fracture, particularly of the hip, wrist and spine, including morphometric vertebral fracture in adult life
Parental history of hip fracture
Glucocorticoid treatment (≥ 5 mg prednisolone daily or equivalent for 3 months or more)
Current smoking
Alcohol intake 3 or more units daily
Causes of secondary osteoporosis
•Rheumatoid arthritis
•Untreated hypogonadism in men and women, e.g. premature menopause, bilateral oophorectomy or orchidectomy, anorexia nervosa, chemotherapy for breast cancer, hypopituitarism, androgen deprivation therapy in men with prostate cancer
•Inflammatory bowel disease, e.g. Crohn's disease and ulcerative colitis. It should be noted that the risk is in part dependent on the use of glucocorticoids, but an independent risk remains after adjustment for glucocorticoid exposure.
•Prolonged immobility, e.g. spinal cord injury, Parkinson's disease, stroke, muscular dystrophy, ankylosing spondylitis
•Organ transplantation
•Type 1 and type 2 diabetes
•Thyroid disorders, e.g. untreated hyperthyroidism, thyroid hormone suppressive therapy
•Chronic obstructive pulmonary disease

Tableau 1 Facteurs de risque utilisés pour l'estimation du risque de fracture, selon l'OMS⁴⁴

En comparant la DMO à une valeur de référence, on peut calculer le T-score ou le Z-score, et évaluer la fragilité osseuse. Le T-score décrit le nombre de Deviations Standards (DS) par lesquelles la DMO d'un patient s'éloigne de la moyenne attendue chez un individu en bonne santé. Une ostéoporose est qualifiée de sévère lorsque le T-score $\leq -2,5$ sur la colonne vertébrale (TABLEAU 2). Dans de nombreux pays, ce score fait office à la fois un critère de diagnostic et un seuil d'intervention.^{7, 43, 44} Le Z-score décrit le nombre de DS par lesquelles la DMO d'un patient s'éloigne de la moyenne attendue selon son âge et son sexe (plus utilisé chez les enfants et les adolescents).⁴⁴ Pour mesurer la DMO, on utilise principalement la densitométrie (dual energy X-ray absorptiometry).⁷

Measurement site	Technique	T-score at 60 years	WHO classification	Prevalence of osteoporosis (%)
Spine	QCT	-2.5	Osteoporosis	50
Spine	Lateral DXA	-2.2	Low bone mass	38
Spine	DXA	-1.3	Low bone mass	14
Forearm	DXA	-1.4	Low bone mass	12
Heel	Achilles	-1.5	Low bone mass	11
Total hip	DXA	-0.9	Normal	6
Heel	Sahara	-0.7	Normal	3

Tableau 2 Estimation du T-score et de la prévalence de l'ostéoporose en fonction du site de mesure⁴⁴

Cependant, aujourd'hui, le diagnostic ne repose plus uniquement sur la DMO. Il prend également en compte un ensemble de facteurs de risque. Ces dernières années, une série de méta-analyses ont été effectuées pour identifier les facteurs de risque utilisables pour le diagnostic et la prévention de l'ostéoporose.⁴⁵⁻⁴⁹ Dans cet esprit de combiner DMO et facteurs de risque comme critères de diagnostic et de décision, des outils de calcul de la probabilité de fracture ont été développés. Pour obtenir un outil qui soit applicable par tous, les facteurs déterminés devaient être significatifs et utilisables dans un contexte international, et leur valeur prédictive devaient être stable dans le temps. Un autre critère de choix de ces facteurs de risque était leur réversibilité. Par exemple, l'âge est un facteur irréversible, mais le risque de fracture lié à l'âge est un facteur réversible.⁴⁴ Les seuils d'intervention sont le plus souvent basés sur une probabilité de fracture à 10 ans.⁷ Un exemple de ces outils est le calculateur FRAXTM (<https://frax.shef.ac.uk/FRAX/tool.aspx?lang=fr>), développé par l'OMS. La liste des facteurs ciblés par le FRAX est récapitulée dans le TABLEAU 1.⁴⁴

L'addition de ces deux techniques (mesure de la DMO et prise en compte des facteurs de risque) permet d'estimer plus précisément le risque de fractures. En effet, la mesure de la DMO a une forte spécificité, mais une faible sensibilité : si le risque de fracture est important quand la DMO est faible, une DMO normale n'exclut pas un risque de fracture.⁷

En réalité, les fractures sont souvent l'évènement déclencheur de la prise en charge de l'ostéoporose, et de nombreux patients ne sont pas évalués après une fracture.⁵⁰

Pour pallier ce manque, des filières de prise en charge de l'ostéoporose se mettent en place à travers le monde. La première a été créée à Glasgow, sous le nom de « Fracture Liaison Service » (FLS). Cette structure a pour objectif de coordonner la prise en charge du patient entre les différents services impliqués (urgence, orthopédie, radiologie, services de prise en charge la pathologie osseuse et le risque de chute).^{50,51} Au cours des 18 premiers mois de fonctionnement, plus de 4 600 patients souffrant de fractures de la hanche, du poignet et d'autres sites ont été examinés par les infirmières spécialisées du FLS. La DMO a dû être calculée pour près des trois quarts de ces patients. Dans l'ensemble, 82,3 % des patients ayant

bénéficié d'une ostéodensitométrie se sont révélés ostéoporotiques. Un traitement a été recommandé à environ 20 % des patients sans qu'il soit nécessaire de procéder à un test de DMO.^{50,51} En France, on dénombre une cinquantaine de ces filières.⁵¹

Une étude de L. Boudou faite en 2011 a montré une forte adhérence (à court et long terme) aux traitements anti-ostéoporotique quand ceux-ci avaient été initiés au sien de ces filières. Sur les 155 patients évalués, 90,3% d'entre eux ont commencé le traitement. 80% le prenaient toujours après 1 an, et 67,7% après 27 mois.⁵²

2.2 Gestion non pharmacologique de l'ostéoporose

La prise en charge non médicamenteuse de l'ostéoporose comprend deux aspects : la gestion de la mobilité et du risque de chutes, et l'adaptation de la nutrition du patient.

2.2.1 Mobilité et chutes

L'immobilisation est une cause importante de la perte de densité osseuse. Un patient alité peut perdre en une semaine ce qu'il aurait perdu en un an s'il n'avait pas été immobilisé. L'exercice fait donc partie intégrante de la prise en charge de l'ostéoporose. La physiothérapie, par exemple, est un élément clé dans la rééducation des patients après une fracture de fragilité.

Un des effets bénéfiques indirects de ces exercices est d'éviter les chutes, en améliorant la confiance du patient et sa coordination. La quantité d'exercices et la force nécessaires ne sont pas précisément connues, mais l'augmentation régulière de la force requise dans les exercices permet le maintien de la masse osseuse (par stimulation de la formation et diminution de la résorption).⁴⁴

Les conséquences principales des chutes sont les fractures (principalement aux poignets, col du fémur, et vertèbres).¹⁵ On parle de fractures de fragilité, qui peuvent avoir pour conséquence une perte de mobilité, de nombreuses comorbidités, ou même une mort prématurée. Un patient ayant déjà eu une fracture de fragilité a 86% de risque d'en avoir une deuxième par la suite.³⁹ Les femmes ayant souffert d'une fracture de la hanche, par exemple, voient leur taux de mortalité passer de 12% à 20% en comparaison de celles n'en ayant pas eu.⁵³

De nombreux autres facteurs peuvent être pris en compte pour éviter les chutes : mobilité réduite ou handicap, troubles de la marche ou de l'équilibre, troubles neuromusculaires ou neuro-squelettiques, âge, troubles de la vision, troubles cardiaques, troubles neurologiques, antécédent de chute, traitements médicamenteux, troubles cognitifs.⁴⁴ La prévention des chutes est donc multifactorielle, et l'impact de certains de ces facteurs peut être diminué par de simples actions.

Pour que la prévention des chutes soit efficace, elle doit cibler les bons facteurs, spécifiques à chaque patient. Il est donc essentiel de débiter par le recueil des antécédents de chute du patient, ainsi que de leurs conséquences (physiques et psychologiques). Toujours en amont de la prévention, il est conseillé de d'évaluer la marche ainsi que l'équilibre du patient.⁵⁴

Pour une prévention efficace, il faut : ^{44, 54}

- Traiter les troubles ophtalmologiques
- Palier aux éventuelles carences en vitamine D et calcium
- Réduire les facteurs risques environnementaux de chute au domicile (retrait des tapis du salon, pose d'un tapis antidérapant à l'intérieur et à l'extérieur de la douche, installation d'un tabouret de douche...
- Adapter les chaussures du patient
- Mettre en place une activité physique régulière. La marche et les exercices d'équilibre sont particulièrement recommandés.
- Diminuer ou arrêter des traitements inducteurs de chute (psychotropes, benzodiazépine, hypotenseurs...)

On préconise d'ailleurs une réévaluation du rapport bénéfice/risque de l'ensemble des traitements du patient. Malgré ces recommandations, il est rare que les médicaments associés à un risque de chute soient arrêtés après une fracture de fragilité. Il y a autant de patients qui arrêtent leurs traitements que de patients qui démarrent de nouveaux traitements à risque de chute.

2.2.2 Nutrition

Un régime alimentaire avec un apport suffisant en calcium, en vitamine D et en protéine permet une meilleure santé osseuse, réduisant ainsi le risque d'ostéoporose et de fractures.⁴⁴

En plus de cela, l'arrêt du tabac et la diminution de la consommation d'alcool sont recommandés.³⁹

2.2.2.1 Apport en calcium

Comme nous l'avons vu précédemment, l'hypocalcémie est une des causes du remaniement osseux.³⁵ La Fondation Internationale d'Ostéoporose recommande la prise de 1200 mg de calcium par jour, que ce soit par le régime alimentaire ou par une supplémentation.³⁹ D'après l'Anses (agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), les principales sources alimentaires de calcium sont : les produits laitiers, les légumineuses, les fruits à coque, les produits céréaliers, certains légumes-feuilles (choux, blettes, épinards, etc.), les fruits de mer et certaines eaux très riches en calcium.⁵⁶

2.2.2.2 Apport en vitamine D

En causant une hyperparathyroïdie secondaire, la carence en vitamine D peut entraîner une déminéralisation, associée à une résorption osseuse excessive.⁵⁷ Le GRIO (Groupe de Recherche et d'Information sur les Ostéoporoses) recommande la prise quotidienne de 800 à 1200 UI de vitamine D, et ce pour tous les adultes de plus de 50 ans.⁵⁸ Le GRIO a publié en 2020 un tableau des apports possibles en vitamine D par les aliments, comme décrit en FIGURE 5, ainsi que des recommandations pour un apport en vitamine D par supplémentation, expliquées en FIGURE 6.

	Ration quotidienne nécessaire pour couvrir les besoins	Ration hebdomadaire nécessaire pour couvrir les besoins
Huile de foie de morue	1,5 cuillère à café	10,5 cuillères à café
Girolles	12 portions de 60 g	84 portions de 60 g
Hareng au vinaigre	2 portions de 60 g	14 portions de 60 g
Sardines à l'huile	20 sardines	140 sardines
Œuf dur	22 œufs moyens	154 œufs moyens
Foie de veau	50 tranches de 100 g	350 tranches de 100 g
Beurre	5 plaquettes de 250 g	35 plaquettes de 250 g

Figure 5 Apport en vitamine D par l'alimentation⁵⁸

Chez les patients ostéoporotiques ou à risque d'ostéoporose

Dans l'attente de la possibilité d'administration journalière, on continue une administration espacée en privilégiant les doses les moins fortes et un espacement plus court (l'avantage est probablement une meilleure observance/adhérence par rapport à une administration journalière)

- Dans un 1^{er} temps, prescrire une **dose de « recharge »** :

50 000 UI de vitamine **D3** par **semaine** pendant **8 semaines** chez les patient(e)s qui ont une **25OHD < 20 ng/mL**

50 000 UI de vitamine **D3** par **semaine** pendant **4 semaines** chez les patient(e)s qui ont une **25OHD entre 20 et 30 ng/mL**

- Après cette phase de **recharge**, prescrire un « **traitement d'entretien** » :

50 000 UI par **mois** de vitamine **D3**

- Après **3 à 6 mois** sous ce « **traitement d'entretien** », redoser la **25OHD** :

Si la **25OHD** est toujours **< 30 ng/mL**, on peut :

- ou réduire l'intervalle entre les prises (par ex : **50 000 UI** toutes les **2 semaines**)
- ou augmenter la posologie (par ex : **80 000** ou **100 000 UI** par **mois**)

Si la **25OHD** est **> 60 ng/mL** (situation exceptionnelle) :

- la seule solution est contradictoire avec les recommandations précédentes
- Il faut espacer davantage les prises (par ex : **50 000 UI** tous les **2 mois**) en attendant une éventuelle disponibilité de formes moins dosées.

Figure 6 Modalités pratiques de substitution en cas d'insuffisance, de déficit ou de carence en vitamine D⁵⁸

2.3 Traitement médicamenteux de l'ostéoporose

2.3.1 Les molécules de l'ostéoporose

Les traitements médicamenteux de l'ostéoporose se séparent en deux catégories : les anti-résorbants et les anabolisants.⁵⁹

Les anti-résorbants sont les biphosphonates, le dénosumab et le raloxifène. Ces molécules inhibent l'activité des ostéoclastes, réduisant ainsi la résorption osseuse et la perte de densité osseuse.⁵⁹

Le seul anabolisant ayant une AMM en France est le tériparatide. Cette molécule stimule le récepteur de l'hormone parathyroïdienne, augmentant l'activité des ostéoblastes, et donc la formation osseuse.⁵⁹

Le Romosozumab est un anti-corps monoclonal spécifique de la sclérostine. Il s'agit du seul médicament ayant à la fois des propriétés anti-résorbantes et anabolisantes.^{59,60}

2.3.1.1 Biphosphonates

Les biphosphonates (ou bisphosphonates) sont un groupe de plusieurs molécules : L'alendronate, le risédronate et le zolédronate.⁶¹

L'alendronate (Fosamax® et génériques, Steovess®, Bonasol®), le risédronate (Actonel® et génériques) et le zolédronate (Aclasta® et génériques) sont indiqués et remboursés dans le traitement de l'ostéoporose post-ménopausique, pour réduire le risque de fracture vertébrale et de hanche chez les patientes à risque élevé de fracture. Ils se différencient entre eux par d'éventuelles autres indications (ostéoporose cortisonique, ostéoporose masculine, etc.), leur tolérance et leurs précautions d'emploi, ainsi que leur rythme et leur voie d'administration.³¹

❖ Mécanisme d'action

Les bisphosphonates se déposent à la surface de l'os, et sont captés par les ostéoclastes lors de la digestion de la matrice osseuse. Ils inhibent alors, au sein des ostéoclastes, la voie métabolique du mévalonate ainsi que la prénylation de certaines protéines de signalisation. Ces ostéoclastes ne sont donc plus activés, ce qui empêche la résorption osseuse.⁶²

❖ Posologie et mode d'administration

La posologie recommandée est de :

- Alendronate : 1 comprimé à 70 mg une fois par semaine (voie orale).⁶³
- Risédronate : 1 comprimé à 35 mg, une fois par semaine (voie orale). Le comprimé doit être pris le même jour de la semaine, chaque semaine.⁶⁴
- Zolédronate : 5mg par perfusion intra-veineuse, une fois par an.⁶⁵

Le bisphosphonate par voie orale doit être pris à jeun et au moins 30 minutes avant le repas, debout ou assis (sans se recoucher ensuite), et avec un grand verre d'eau plate peu minéralisée, afin de réduire le risque de lésion œsophagienne. En revanche, Actonel® en comprimé gastro-résistant (risédronate) doit être pris immédiatement après le petit-déjeuner.^{31,63,64}

❖ Contre-indications

Communes à toutes les molécules : Hypersensibilité à la substance active ou à l'un des excipients ; Hypocalcémie.^{63,64,65}

Alendronate : Anomalies de l'œsophage et autres facteurs qui retardent le transit œsophagien tels que sténose et achalasie ; Incapacité de se mettre debout ou de se tenir assis en position verticale pendant au moins 30 minutes.⁶³

Risédronate et zolédronate : Grossesse et allaitement. Insuffisance rénale sévère.^{64,65}

❖ Précautions d'emploi

Il est recommandé d'effectuer un bilan bucco-dentaire préalable suivi des soins nécessaires, en raison du risque exceptionnel d'ostéonécrose mandibulaire. Ce bilan devra être répété au moins une fois par an pendant toute la durée du traitement.³¹

2.3.1.2 *Dénosumab*

Le Dénosumab (Prolia®) est indiqué dans le traitement de l'ostéoporose chez les femmes ménopausées et les hommes à risque élevé de fractures.^{31,66}

❖ Mécanisme d'action

Le dénosumab est un anticorps monoclonal inhibiteur des ostéoclastes. Il se lie de façon spécifique au RANKL avec une forte affinité, empêchant l'activation du récepteur RANK situé à la surface des ostéoclastes et de leurs précurseurs. Ce blocage inhibe la formation, la fonction et la survie des ostéoclastes, diminuant ainsi la résorption osseuse.^{31,66}

❖ Posologie et mode d'administration

La posologie recommandée est de 60 mg de dénosumab administré en dose unique une fois tous les six mois, par injection sous-cutanée.⁶⁶ Son utilisation est à limiter en deuxième intention.³¹

❖ Contre-indications

Hypersensibilité à la substance active ou à l'un des excipients ; Hypocalcémie.⁶⁶

❖ Précautions d'emploi

Le risque d'ostéonécrose de la mâchoire lié à la prise de dénosumab est similaire à celui observé avec les bisphosphonates.³¹

Il y a également un risque de rebond du remodelage osseux lors de l'arrêt du traitement. Ceci peut conduire à des fractures vertébrales multiples, ce qui implique une attention particulière sur l'observance, et le relai par un traitement antirésorbeur par bisphosphonates à l'interruption du traitement. L'exposition préalable aux bisphosphonates limiterait cet effet rebond.³¹

2.3.1.3 Raloxifène

Le Raloxifène (Evista® et Optruma®) est indiqué en prévention et traitement de l'ostéoporose post-ménopausique pour réduire le risque de fracture vertébrale, chez les patientes ayant une ostéoporose rachidienne à faible risque de fracture du col du fémur, âgées de moins de 70 ans, sans facteur de risque thrombo-embolique veineux et dont la carence vitamino-calcique aura été corrigée.³¹

❖ Mécanisme d'action

Le raloxifène est un modulateur sélectif de l'activation des récepteurs aux œstrogènes. Il agit comme un agoniste sur l'os.⁶⁷

❖ Posologie et mode d'administration

La posologie recommandée est d'1 comprimé par jour (voie orale).⁶⁷

❖ Contre-indications

Hypersensibilité à la substance active ou à l'un des excipients ; Antécédents d'accidents thrombo-emboliques veineux ou accident thromboembolique veineux en évolution ; Insuffisance hépatique ; Insuffisance rénale sévère ; Saignement génital inexpliqué ; Signes ou symptômes de cancer de l'endomètre.⁶⁷

Le raloxifène ne doit pas être utilisé chez les femmes en âge de procréer.⁶⁷

❖ Précautions d'emploi

Il faut tenir compte des symptômes de la ménopause, des effets sur l'utérus et le sein et des risques cardio-vasculaires du patient. Le raloxifène doit être utilisé avec précaution chez les femmes ayant un antécédent d'accident vasculaire cérébral (AVC) ou des facteurs de risque importants d'AVC.³¹

2.3.1.4 *Tériparatide*

Le tériparatide (Forsteo®) est indiqué chez les patients ayant au moins deux fractures vertébrales, dans trois indications :³¹

- Traitement de l'ostéoporose post-ménopausique pour réduire le risque de fracture vertébrale et périphérique, mais non de la hanche
- Traitement de l'ostéoporose chez les hommes
- Traitement de l'ostéoporose chez les femmes et les hommes recevant une corticothérapie au long cours par voie générale.

❖ Mécanisme d'action

Le tériparatide représente la substance active de la parathormone humaine endogène. Les actions physiologiques de la PTH incluent la stimulation de la formation osseuse par des effets directs sur les cellules de la formation osseuse (ostéoblastes), augmentant donc indirectement l'absorption intestinale du calcium, la réabsorption tubulaire du calcium et l'excrétion rénale du phosphate.⁶⁸

❖ Posologie et mode d'administration

La posologie recommandée du tériparatide est de 20 microgrammes administrés une fois par jour, par voie sous-cutanée. La durée totale maximale de traitement avec FORSTEO doit être de 24 mois, non renouvelables.⁶⁸

❖ Contre-indications

Hypersensibilité à la substance active ou à l'un des excipients ; Grossesse et allaitement ; Hypercalcémie ; Insuffisance rénale sévère ; Maladies métaboliques osseuses autres que l'ostéoporose primitive ou l'ostéoporose cortisonique ; Elévation inexpliquée des phosphatases alcalines ; Antécédent de radiothérapie du squelette par méthode conventionnelle ou par implant ; Tumeurs osseuses malignes ou métastases osseuses.⁶⁸

2.3.1.5 Romosozumab

Le Romosozumab (Evenity®) est indiqué dans le traitement des patientes ménopausées d'âge < 75 ans atteintes d'ostéoporose sévère avec un antécédent de fracture sévère et sans antécédent de coronaropathie. Il n'est cependant pas remboursé actuellement.³¹

❖ Mécanisme d'action

Le romosozumab est un anticorps monoclonal humanisé (IgG2) qui se lie à la sclérostine et l'inhibe, augmentant ainsi la formation osseuse due à l'activation des cellules bordantes de l'os, ainsi que la production de matrice osseuse par les ostéoblastes et le recrutement des cellules ostéoprogénitrices. De plus, le romosozumab entraîne des changements dans l'expression des médiateurs des ostéoclastes, ce qui diminue la résorption osseuse. Combinés, ces deux effets d'augmentation de la formation osseuse et de diminution de la résorption osseuse entraînent une augmentation rapide de la masse osseuse trabéculaire et corticale, ainsi que des améliorations de la structure et de la résistance des os.⁶⁹

❖ Posologie et mode d'administration

La dose recommandée est de 210 mg, administrée en deux injections sous-cutanées de 105 mg chacune, une fois par mois pendant 12 mois. Une fois le traitement par romosozumab terminé, il est recommandé de passer à un traitement inhibiteur de la résorption osseuse afin de prolonger le bénéfice obtenu au-delà de 12 mois.⁶⁹

❖ Contre-indications

Hypersensibilité à la substance active ou à l'un des excipients mentionnés ; Hypocalcémie ; Antécédents d'infarctus du myocarde (IDM) ou d'AVC.⁶⁹

❖ Précautions d'emploi

L'évaluation de la balance bénéfice/risque d'un traitement par romosozumab doit tenir compte du risque de fracture encouru par le patient au cours de l'année à venir, ainsi que de son risque cardiovasculaire. Une hypocalcémie transitoire a également été observée chez les patients recevant le romosozumab, les patients atteints d'insuffisance rénale sévère ou sous dialyse présentent donc un risque accru de développer une hypocalcémie. Des cas d'ostéonécrose de la mâchoire ont été rapportés chez des patients recevant le romosozumab.⁶⁹

2.3.2 Stratégie thérapeutique dans l'ostéoporose

La Haute Autorité de Santé a publié des recommandations quant à la stratégie thérapeutique à adopter pour le traitement de l'ostéoporose post-ménopausique et de l'ostéoporose cortisonique, décrites en FIGURES 7 et 8.

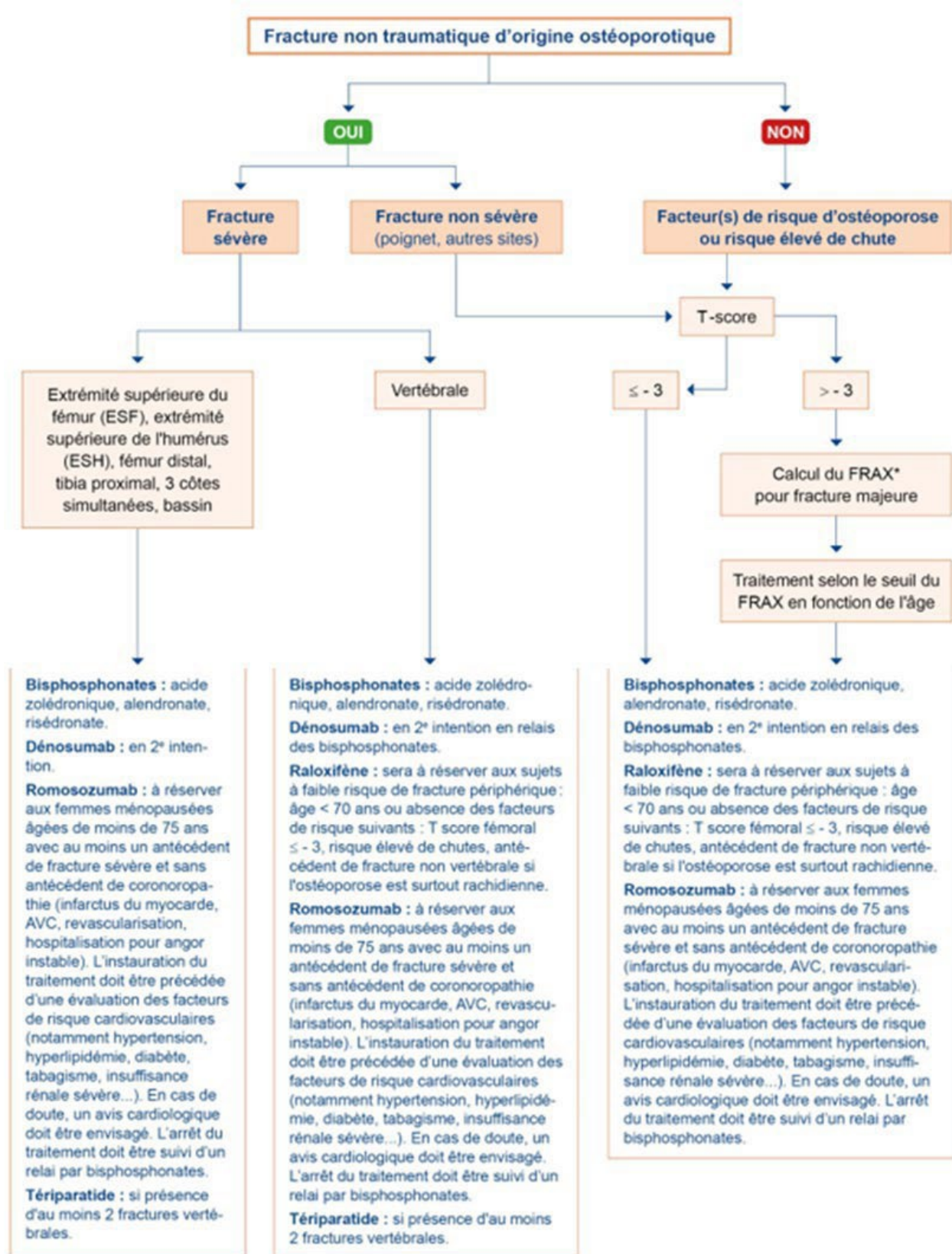


Figure 7 Stratégies dans l'ostéoporose post-ménopausique³¹

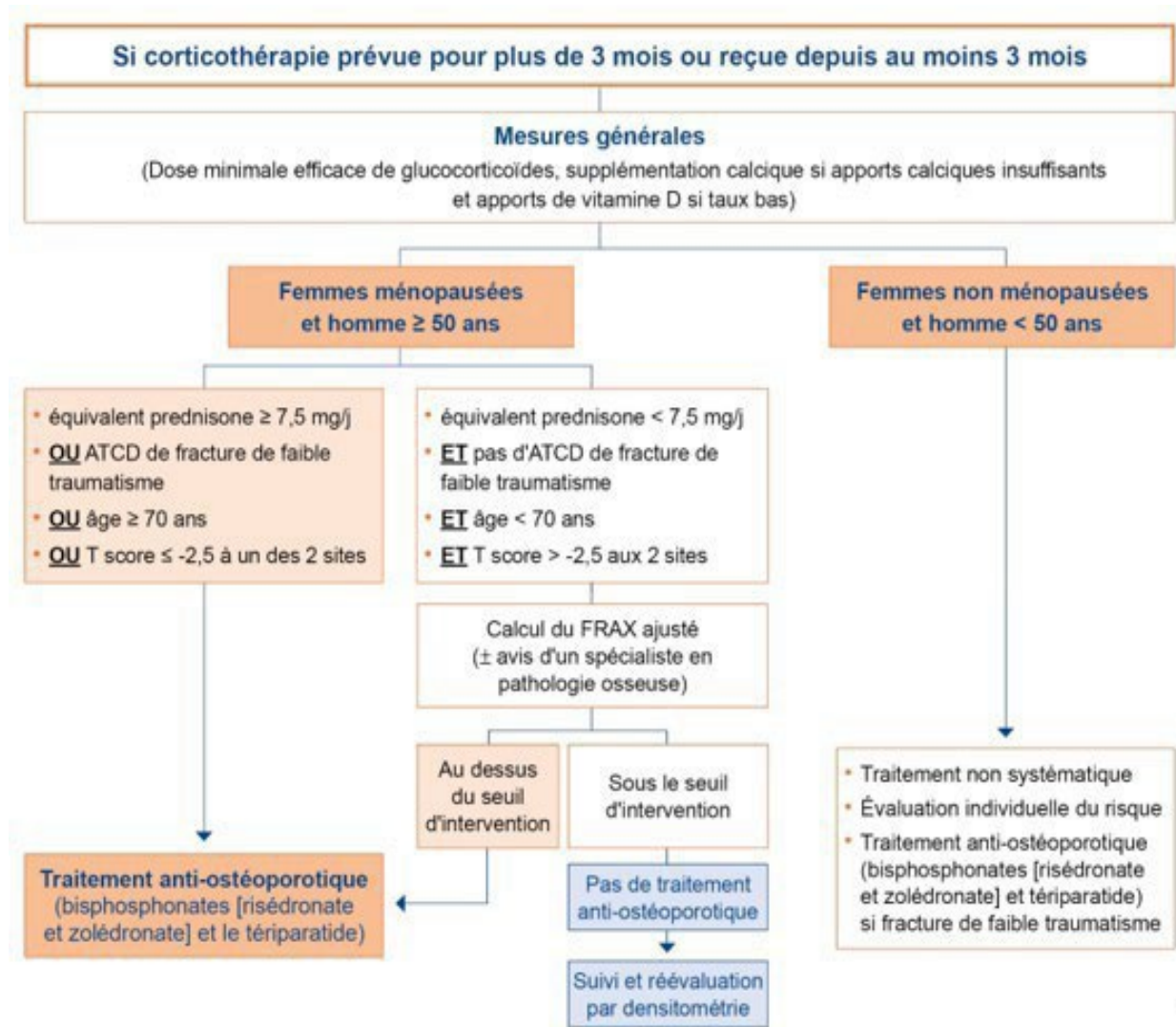


Figure 8 Stratégies dans l'ostéoporose cortisonique³¹

3 La numérisation du parcours patient en santé

L'essor et le développement des nouvelles technologies ont un impact considérable sur les habitudes des populations. La manière dont nous recherchons des informations, évaluons et comparons les services et les produits a radicalement changé.⁵⁹ Ces changements s'appliquent également au domaine de la santé. Cette évolution exige une adaptation de l'ensemble du système de santé.

Par exemple, on observe un fort développement des applications de santé, qui se révèlent être des outils utiles et d'une importance grandissante dans l'amélioration de la prise en charge des maladies chroniques.⁷⁰ Ces applications permettent une interaction efficace entre les patients et les médecins, une amélioration de la prise de décision clinique et de meilleurs résultats pour les patients. En outre, les applications de santé mobile peuvent aider les gens à gérer leur propre santé, à promouvoir un mode de vie sain ou à accéder aux informations nécessaires au moment où ils en ont besoin. Elles ont également un impact révolutionnaire pour l'industrie pharmaceutique et les soins de santé, car elles permettent une gestion plus rapide, plus efficace et moins coûteuse de la santé.^{71, 72}

Selon l'Institut Montaigne, il existe 5 types d'innovation numérique en santé :⁷³

- L'autonomisation du patient
 - Auto-diagnostic, chatbots médicaux, réalité virtuelle....
- Dématérialisation et échange de données
 - E-prescription, assistant médical virtuel...
- E-médecine
 - Rendez-vous à distance, suivi du patient...
- Automatisation
 - Gestion des flux de patients, logistique, traçabilité...
- Outils d'aide à la décision
 - Outils d'analyse, dispositifs de communication, aide à la décision clinique...

Sur la base de cette description de l'innovation numérique dans la santé et de nos recherches dans la littérature, nous pouvons établir les différentes zones du parcours patient où la numérisation peut jouer un rôle. Cela nous permettra de mieux comprendre où la numérisation peut avoir un impact sur le parcours du patient.

3.1 Autonomisation du patient

L'autonomisation d'un patient est un facteur extrêmement efficace pour l'amélioration de sa santé. Cela ouvre de nombreuses possibilités, comme la fixation d'objectifs, la motivation, la surveillance de son évolution ou de l'évolution de sa maladie, la planification de son parcours de soin, l'auto-évaluation, la gestion du stress... ⁷⁴

La première étape du parcours d'un patient est son diagnostic. En général, le patient parle de ses symptômes à sa famille et à ses amis, puis un rendez-vous est pris avec le médecin généraliste, et une consultation avec un spécialiste peut suivre. Aujourd'hui, la plupart des patients ont accès à des moteurs de recherche sur Internet, notamment Google. En saisissant leurs symptômes, les patients obtiennent des diagnostics basés sur le propre algorithme de Google, dont l'exactitude est discutable.

Cependant, des applications médicales de pré-diagnostic existent, permettant d'orienter le patient vers un spécialiste si le besoin en est jugé suffisant.

Par exemple, ADA est une application allemande qui aide les gens à entamer un processus de diagnostic. ADA donne à l'utilisateur, après avoir passé les questions de l'algorithme, 4 à 5 diagnostics possibles, pondérés, et propose de les faire examiner par un spécialiste. Au Royaume-Uni, une plateforme nommée "uMotif" existe également. ^{75,76}

Les différents rendez-vous et le temps nécessaire à leur déroulé peuvent être enregistrés automatiquement dans le calendrier individuel de chaque établissement ambulatoire. Des rappels de rendez-vous par SMS sont également inclus, ainsi que la possibilité d'annuler ou de modifier les rendez-vous.

En France, un site web/application très couramment utilisé est Doctolib. En Allemagne, l'équivalent serait Samstag. ⁷⁵

Les possibilités numériques ouvrent également de nouvelles voies pour la formation des patients concernés. Par exemple, il existe des vidéos de formation sur les maladies rhumatologiques et leur traitement. C'est le cas de l'Association Nationale de Défense contre l'Arthrite Rhumatoïde, qui met à disposition des vidéos sur YouTube. ^{76,77}

3.2 Dématérialisation et échange de données

En entamant son parcours de soin, le patient doit apporter à son médecin un certain nombre d'informations : informations de santé, assurance, mutuelle... cette étape peut être faite en personne lors de la première consultation, ou par un intermédiaire digital en amont de cette consultation. Dans les deux cas, les données personnelles du patient seront enregistrées dans un logiciel de gestion de données. ^{42, 75}

Les systèmes numériques permettent désormais d'envoyer des questionnaires prédéfinis ou individualisés aux patients par courriel ou par application. Cela présente un intérêt particulier d'un point de vue commercial. En effet, plus les entreprises en savent sur leur cible, plus elles peuvent être précises pour répondre à leurs besoins et promouvoir leurs produits. Les données sont la clé d'un succès commercial.

Cela peut se faire, par exemple, pour les présentations initiales ou pour les questionnaires d'enquête standardisés. Ces données sont transmises au cabinet médical sous une forme numérique sécurisée et peuvent y être stockées. Par exemple, en Allemagne : IDANA. Idana est un gestionnaire digital de l'accueil des patients.^{75,76}

L'enregistrement numérique des résultats rapportés par les patients améliore la densité des données et des informations entre deux rendez-vous. Ainsi, les rechutes qui auraient pu être oubliées ou non enregistrées peuvent être prises en compte dans l'observation de l'évolution de la maladie. À l'avenir, les rendez-vous pourraient également être gérés en fonction de l'activité de la maladie enregistrée, de sorte que les patients en rémission stable pourraient se présenter à des intervalles plus longs, et les patients dont l'activité ou la limitation a été enregistrée numériquement pourraient se présenter à des intervalles plus courts.

Les applications "Abaton RA" sont un exemple concret en rhumatologie en Allemagne.^{75,76}

La numérisation des résultats de tests médicaux et des données des patients est un complément précieux à la recherche sur les soins avec des données de routine. Le consentement du patient pour l'utilisation de données anonymes est nécessaire pour générer de nouvelles connaissances.

En France, une base de données est à la disposition des rhumatologues et des internistes autour de la maladie de Horton, réalisée par le GEFA (Groupe d'Etude Français des Artérites des gros vaisseaux). Un autre exemple est la saisie des données du groupe de travail RheumaDatenRhePort (RHADAR) en Allemagne.^{75,76}

3.3 Télé-médecine

La téléconsultation peut être une opportunité pour la prise en charge des patients. Pendant la pandémie, elle a été un outil précieux. Cependant, la consultation téléphonique classique était beaucoup plus facile à mettre en œuvre techniquement et fonctionnait donc souvent de manière plus fiable.⁷⁵

En France, le site internet Doctolib permet de réaliser des consultations vidéo. Ce site était déjà connu pour faciliter la prise de rendez-vous et a développé cette nouvelle fonctionnalité pour faire face à la pandémie de COVID-19.⁷⁸

3.4 Automatisation

L'automatisation intervient à différents moments du parcours patient. Un exemple d'automatisation est la gestion du flux des patients. La surpopulation peut avoir un impact négatif sur les performances des établissements de soins de santé, non seulement pour les patients en termes de retard dans la prestation des soins et de risque accru pour la santé, mais aussi pour les travailleurs de la santé en termes de charge et de stress accrus. La gestion du flux de patients est donc un problème majeur à résoudre. L'utilisation d'un processus automatisé (via un analyseur numérique de symptômes, par exemple) peut économiser du temps et augmenter significativement l'efficacité d'un service.⁷⁹ Les outils d'automatisation sont souvent caractérisés comme des « logiciels métier ».

3.5 Outils d'aide à la décision

Les outils d'aide à la décision couvrent un large éventail de l'activité d'un praticien. De l'aide au diagnostic à l'information médicale, ils ont une part importante dans l'expansion du processus de numérisation.

Il existe de nombreuses applications destinées aux rhumatologues pour l'aide au diagnostic. Par exemple, en Allemagne, Dokumed permet la présentation des résultats d'examens articulaires standardisés et la saisie numérique des résultats rapportés par les patients.^{75,76}

La formation continue des professionnels de santé est également influencée par le processus de numérisation. Pendant la pandémie, des congrès nationaux et internationaux ont été organisés de manière purement virtuelle. Ces dernières années, les congrès ont offert la possibilité d'y assister physiquement ou virtuellement. Ce type de mise en place est appelé congrès hybride.

En outre, des contenus de formation complets sur différents domaines de la prise en charge rhumatologique sont disponibles en ligne. Par exemple, la Ligue européenne contre le rhumatisme (EULAR) a révisé les modèles de formation actuels dans le cadre de l'école EULAR.⁷⁵

Nous voyons donc que de nombreux outils numériques ont été développés, qui peuvent avoir un impact dans de nombreuses étapes du parcours de soin.

4 Numérisation du parcours du patient ostéoporotique

4.1 La prévention

Pour prévenir au mieux une maladie, il faut que les patients y soient sensibilisés, afin non seulement qu'ils puissent adopter les comportements adéquats pour leur santé, mais également qu'ils puissent identifier les signes avant-coureurs qui y sont associés et ainsi faciliter son diagnostic. La sensibilisation ciblée des personnes à risque d'ostéoporose et de fracture de fragilisation est un moyen possible de combler les lacunes dans leur prise en charge.⁸⁰

Les outils numériques jouent un rôle essentiel dans la sensibilisation du public à l'ostéoporose, en fournissant des informations accessibles, interactives et éducatives sur cette maladie. Avec la prolifération d'Internet et des médias sociaux, les plateformes en ligne offrent en effet des possibilités uniques de diffuser des campagnes de sensibilisation, des ressources éducatives ou encore des témoignages de patients. Les sites Web dédiés à l'ostéoporose, les applications mobiles de santé et les médias sociaux permettent de toucher un large public, y compris les personnes à risque, les aidants, les professionnels de la santé et le grand public. C'est donc un moyen de permettre au public de mieux connaître, puis comprendre, la maladie et d'adopter des comportements favorables à une bonne santé osseuse.

Un exemple de campagne de sensibilisation du grand public est la campagne « Attention à la fracture ! », portée par L'AFLAR (Association Française de Lutte Anti-Rhumatismale) et le GRIO. Il s'agit de la diffusion d'une vidéo mise à disposition sur le site de l'AFLAR.⁸¹

Un autre aspect de la prévention de l'ostéoporose est la prévention sur la maladie en elle-même. Selon Améli, cette prévention se compose de 5 éléments : Une alimentation riche en calcium et en vitamine D, le maintien d'un IMC inférieur à 19, la pratique régulière d'une activité physique (prévention à la fois de l'ostéoporose et des chutes), la modération de la consommation d'alcool, et l'arrêt du tabac.⁸²

De nombreux outils digitaux ont été créés pour améliorer la prévention de l'ostéoporose. Les applications de santé, notamment, jouent un rôle croissant en matière de prévention des maladies. Ces applications offrent des plateformes pratiques et accessibles pour promouvoir des comportements et des modes de vie sains, ainsi que pour fournir des informations éducatives et des outils d'autogestion aux utilisateurs.

En ce qui concerne cette prévention de l'ostéoporose, les applications de santé peuvent être particulièrement bénéfiques. Elles permettent de fournir des conseils personnalisés sur la nutrition, l'exercice physique, les suppléments vitaminiques et minéraux, ainsi que des rappels pour les examens de dépistage et les consultations médicales régulières. De plus, certaines applications intègrent des fonctionnalités de suivi de l'activité physique, de l'apport nutritionnel et des habitudes de sommeil, ce qui permet aux utilisateurs de surveiller leur santé osseuse et de prendre des mesures préventives adaptées.⁸³ En encourageant l'adoption de modes de vie sains et en facilitant l'accès à des informations pertinentes, les applications de santé jouent un rôle crucial dans la prévention de l'ostéoporose et la promotion du bien-être général.

Par exemple, dans une revue de Ghada et Hadjileontiadis réalisée en 2022, de très nombreuses applications de santé ciblant l'ostéoporose ont été recensées.⁸³ Dans ces applications, on en trouve notamment 9 qui se centrent sur la prévention de cette pathologie (Tableau 3). Il existe de nombreuses autres applications centrées sur la prévention de l'ostéoporose et des chutes, non recensées dans la revue de Ghada et Hadjileontiadis.

Application	Fonction
Physiapp patient portal	Fournit et contrôle à distance un programme d'exercices personnalisé et réalisé à domicile. Permet aux praticiens d'envoyer à leurs patients ces programmes d'exercices à domicile, les mesures de résultats, ainsi que de joindre des clips éducatifs et des instructions supplémentaires. ⁸⁴
Nymbi	Fait travailler l'équilibre chez les personnes âgées. L'application propose des exercices physiques adaptés et ludiques de 10 minutes par jour. ⁸⁵
MyFitnessPal	Enregistre les calories pour aider les patients dans le suivi de leur alimentation, et propose des exercices. ⁸⁶
OEP app	Prévention des chutes. ⁸⁷
Physiotherapy exercices	Exercices d'entraînement à domicile. ⁸⁸
Aachen fall prevention	Auto-évaluation du risque de chute par les personnes âgées
Strong bone, fit body	Enregistre l'activité physique et la nutrition du patient, et donne des retours sur le sujet.
Calci app	Auto-gestion de la consommation de calcium pour aider les femmes jeunes (18-25 ans). ⁸⁹
VDC app	Auto-gestion de la consommation de vitamine D pour aider les femmes jeunes (18-25 ans). ⁸⁹

Tableau 3 Applications recensées par Ghada et Hadjileontiadis autour de la prévention de l'ostéoporose⁸³

4.2 Le diagnostic

Aux États-Unis, une approche de télémédecine de proximité a utilisé un algorithme implémenté dans le dossier médical électronique pour dépister les facteurs de risque d'ostéoporose chez les vétérans résidant en zone rurale.⁹⁰ Leur stratégie de sensibilisation a consisté à envoyer une lettre informant les vétérans de leur risque et les invitant à contacter une équipe clinique spécialisée dans la santé osseuse s'ils souhaitaient utiliser leurs services. Cette intervention a permis à 36 % des personnes de répondre à l'invitation à participer, à 24 % des personnes à risque de réaliser un test DXA, à 15 % de recevoir un diagnostic d'ostéoporose et à 91 % d'entamer une pharmacothérapie spécifique pour les os lorsque cela était indiqué.^{80,90}

Au-delà de faciliter l'accès au diagnostic, certaines innovations numériques permettent elles-mêmes de poser un diagnostic, ou au moins de l'orienter. Par exemple, Le FRAX® (Fracture Risk Assessment Tool) est un algorithme calculant la probabilité de fracture majeure à dix ans (les fractures majeures regroupent les fractures de la hanche, du l'humérus, du poignet et de la colonne vertébrale).⁴⁴ Il s'agit d'un outil numérique essentiel dans l'évaluation du risque de fracture, conçu en 2008 par l'OMS. En 2011, il recevait environ 200 000 visites par jour ouvrable.⁹¹

Dans son algorithme de calcul, il prend en compte plusieurs facteurs de risque cliniques. En effet, la conception du FRAX® repose sur une analyse approfondie des facteurs de risque bien établis pour l'ostéoporose et les fractures associées. Ces facteurs comprennent l'âge, le sexe, l'indice de masse corporelle, les antécédents personnels de fractures, l'histoire familiale de fractures de la hanche, la présence de maladies secondaires telles que l'arthrite rhumatoïde ou le diabète, le tabagisme, la consommation excessive d'alcool et l'utilisation prolongée de glucocorticoïdes. Ces variables sont intégrées dans un algorithme de calcul qui génère un score de risque de fracture sur une période de 10 ans.⁴⁴

Les résultats du calcul FRAX® permettent ainsi d'identifier spécifiquement chaque patient présentant un risque élevé de fracture, ce qui peut orienter les décisions de traitement et de gestion clinique. En combinaison avec d'autres évaluations cliniques et tests diagnostiques, le FRAX® contribue à une évaluation globale du risque et à une prise en charge personnalisée de l'ostéoporose.

L'utilisation de FRAX® est recommandée dans les directives cliniques internationales pour l'évaluation du risque de fracture chez les patients adultes, en particulier chez ceux n'ayant pas encore subi de fracture ostéoporotique. Cependant, il présente aussi quelques limitations. En 2010, une équipe a été missionnée par l'IOF (International Osteoporosis Foundation) et l'ISCD (International Society for Clinical Densitometry) afin d'émettre des recommandations sur l'usage du FRAX®.⁹¹ Cette équipe a relevé un certain nombre de facteurs de risque non pris en compte dans l'algorithme. Par exemple, les causes secondaires de chute, ou encore la mesure de la densité osseuse sur la colonne vertébrale.⁹¹

En résumé, l'outil numérique FRAX® représente une avancée significative dans l'évaluation du risque de fracture lié à l'ostéoporose, en permettant une estimation individualisée du risque, basée sur plusieurs facteurs de risque cliniques. Son utilisation offre aux cliniciens une approche rationalisée pour la prise en charge de l'ostéoporose, visant à réduire le fardeau des fractures et à améliorer la qualité de vie des patients.

4.3 Le traitement

Une étude de Palcu et al, faite en 2020, rapporte que la majorité des patients ostéoporotiques ayant été traités par télémedecine ont évalué la qualité des soins comme équivalente à des soins reçus lors de consultations non virtuelles.^{80, 92} Les bénéfices d'un traitement à distance soulignés par cette étude sont la praticité (notamment due à l'absence de trajets), ainsi que la confiance accrue d'être traité par des spécialistes de l'ostéoporose. Des inconvénients ont également été relevés par cette étude, tels que la difficulté d'un suivi sur le long-terme et de mise en relation avec d'autres professionnels de santé.⁹² Le format numérique donne également lieu à d'autres difficultés, notamment dues aux aspects techniques telles que la connexion internet, ou encore la connaissance du patient autour des nouvelles technologies. Une étude de Tornero-Molina et al a montré que les patients étaient plus satisfaits par la télémedecine quand ils avaient les capacités de gérer la technologie.⁹³ Une autre étude, de Danila et al, a démontré que bien que les patients de plus de 60 ans aient des taux élevés de satisfaction avec les visites à distance, 50% d'entre eux préféreraient une visite physique pour leur prochain rendez-vous médical.⁹⁴

Les interventions liées à la télésanté chez les patients ayant subi une fracture sont plus susceptibles de favoriser une conversation sur la santé osseuse entre les médecins et les patients et d'augmenter la probabilité d'une action directe dans la gestion de l'ostéoporose. Par exemple, les conseils téléphoniques dispensés par une infirmière et les rappels spécifiques adressés par les patients à leurs médecins respectifs ont permis d'augmenter de manière significative le nombre de patients qui ont commencé un traitement au bisphosphonate.⁸⁰ Une autre étude utilisant un physiothérapeute pour fournir des conseils par téléphone a montré une amélioration significative de la gestion de l'ostéoporose par le patient, du taux de test de la DMO et des conversations médecin-patient sur l'ostéoporose.⁸⁰

Outre l'accès direct des patients aux spécialistes de l'ostéoporose dans les régions mal desservies et l'amélioration de la communication avec les médecins en place, les approches de télésanté peuvent être appliquées pour améliorer l'autonomie des patients et influencer les facteurs de risque modifiables. Ces programmes se présentent sous de nombreuses formes, depuis les articles d'information jusqu'aux modules d'apprentissage interactifs en ligne, en passant par les séances de conseil synchronisées avec des professionnels de la santé.⁸⁰ Un autre moyen largement utilisé pour faciliter l'autonomie du patient dans sa gestion

des traitements médicamenteux est l'utilisation d'applications. Dans une recherche systématique de Toïgo et al, 960 applications de gestion de traitement ont été recensées en France, à partir du Google Play Store et de l'App Store. L'objectif de cette revue était d'évaluer leur qualité. Sur les 960 applications, 49 auront été retenues pour l'évaluation lors de l'étude (FIGURE 9). Leur évaluation a été faite selon le score MARS-F (Mobile Application Rating Scale).⁹⁵ Il s'agit de l'adaptation française du score MARS, score anglo-saxon d'évaluation de la qualité des applications.⁹⁶

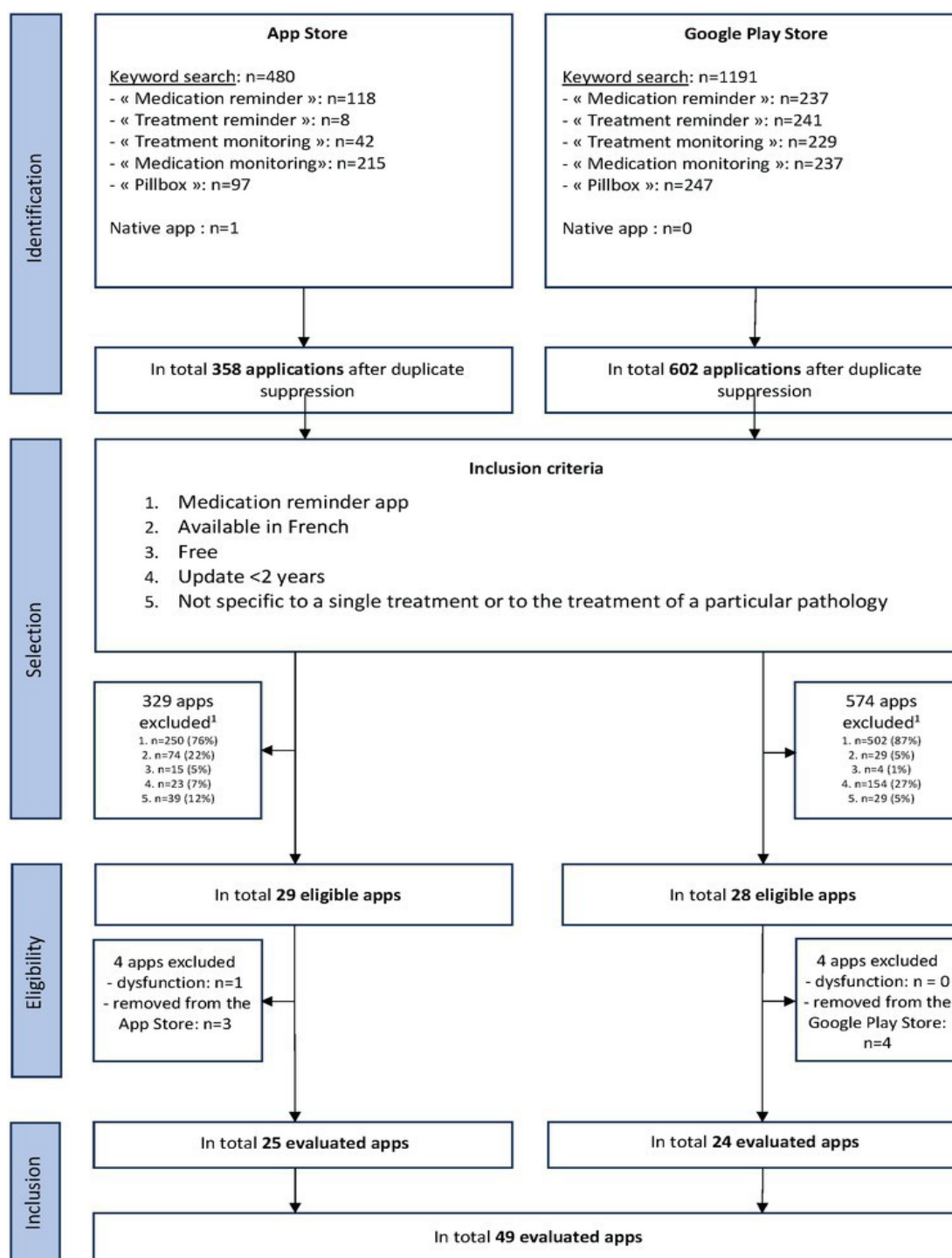


Figure 9 Critères de choix des applications pour l'étude de Toïgo⁹⁵

Selon les conclusions de Toigo, la qualité des applications était hétérogène, seules deux d'entre elles ayant fait l'objet d'un essai contrôlé randomisé avec des résultats positifs. L'évaluation des applications en conditions réelles par les patients serait nécessaire pour déterminer leur acceptabilité et leur efficacité. La certification des applications serait également essentielle pour aider les professionnels de la santé et les patients à identifier les applications validées. Cette étude soulève également de nombreuses problématiques, liées à la cybersécurité et à la qualité de ces applications :⁹⁵ En matière de cybersécurité, le faible pourcentage d'applications dont l'accès est protégé par un mot de passe est préoccupant (40% seulement), d'autant plus que seule une petite partie d'entre elles exige un identifiant de connexion. Pour ce qui est de la qualité des applications de rappel de médicaments, l'échelle MARS-F révèle des notes modérées à acceptables.

Quant aux aspects d'utilisation, la section "fonctionnalité" est systématiquement mieux notée, ce qui indique que la plupart des applications remplissent leurs tâches principales de manière satisfaisante. En revanche, les sections relatives à l'engagement et à l'information sont moins bien notées, ce qui laisse supposer que l'interaction avec l'utilisateur et la crédibilité du contenu peuvent être améliorées.

Un autre point abordé dans cette étude est le manque d'implication des professionnels de santé, universités ou organisations gouvernementales dans leur conception.

Il existe dans l'ostéoporose de nombreux exemples de ces applications. Dans leur étude de 2022, Alhussein et Hadjileontiadis en ont recensé 29 exemples, uniquement dans la gestion de l'ostéoporose par le patient.⁸³

On voit donc que de nombreuses applications de gestion du traitement médicamenteux existent déjà, malgré une qualité parfois hétérogène et d'importantes questions autour de la sécurité des données.

Mais le traitement efficace des patients passe aussi par la formation des professionnels de santé à la pathologie et à sa prise en charge. Le projet ECHO (Extension for Community Healthcare Outcomes) est un bon exemple d'outil numérique dédié à la formation des professionnels de santé. Il s'agit d'une stratégie de télé-mentoring de professionnels de la santé dans des zones géographiques mal desservies, afin d'améliorer la prise en charge de pathologies courantes, chroniques et complexes. Conçu par le Dr Sanjeev Arora à l'Université du Nouveau-Mexique, ECHO utilise la technologie audiovisuelle pour mettre en relation une équipe d'experts médicaux avec de nombreux professionnels de la santé, permettant à chacun d'entre eux d'acquérir les compétences nécessaires pour fournir des niveaux de soins avancés à leurs patients.⁹⁷ Ce projet existe pour de nombreuses pathologies, dont l'ostéoporose.⁹⁸ Fonctionnellement, le projet ECHO offre une approche collaborative et interactive pour la formation médicale continue et la consultation entre pairs. Les sessions ECHO sont organisées régulièrement et peuvent inclure des présentations de cas, des discussions de groupe, des mises à jour sur les lignes directrices de pratique clinique et des séances de formation. Les participants peuvent également poser des questions et partager leurs propres expériences, favorisant ainsi un apprentissage et une communauté de pratique dynamique.⁹⁷

En résumé, le projet ECHO représente une approche novatrice pour étendre l'accès aux soins spécialisés, en utilisant la technologie de vidéoconférence pour connecter les prestataires de soins primaires avec des experts cliniques. Il permet d'améliorer la qualité des soins pour les patients, en particulier dans les régions éloignées ou mal desservies.^{97,98}

4.4 Le suivi

La commodité de la télésanté s'étend au-delà des rendez-vous avec les médecins. Les rappels virtuels et les conseils éducatifs sont des méthodes simples et efficaces pour promouvoir le suivi et améliorer la communication médecin-patient dans des relations déjà établies. Deux tiers des rhumatologues estiment même que la télémedecine est plus adaptée au suivi des patients qu'à la mise en place d'un traitement.⁸⁰

Une étude italienne menée par Salvio et publiée en 2022 a cherché à évaluer la condition générale des patients ostéoporotiques et l'impact de la pandémie du COVID-19 sur la prise en charge de leur ostéoporose. Cette étude a révélé un taux élevé d'observance des traitements. Dans le cadre d'une enquête téléphonique menée d'avril à mai 2020, des patients du Centre de l'ostéoporose, de la Clinique d'endocrinologie et des maladies métaboliques de l'hôpital Umberto I (Ancône, Italie), ont été interrogés notamment sur leur état clinique général et l'observance des médicaments contre l'ostéoporose. Parmi les 892 patients interrogés, 77,9 % suivaient un traitement contre l'ostéoporose et 94,6 % prenaient une supplémentation en vitamine D, conformément à la prescription faite lors de la dernière visite. Ce groupe de patients ostéoporotiques a donc fait preuve d'une grande observance. Les auteurs en concluent que de nouvelles approches telles que la télémedecine peuvent apporter un soutien essentiel au suivi à distance des patients atteints de maladies chroniques, y compris dans le cadre des soins de routine.⁹⁹

5 Acceptation et pertinence de la numérisation de la santé

Dans l'objectif d'avoir des données de vie réelle sur le rapport des rhumatologues et de leurs patients avec la numérisation du parcours de soin, nous avons réalisé deux questionnaires : un à destination des rhumatologues, et un à destination des patients.

Pour cela, nous avons construit deux enquêtes : Une adressée aux rhumatologues français, et une adressée aux patients français souffrant de pathologies rhumatologiques.

5.1 Méthodologie utilisée pour construire et diffuser les questionnaires

Pour construire les enquêtes que nous avons utilisé, nous nous sommes basés à la fois sur la revue de littérature et sur la thèse professionnelle de Ouerhani L.¹⁰⁰

Nous avons également bénéficié de l'aide du Dr Isabelle Idier pour la relecture et la diffusion des questionnaires.

5.1.1 Questionnaire destiné aux professionnels de santé

L'enquête destinée aux professionnels de santé (PDS) s'adresse aux rhumatologues français et a été intitulée " Impact de la numérisation en rhumatologie ".

Cette enquête a été conçue en juillet 2022 et corrigée par Isabelle Idier en septembre 2022. Elle a été diffusée pour la première fois à la fin du mois de septembre, via un document Google Form.

Plusieurs rhumatologues ont été contactés via le réseau social LinkedIn®. Nous en avons contacté quelques-uns via LinkedIn. Une autre source de contact a été la responsable médicale de Chugai Pharma France, le Dr Isabelle Idier, qui a de nombreux contacts dans ce domaine thérapeutique. Elle a eu la gentillesse d'accepter d'envoyer l'enquête en notre nom.

Pour que cette enquête apporte suffisamment d'informations, nous nous sommes fixé un minimum de 20 réponses. Nous avons presque atteint cet objectif, avec un total de 19 réponses au 14 octobre.

L'objectif principal de notre enquête était de mieux comprendre le point de vue des professionnels de la santé sur la récente numérisation de leur secteur et la façon dont ils ont vécu ce phénomène.

Le questionnaire était composé de 15 questions, divisées en 4 sections. La première partie visait à identifier le type de pratique auquel le rhumatologue était habitué. Le questionnaire est disponible en annexe 1.

5.1.2 Questionnaire destiné aux patients

L'enquête réalisée auprès des patients était destinée aux patients souffrant de maladies rhumatologiques. Elle était intitulée "Numérisation du parcours du patient en rhumatologie".

Cette enquête a été conçue en juillet 2022 et corrigée par Isabelle Idier en septembre 2022. Elle a été diffusée pour la première fois fin septembre, via un document Google Form.

Pour obtenir leurs réponses, nous nous sommes fait aider par des associations de patients. Une fois de plus, le Dr Isabelle Idier a gentiment accepté de nous aider à contacter ces associations et en a contacté deux : L'ANDAR et l'AFLAR.

Pour que cette enquête apporte suffisamment d'informations, nous nous étions fixé un minimum de 50 réponses. Nous avons presque atteint cet objectif, avec un total de 48 réponses au 14 octobre.

L'objectif principal de notre enquête était de mieux comprendre le point de vue des patients sur la numérisation des soins de santé, et la façon dont ils perçoivent ce phénomène. Nous voulions également comprendre leurs besoins et les questions restées sans réponse.

Le questionnaire était composé de 9 questions. Elles étaient regroupées en un seul bloc. L'enquête étant assez courte, nous n'avons donc pas identifié de besoin de faire différentes sections.

5.2 Questionnaire à destination des rhumatologues

5.2.1 Collection de données via le questionnaire destiné aux professionnels de santé

Cette enquête a été construite au cours du mois de juillet 2022, et les corrections ont été apportées plus tard en septembre, grâce à l'aide du Dr Isabelle Idier. Sa première version a été envoyée en août, et la version corrigée a été envoyée durant la première quinzaine d'octobre, en utilisant un lien vers Google Form. Ce lien a été envoyé par e-mail et sur LinkedIn.

La première version a été envoyée en août, via nos contacts LinkedIn. Comme c'était la période des vacances, les médecins n'ont pas répondu à cette version de l'enquête. Cette absence de réponse nous a fait prendre conscience de deux paramètres : le mois d'août n'est pas une période où les médecins sont disponibles, et les contacter de septembre à octobre serait plus efficace. Le deuxième paramètre que nous devons modifier était notre message

d'introduction. En le réécrivant, la présentation de notre travail est devenue plus claire pour nos cibles, ce qui nous a permis d'obtenir plus de réponses.

La version corrigée, qui est celle que nous avons utilisée pour notre thèse, a été envoyée à 43 rhumatologues. 41 d'entre eux ont été joints par email, grâce au Dr Idier, et 2 d'entre eux par LinkedIn. Sur les 10 demandes d'invitation que nous avons faites sur LinkedIn, seuls ces deux rhumatologues ont accepté de faire partie de notre réseau, et l'un d'entre eux a répondu à notre enquête. Sur les 41 emails envoyés, 18 ont rempli le questionnaire (ce qui nous donne un taux de réponse de 43%).

Le principal défi que nous avons rencontré a été la préparation du questionnaire. Comme il a été conçu très tôt, nous n'avions pas prévu que la dernière version serait envoyée seulement en octobre. Le manque de réponses au mois d'août n'était pas surprenant, étant donné qu'il s'agit d'une période de vacances, et cela nous a permis d'apporter quelques améliorations à notre enquête. Ce premier retard s'est avéré être une occasion de compléter et d'améliorer l'enquête, ainsi que d'améliorer la présentation et l'explication de notre travail.

Comme notre enquête était assez longue, avec 26 questions, nous avons permis aux praticiens de remplir le questionnaire sans répondre à tous les items. Malgré cela, ils ont tous répondu à chaque question et sont allés jusqu'au bout (sauf pour les questions à réponse ouverte, qui ne demandaient que des suggestions).

5.2.2 Limitations du questionnaire adressé aux professionnels de santé

Le premier type de limitation que nous avons identifié pour cette enquête est la population touchée. Bien que nous ayons atteint notre objectif de population, avec 19 réponses de rhumatologues, cela représente tout de même un petit groupe. Pour que notre enquête soit représentative, nous aurions eu besoin d'un nombre plus important de répondants.

Il y a également un biais dans la population ciblée par notre enquête : comme la plupart des réponses provenaient de professionnels de santé contactés par le Dr Idier, il s'agissait principalement de médecins travaillant dans des hôpitaux publics. En effet, notre laboratoire pharmaceutique (Chugai Pharma France) travaille rarement avec des rhumatologues privés. Cette population était moins représentée dans l'enquête et pourrait avoir une attitude différente vis-à-vis de la numérisation.

Un autre type de limitation était la structure même de notre enquête. Pour cet aspect des choses, nous voyons deux choses qui auraient pu être améliorées. Tout d'abord, de

nombreuses questions demandaient de répondre sur une échelle, principalement de 1 à 5. Ce type d'échelle permet une réponse neutre, qui ne demande pas au répondant d'énoncer une position claire. Deuxièmement, le questionnaire était assez long, avec 26 questions. Les médecins sont très sollicités, et ne prennent généralement pas beaucoup de temps pour ce type d'enquêtes. Cela a pu les amener à répondre rapidement à certaines questions, sans leur donner le temps de réfléchir profondément à leurs réponses.

5.2.3 Analyse des données du questionnaire destiné aux rhumatologues

Comme mentionné précédemment, nous avons obtenu 19 réponses des PDS à travers notre enquête. Même si la population atteinte est faible, elle est proche de notre objectif, qui était de 20 réponses. Par conséquent, nous pouvons considérer que le nombre de réponses recueillies est suffisamment élevé pour être pertinent et discuter des résultats.

La population des répondants était principalement âgée de plus de 55 ans (47,4%). Les autres répondants étaient à 21,1% entre 46 et 55 ans, et en proportion égale entre 36 et 45 ans. La catégorie d'âge la moins représentée était celle des 25 à 35 ans, avec une proportion de 10,5%. La plupart des professionnels de santé ayant répondu à l'enquête travaillent à l'hôpital (63,2% à temps plein, et 26,3% avec une activité libérale également). Seuls 10,5% d'entre eux étaient des médecins libéraux.

5.2.3.1 Section 2 : “Votre attitude par rapport à la technologie dans votre pratique médicale”

A la première question (“Quel(s) équipement(s) utilisez-vous dans votre pratique médicale ?”), Les rhumatologues pouvaient donner plusieurs réponses.

Tous possèdent un ordinateur, 84.2% ont un smartphone, seul un d'entre eux (5.3%) utilise une montre connectée, et 31.6% possèdent une tablette. Aucun d'entre eux n'a coché la case “autre” (FIGURE 10). Comme nous pouvons le constater, ils utilisent tous la technologie dans leur pratique, même si leur équipement n'est pas très diversifié. Cela pourrait s'expliquer par l'âge moyen de cette population, pour sa majorité âgée de plus de 55 ans.

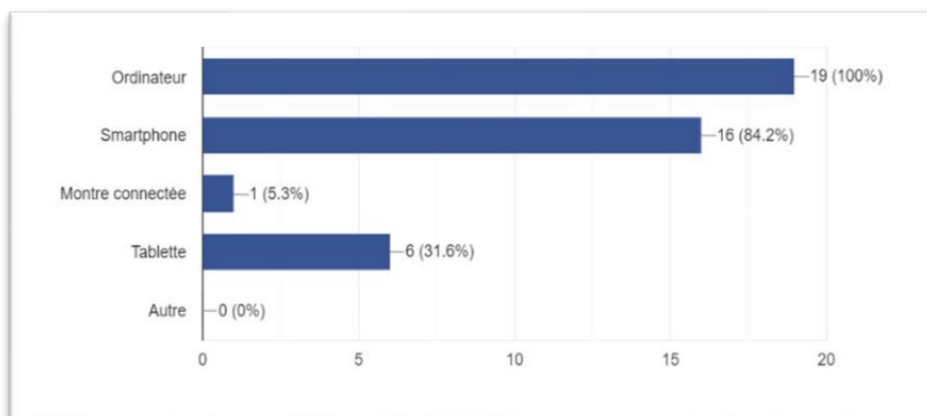


Figure 10 Quels équipements utilisez-vous dans votre pratique ?

Une barrière générationnelle est souvent observée dans l'utilisation de la technologie. Une autre explication serait le manque de nécessité d'autres outils.

En effet, la quatrième question nous montre que la grande majorité d'entre eux est très connectée à internet, avec 52,6% de connectés fréquemment, et 31,6% de connectés constamment. 15,8% se considèrent connectés occasionnellement, tandis que personne n'a précisé n'être jamais connecté. Ces résultats corroborent le fait que la plupart d'entre eux estiment s'adapter facilement à l'évolution numérique de la pratique médicale, mais que seuls 15,8% d'entre eux considèrent s'adapter complètement (FIGURE 11).

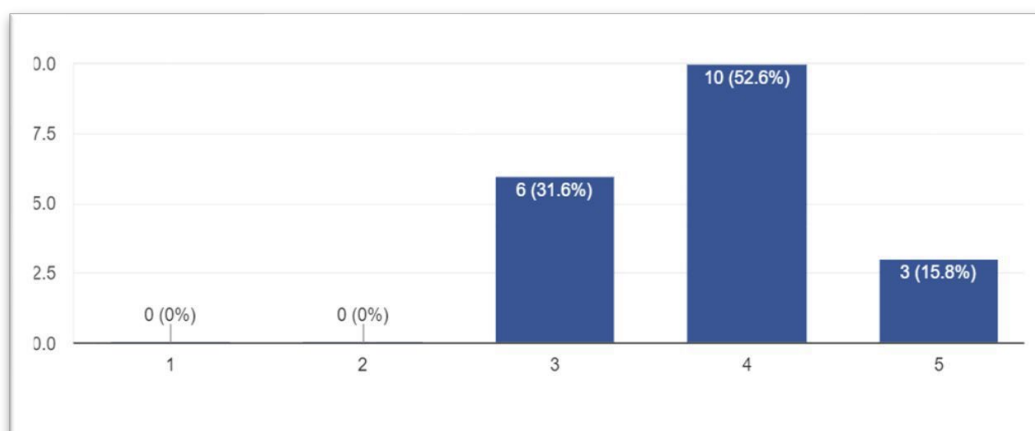


Figure 11 Je m'adapte facilement à l'évolution digitale de la pratique médicale

Cette population ressent le besoin d'être en contact avec la technologie afin de pouvoir pratiquer la médecine. En effet, ils considèrent majoritairement que les nouvelles technologies sont une aide pour la pratique médicale : Sur une échelle de 1 (aucune aide) à 5 (aide importante), ils répondent tous de 3 à 5 à cette affirmation, avec 73,7% au 4ème point. Cependant, les rhumatologues semblent être un peu moins convaincus de l'utilité des nouvelles technologies pour leurs patients. 5,6% les considèrent comme peu utiles (2 sur une échelle de 1 à 5), et 22,2% sont neutres sur la question. Néanmoins, la majorité des

PDS voient une utilité des nouvelles technologies pour les patients, avec 50% sur 4 et 22,2% sur 5 sur l'échelle (FIGURE 12).

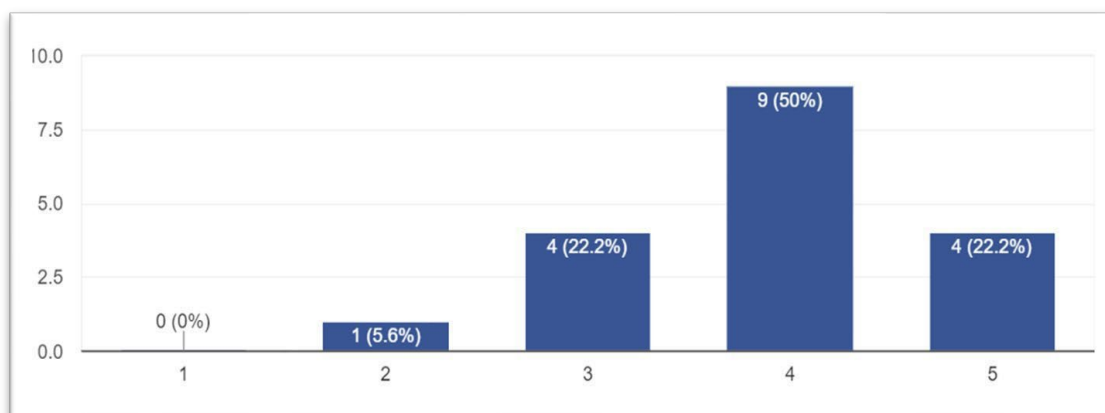


Figure 12 Je considère les nouvelles technologies comme une aide pour le suivi des patients

La dernière question de cette section portait sur la sécurité de la gestion des données. La majorité d'entre eux pensent que la gestion des données dans les outils numériques est sécurisée (52,6% ont donné un 4 sur 5, et 5,3% un 5 sur 5).

Des réponses données dans la deuxième section, nous pouvons déduire que les rhumatologues sont ouverts à l'utilisation des nouvelles technologies dans leur pratique, mais pas encore complètement convaincus. La plupart d'entre eux les utilisent souvent, voire constamment, mais une grande partie n'est pas encore totalement convaincue de leur utilité, notamment pour leurs patients.

La partie suivante nous donnera plus d'informations sur l'avancement actuel de la numérisation dans leur pratique.

5.2.3.2 Section 3 : “L’utilisation du digital dans votre pratique médicale”

Avec cette troisième partie, nous avons cherché à savoir quels outils numériques les rhumatologues utilisent dans leur pratique quotidienne. Nous avons dressé une liste des outils les plus courants et leur ai donné la possibilité de noter des informations complémentaires. Chaque outil était associé à une échelle, de 1 (aucune influence) à 5 (influence importante), évaluant son impact sur la pratique du médecin (FIGURE 13).

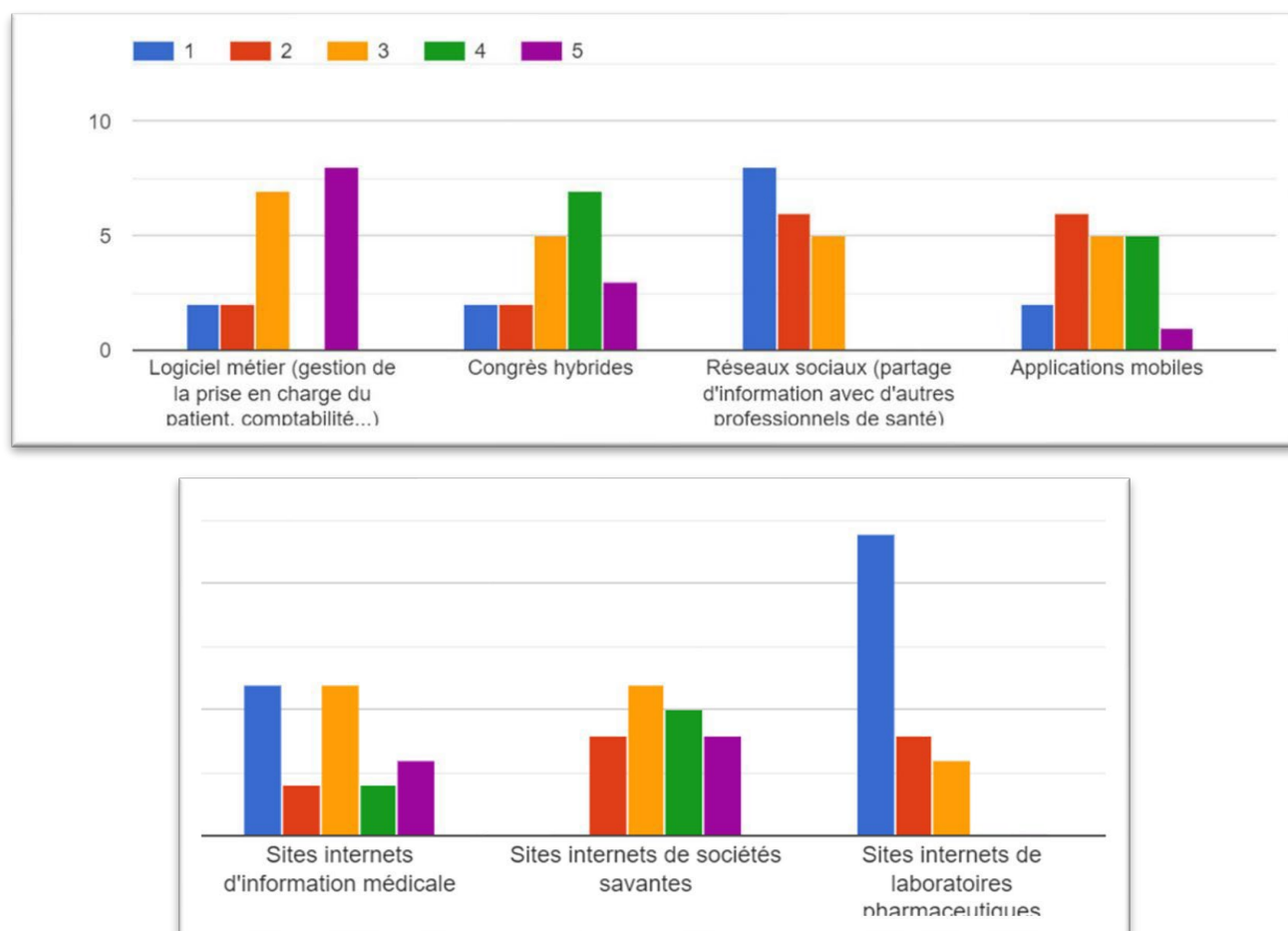


Figure 13 Quels outils digitaux utilisez-vous dans votre pratique médicale, et quelle est leur influence ?

Le premier item était le "logiciel métier" (responsabilisation, gestion du parcours de soins du patient...). La plupart des répondants ont évalué son impact comme important (42,1%) ou neutre (36,8%). 10,5% ont jugé son impact comme faible, et 10,5% comme insignifiant. Ce type de logiciel a également été mentionné dans la partie des réponses ouvertes, comme "logiciel spécifique", et "logiciel de traitement de base de données". Ces outils sont utilisés pour des tâches quotidiennes dans leur pratique. Pour revenir à la classification de l'innovation numérique, ils pourraient être considérés comme des outils d'automatisation et des outils de gestion des données.

Les congrès hybrides semblent avoir un impact significatif sur les rhumatologues, puisque 15,7% d'entre eux leur attribuent une note de 5 sur 5, et 36,8% une note de 4 sur 5. Leur importance pour les PDS réside dans l'information médicale, dans le cadre de la formation continue. Dans le même esprit, les réseaux sociaux (LinkedIn, WhatsApp... pour échanger entre spécialistes et collègues) sont moins utilisés, aucun répondant n'évaluant leur impact au-dessus de 3 sur 5, et 42,1% l'évaluant à 1 sur 5 (Il est cependant important de noter que WhatsApp a été mentionné dans l'espace de réponse ouvert). Toujours dans une perspective d'apprentissage continu, l'impact des sites d'information médicale, ainsi que celui des sociétés savantes, semble être perçu différemment d'un rhumatologue à l'autre. Pour ces derniers, les notes vont de 1 à 5 sans différence très significative. En revanche, les sites des laboratoires pharmaceutiques sont moins appréciés des professionnels de santé, avec des notes de 1 à 3 sur 5 pour leur impact, 63,2% des rhumatologues considérant qu'ils n'ont pas d'impact sur leur pratique.

D'autres moyens de trouver des informations médicales ont été mentionnés dans la section des réponses ouvertes, comme la bibliographie en ligne, les sites web des revues médicales ou PubMed.

Le dernier outil numérique mentionné était les applications mobiles. Les rhumatologues semblent considérer leur impact comme neutre, 31,6 % d'entre eux estimant que l'impact sur leur pratique est faible, et 26,3 % estimant que l'impact sur leur pratique est neutre ou notable.

Un autre outil mentionné dans la zone de réponse ouverte était "les multiples de l'anatomie 4D aux outils de calcul des constantes ou des marqueurs d'activité".

5.2.3.3 Section 4 : "Impact de la digitalisation sur le parcours patient"

Maintenant que nous avons établi l'impact de la numérisation dans la pratique courante des rhumatologues, la quatrième section vise à identifier plus spécifiquement comment ce processus de numérisation influence le parcours du patient.

Les rhumatologues utilisent principalement les solutions numériques pour les aider à prescrire (78,9% d'entre eux). Ils utilisent également ces outils pour le diagnostic (26,3%), l'éducation thérapeutique (26,3%), l'orientation de leur patient (26,3%), ou d'autres usages (10,5%). Un des praticiens a déclaré ne pas en utiliser (FIGURE 14)

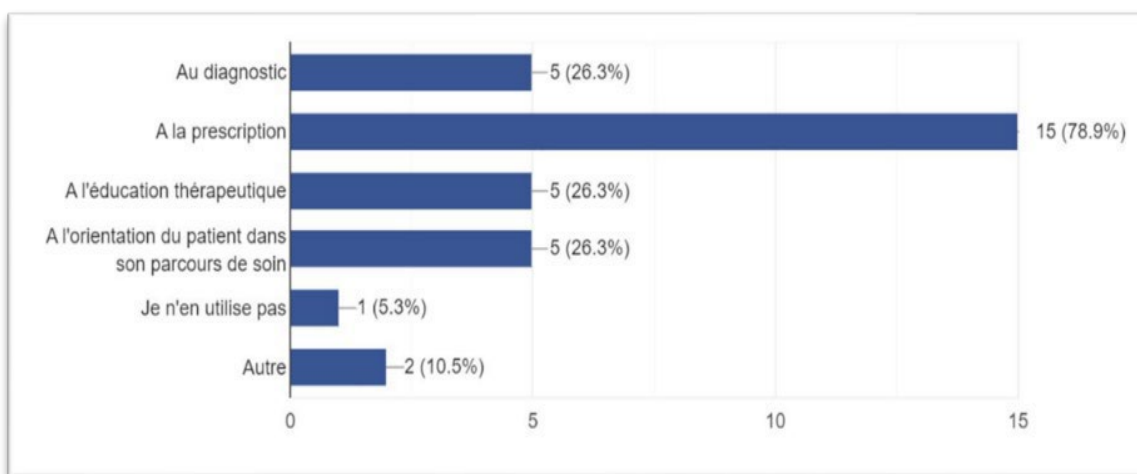


Figure 14 J'utilise les solutions digitales comme une aide

Pour la dernière partie de l'enquête auprès des professionnels de santé, nous avons laissé un encart de réponses ouvertes, où ils pouvaient mettre n'importe quel commentaire sur le sujet. Voici leurs réponses : " Garder un contact humain en face à face garantissant une meilleure communication et un temps d'échange préservé " ; " La valeur des solutions numériques ne peut être mesurée que par la performance du logiciel " ; " Les solutions numériques sont des outils numériques et ne peuvent donc pas remplacer les soignants. Au contraire, ces outils génèrent de nombreuses questions et augmentent la charge de travail des soignants qui sont en contact avec les patients."

A travers ces commentaires, on sent une crainte de voir les outils numériques remplacer les soignants et les praticiens. Les rhumatologues soulignent l'importance de considérer la numérisation comme un outil et non comme un moyen en soi.

5.3 Questionnaire adressé aux patients

5.3.1 Collection des données du questionnaire patients

Cette enquête a été construite au cours du mois de juillet, et des corrections ont été apportées plus tard en septembre, grâce à l'aide du Dr Isabelle Idier. Elle a été envoyée durant la première quinzaine d'octobre, en utilisant un lien vers Google Form, à deux associations de patients : L'ANDAR, et l'AFLAR. Ces associations de patients ont accepté de diffuser l'enquête auprès de leurs membres.

Grâce à leur aide, nous avons obtenu 48 réponses de patients en rhumatologie.

Comme pour l'enquête destinée aux professionnels de santé, le principal défi que nous avons rencontré a été la préparation du questionnaire. Comme il a été conçu très tôt, nous n'avions pas prévu qu'il ne serait envoyé qu'en octobre. Dès le début du mois de septembre, des problèmes réglementaires et juridiques ont été portés à notre attention : nous nous sommes demandé si notre thèse pouvait être considérée comme publiée par l'entreprise elle-même. La résolution de cette problématique a impliqué un retard dans l'envoi de l'enquête.

5.3.2 Limitations du questionnaire destiné aux patients

Comme pour l'enquête auprès des professionnels de santé, la population ciblée avait des limites. Si nous avons atteint notre objectif de population, avec 48 réponses de patients, cela représente tout de même un petit nombre. Pour que notre enquête soit représentative, nous aurions eu besoin d'un nombre plus important de répondants.

Il y a également un biais dans le type de population ciblée par notre enquête : comme les réponses proviennent de patients contactés par le biais d'associations de patients, ils sont tous très impliqués dans leur santé, et tout ce qui entoure leur condition.

Une autre limite est que nous avons permis aux patients de ne pas répondre à toutes les questions afin de pouvoir compléter l'enquête. Par conséquent, sur 48 participants, seuls 43 ont répondu à l'ensemble des questions.

5.3.3 Analyse des données du questionnaire patients

Comme mentionné précédemment, nous avons obtenu 48 réponses de patients par le biais de notre enquête. Même si la population atteinte est faible, elle est proche de notre objectif, qui était de 50 réponses. Nous pouvons donc considérer que le nombre de réponses recueillies est suffisamment élevé pour être pertinent et discuter des résultats.

La population des répondants était principalement âgée de plus de 55 ans (41,9%). Les autres répondants se répartissent comme suit : 16,3% entre 46 et 55 ans, 25,6% entre 36 et 45 ans, 11,6% entre 26 et 35 ans, et 4,7% entre 18 et 25 ans. Comme les affections rhumatologiques sont principalement liées au vieillissement, ce résultat n'est pas surprenant.

A la première question ("Possédez-vous un ou plusieurs de ces équipements ?"), les patients pouvaient donner plusieurs réponses. 93% d'entre eux possèdent un ordinateur et un smartphone, 55,8% possèdent une tablette, et 18,6% utilisent une montre connectée. Un des patients a coché la case " autre ". Quant à leurs habitudes de connexion, 18,6% sont connectés en permanence, 67,4% souvent, et 14% occasionnellement.

Sur les 43 patients ayant répondu à cette question, 55,8% utilisent une application de santé. Cette question était suivie d'une question à réponse ouverte, demandant quelle application mobile ils utilisaient. Voici celles qui ont été mentionnées dans les réponses :

Hiboot	Vidal	Maia
Application "santé" du téléphone	AP-HP	MyCHU
Doctolib	Mon espace santé	Fitbit
monCHRO	Moi patient	Cerballiance
Améli	360 médecins	
	Carenity	

Les applications mentionnées par les patients peuvent être classées en différentes catégories, indiquant ce qu'ils utilisent et ce qu'ils recherchent dans une application de santé. Il existe des applications d'information médicale, comme Vidal®. D'autres sont utilisées pour les rendez-vous médicaux, comme Doctolib®⁷. Certaines applications collectent des données, qui sont ensuite utilisées pour obtenir un suivi de leur santé générale, comme l'application santé de l'iPhone. La dernière catégorie que nous avons identifiée est celle des applications liées aux hôpitaux, pour aider à fluidifier le parcours du patient, monCHRO par exemple. La question qui vient à l'esprit après avoir lu ces résultats est la suivante : qui informe les patients de l'existence de ces applications ? (FIGURE 15) Avec la question suivante de l'enquête, nous voulions savoir si les praticiens étaient une source d'information importante à ce sujet. 74,4% des patients n'ont jamais discuté d'un outil numérique avec leur médecin.

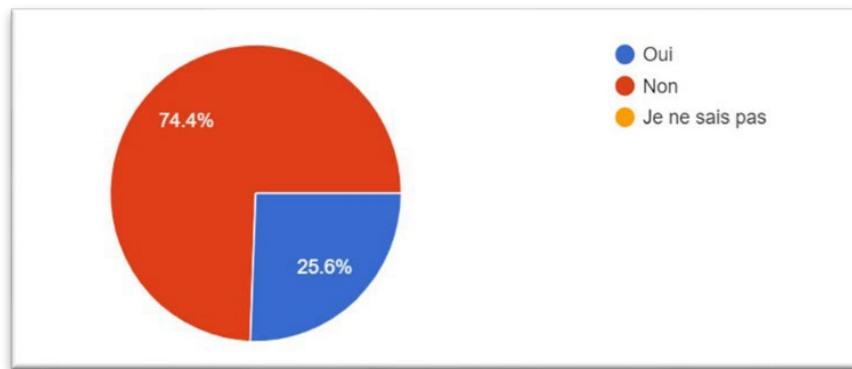


Figure 15 Avez-vous déjà discuté d'outils numériques avec un professionnel de santé ?

Nous pouvons en déduire que les patients trouvent des informations sur les applications par d'autres canaux, ce qui signifie qu'ils sont ouverts à l'utilisation d'outils numériques dans leur parcours de soins. En effet, 70,7 % d'entre eux seraient ouverts à l'utilisation d'une application, 68,3 % à l'utilisation de sites web d'information médicale, 29,3 % seraient prêts à utiliser un site web pour leur orientation à l'hôpital, 22 % seraient prêts à essayer la réalité virtuelle, et un patient a coché la case " autre ", ce qui signifie qu'ils sont ouverts à de nouvelles possibilités pour la numérisation de leur parcours de soins (Figure 16).

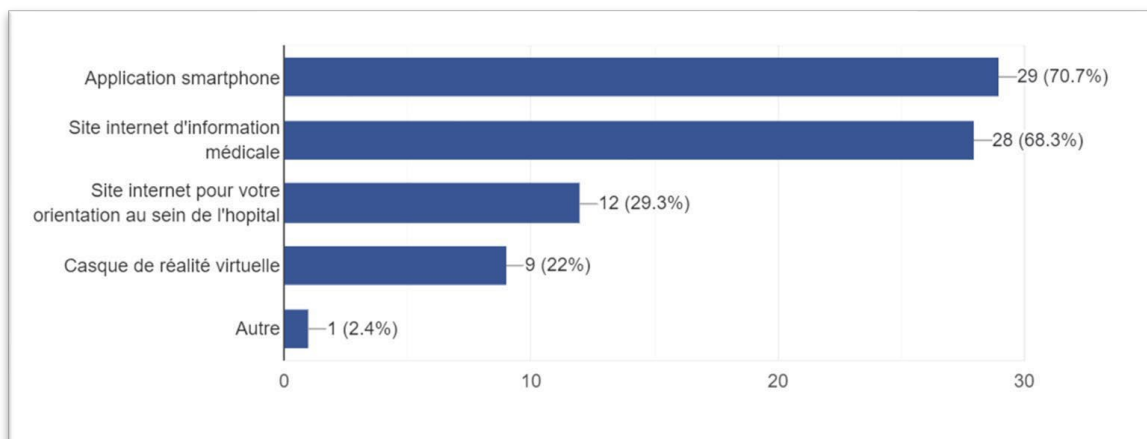


Figure 16 Seriez-vous ouvert(e) à l'utilisation d'un ou plusieurs de ces outils numériques dans le cadre de votre parcours de soin ?

Cependant, ils n'étaient pas tous ouverts à l'utilisation d'un outil numérique pour le parcours de leurs patients. L'un des obstacles possibles que nous avons identifiés est le manque de confiance dans la sécurité de la gestion des données. En effet, 9,3% des personnes interrogées ne font pas du tout confiance à la sécurité des données, avec un taux de 0 sur une échelle de 0 (aucune confiance) à 5 (très confiant). 4,7% mettent 1, 14% mettent 2, 27,9% mettent 3, 32% mettent 4, et 11,6% mettent 5 sur 5. Cela signifie que même si la majorité des patients ont confiance dans la sécurité de la gestion des données dans les apps de santé, 28% d'entre eux ne le font toujours pas. Ce n'est pas une part négligeable de la population.

Enfin, la dernière question de l'enquête auprès des patients était une question à réponse ouverte, leur demandant s'ils avaient des idées d'outils numériques qui pourraient faciliter le parcours de leurs patients en rhumatologie. Voici les propositions que les patients ont soumises dans l'enquête :

- Un pilulier numérique, avec des alertes
- Des dossiers médicaux numérisés, liés à la carte vitale, disponibles pour les patients et les professionnels de santé.
- Le stockage des données
- Un outil pour discuter avec les rhumatologues
- Un outil de discussion entre patients souffrant d'une même pathologie
- Application de suivi des épisodes douloureux
- Application de suivi de la douleur et mise en relation par période avec d'autres facteurs (psychologie, activités, etc.)
- Outil d'aide à la coordination des médecins et spécialistes pour une pathologie et ses éventuelles complications
- Application d'aide à la kinésithérapie : suggestions de posture ou de gestes d'étirement en fonction de la localisation de la douleur.

A partir de ces suggestions, nous pouvons établir que les patients ressentent le besoin d'être davantage accompagnés. Trois axes principaux peuvent en être dégagés :

- La collecte de données, avec un dossier patient reliant toute sa documentation et les professionnels de santé qui le suivent.
- L'information médicale, en partageant à la fois avec les autres patients et les rhumatologues.
- Une aide ponctuelle autour de leurs traitements (pilulier...) et de leurs pathologies (suivi de la douleur app...).

6 Discussion

Nous avons pu voir que de très nombreuses solutions numériques existent autour de l'ostéoporose. Ces solutions ont un impact variable mais indéniable sur le parcours des patients atteints de cette pathologie. On peut constater l'impact de la numérisation de la santé à chaque étape de ce parcours.

Nous constatons la digitalisation du parcours des patients dès la prévention de l'ostéoporose, de la sensibilisation au dépistage en passant par l'amélioration des habitudes de vie. Grâce au ciblage des communications, ou encore à la multiplication des sources d'information, la sensibilisation du grand public sur les différentes pathologies pouvant les concerner est de plus en plus systématique et efficace. Le nombre grandissant d'applications de santé contribue aussi de manière non négligeable à ce phénomène. Ces applications, disponibles sur de multiples plateformes, offrent un accès facilité à l'information médicale et aux outils de suivi de santé. Elles rendent les problématiques de santé plus visibles et compréhensibles, même pour les patients même les plus isolés. Pour une pathologie comme l'ostéoporose, qui est un enjeu majeur de santé publique en raison de sa prévalence et de ses conséquences sévères sur la qualité de vie des patients, ces innovations technologiques représentent une opportunité précieuse. Elles permettent de toucher les populations concernées de manière précoce et proactive, favorisant ainsi une meilleure prévention et une prise en charge plus efficace. Les applications de santé, en facilitant le dépistage, représentent un potentiel énorme dans la réduction de l'incidence de cette maladie. L'utilisation du numérique dans la prévention de l'ostéoporose se fait de plus en plus fréquente, et c'est cet usage exponentiel qui permettra un impact durable et visible sur le long terme.

La multiplication des sources d'information via les nouvelles technologies n'a pas seulement un impact sur la prévention. Elle permet en effet aux patients d'être plus autonomes dans leur gestion de la maladie, du traitement et des facteurs de risque. Elle permet aussi aux rhumatologues un autre accès à la formation continue, par exemple via le projet ECHO. Le danger principal de cette autonomisation des patients par un accès à l'information est qu'ils soient mal informés. En effet, la désinformation médicale représente un danger croissant pour les patients, en quête de réponses rapides à leurs préoccupations de santé. Ils peuvent être exposés à des conseils inappropriés, ce qui peut mener à une mauvaise compréhension des traitements et des maladies. Cette propagation de fausses informations peut entraîner des retards dans le diagnostic, l'utilisation incorrecte de médicaments, la non-adhérence aux traitements prescrits, voire l'adoption de pratiques dangereuses pour la santé. Il s'agit là d'un des enjeux majeurs pour la santé de demain.

Le diagnostic est également concerné par la numérisation, principalement grâce au développement de nombreux outils utilisés par les rhumatologues. Dans l'ostéoporose, l'outil de calcul FRAX® en est un bon exemple. Il s'agit ici d'un aspect de la numérisation du parcours de soin que les patients ne voient pas forcément eux-mêmes, mais qui est pourtant un point pivot dans leur prise en charge. L'amélioration du diagnostic, c'est la diminution de l'errance médicale, et donc une prise en charge plus précoce de leur

La hausse de précision du diagnostic représente aussi l'opportunité d'un traitement plus adapté et plus ciblé : choisir le bon traitement pour le bon patient. Pour les rhumatologues, pouvoir délivrer la bonne prescription à leur patient est la priorité de la prise en charge.

La télémedecine connaît quant à elle un essor impressionnant, notamment depuis la crise du Covid-19. Les études faites suite à cette utilisation exponentielle de la télémedecine montrent une qualité de soin équivalente, et ce malgré la distance ou d'éventuelles difficultés techniques. On peut cependant s'interroger sur le manque de recul de ces études, et se demander si le temps ne révélera pas certaines failles dans la prise en charge de l'ostéoporose à distance (erreurs diagnostiques, pas d'auscultation, espacement du suivi, moins d'implication du patient...). L'avis des rhumatologues sur le suivi de leurs patients par la télémedecine change d'ailleurs selon les études, montrant parfois un avis favorable et parfois un avis défavorable. Ce mode de consultation présente tout de même de très nombreux avantages, en particulier par sa praticité, avec un accès aux soins facilités. Chez la population ostéoporotique, dont l'âge est plus élevé, on peut par contre penser que la barrière générationnelle autour de la numérisation fait perdre cet aspect facilitateur (ou le diminue).

La création exponentielle des applications de santé est symptomatique de ce phénomène de numérisation de la santé. Avec leur essor, émergent de nombreuses problématiques : leur qualité très hétérogène (sécurité aléatoire, sources d'information peu qualitatives...) fait émerger un besoin croissant de contrôle et de certification.

Ce phénomène de numérisation fait donc émerger de nombreuses questions sur la qualité de la prise en charge des patients atteints d'ostéoporose : Qualité des informations, du diagnostic, du suivi, des outils en eux-mêmes. Se pose aussi la question de la pertinence d'une digitalisation, pour une population de patients plus âgée et moins sensible ou habituée aux canaux numériques.

La confrontation de ces données issues de la littérature à des données de vie réelles nous permettra d'identifier s'il y a les écarts entre ce que la littérature nous dit de la numérisation dans la prise en charge de l'ostéoporose à travers le monde, et le vécu des rhumatologues et de leurs patients en France.

A partir des réponses données lors de la première enquête, nous pouvons établir les tendances actuelles chez les rhumatologues en matière de numérisation.

La première partie de l'enquête nous apprend que les rhumatologues sont ouverts à l'utilisation des nouvelles technologies dans leur pratique quotidienne, mais pas encore complètement convaincus. La plupart d'entre eux les utilisent souvent, voire constamment, mais une grande partie n'est pas encore totalement convaincue de leur utilité, notamment pour leurs patients.

La deuxième section nous a donné plus d'informations sur l'avancement actuel de la numérisation dans leur pratique. Les outils numériques ayant le plus d'influence sur leur pratique médicale sont les logiciels de gestion, et les seconds outils les plus influents sont les sources d'information médicale, comme les sociétés savantes ou les congrès. Il est intéressant de noter que la fluidité de leur pratique et l'exactitude des informations sont leurs principales préoccupations. Cette conclusion est corroborée par le fait que leur principal point d'intérêt dans l'utilisation des solutions numériques est de réaliser une meilleure prescription pour leurs patients. Les autres étapes du parcours du patient ont toutes la même importance pour les rhumatologues.

De la deuxième et troisième section, nous pouvons conclure que les rhumatologues se soucient principalement de la prescription qu'ils vont donner à leurs patients. C'est l'objectif vers lequel sont tournées leurs décisions de prise en charge. Ils sont prêts à utiliser la technologie pour améliorer leurs prescriptions, tant par la fluidification de leur pratique quotidienne que par l'actualisation de leurs connaissances médicales.

La quatrième section de l'enquête PDS nous apprend que les rhumatologues attendent d'être convaincus de la pertinence de la technologie en médecine (pas entièrement contre, mais pas encore persuadés). En conséquence, il n'est pas surprenant de voir que la plupart d'entre eux n'utilisent pas régulièrement des solutions numériques pour le suivi de leurs patients.

Enfin, les éléments de réponse proposés par les médecins dans l'encart libre en fin d'enquête nous montre qu'il existe une crainte globale que les outils numériques remplacent les soignants et les praticiens. Les rhumatologues soulignent l'importance de considérer la numérisation comme un outil et non comme une fin en soi.

Pour conclure, nous pouvons dire que les rhumatologues sont ouverts à l'utilisation des outils numériques dans leur pratique, avec un besoin plus important autour de l'information médicale et du soutien aux patients. Leur objectif principal est de permettre la meilleure prescription (la meilleure décision médicale) pour leur patient. Cependant, il reste un scepticisme très fort sur l'utilité réelle de beaucoup de ces solutions. Les rhumatologues attendent toujours d'être convaincus de l'importance de la numérisation. Ce scepticisme envers la e-santé a notamment été évoqué par Stéphane Pardoux, directeur général de l'Anap (Agence Nationale d'appui à la performance des établissements de santé et médicaux-sociaux), lors de l'université de la e-santé à Castres le 27 juin 2023.¹⁰¹

Il y identifie trois causes bloquantes vis-à-vis de la santé numérique, non seulement pour les médecins, mais également pour les pouvoirs publics :

- La peur d'une baisse de qualité de prise en charge des patients
- La transformation numérique est souvent présentée comme un vecteur d'économies. Or, le secteur de la santé préfère une approche par l'amélioration des soins que par l'économie.
- La faible capacité de contrôle par les pouvoirs publics. Par exemple, en ouvrant largement la télémédecine, est créée une consommation des soins qui n'est pas contrôlée par assurance maladie.

A partir des réponses données lors de la deuxième enquête, nous pouvons établir les tendances actuelles chez patients atteints d'ostéoporose en matière de numérisation de leur prise en charge.

Les patients interrogés dans le cadre de cette enquête sont en majorité très connectés, et par conséquent, assez ouverts à l'utilisation des outils numériques dans leur parcours de soins. Grâce au questionnaire, nous avons pu établir les principaux domaines dans lesquels ils utilisent actuellement les outils numériques. Les patients les utilisent principalement pour les informations médicales. Ils s'en servent également beaucoup pour l'organisation de leur parcours patient, par exemple via des logiciels de prise de rendez-vous (Doctolib...), ainsi que des applications pour rester en contact avec leur hôpital de référence. Ils cherchent également à se tenir informés de leur état de santé général grâce à la technologie.

L'enquête auprès des patients nous apprend que les patients discutent rarement d'outils digitaux avec leur médecin. Ils apprennent généralement leur existence par d'autres canaux, ce qui pourrait être à l'origine d'une utilisation limitée pour des patients peu impliqués dans leur parcours de soins.

Une partie importante, sinon la majorité, de la population ne fait pas confiance à la sécurité de la gestion des données.

La question ouverte à la fin de l'enquête m'a permis d'établir trois grands domaines dans lesquels les patients ressentent le besoin d'être davantage accompagnés :

- La collecte de données, avec un dossier patient reliant toute sa documentation et les professionnels de santé qui le suivent.
- L'information médicale, en partageant à la fois avec les autres patients et les rhumatologues.
- L'aide ponctuelle autour de leurs traitements (pilulier...) et de leurs pathologies (suivi de la douleur app...)

Les patients en rhumatologie sont principalement intéressés par des outils de collecte de données, d'information médicale et d'aide ponctuelle concernant leurs traitements et leurs pathologies. Il est impératif de concevoir des outils répondant aux besoins réels des patients ostéoporotiques, afin d'assurer une réelle utilité et efficacité dans leur prise en charge.

Un autre défi remonté ici est le manque de confiance dans la sécurité des données. Ce défi peut être relevé notamment en communiquant sur leur gestion.

Le troisième point de blocage que nous avons identifié est qu'il est difficile d'atteindre les patients ciblés par ces outils. Les patients que nous avons interrogés dans le cadre de l'enquête font partie d'associations de patients, ils sont donc impliqués dans la gestion de leur maladie. Cependant, il a été montré que les PDS ne discutent pas souvent des solutions numériques avec eux, ce qui signifie qu'il serait sans doute compliqué de toucher des patients qui sont moins impliqués. Travailler avec les PDS sur ces solutions, pour les concevoir de la manière la plus pertinente possible, est essentiel pour mettre une solution numérique sur le marché.

Pour conclure, l'enquête auprès des patients nous a montré que ces derniers sont très ouverts à une numérisation de leur parcours de soin. Quelques défis doivent cependant être surmontés, comme la pertinence des outils conçus, les craintes concernant la sécurité de la gestion des données et les moyens de les atteindre.

La numérisation du parcours de soin des patients ostéoporotiques représente un domaine en pleine évolution, mais soulève également des questionnements cruciaux quant à sa pertinence et son efficacité.

Tout d'abord, il est essentiel d'évaluer la pertinence des outils numériques déployés dans ce contexte. Malheureusement, bon nombre de ces outils ne semblent pas toujours répondre adéquatement aux besoins spécifiques des patients ostéoporotiques. Cette divergence peut provenir d'une conception générique qui ne prend pas en compte les particularités de cette population, ou encore d'une complexité excessive qui rend leur utilisation difficile, surtout pour une population majoritairement âgée et moins à l'aise avec la technologie.

En effet, la population ostéoporotique, caractérisée par son âge avancé et souvent une moindre familiarité avec les nouvelles technologies, pose des défis uniques en matière de numérisation du parcours de soin. Il est crucial de s'interroger sur la pertinence d'utiliser des outils numériques pour cette population spécifique, en tenant compte de leurs besoins, de leurs capacités et de leurs préférences en matière de technologie. L'accessibilité et la facilité d'utilisation des outils numériques doivent être des priorités afin d'assurer une adoption réussie et un bénéfice réel pour les patients atteints d'ostéoporose.

De plus, la numérisation du parcours de soin peut parfois entraîner une rupture dans la relation entre le patient et son médecin. En effet, malgré l'essor des technologies de communication, il existe souvent un décalage entre les outils utilisés par les patients et ceux privilégiés par les professionnels de santé.

Cette dichotomie peut compromettre la qualité de la prise en charge, en limitant la communication et la coordination entre ces différents acteurs du parcours de soin. Enfin, il est important de reconnaître les divergences de perception entre les rhumatologues et les patients eux-mêmes en ce qui concerne la numérisation du parcours de soin. Alors que les professionnels de santé ne semblent pas encore convaincus de l'utilité et de la pertinence de ces outils, les patients sont de réelles attentes dans ce domaine. Cet écart de vision explique le peu de communication médecin-patient sur ce sujet.

Il existe donc de nombreux points de concordance entre les données relevées dans la littérature et celles ressortant des questionnaires réalisés. Les points positifs relevés dans les deux cas sont principalement l'accès à l'information et l'autonomisation du patient. L'accès à l'information via des outils digitaux permet aux patients d'obtenir des connaissances sur leur maladie, leurs traitements et les options disponibles, les rendant ainsi plus informés et engagés dans leur propre parcours de soins. Cette autonomisation est cruciale, car elle favorise une meilleure adhérence aux traitements et une participation active aux décisions médicales, améliorant ainsi les résultats cliniques. L'accès à l'information ressort aussi comme d'une grande importance pour les rhumatologues. Que ce soit par un accès facilité à l'information ou par la formation continue, ils y voient une opportunité de mieux traiter leurs patients.

L'ambivalence des rhumatologues quant à l'efficacité et la pertinence des outils digitaux ressort également à la fois dans la littérature et dans les données de vie réelle des questionnaires. D'une part, les outils digitaux offrent un potentiel énorme pour le suivi des patients, la gestion des symptômes et l'amélioration de la communication entre les patients et les professionnels de santé. Cependant, les rhumatologues expriment des réserves quant à la fiabilité des données collectées, l'impact potentiel sur la relation médecin-patient et la capacité de ces outils à répondre aux besoins individuels des patients. Leur objectif principal restant de faire la meilleure prescription possible, ces questionnements sont pour eux des obstacles de taille à une utilisation systématiques des solutions numériques.

Un dernier point de similarité se retrouve dans les craintes exprimées autour de la sécurité des données. La confidentialité et la protection des données de santé sont des préoccupations majeures, car les informations médicales sensibles doivent être protégées contre les violations et les abus.

Afin de répondre à cette nécessité de sécurisation, une législation stricte entoure la prise en charge des données de santé.

Une application, pour être reconnue comme application de santé, doit s'en référer à la CNIL (Commission Nationale de L'informatique et des Libertés), qui impose de garantir des protections des données personnelles collectées par les applications de santé.¹⁰² Si l'application propose des fonctionnalités permettant d'assurer un service à distance à son utilisateur (suivi par un professionnel, surveillance médicale, etc.) ou qu'elle comporte une connexion extérieure (ex : sauvegarde des données dans le cloud), il lui faudra alors respecter

les grands principes relatifs à la protection des données. C'est le principe de « privacy by design », qui demande le suivi des règles de RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données), ainsi que toutes les obligations prévues par le règlement européen sur la protection des données (réalisation d'une analyse d'impact, tenue du registre des activités de traitement, information des personnes...).

Dans le cas où l'application mobile en santé enregistrerait et conserverait des données à caractère personnel exclusivement localement dans un ordiphone ou une tablette, sans connexion extérieure et à des fins exclusivement personnelles, il faudra alors simplement se référer au Référentiel de bonnes pratiques sur les applications et les objets connectés en santé, publié en 2016 par la HAS.^{102, 103}

La législation ne s'intéresse bien sûr pas seulement aux applications de santé. La protection des données concerne un domaine beaucoup plus large. L'Agence du Numérique en Santé a notamment lancé le plan d'action CaRE (Cybersécurité accélération et Résilience des Etablissements)¹⁰³, qui s'applique sur 4 axes : Gouvernance et résilience, ressources et mutualisation, sensibilisation, sécurité opérationnelle. Ce programme vise à rattraper et pérenniser le niveau cyber des établissements.

Malgré les craintes des patients et des médecins, on voit donc que la sécurité des données personnelles de santé est déjà très encadrée. C'est d'ailleurs un objectif prioritaire de la feuille de route du numérique en santé.¹⁰⁴

En revanche, un aspect qui est peu abordé dans la littérature est la crainte des rhumatologues d'être remplacés par une prise en charge totalement numérique des patients atteints d'ostéoporose. Cette inquiétude reflète une méfiance envers la technologie et une préoccupation pour l'avenir de la pratique médicale traditionnelle. Les rhumatologues craignent que l'automatisation et la numérisation des soins ne réduisent le rôle crucial de l'expertise humaine et de la relation personnelle dans le diagnostic et le traitement des maladies complexes comme l'ostéoporose. Cette crainte souligne l'importance de trouver un équilibre entre l'intégration des technologies innovantes et la préservation du rôle indispensable des professionnels de santé dans le système de soins. La relation patient-médecin est d'ailleurs elle aussi touchée par cette révolution numérique. Une étude a été publiée en juin 2023¹⁰⁵, visant à évaluer la capacité d'un assistant chatbot doté d'intelligence artificielle à fournir des réponses aux questions des patients. Selon cette étude, 78,6% des évaluateurs ont préféré les réponses du chatbot à celles des médecins, avec une proportion de réponses jugées empathiques ou très empathiques 9,8 fois plus élevée pour le chatbot que pour les médecins. On comprend alors mieux la crainte exprimée par les rhumatologues d'être un jour remplacés, et l'urgence de mettre en place des moyens pour humaniser la prise en charge des patients telle qu'elle est construite aujourd'hui. Il apparaît dès lors comme essentiel d'adopter une approche centrée sur les besoins des patients, en favorisant une collaboration étroite entre les professionnels de santé, les patients et les développeurs d'outils numériques, afin de garantir une transition réussie vers la numérisation des soins, mais aussi vers des soins plus humains.

La numérisation du parcours de soin des patients atteints d'ostéoporose offre donc des perspectives prometteuses, mais nécessite une réflexion approfondie sur sa pertinence, son accessibilité et son intégration dans la relation patient-médecin.

Conclusion

Un des enjeux de santé publique majeur actuel est la prise en charge des maladies chroniques rhumatologiques, et notamment de l'ostéoporose. Or, nous avons établi en introduction de cette thèse la part de plus en plus importante de la technologie dans la santé. Nous avons donc souhaité dans cette étude faire état des outils digitaux dans l'ostéoporose, et discuter de leur impact sur la prise en charge des patients.

La numérisation de la santé est un vaste sujet d'actualité, sur lequel de nombreux documents de recherche et articles ont été écrits ces dernières années. Ils traitent souvent d'aspects très spécifiques de la numérisation, ce qui rend difficile d'avoir une vue d'ensemble de ses conséquences sur l'ensemble du parcours du patient.

Nous avons d'abord défini ce qu'est l'ostéoporose, ses causes et ses conséquences sur la vie du patient. De là, nous avons détaillé les étapes du parcours des patients atteints d'ostéoporose. Après une explication des différents aspects de la numérisation de la santé, nous avons effectué une revue de littérature, dans le but de donner une vision claire de l'impact de la santé numérique sur la prise en charge des patients atteints d'ostéoporose.

Nous avons également réalisé deux questionnaires, à destination de rhumatologues et de patients en rhumatologie, qui nous ont permis d'étayer certains aspects des publications de notre revue de littérature.

Ces éléments nous ont permis de montrer que de très nombreuses solutions numériques existent autour de l'ostéoporose, et que l'on peut constater leur impact à chaque étape du parcours patient, de la prévention au suivi. Nous avons vu par exemple qu'elles facilitent la prévention, que ce soit via des campagnes de communication ou à l'aide d'applications. L'impact de la numérisation est aussi visible au niveau du diagnostic, grâce à des outils de ciblage, ou encore de calcul de risque. Le traitement et le suivi des patients sont sans doute les aspects de leur parcours les plus touchés par la numérisation. En effet, avec l'essor de la télémédecine, les possibilités de prise en charge ont énormément évolué. Nous avons également relevé un grand nombre d'applications de santé développées ces dernières années, ou encore de sites d'informations.

On relève tout de même certains décalages entre les outils numériques disponibles, les besoins des médecins et les besoins des patients. Là où les médecins semblent chercher des sources d'informations médicales, les patients semblent chercher un moyen de simplification de leur parcours, particulièrement via la collecte de données. Et pourtant, les solutions numériques disponibles sont principalement tournées vers l'information et la prise en charge du traitement des patients. Un phénomène qui semble donc déjà bien installé, mais qui montre parfois des lacunes.

La numérisation du parcours de soin des patients atteints d'ostéoporose offre donc des perspectives prometteuses, mais nécessite une réflexion approfondie sur sa pertinence, son accessibilité et son intégration dans la relation patient-médecin. Ces innovations numériques accompagnent maintenant la prise en charge des patients, mais la remplaceront-elle demain ?

ANNEXE 1 – Questionnaire à destination des rhumatologues

19/10/2022 09:28

Impact de la digitalisation en rhumatologie

Impact de la digitalisation en rhumatologie

1. Quel est votre âge?

Mark only one oval.

- ☐ 25-35 ans
- ☐ 36-45 ans
- ☐ 46-55 ans
- ☐ >55 ans

2. Où exercez-vous?

Mark only one oval.

- ☐ Libéral
- ☐ Hospitalier
- ☐ Mixte

Votre rapport à la technologie dans la pratique médicale

3. Quel(s) équipement(s) utilisez-vous dans votre pratique?

Check all that apply.

- ☐ Ordinateur
- ☐ Smartphone
- ☐ Montre connectée
- ☐ Tablette
- ☐ Autre

4. A quelle affirmation vous i:de:ntifiez-vous dans votre pratique?

Mark only one oval.

- ☐ Je suis connecté(e) e11 permanence
- ☐ Je suis fréq1Jemme111t connecté(e)
- ☒ Je suis connecté(e) occasiornnelleme111t
- ☐ Je ne suis jamais co1111.ecté(e)

A (1ruell point voUs identifiez-vous aux affirmations suivantes?

1 - Je ne m'y ide11tif1e pas du tout

5 - Je *m'y* identifie complètement

5. Je m'ad!apte facilement à l'évolution digiitale de la prati:que médi:rale

Mark only one oval.

	2	3	4	5
☐	☐	☒	☐	☐

6. Je considère les nouvelles teohnologies oomme une aide à la pmti:que médicale

Mark only one oval.

	2	3	4	5
☐	☒	☐	☐	☐

- 7_ Je considère les nouvelles teohnologies comme une aide à l'accompagnement du patient

Mark only one oval.

	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☒

8. J'ai la confiance dans la sécurité d'utilisation des données personnelles liées aux solutions digitales

Mark only one oval.

	2	3	4	5
☐	☒	☐	☐	☐

L'utilisation de la digitalisation dans votre pratique médicale

Quels outils numériques utilisez-vous dans votre pratique médicale, et quelle est leur importance ?

1- Accéder à l'information sur la pratique

2- L'importance importante de la pratique

9.

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Logiciel métier (gestion de la base en large du patient, comptabilité...)	0	0	0	0	0
Congrès hybrides	0	0	0	0	0
Réseaux sociaux (Partage d'information avec d'autres professionnels de santé)	0	0	0	0	0
Applications mobiles	0	0	0	0	0
Sites internet d'information médicale	0	0	0	0	0
Sites internet de sociétés savantes	0	0	0	0	0
Sites internet de laboratoires pharmaceutiques	0	0	0	0	0

10. Quels autres outils digitaux utilisez-vous dans votre pratique médicale?

Impact de la digitalisation sur la qualité du parcours de soin

11. J'l'Utililise d'es solu:liirn1s digitales pour m'aid'.er :

Check ait that apply_

☐ Au diagrnostic

☐ A la prescriptio111

☐ A l'éducationthérapeutique

☐ A l'mierntationdu patient dams son parnoms de soim

☐ Je n"eniutilise pas

☐ Autre

12. Si vous ut'ilise:zd'autres sol:utions digi:tales, (1rUelles sont-eHes?

A q;i_ iel point êtes-vous en accord avec les affirmations suivantes?

7 - Je ne suis pas d'accord

5 - Je suis ernièrementd'accord

13. Le parcours de soin est facilité par lies solutions d'igital:es

Manr only one ovaï.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

14. J'utilise régulièrement des solutions digitales pour l'accompagnement de mes patients

Mark only one oval

	2	3	4	5
☒	☐	☐	☐	☐

15. Je propose régulièrement des solutions digitales à mes patients

Mark only one oval

	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

ANNEXE 2 – Questionnaire à destination des patients

17/04/2024 10:45

Digitalisation du parcours patient en rhumatologie

Digitalisation du parcours patient en rhumatologie

Ce questionnaire a pour objectif de mieux comprendre la place du digital dans le parcours des patients en rhumatologie

1. Quel âge avez-vous?

Mark only one oval.

☐ 18-25 ans

☐ 26-35 ans

☐ 36-45 ans

☐ 46-55 ans

☐ >55 ans

2. Possédez-vous un ou plusieurs de ces équipements?

Check all that apply.

☐ Ordinateur

☐ Smartphone

☐ Tablette

☐ Montre connectée

☐ Autre

3. A quelle affirmation vous identifiez-vous?

Mark only one oval.

☐ Je suis connecté(e) en permanence

☐ Je suis souvent connecté(e)

☐ Je suis connecté(e) occasionnellement

☐ Je ne suis jamais connecté(e)

4. Utilisez-vous une ou plusieurs applications de santé?

Mark only one oval

☒ Oui

☐ Non

5. Si oui, lesquelles?

6. Avez-vous déjà utilisé d'outils numériques avec un professionnel de santé?

Mark only one oval

☒ Oui

☐ Non

☐ Je ne sais pas

7. Sélectionnez-vous (e) à l'utilisation d'un ou plusieurs de ces outils numériques dans le cadre de votre parcours de soin?

Check all that apply.

☐ Application smartphone

☐ Site internet d'information médicale

☐ Site internet pour votre orientation dans l'hôpital

☐ Casque de réalité virtuelle

☐ Autre

8. Avez-vous confiance dans la sécurité du traitement de vos données par les ou ils m.1me nqu:es?_

Mark only one oval.

2 3 4 5

N'on ☐ 8 ☐ 0 ☐ 0 ☐ 0 ☒ () Com lètement

9. Avez-vous d'autres idées d'outils d'accompagnement digital dans votre parcours patient?

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

BIBLIOGRAPHIE

1. Organisation Mondiale de la Santé. Vieillesse et santé [En ligne] 2022 [cité le 10 août 2023]. Disponible : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
2. Institut national de la statistique et des études économiques. Tableaux de l'économie française. [En ligne]. 2016 [cité le 10 août 2023]. Disponible : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1906664?sommaire=1906743#:~:text=L'%C3%A2ge%20moyen%20de%20la,de%2060%20ans%20progresserait%20fortement>.
3. Institut national de la santé et de la recherche médicale. Ostéoporose. [En ligne]. 2023 [cité le 10 août 2023]. Disponible : <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/osteoporose>
4. Briot K, Roux C, Thomas T, Blain H, Buchon D, Chapurlat R, et al. Actualisation 2018 des recommandations françaises du traitement de l'ostéoporose post-ménopausique. Revue du rhumatisme. 2018;85(5) :428-440
5. Syndicat National des Médecins Rhumatologues, Société Française de Rhumatologie, Collège Français des Médecins Rhumatologues. Livre Blanc de la rhumatologie française 2015. [En ligne]. 2015 [cité le 11 août 2023]. Disponible : <https://sfr.larhumatologie.fr/sites/sfr.larhumatologie.fr/files/medias/formations-ressources/livre-blanc-rhumatologie-2015.pdf>
6. International Osteoporosis Foundation. Os brisés, vies brisées : une feuille de route pour résoudre la crise des fractures de fragilité en France. [En ligne] ; 2018. 18 p. https://www.osteoporosis.foundation/sites/iofbonehealth/files/2019-06/2.%202018_EU6France_Report_BrokenBonesBrokenLives_French.pdf
7. World Health Organization (2007) Assessment of osteoporosis at the primary health care level. Summary Report of a WHO Scientific Group. WHO, Geneva, www.who.int/chp/topics/rheumatic/en/index.html
8. We Are. Social. Le digital dans le monde en juillet 2020. [En ligne]. 2020. [cité le 9 août 2023]. Disponible : <https://wearesocial.com/fr/blog/2020/07/le-digital-dans-le-monde-en-juillet-2020/>
9. UNSECO. La quatrième révolution. [En ligne]. 2023 [cité le 22 décembre 2023]. Disponible : <https://courier.unesco.org/fr/articles/la-quatrieme-revolution>

10. Amoah J-A, Khan Z, Wood G, Knight G. COVID-19 and digitalization: The great acceleration. *J Bus Res.* 2021;136:602-611
11. Mitchell J et al. From telehealth to e-health: the unstoppable rise of e- health. Canberra: Department of Communications, Information Technology and the Arts; 1999. 57 p.
12. Simon P, Lucas J. La télé-médecine, ce n'est pas du e-commerce ! [En ligne]. 2013 [cité le 15 novembre 2023]. Disponible : https://www.automesure.com/library/pdf/telemedecine_e-commerce_2013.pdf
13. Ministère de la Santé et de la Prévention. La télémédecine au service du parcours de soin. [En ligne]. 2022 [cité le 20 décembre 2023]. Disponible : <https://solidarites-sante.gouv.fr/archives/archives-presse/archives-brevs/article/la-telemedecine-au-service-du-parcours-de-soin>
14. Leem. La médecine : vision d'aujourd'hui et de demain. [En ligne]. 2019 [cité le 26 septembre 2023]. Disponible : <https://www.leem.org/la-medecine-vision-daujourd'hui-et-de-demain>.
15. Haute Autorité de santé. Prévention, diagnostic et traitement de l'ostéoporose. Site internet: HAS. Saint-Denis La Plaine (France); 2006.
16. Johnell O, Kanis JA. An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures. *Osteoporosis Int.* 2006;17(12):1726–33.
17. Johnston CB, Dagar M. Osteoporosis in older adults. *Med Clin N Am.* 2020;104(5):873–84.
18. Chen X, Zhu X, Wei A, Chen F, Gao Q, Lu K, et al. Nrf2 epigenetic derepression induced by running exercise protects against osteoporosis. *Bone Res.* 2021;9(1):15.
19. Larousse Médical. [En ligne] ; 2022. 1264 p. <https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/os/15009#:~:text=L'os%20est%20un%20tissu,qui%20en%20assurent%20la%20maintenance>
20. Reznikov N, Shahar R, Weiner S. Bone hierarchical structure in three dimensions. *Acta Biomater.* 2014;10(9): 3815–3826.
21. Lopez D, Martins-Cruz C, Oliveira M, Mano J. Bone physiology as inspiration for tissue regenerative therapies. *Biomaterials.* 2018;185:240-275.
22. Rowe P, Koller A, Sharma S. Physiology, Bone Remodeling. [En ligne]. 2023 [cité le 15 janvier 2024]. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499863/>
23. Clarke B. Normal bone anatomy and physiology, *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 2008;3(suppl 3)131–139.

24. Wein MN, Kronenberg HM. Regulation of Bone Remodeling by Parathyroid Hormone. Cold Spring Harb Perspect Med. 2018;8(8).
25. Khosla S, Oursler MJ, Monroe DG. Estrogen and the skeleton. Trends Endocrinol Metab. 2012;23(11):576-81.
26. Siddiqui JA, Partridge NC. Physiological Bone Remodeling: Systemic Regulation and Growth Factor Involvement. Physiology (Bethesda). 2016;31(3):233-45.
27. Olney RC. Regulation of bone mass by growth hormone. Med Pediatr Oncol. 2003;41(3):228-34.
28. Canalis E, Delany AM. Mechanisms of glucocorticoid action in bone. Ann N Y Acad Sci. 2002;966:73-81.
29. Bassett JH, Williams GR. Role of Thyroid Hormones in Skeletal Development and Bone Maintenance. Endocr Rev. 2016;37(2):135-87.
30. Riggs B-L. The mechanisms of estrogen regulation of bone resorption. J Clin Invest. 2000; 106(10):1203–4.
31. Haute Autorité de Santé. Les médicaments de l'ostéoporose. Saint-Denis La Plaine: HAS; 2023.
32. Zhang L, Zheng Y-L, Wang R, Wang X-Q, Zhang H. Exercise for osteoporosis: A literature review of pathology and mechanism. Front Immunol. 2022;9(13)1005665.
33. Weinstein RS, Manolagas SC. Apoptosis and osteoporosis. Am J Med. 2000;108(2):153–64.
34. Jilka RL, Weinstein RS, Parfitt AM, Manolagas SC. Quantifying osteoblast and osteocyte apoptosis: Challenges and rewards. J Bone Miner Res. 2007;22 (10):1492–501.
35. Collège National de Pharmacologie Médicale. [En ligne]. Dérivés de la Parathormone. 2017 [cité le 2 novembre 2023]. Disponible : <https://pharmacomedicale.org/medicaments/par-specialites/item/derives-de-la-parathormone>
36. Lips P. Vitamin D deficiency and secondary hyperparathyroidism in the elderly: consequences for bone loss and fractures and therapeutic implications. Endocrine Reviews. 2001;22(4):477-501.
37. Jin D, Wu X, Yu H, Jiang L, Zhou P, Yao X, et al. Systematic analysis of lncRNAs, mRNAs, circRNAs and miRNAs in patients with postmenopausal osteoporosis. Am J Transl Res. 2018;10(5):1498–510.

38. Reppe S, Lien TG, Hsu Y, Gautvik VT, Olstad OK, Yu R, et al. Distinct DNA methylation profiles in bone and blood of osteoporotic and healthy postmenopausal women. 2017;12(8):674-687.
39. Testa E, Callanan T, Evans A, Aaron R. Osteoporosis and fragility fracture. R I Med j. 2022;105(8):15-21.
40. International Osteoporosis Foundation. [En ligne]. Fragility Fractures. 2022 [cité le 7 août 2023]. Disponible : <https://www.osteoporosis.foundation/health-professionals/fragility-fractures>.
41. Ministère de la Santé et de la Prévention. Parcours de santé, de soins et de vie. [En ligne]. 2022 [cité le 18 décembre 2023]. Disponible : <https://sante.gouv.fr/systeme-de-sante/parcours-des-patients-et-des-usagers/article/parcours-de-sante-de-soins-et-de-vie>
42. Maravic M. Parcours de soins et l'index rhumatologique de la classification commune (CCAM) des actes médicaux technique. Metz : Syndicat National des Médecins Rhumatologues ; 2006. 113p.
43. Haute Autorité de santé. Les médicaments de l'ostéoporose. Site internet : HAS. Saint-Denis La Plaine (France) ; 2019
44. Kanis J-A, McCloskey E-V, Johansson H, Cooper C, Rizzoli R, Reginster J-Y. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. Osteoporos Int. 2013; 24:23–57.
45. Kanis JA, Johansson H, Oden A, O Johnell, C De Laet, J A Eisman et al. A family history of fracture and fracture risk: a meta-analysis. Bone. 2004;35:1029–1037.
46. Kanis JA, Johansson H, Oden A, O Johnell, C de Laet, L J Melton III et al. A meta-analysis of prior corticosteroid use and fracture risk. J Bone Miner Res. 2004;19:893–899.
47. Kanis JA, Johansson H, Johnell O, Oden A, De Laet C, Eisman JA et al. Alcohol intake as a risk factor for fracture. Osteoporos Int. 2005;16:737–742.
48. Kanis JA, Johnell O, Oden A, Johansson H, De Laet C, Eisman J. Smoking and fracture risk: a meta-analysis. Osteoporos Int. 2006;16:155–162.
49. De Laet C, Kanis JA, Oden A, Johanson H, Johnell O, Delmas P et al. Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis. Osteoporos Int. 2005;16:1330–1338.
50. McLellan A, Gallacher S, Fraser M, McQuillian C. The fracture liaison service: success of a program for the evaluation and management of patients with osteoporotic fracture. Osteoporos Int. 2003; 4(12):1028-34.

51. Thomas T. Le parcours de soin dans l'ostéoporose. *La Lettre du Rhumatologue*. 2022;482:6-7.
52. Boudou L, Gerbay B, Chopin F, Ollagnier E, Collet P, Thomas T. Management of osteoporosis in fracture liaison service associated with long-term adherence to treatment. *Osteoporos Int*. 2011; 22(7):2099-106.
53. Parker M, Palmer C. Prediction of rehabilitation after hip fracture. *Age Ageing*. 1995;24(2): 96-98.
54. Bouvard B, Annweiler C, Legrand E. L'ostéoporose des personnes âgées. *Revue du Rhumatisme*. 2021;88:273–278.
55. Munson J, Bynum J, Bell J-E, Cantu R, McDonough C, Wang Q, et al. Patterns of Prescription Drug Use Before and After Fragility Fracture. *JAMA Intern Med*. 2016;176(10):1531-1538.
56. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Le calcium, comment et pourquoi en consommer ? [En ligne]. 2022. [cité le 4 octobre 2023]. Disponible : <https://www.anses.fr/fr/content/le-calcium-pourquoi-et-comment-en-consommer>
57. Paccou J, Genserb L, Lespessailles E, Bertin E, Javier R-M, Duclos M, Joly A-S, et al. Recommandations françaises en matière de prévention et de traitement de l'ostéoporose secondaire à la chirurgie bariatrique. *Revue du rhumatisme*. 2022;89:545–554.
58. Souberbielle J-C, Cormier C, Cavalier E, Breuil V, Debiaise F, Fardellone P, et al. Vitamin D Supplementation in France in patients with or at risk for osteoporosis: Recent data and new practices. *Joint Bone Spine*. 2020;87(1):25-29.
59. Sabri S-A, Chavarria J C, Ackert-Bicknell C, Swanson C, Burger E. An Update on Screening, Diagnosis, Evaluation, and Treatment. *Orthopedics*. 2023;46(1):20-26.
60. McClung MR, Grauer A, Boonen S, et al. Romosozumab in postmenopausal women with low bone mineral density. *N Engl J Med*. 2014;370(5):412-420.
61. Haute Autorité de Santé. [En ligne]. Les médicaments de l'ostéoporose. 2023 [cité le 1er février 2023]. Disponible : https://www.has-sante.fr/jcms/c_1751307/fr/les-medicaments-de-l-osteoporose
62. Rizzoli R, Ferrari S. Bisphosphonates et traitements combinés de l'ostéoporose. *Rev Med Suisse*. 2005;35(9):2266–2271.
63. Résumé des Caractéristiques du Produit Fosamax®
64. Résumé des Caractéristiques du Produit Actonel®

65. Résumé des Caractéristiques du Produit Aclasta®
66. Résumé des Caractéristiques du Produit Prolia®
67. Résumé des Caractéristiques du Produit Evista®
68. Résumé des Caractéristiques du Produit Forsteo®
69. Résumé des Caractéristiques du Produit Evenity®
70. Agnihotri S, Cui L, Delasay M et al. The value of mHealth for managing chronic conditions. *Health Care Manag Sci.* 2020;23:185–202.
71. Iribarren SJ, Cato K, Falzon L, Stone PW. What is the economic evidence for mHealth? A systematic review of economic evaluations of mHealth solutions. *PLoS One* 2017;12(2).
72. Bradway M, Carrion C, Vallespin B, Saadatfard O, Puigdomènech E, Espallargues M et al. mHealth assessment: conceptualization of a global framework. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2017;5(5).
73. Institut Montaigne. [En ligne]. E-santé : augmentons la dose ! 2020. [cité le 1 juillet 2022]. Disponible : <https://www.institutmontaigne.org/publications/e-sante-augmentons-la-dose>
74. Rotheram-Borus MJ, Ingram BL, Swendeman D, Lee A. Adoption of self-management interventions for prevention and care. *Prim Care.* 2012;39(4):649-660.
75. Welcker M (2021), “Digitalization in rheumatological practice”, *Zeitschrift für Rheumatologie*, vol 80, pp. 835–845.
76. – Weisman M.H. (2019), “Technology and big data in rheumatology”, Elsevier, Philadelphia Pennsylvania.
77. Association Nationale de Défense contre les Arthrites Rhumatoïdes. [En ligne]. Disponible : <https://www.youtube.com/c/PolyarthriteAndar>
78. Doctolib [En ligne]. Prenez rendez-vous en ligne chez un praticien. Disponible : <https://www.doctolib.fr>
79. Montazeri M, Multmeier J, Novorol C, Upadhyay S, Wicks P, Gilbert S. Optimization of Patient Flow in Urgent Care Centers Using a Digital Tool for Recording Patient Symptoms and History: Simulation Study. *JMIR Form Res* 2021;5(5):26402.
80. Saag j, Danila M. Remote management of osteoporosis. *Curr Treat Options in Rheum* 2022;8:143– 151.

81. Association Française de Lutte AntiRhumatismale. [En ligne]. Attention à la fracture ! [Cité le 14 juillet 2024]. Disponible : <https://www.aflar.org/2018/06/05/attention-a-la-fracture/>
82. Am2li. Prévenir la survenue de l'ostéoporose. [En ligne]. 2023 [cité le 15 mars 2024]. Disponible : <https://www.ameli.fr/hauts-de-seine/assure/sante/themes/osteoporose/prevention>
83. Alhussein G, Hadjileontiadis L. Digital Health Technologies for Long-term Self-management of Osteoporosis: Systematic Review and Meta-analysis. 2022;10(4): e32557.
84. PhysiApp. [En ligne]. [Cité le 16 mars 2024]. Disponible : <https://login.physiapp.com>
85. Nymb Science [En ligne]. Nymb Balance. Move confidently. 2023. [Cité le 16 mars 2024]. Disponible : <https://nymbscience.com/balance>
86. My fitness Pal. [En ligne]. Une bonne santé, c'est d'abord une bonne alimentation. 2024. [Cité le 16 mars 2024]. Disponible : <https://www.myfitnesspal.com/fr>
87. Yang Y, Wang K, Liu H, Qu J, Wang Y, Chen P, Zhang T, Luo J. The impact of Otago exercise programme on the prevention of falls in older adult: A systematic review. Front Public Health. 2022;10:953593.
88. Lambert TE, Harvey LA, Avdalis C, Chen LW, Jeyalingam S, Pratt CA, Tatum HJ, Bowden JL, Lucas BR. An app with remote support achieves better adherence to home exercise programs than paper handouts in people with musculoskeletal conditions: a randomised trial. J Physiother. 2017;63(3):161-167.
89. Tay I, Garland S, Gorelik A, Wark JD. Development and Testing of a Mobile Phone App for Self-Monitoring of Calcium Intake in Young Women. JMIR Mhealth Uhealth. 2017;5(3):e27.
90. Miller K, Steffen M, McCoy K, Cannon G, Seaman A, Anderson Z et Al. Delivering fracture prevention services to rural US veterans through telemedicine: a process evaluation. Arch Osteoporos. 2021;16-27.
91. Kanis JA, Hans D, Cooper C, Baim S, Bilezikian JP, Binkley N, et Al. Interpretation and use of FRAX in clinical practice. Osteoporos Int. 2011 Sep;22(9):2395-411.
92. Palcu P, Munce S, Jaglal S.B. et al. Understanding patient experiences and challenges to osteoporosis care delivered virtually by telemedicine: a mixed methods study. Osteoporos Int. 2020;31:351–361.
93. Tornero-Molina J, Sánchez-Alonso F, Fernández-Prada M, Bris-Ochaita ML, Sifuentes-Giraldo A, Vidal-Fuentes J. Tele-rheumatology during the COVID-19 pandemic. Reumatol Clin (Engl Ed). 2021. <https://doi.org/10.1016/j.reumae.2020.10.002>.

94. Danila M, Sun D, Jackson L, Cutter G, Jackson E, Ford E, et al. A randomized trial showing no differences in patient satisfaction with telemedicine delivered by phone or video during COVID-19 in rheumatology and other medical Specialty Clinics [abstract]. Arthritis Rheumatology. 2021;73.
95. Toïgo M, Marc J, Hayot M, Moulis L, Carbonnel F. Quality Assessment of Smartphone Medication Management Apps in France: Systematic Search. JMIR Mhealth Uhealth 2024;12:e54866
96. Saliasi I, Martinon P, Darlington E, Smentek C, Tardivo D, Bourgeois D, et Al. Promoting Health via mHealth Applications Using a French Version of the Mobile App Rating Scale: Adaptation and Validation Study. JMIR Mhealth Uhealth. 2021;31;9(8):e30480.
97. Université de Mexico. Project ECHO: a revolution in medical education and care delivery. [En ligne]. 2024. [cite le 04/04/2024]. Disponible: <https://projectecho.unm.edu/>
98. Lewiecki E M, Bouchonville M, Chafey D, Bankhurst A, Arora S. Bone Health ECHO: telementoring to improve osteoporosis care. Womens Health. 2016;12(1):79-81.
99. Remote management of osteoporosis in the first wave of the COVID-19 pandemic. Gianmaria Salvio
100. Ouerhani L. How to use digital health marketing to add value and maximize knowledge of a healthcare company and its chronic disease products and services? [Thèse d'exercice]. Grenoble, France : Grenoble Ecole de Management ; 2020.
101. Zirar W. Il faut penser l'e-santé en y associant la notion de pertinence des soins. APM News. [En ligne]. 2023 [cité le 15 mars 2024]. Disponible : https://www.apmnews.com/story.php?objet=397939&idmail=.O.oQ4xQ03Sib7LrDKvHBQowKfbIVpWD9R9ShU3uj_u-U0DN_6mTXXUIyUt8pmq77GD7RFPMaV_G3jxrSVT9pVFIDa0HVFUVO03x_4
102. Ayers JW, Poliak A, Dredze M, Leas EC, Zhu Z, Kelley JB, et Al. Comparing Physician and Artificial Intelligence Chatbot Responses to Patient Questions Posted to a Public Social Media Forum. JAMA Intern Med. 2023 Jun 1;183(6):589-596.
103. Agence du Numérique en Santé. [En ligne]. Cybersécurité accélération et Résilience des Etablissements (CaRE). [Cité le 14 juillet 2024]. Disponible : <https://esante.gouv.fr/strategie-nationale/cybersecurite>
104. Commission nationale de l'informatique et des libertés. [En ligne]. Applications mobiles en santé et protection des données personnelles : Les questions à se poser. 2018. [Cité le 17 juillet 2024]. Disponible : <https://www.cnil.fr/fr/applications-mobiles-en-sante-et-protection-des-donnees-personnelles-les-questions-se-poser>

105. Haute Autorité de Santé. Référentiel de bonnes pratiques sur les applications et les objets connectés en santé (Mobile Health ou mHealth). Saint-Denis La Plaine: HAS; 2016.

ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné (e) Mathilde Bouvier-Müller

Déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. (*Décret n°92-657 du 13 juillet 1992*)

En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature :



SIGNATURES DU DIRECTEUR DE THESE ET DU DOYEN

N° Étudiant : **21400001**

N° Thèse : **66**

Nom et Prénom : **Bouvier-Müller Mathilde**

Sujet : **Etude de l'impact des outils digitaux dans la prise en charge des patients atteints d'ostéoporose**

Tours, le : **6 mai 2025**

Le(s) Directeur(s) de Thèse :
Nom(s) et signature(s)

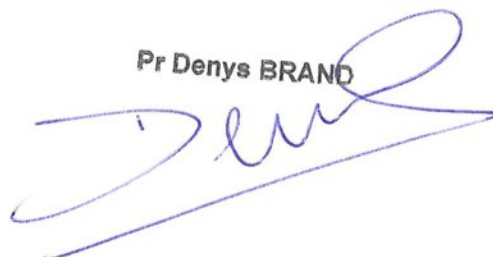
Viauney TUCOUP



Vu et Transmis :
Le Doyen

Le directeur de la Faculté
des Sciences Pharmaceutiques

Pr Denys BRAND



NOM, PRÉNOM de l'étudiant Mathilde Bouvier-Müller

N° 66

TITRE DE LA THÈSE

Etude de l'impact des outils digitaux sur la prise en charge des patients atteints d'ostéoporose

RÉSUMÉ DE LA THÈSE

Un des enjeux de santé publique majeur actuel est la prise en charge des maladies chroniques rhumatologiques, et notamment de l'ostéoporose. Parallèlement, La numérisation de la santé est un vaste sujet d'actualité, sur lequel de nombreux documents de recherche et articles ont été écrits ces dernières années. Ils traitent souvent d'aspects très spécifiques de la numérisation, ce qui rend difficile d'avoir une vue d'ensemble de ses conséquences sur l'ensemble du parcours du patient. Nous avons donc souhaité dans cette étude faire état des outils digitaux dans l'ostéoporose, et discuter de leur impact sur la prise en charge des patients.

Après un aperçu des parcours patients ostéoporotiques et des différents aspects de la numérisation de la santé, nous avons effectué une revue de littérature sur l'impact du numérique sur la prise en charge des patients atteints d'ostéoporose. Nous avons également réalisé deux questionnaires, à destination de rhumatologues et de patients en rhumatologie, qui nous ont permis d'étayer certains aspects des publications de notre revue de littérature.

Ces éléments nous ont permis de montrer que de nombreuses solutions numériques existent autour de l'ostéoporose, et que l'on peut constater leur impact à chaque étape du parcours patient, de la prévention au suivi. Nous avons vu par exemple qu'elles facilitent la prévention, que ce soit via des campagnes de communication ou à l'aide d'applications. L'impact de la numérisation est visible au niveau du diagnostic, grâce à des outils de ciblage, ou encore de calcul de risque, mais encore plus dans le suivi des patients, dont les possibilités de prise en charge ont énormément évolué avec l'essor de la télémédecine.

Nous avons cependant relevé certains décalages entre les outils numériques disponibles, les besoins des médecins et les besoins des patients. Là où les médecins semblent chercher des sources d'informations médicales, les patients semblent chercher un moyen de simplification de leur parcours, particulièrement via la collecte de données. Les solutions numériques disponibles sont principalement tournées vers l'information des traitements des patients. Un phénomène qui semble donc déjà bien installé, mais qui montre parfois des lacunes.

Ces innovations numériques accompagnent maintenant la prise en charge des patients, mais la remplaceront-elle demain ?

MOTS-CLÉS SIGNIFICATIFS DE SON CONTENU, ATTRIBUÉS PAR LE CANDIDAT EN LIAISON AVEC LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE ET LES MEMBRES DU JURY

Ostéoporose; numérique; digital; santé; rhumatologie.....

JURY

PRÉSIDENT : Pr Nicolas Arlicot - PU-PH au CHRU de Tours

MEMBRES :

Dr Pierre Besson - Enseignant-chercheur à l'université de Tours

Dr Sarah Houibi - Responsable accès au marché - Chugai Pharma France - Paris

Dr Vianney Tuloup - AHU à l'université de Tours

DATE ET LIEU DE SOUTENANCE : Université de Tours faculté de pharmacie : 02/10/2024