

UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG
Année 2022

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Corrélation entre activité physique et qualité de la marche,
chez des personnes âgées de plus de 75 ans, consultant pour chute ou
troubles de la marche**

Présentée et soutenue publiquement le 22 juin 2022 à 18 heures
Au Pôle Formation
Par Pierre GILL

JURY

Président :

Monsieur le Professeur André THEVENON

Assesseurs :

Monsieur le Docteur Maurice PONCHANT

Directeur de Thèse :

Monsieur le Professeur François PUISIEUX

Avertissement

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

Liste des abréviations

ADL	Activities of Daily Living
APMV	Activité physique modérée à vigoureuse
CHR	Centre hospitalier régional
CI	Calorimétrie indirecte
CNIL	Commission nationale de l'informatique et des libertés
EDM	Eau doublement marquée
EWGSOP	European Working Group on Sarcopenia in Older People
FAP	Functionnal Ambulation Profile
FITNESS	Fall Interest to Target Newly Sarcopenic Society
GDS	Geriatric Depression Scale
HAS	Haute autorité de santé
IADL	Instrumental ADL
IMC	Indice de masse corporelle
IPEQ	Incidental and Planned Exercise Questionnaire
MET	Metabolic Equivalent Task
MMA	Masse musculaire appendiculaire
MMSE	Mini-Mental State Examination
MNA	Mini-Nutritionnal Assessment
OMS	Organisation mondiale de la santé
SPPB	Short Physical Performance Battery
SWA	<i>SenseWear® Armband</i>

Table des matières

Résumé	5
Introduction	6
Matériel et méthodes	10
I. Type d'étude	10
II. Population étudiée	10
III. Évaluation multidisciplinaire de la chute au CHR de Lille	11
IV. Objectifs de l'étude	11
A. Objectif principal	11
B. Objectifs secondaires	12
V. Recueil des données	12
A. Données socio-démographiques	12
B. Données médicales	13
C. Évaluation des paramètres spatio-temporels de la marche	14
1. Analyse de la marche : intérêt clinique	14
2. Technique d'analyse de la marche	14
D. Évaluation de l'activité physique et des performances physiques	17
1. Actimétrie	17
2. Questionnaire IPEQ (Incidental and Planned Exercise Questionnaire)	19
3. Test SPPB (Short Physical Performance Battery)	19
VI. Analyses statistiques	20
VII. Cadre réglementaire	20
Résultats	21
I. Schéma de l'étude	21
II. Analyse descriptive de la population	21
A. Caractéristiques socio-démographiques	21
B. Caractéristiques médicales	22
C. Chutes et complications	25
D. Tests d'équilibre et de marche	25
E. Analyse de l'activité physique	26
1. Analyse actimétrique de l'activité physique	26
2. Analyse des performances physiques par le test SPPB	28
3. Estimation de l'activité physique par le questionnaire IPEQ	29
F. Analyse de la qualité de la marche	30
III. Corrélations entre les résultats de l'actimétrie et les paramètres spatio-temporels de la marche	31
A. Corrélations entre nombre moyen de pas quotidiens et paramètres spatio-temporels de marche	31
B. Corrélations entre temps d'activité physique modérée à vigoureuse et paramètres spatio-temporels de marche	33
C. Corrélations entre temps d'activité sédentaire et paramètres spatio-temporels de marche	35
IV. Objectifs secondaires	35
A. Corrélations entre activité physique objective, performance physique et activité physique estimée	35
B. Corrélations entre activité physique estimée, performance physique et paramètres spatio-temporels de la marche	36

Discussion	38
I. Population de l'étude	39
A. Caractéristiques épidémiologiques	39
B. Paramètres spatio-temporels de la marche	39
C. Données actimétriques	40
II. Discussion sur les résultats	41
III. Forces et limites	43
A. Forces	43
B. Limites	44
IV. Perspectives	46
Conclusion	48
Références bibliographiques	49
Annexes	58
Annexe 1 : Définition des différents paramètres de la marche	59
Annexe 2 : Modifications de l'équilibre et de la marche liées au vieillissement	61
Annexe 3 : Paramètres spatio-temporels de la marche prédictifs de chute	62
Annexe 4 : Description des paramètres spatio-temporels de la marche	63
Annexe 5 : Aide au recueil des données	64
Annexe 6 : ADL	65
Annexe 7 : IADL	66
Annexe 8 : Syndromes gériatriques	67
Annexe 9 : Index de comorbidité de Charlson	68
Annexe 10 : Mini Mental State Examination (MMSE)	69
Annexe 11 : Test des 5 mots de Dubois	71
Annexe 12 : Test de l'horloge	72
Annexe 13 : Geriatric Depression Scale (GDS)	73
Annexe 14 : Mini-Nutritional Assesment (MNA)	74
Annexe 15 : Critères diagnostiques de dénutrition et de sarcopénie	75
Annexe 16 : Score IPEQ (version française WA)	76
Annexe 17 : Aide à l'évaluation des tests d'équilibre et de la marche (appui monopodal, timed up and go test, walking and talking test)	78
Annexe 18 : Test SPPB	80
Annexe 19 : Compte-rendu d'analyse des paramètres spatio-temporels par le système GAITRite®	81
Annexe 20 : Lettre d'information au patient et formulaire de non-opposition	82

RESUME

Introduction : Les bénéfices de l'activité physique pour la personne âgée sont bien documentés en termes de vieillissement réussi. L'activité physique est considérée d'une importance cruciale dans la prévention des chutes chez la personne âgée. Cependant, on connaît peu les effets de l'activité physique sur la qualité de la marche de personnes âgées chuteuses ou à risque de chute.

Objectif : Rechercher l'existence d'une relation entre le niveau d'activité physique à domicile et les paramètres spatio-temporels de la marche de sujets âgés de plus de 75 ans présentant des chutes ou des troubles de la marche.

Matériel et méthodes : Étude observationnelle transversale monocentrique qui s'est déroulée dans le cadre de la consultation multidisciplinaire de la chute du CHR de Lille. 50 personnes âgées de $82,8 \pm 5,5$ ans, adressées pour chute(s) ou troubles de la marche, ont été incluses entre janvier 2020 et juillet 2021. L'activité physique était mesurée au moyen d'un actimètre, porté pendant 5 jours consécutifs. Le nombre de pas, le temps d'activité physique modérée à vigoureuse (APMV), et le temps de sédentarité étaient mesurés. L'analyse de la marche était réalisée au moyen d'un tapis de marche *GAITRite*®, fournissant une description des paramètres spatio-temporels de la marche.

Résultats : Notre cohorte était une population gériatrique polypathologique mais hétérogène. L'analyse de corrélation a montré que le nombre de pas était significativement associé à une amélioration de l'ensemble des paramètres spatio-temporels de la marche analysés ($p < 0.05$). Un nombre important de paramètres spatio-temporels était également significativement associé au temps d'APMV. Aucune corrélation n'était retrouvée entre le temps de sédentarité et les paramètres spatio-temporels de la marche.

Conclusion : Dans notre étude, les patients qui marchaient le plus ou qui s'engageaient davantage dans des APMV avaient de meilleurs paramètres de la marche. Ces résultats incitent à promouvoir l'activité physique chez les personnes âgées, notamment celles qui chutent ou qui sont à risque de chute. Même de petits niveaux d'APMV sont associés à de meilleurs paramètres de marche, et chaque pas supplémentaire semble bénéfique. Des études longitudinales sont néanmoins nécessaires pour confirmer les inférences causales.

INTRODUCTION

En France, selon les dernières estimations de l'Institut national de la statistique et des études économique (Insee) parues en janvier 2022, la population continue de vieillir avec l'avancée en âge des baby-boomers (1). La proportion de personnes âgées de 65 ans et plus, qui était de 21% en 2021, devrait augmenter pour atteindre 29% de la population d'ici 2070 (2). Avec elle, le nombre de personnes atteintes de maladies chroniques ayant des limitations fonctionnelles augmente également. On estime que le nombre de personnes dépendantes passera de 2,5 millions en 2015 à 4 millions en 2040 (3).

Ainsi, la fréquence des problèmes de santé liés à l'âge devrait augmenter fortement dans les années et décennies à venir. Parmi ces problèmes figurent les chutes, évènements fréquents dans la population des personnes âgées, et à l'origine d'une morbidité et d'une mortalité considérables dans tous les pays (4-6).

En effet, un tiers des personnes âgées de plus de 65 ans chutent au moins une fois chaque année. Cette proportion augmente drastiquement avec l'avancée en âge, puisque la moitié des plus de 80 ans font une ou plusieurs chutes par an (4).

Les chutes peuvent avoir de multiples conséquences traumatiques, psychomotrices ou psychologiques, potentiellement graves. Chez les 65 ans et plus, 70% des fractures, et 90% des fractures de hanche sont secondaires à une chute (5). Mais les conséquences de la chute de la personne âgée vont au-delà des traumatismes physiques, car elles peuvent conduire à une perte d'autonomie, voire à une entrée en institution. Chaque année, la chute est responsable de 10 000 décès

de personnes âgées de 65 ans et plus, soit la première cause de mortalité accidentelle dans cette tranche d'âge, et de plus de 130 000 hospitalisations (6). Au-delà des conséquences humaines, les chutes ont un coût pour la collectivité estimé à 2 milliards d'euros par an en France (7).

Ces chiffres vont s'accroître avec la transition démographique, rendant ainsi la chute dans cette population, un enjeu majeur de santé publique. Ceci justifie le « Plan triennal anti-chute des personnes âgées » qu'a lancé en février 2022 le ministère de la Santé, avec comme objectif chiffré une réduction de 20% des chutes mortelles ou entraînant une hospitalisation des personnes âgées d'ici 3 ans (8).

Les chutes de la personne âgée résultent de l'intrication complexe de multiples facteurs de risque prédisposants et précipitants. Au sein de ces facteurs, sont retrouvés les troubles de l'équilibre et de la marche (9).

Présentés par plus d'un tiers des personnes âgées de plus de 70 ans, la prévalence de troubles de la marche augmente à 46% chez les plus de 85 ans (10). Dans la cohorte SAFE (sujets âgés fragiles, évaluation et suivi), c'est 80% des personnes chuteuses de plus de 75 ans qui avaient des troubles de la marche, et 50% qui avaient des troubles de l'équilibre (11).

L'avancée en âge s'accompagne en effet d'une sénescence progressive des systèmes musculo-squelettique et neurologique qui contribuent à l'équilibre et au contrôle postural (12-13). La masse, la force, la puissance musculaire et la souplesse diminuent également avec l'âge (14). Le plus souvent aggravée par une ou plusieurs pathologies sous-jacentes, par la peur de tomber ou par les séquelles d'un traumatisme, cette dégradation n'est ni uniforme parmi les personnes âgées, ni linéaire ; mais les modifications qui ont lieu peuvent plus ou moins altérer le contrôle postural des sujets et augmenter le risque de chute (*Annexe 2-3*).

De nombreuses études épidémiologiques en population générale âgée soulignent également le lien entre faible niveau d'activité physique et augmentation du risque de chute (15-16).

Les personnes âgées sont physiquement moins actives et plus sédentaires que tous les autres groupes d'âge, et ce d'autant qu'elles sont fragiles, ont des antécédents de chutes, ont des limitations fonctionnelles ou sont atteintes de

maladies chroniques. On estime à environ 40% les plus de 65 ans ayant une pratique faible ou nulle d'activité physique (17).

Pourtant, l'activité physique ralentit les changements physiologiques liés à l'âge, améliore la santé des personnes âgées dans ses trois dimensions physique, psychique et sociale, contribue à la prévention des pathologies chroniques liées au grand âge, et favorise un vieillissement réussi (18). Elle joue un rôle majeur dans la prévention et le traitement de la fragilité, favorise le maintien de l'autonomie, et prévient la dépendance avec l'avancée en âge (15).

La volonté de « bien vieillir » est largement partagée dans la population, et le vieillissement réussi des patients est au cœur des préoccupations du médecin généraliste. La promotion d'une activité physique apparaît alors comme un enjeu crucial, autant dans la prévention que dans la prise en charge des syndromes gériatriques, et plus généralement pour conserver une autonomie fonctionnelle, gage de qualité de vie.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) préconise de pratiquer au moins 150 minutes d'activité physique d'intensité modérée ou au moins 75 minutes d'activité physique d'intensité soutenue par semaine. Elle ajoute que les personnes âgées dont la mobilité est réduite devraient effectuer une activité physique cherchant à améliorer l'équilibre et à prévenir les chutes (19). Ainsi, aujourd'hui, différentes politiques de prévention des chutes sont mises en place en France et dans le reste de l'Union européenne. Le plan national « anti-chute » de février 2022 s'insère dans cette dynamique, et intègre l'activité physique comme un pilier essentiel de prévention de la chute chez la personne âgée (8).

Cependant, bien que 90% des personnes âgées connaissent ces recommandations, seulement deux tiers d'entre elles les atteignent (17). L'âge, les problèmes de santé (20) et la peur de chuter (21) sont souvent invoqués pour justifier un mode de vie sédentaire, où l'activité physique principale est la marche au cours des tâches domestiques (17).

La prescription par le médecin traitant d'une activité physique adaptée, au-delà du simple conseil ou de la remise d'un document par le soignant, apporte alors un bénéfice supplémentaire aux interventions de promotion de l'activité physique. Possible depuis mars 2017 pour les patients atteints d'une affection longue durée (22), et récemment élargie aux personnes présentant des facteurs de risque ou en perte d'autonomie (23), cette prescription doit être adaptée aux capacités physiques

de la personne âgée, à son profil (robuste, fragile ou dépendante) et à sa tranche d'âge. À l'image de l'hétérogénéité de la population âgée, les objectifs et les types d'activité physique proposés sont variables (24), mais le travail de l'équilibre dynamique (rattrapages, passages d'obstacles, demi-tours) reste la clé de voûte de tout programme d'exercices physiques de prévention des chutes (15). Chez les patients à haut risque de chute, les exercices physiques multi-catégoriels (alliant travail de l'équilibre, renforcement musculaire, endurance, relever du sol, assouplissement articulaire) sont les plus adaptés pour réduire le risque de chute (25), avec notamment pour objectif l'amélioration de la qualité de la marche (vitesse de marche, longueur de pas, variabilité, asymétrie).

Cependant, il n'existe que peu de connaissances dans la littérature du bénéfice de l'activité physique sur la qualité de la marche de patients âgés à haut risque de chute (qui sont pour la plupart fragiles). De plus, dans les études, les méthodes d'évaluation de l'activité physique sont majoritairement des questionnaires, qui ne permettent qu'une évaluation subjective et approximative de l'intensité de l'activité physique. Une méthode de mesure objective et simple par actimétrie de l'activité physique apparaît comme une solution plus adaptée.

Ainsi, parmi les patients à haut risque de chute, la question est de savoir si ceux qui ont un niveau d'activité physique plus élevé sont ceux qui marchent le mieux. Cela pourrait permettre de mieux cerner les facteurs explicatifs de chute, notamment les facteurs d'activité sur les caractéristiques de la marche. La description de profils cliniques d'activité physique et de leurs qualités de marche respectives, pourra contribuer à cibler certains sujets âgés fragiles qui n'ont pas forcément conscience de leur propre état de vulnérabilité.

Cette étude avait donc pour objectif principal d'étudier le lien entre le niveau d'activité physique au quotidien et les paramètres spatio-temporels de la marche, au sein d'une cohorte de 50 personnes âgées de plus de 75 ans, chuteuses ou ayant des troubles de la marche.

Notre objectif secondaire était d'étudier les corrélations entre d'autres variables d'activité et de performance physique (performance physique par le test SPPB (Short Physical Performance Battery), activité physique estimée par le questionnaire IPEQ (Incidental and Planned Exercise Questionnaire)) et respectivement l'activité physique objective et les paramètres spatio-temporels de la marche.

MATERIEL ET METHODES

I. Type d'étude

Notre étude a été réalisée au centre hospitalier régional de Lille, au sein de l'hôpital gériatrique Les Bateliers, entre les mois de janvier 2020 et juillet 2021.

Il s'agit d'une étude ancillaire de l'étude observationnelle prospective transversale multicentrique *FITNESS* (*Fall Interest to Target Newly Sarcopenic Society*) dont l'objectif était d'étudier la corrélation entre activité physique et masse musculaire chez des personnes âgées consultant pour chute(s) ou troubles de la marche. Dans le cadre de ce protocole, après calcul du nombre total de sujets nécessaires pour l'étude *FITNESS* par le promoteur (N=150), 50 patients devaient être inclus dans notre centre.

II. Population étudiée

L'étude s'intéresse à des personnes âgées chuteuses ou à risque de chute, âgées de 75 ans ou plus, vivant à domicile, adressées en évaluation multidisciplinaire de la chute, en hôpital de jour, pour le motif « chute(s) » ou « troubles de la marche et à risque de chute ».

Les critères d'exclusion étaient un âge strictement inférieur à 75 ans, une perte d'indépendance fonctionnelle importante définie par un ADL (Activities of Daily Living) strictement inférieur à 4, des troubles cognitifs sévères ou modérément sévères définis par un MMSE (Mini-Mental State Examination) strictement inférieur à 15, un état médical instable (pathologie aiguë intercurrente) ou une opposition à participer à l'étude.

III. Évaluation multidisciplinaire de la chute au CHR de Lille

L'échantillon de notre cohorte était constitué à partir de patients adressés en consultation d'évaluation multidisciplinaire de la chute. Celle-ci s'adresse à toute personne âgée ayant chuté ou présentant un risque de chute. Les patients peuvent être adressés par leur médecin traitant, un médecin spécialiste ou par un service d'accueil des urgences. Après une consultation initiale par un médecin gériatre programmant l'hospitalisation de jour, les patients sont reçus en hôpital de jour où ils bénéficient d'une évaluation multidisciplinaire par un médecin gériatre, un médecin rééducateur, un diététicien, un ergothérapeute, un infirmier ; complétée en fonction du contexte clinique par l'évaluation d'un neurologue, d'un ophtalmologue, d'une assistante sociale, d'une psychologue ou d'une pédicure-podologue.

L'ensemble des éléments recueillis par les différents intervenants lors de leurs évaluations, est retranscrit dans un dossier patient commun standardisé. Les facteurs de risque de chute prédisposants et précipitants, ainsi que les facteurs de gravité sont identifiés ; et des recommandations thérapeutiques et environnementales sont alors établies. Au terme de cette journée, une synthèse avec le patient est réalisée par le gériatre.

IV. Objectifs de l'étude

A. Objectif principal

L'objectif principal de l'étude était de rechercher une association entre le niveau d'activité physique au quotidien, et la qualité de la marche de patients âgés chuteurs ou à risque de chute.

Le niveau d'activité physique était évalué par des données objectives au moyen d'un actimètre (*SenseWear® Armband*) porté pendant 5 jours. Le nombre de pas quotidiens, le temps quotidien d'activité physique modérée à vigoureuse (minutes), et le temps quotidien d'activité sédentaire (heures) étaient mesurés.

Les critères de la qualité de la marche étaient évalués par l'analyse des données spatio-temporelles recueillies au moyen d'un tapis de marche (*GAITRite®*). 11 paramètres spatiaux et 17 paramètres temporels ont été mesurés pour chaque patient (*tableau 1*), mais seuls 7 paramètres ont été utilisés pour l'analyse : vitesse

de marche (cm/s), temps de double appui (s), longueur d'enjambée (cm), variabilité de la longueur d'enjambée (%), variabilité de durée de cycle (%), asymétrie de la démarche (%), Functionnal Ambulation Profile (score de FAP).

B. Objectifs secondaires

Notre objectif secondaire était de rechercher une association entre d'autres variables d'activité et de performance physique (en l'occurrence, le test SPPB et l'activité physique estimée par le questionnaire IPEQ), et d'autre part les données actimétriques de l'activité physique, et les paramètres spatio-temporels de la marche.

V. Recueil des données

Le recueil de données a été réalisé dans le cadre de l'étude *FITNESS* lors d'une consultation multidisciplinaire de la chute. Les données pour chaque patient étaient recueillies au cours d'une hospitalisation de jour, et comprenaient une évaluation gériatrique standardisée, une analyse de la composition corporelle, ainsi qu'une analyse de la marche. Il s'agit d'informations cliniques, biologiques et anthropométriques, collectées dans le cadre de la prise en charge médicale standardisée des patients, à l'aide d'un cahier de recueil présenté en *Annexe 5*. L'activité physique était évaluée à la fois au moyen de questionnaires au cours de l'hospitalisation de jour, puis au moyen d'un actimètre à domicile.

Ces données ont ensuite été retranscrites en variable binaire ou numérique dans un fichier *EXCEL*® anonymisé.

A. Données socio-démographiques

Les données socio-démographiques recueillies étaient les suivantes :

- L'âge
- Le sexe
- Le mode de vie : patient vivant seul, présence d'un aidant familial ou d'une aide professionnelle au domicile
- L'évaluation de l'autonomie selon l'index ADL et de l'IADL (*Annexe 6-7*)

- Le mode d'adressage (par le médecin traitant, par un médecin spécialiste ou par un service d'accueil des urgences)

B. Données médicales

Les données médicales recueillies étaient les suivantes :

- **Les antécédents regroupés en grandes catégories** : trouble cognitif, pathologie cardiovasculaire, pathologie respiratoire, pathologie neurologique, syndrome dépressif, diabète, déficit neurosensoriel, pathologie rhumatologique invalidante, ostéoporose ostéodensitométrique, néoplasie active.
- **Le nombre de médicaments consommés régulièrement** dont la prise de benzodiazépines (ou apparentés), de cardiotropes et de vitamine D.
- **Évaluation des comorbidités** : nombre de syndromes gériatriques (*Annexe 8*), index de comorbidité de Charlson (*Annexe 9*).
- **Évaluation cognitive** : MMSE (*Annexe 10*), test des 5 mots de Dubois (*Annexe 11*), test de l'horloge (*Annexe 12*)
- **Évaluation thymique** : GDS (Geriatric Depression Scale) (*Annexe 13*)
- **Évaluation nutritionnelle** : calcul de l'IMC (indice de masse corporelle), réalisation du MNA (Mini-Nutritional Assessment) (*Annexe 14*), dosage de l'albuminémie et de la 25-OH-Vitamine D2+D3
- **La présence d'une hypotension orthostatique**
- **Analyse de la composition corporelle et de la force musculaire** : mesure de la masse musculaire appendiculaire par impédancemétrie et recherche d'une sarcopénie, mesure de la force de préhension par la réalisation d'un *grip test*.
- **Évaluation des chutes et de leurs complications** : recherche d'antécédents de chute, d'antécédents de fracture secondaire à une chute et d'hospitalisation secondaire à une chute, recherche d'une peur de tomber.
- **Évaluation de la marche et de l'équilibre** : *timed up and go test*, appui monopodal, test en double tâche (*walking and talking test*) (*Annexe 17*)

C. Évaluation des paramètres spatio-temporels de la marche

1. Analyse de la marche : intérêt clinique

Les paramètres spatio-temporels sont des descripteurs de la marche validés. Leurs intégrations au sein du cycle de marche sont définies plus précisément en *Annexe 1*. La mesure de ces paramètres permet d'objectiver les performances du sujet, mais aussi de reconnaître et d'analyser les anomalies d'une marche pathologique. Ces paramètres se modifient en effet avec l'avancée en âge (*Annexe 2*), mais aussi par la présence de comorbidités neurologiques, cardiovasculaires ou ostéo-articulaires, parfois infracliniques. Certaines de ces modifications sont des facteurs prédictifs de chute, notamment l'augmentation de leur variabilité (*Annexe 3*).

En pratique clinique, l'analyse observationnelle est incontournable pour caractériser un trouble de la marche. Mais l'inspection visuelle seule, même si elle est essentielle, possède une faible fiabilité en lien avec sa subjectivité (26-27). En effet, certaines variations minimales ne sont pas accessibles à l'œil humain, notamment en ce qui concerne la variabilité de la marche (26), et peuvent bénéficier d'une analyse complémentaire par un dispositif spécifique.

Les tapis ou pistes de marche permettent une analyse fine de l'ensemble des paramètres spatio-temporels du cycle de marche.

2. Technique d'analyse de la marche

Les paramètres spatio-temporels de la marche étaient analysés au moyen d'un tapis de marche *GAITRite®* (*BIOMETRICS France*).

Le système *GAITRite®* est à l'heure actuelle, le dispositif le plus utilisé dans la littérature concernant l'analyse des paramètres spatio-temporels de la marche. Il est d'ailleurs actuellement le gold standard pour l'évaluation d'autres systèmes d'analyse de la marche (28), et a fait l'objet de recommandations européennes (29). Il est particulièrement adapté au sujet âgé. La validité et la fiabilité du système ont en effet été étayées par de nombreuses études chez l'adulte, et notamment chez le sujet âgé (30-31).

Le système *GAITRite®* correspond à une piste de marche électronique, de surface active de 61 cm de large sur une longueur de 4,27 m, connectée à un

ordinateur. La piste contient de très nombreux capteurs de force disposés en grille, permettant de mesurer les pressions sous chaque pied. Ceux-ci sont encapsulés dans un tapis enroulable ce qui le rend transportable facilement et permet de l'installer sur n'importe quelle surface ; tout ceci couplé à un système vidéo.

Lorsque le patient se déplace sur le tapis de marche, le système contrôle en continu les capteurs pour détecter le pas. Le système ne nécessite aucune préparation du patient et autorise l'utilisation d'aides techniques à la marche (canne, béquille, déambulateur) et même d'orthèses.

Afin d'augmenter la fiabilité et la reproductibilité des mesures, les recommandations publiées pour l'analyse de la marche ont été suivies (29,32) : les patients devaient marcher sur le tapis à allure habituelle, sans vitesse imposée, sans modification du chaussage habituel, dans une pièce bien éclairée et sans distraction. Les patients devaient réaliser au moins 20 cycles (soit 3 à 4 passages successifs sur le tapis).

Les données brutes étaient ensuite transférées vers un ordinateur, où un logiciel les convertissait en séries d'empreintes et permettait de calculer de façon précise et automatique l'ensemble des paramètres spatio-temporels de la marche.



Au total, 11 paramètres spatiaux et 17 paramètres temporels étaient mesurés pour chaque patient (*tableau 1*). Ils étaient rassemblés au sein d'un compte-rendu d'analyse (*Annexe 19*) à partir duquel les moyennes droites-gauches, ainsi que les coefficients de variabilité et d'asymétrie étaient calculés.

Tableau 1. Paramètres spatio-temporels calculés par le tapis de marche *GAITRite*®

Paramètres temporels	Paramètres spatiaux
Vitesse de marche (<i>cm/s</i>)	Distance parcourue (<i>cm</i>)
Durée de marche (<i>s</i>)	Longueur de pas droit et gauche (<i>cm</i>)
Cadence (<i>pas/min</i>)	Longueur d'enjambée droite et gauche (<i>cm</i>)
Durée de pas droit et gauche (<i>s</i>)	Différence de longueur de pas gauche-droit (<i>cm</i>)
Durée de cycle droit et gauche (<i>s</i>)	Base d'appui droit et gauche (<i>cm</i>)
Durée de la phase oscillante droite et gauche (<i>s</i>)	Rapport longueur de pas/longueur de jambe droit et gauche
Durée de la phase d'appui droite et gauche (<i>s</i>)	Angle de progression du pas droit et gauche (<i>degré</i>)
Durée de simple appui droit et gauche (<i>s</i>)	
Durée de double appui droit et gauche (<i>s</i>)	
Différence de durée de pas gauche-droit (<i>s</i>)	
Différence de durée de cycle gauche-droit (<i>s</i>)	

Pour des raisons pratiques, 7 paramètres spatio-temporels, considérés comme importants dans la littérature pour quantifier l'instabilité de la personne âgée (33) ou identifiés comme étant des facteurs prédictifs de chute (*Annexe 3*)(34-35) ont été retenus :

- Vitesse de marche (cm/s)
- Temps de double appui (s)
- Longueur d'enjambée (cm)
- Variabilité de la longueur d'enjambée (%)
- Variabilité de durée de cycle (%)
- Asymétrie de la démarche (%)

L'asymétrie de la démarche a été calculée comme définie par *Plotnik & al.* (36), et correspond à l'importance de la différence entre les durées des phases oscillantes entre les pas droits et gauches. Il s'agit d'un marqueur du degré d'incoordination droite-gauche et de déséquilibre dynamique (37). Plus la valeur est élevée, plus le degré d'asymétrie est important ; une valeur de 0% reflétant une symétrie parfaite.

- Fonctional Ambulation Profile (score de FAP)

Les données spatio-temporelles étaient synthétisées sous la forme d'un score de stabilité à la marche (score de FAP) qui reflète la qualité globale du schéma de marche, et quantifie la sévérité des anomalies de la marche. Proposé par *Nelson & al.* (38), il était automatiquement calculé par le système *GAITRite®*, en ôtant d'une note initiale de 100, des points correspondant à des anomalies des paramètres de marche. Des points sont susceptibles d'être soustraits dans plusieurs catégories (vitesse de marche, longueur et durée de pas gauche et droit, asymétrie droite-gauche de longueur de pas, base de support, présence d'aides ambulatoires et/ou dispositifs d'assistance). Un adulte sain sans anomalie de la marche obtiendra un score entre 95 et 100 points.

D. Évaluation de l'activité physique et des performances physiques

1. Actimétrie

Le niveau d'activité physique était mesuré au moyen d'un actimètre (*SenseWear® Armband v7.0*), choisi par le promoteur de l'étude *FITNESS*. Il s'agit d'un appareil de petite taille, suffisamment léger (environ 200 g) pour ne pas interférer avec la vie quotidienne. Il était porté sur la peau, à l'arrière du triceps brachial gauche.

À la différence du podomètre, l'actimètre possède une fonction d'accéléromètre bidirectionnel permettant de quantifier les déplacements et d'extrapoler la dépense énergétique au cours de la marche. Contrairement à d'autres accéléromètres, l'actimètre *SenseWear® Armband* (SWA) évalue aussi plusieurs paramètres physiologiques au moyen de capteurs non-invasifs (flux de chaleur, température de la peau) permettant d'estimer la dépense énergétique de repos. Il nécessite ensuite une étape d'analyse des données sur un ordinateur avant interprétation, prenant en compte le sexe, l'âge, la taille, le poids et le statut tabagique du sujet.

L'actimètre était posé en fin de consultation. Il était demandé à chaque patient de le porter, toute la journée, pendant les 5 jours qui suivaient la consultation en hôpital de jour. L'appareil devait être retiré dès qu'il était susceptible de rentrer en contact avec l'eau (douche, bain, activités aquatiques), car il n'est pas étanche. Une enveloppe préaffranchie à l'ordre du service était remise au patient, afin de renvoyer l'actimètre par voie postale au terme des 5 jours.

Les seuils d'activité physique étaient mesurés en fonction de la dépense énergétique. Nous avons utilisé pour cela l'équivalent métabolique ou *Metabolic Equivalent Task* (MET) qui correspond au rapport de la dépense énergétique d'un individu sur la quantité d'énergie dépensée au repos (c'est-à-dire éveillé, assis, sans bouger, à jeun, en thermoneutralité). C'est la consommation d'énergie du métabolisme de base du sujet pour assurer les fonctions vitales de l'organisme (estimé à 1 kcal/kg/h)(39). C'est ainsi qu'une activité physique sédentaire est considérée inférieure à 1,5 MET (activité en position assise, déplacements peu importants), et une activité physique modérée à vigoureuse est considérée supérieure à 3 MET (40-41). Ces seuils ont été précédemment utilisés dans des études épidémiologiques chez le sujet âgé (42).

Les données actimétriques étaient traitées par le logiciel *SenseWear*® v7.0 pour mesurer le nombre de pas quotidiens et estimer le niveau d'activité physique selon les seuils sus-décrits.

Les paramètres retenus étaient les suivants :

- Le nombre de pas quotidiens
- Le temps d'activité physique modérée à vigoureuse (activité physique supérieure à 3 MET)
- Le temps d'activité physique sédentaire (activité physique inférieure à 1,5 MET)

Les moyennes de chaque paramètre étaient calculées sur 5 jours.



2. Questionnaire IPEQ (Incidental and Planned Exercise Questionnaire)

L'activité physique était également estimée au moyen d'un auto-questionnaire : l'IPEQ, présenté en *Annexe 16*. Composé de 10 questions, il évalue la durée et la fréquence de différents types d'activités physiques réalisées dans la vie quotidienne au cours des 3 derniers mois, que ce soit au cours d'activités courantes (tâches ménagères, courses, promenade), sportives et de loisirs, ou de type socio-culturel, ainsi qu'au temps passé assis (sédentarité). L'IPEQ permet le calcul d'un score total d'activité physique non-sédentaire en heures/semaine.

Il existe deux versions du questionnaire, une version sur 7 jours (version W) et une version sur 3 mois (version WA). La version WA a été choisie en raison de sa reproductibilité (43). Ce type d'outil, utilisé au niveau international et validé chez la personne âgée, constitue un excellent moyen d'évaluation du niveau d'activité physique (44).

Dans notre étude, la version française était utilisée, et est présentée en *Annexe 16*. Une étude préliminaire s'intégrant au protocole *FITNESS* retrouvait une bonne corrélation entre le questionnaire IPEQ version française et l'activité physique estimée par le test SPPB ou mesurée objectivement par l'actimétrie (45).

3. Test SPPB (Short Physical Performance Battery)

Le niveau de performance physique était estimé au moyen du test fonctionnel SPPB, présenté en *Annexe 18*. Il se compose de l'addition des résultats de 3 sous-tests permettant d'évaluer l'équilibre statique (capacité à garder l'équilibre pendant 10 secondes dans 3 positions : pieds joints, en semi-tandem et en tandem), la marche (vitesse de marche sur 4 mètres) et la force des membres inférieurs (temps pour se lever et s'asseoir d'une chaise 5 fois successives sans s'aider des mains).

Chaque tâche est évaluée entre 0 (incapacité d'effectuer la tâche) et 4 points (meilleur niveau de performance). L'addition des 3 scores permet d'obtenir un score de performance globale sur 12 points. La performance était faible de 0 à 6 points, intermédiaire de 7 à 9 points, et haute de 10 à 12 points. Un score global inférieur à 8 indique une anomalie de l'équilibre et de la marche (46).

Validé chez la personne âgée (47), il est prédictif d'une diminution de la mobilité, de perte d'indépendance fonctionnelle (48), du risque de chute (SPPB <6) (49-50), d'institutionnalisation et de décès (51).

VI. Analyses statistiques

Les variables qualitatives ont été décrites en termes de fréquence et de pourcentage. Les variables quantitatives ont été décrites par la moyenne et l'écart-type ou par la médiane et l'intervalle interquartile en cas de distribution non Gaussienne. La normalité des distributions a été vérifiée graphiquement et à l'aide du test de Shapiro-Wilk. La relation entre 2 variables quantitatives a été évaluée par un coefficient de corrélation de Spearman et son intervalle de confiance à 95%. La relation est considérée comme faible si le coefficient se situe entre 0 et 0.20, moyenne entre 0.20 et 0.50, forte entre 0.50 et 0.80, très forte si supérieure à 0.80.

Le niveau de significativité a été fixé à 5%.

Les analyses statistiques ont été réalisées par l'unité de méthodologie, biostatistiques et data-management du CHR de Lille, à l'aide du logiciel SAS® (SAS Institute version 9.4).

VII. Cadre réglementaire

La réalisation de cette thèse a été déclarée au préalable à la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL), sous le numéro de déclaration 1199. Le protocole de l'étude *FITNESS* a été approuvé par le comité d'éthique indépendant de l'hôpital régional d'Orléans et par le Comité consultatif sur le traitement de l'information en matière de recherche dans le domaine de la santé (1 rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05, France, référence 16.522 du 12 juillet 2016).

Les variables recueillies ont été transcrites de manière codée, afin de garantir la confidentialité des informations relatives aux personnes participant à cette étude. Toutes les données informatiques étaient anonymisées sous la forme d'un numéro correspondant à leur ordre de participation.

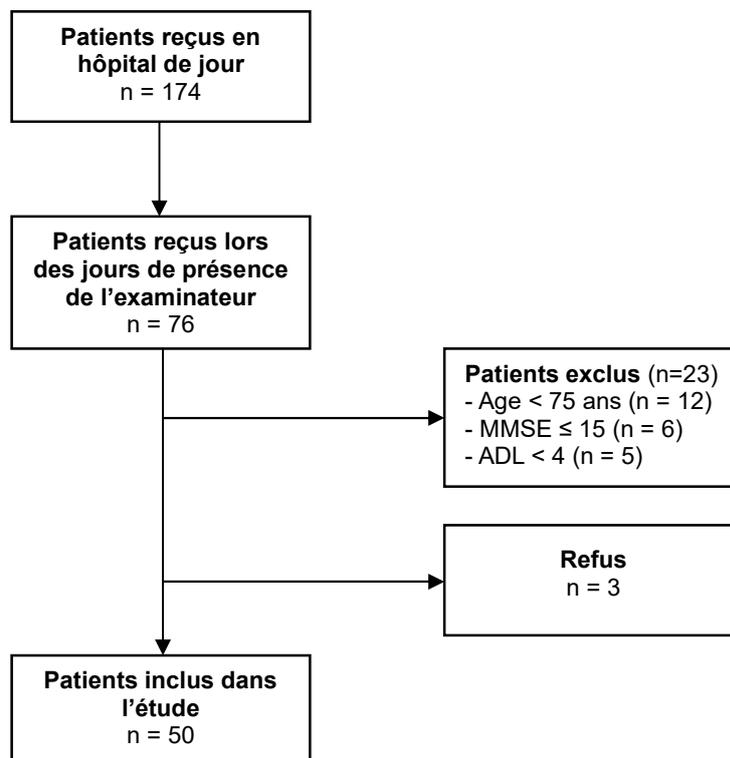
Les patients ont été informés de façon complète et loyale, en des termes compréhensibles, des objectifs de l'étude, et de leur droit de refuser de participer à l'étude ou de la possibilité de se rétracter à tout moment. Avant tout recueil de données, une notice d'information concernant l'étude était donnée aux patients, ainsi qu'un formulaire de recueil de non-opposition afin d'avoir leur accord (*Annexe 20*).

L'auteur ne déclare pas de conflit d'intérêt.

RESULTATS

I. Schéma de l'étude

Figure 1 : Diagramme de répartition des flux



II. Analyse descriptive de la population

A. Caractéristiques socio-démographiques

Sur les 50 patients inclus dans notre étude, 68% étaient des femmes. La population était âgée de 82.8 ± 5.5 ans en moyenne.

Dans notre population, 29 patients vivaient seuls à domicile (58%), 38 (76%) bénéficiaient de la présence d'un aidant familial et 31 (62%) bénéficiaient du passage d'un professionnel à domicile.

Le score ADL médian est de 5.5/6, et le score IADL médian est de 6.0/8.

Ils étaient le plus souvent adressés par un médecin spécialiste (70% des cas).

L'ensemble des caractéristiques socio-démographiques est détaillé dans le *tableau 2*.

Tableau 2. Caractéristiques socio-démographiques de la population (N=50)

Caractéristiques socio-démographiques		Moy \pm EC ou N (%)	Med (Q1 ; Q3)	Minima	Maxima
Age		82.8 \pm 5.5	83 (78 ; 87)	75	97
Sexe	Masculin	16 (32)			
	Féminin	34 (68)			
Mode de vie		Vivant seul à domicile	29 (58)		
Intervenant à domicile	Présence d'un aidant familial		38 (76)		
	Présence d'aide professionnelle à domicile (hors kinésithérapeute)		31 (62)		
	Kinésithérapie au domicile		41 (82)		
Dépendance fonctionnelle	ADL		5.3 \pm 0.6	5.5 (5.0 ; 5.5)	4
	IADL		5.2 \pm 2.3	6.0 (4.0 ; 6.5)	0
Mode d'adressage	Médecin traitant		10 (20)		
	Médecin spécialiste		35 (70)		
	Service d'accueil des urgences		5 (10)		

Abréviations : Moy = moyenne, EC = écart-type, N = nombre de patients, Med = médiane, Q1 = quartile inférieur, Q3 = quartile supérieur

ADL = Activities of Daily Living (test sur 6 points, autonomie conservée si = 6)

IADL = Instrumental Activities of Daily Living (test sur 8 points, autonomie instrumentale conservée si = 8)

B. Caractéristiques médicales

Il s'agissait d'une population polypathologique présentant des syndromes gériatriques. Le nombre de syndromes gériatriques moyen était de 3.2 ± 1.1 et l'index de Charlson médian était de 2.0 (1.0 ; 4.0).

82% des patients présentaient un déficit sensoriel et 44% présentaient une pathologie neurologique. 80% des sujets présentaient une pathologie rhumatologique considérée par eux-mêmes comme invalidante (entraînant des difficultés à marcher), et près d'un tiers des sujets présentaient une ostéoporose ostéodensitométrique.

Le nombre de médicaments médian inscrits sur l'ordonnance était de 8.5 (5 ; 11). Environ la moitié des patients consommait au moins un psychotrope. La polymédication, définie par la prise de plus de 5 médicaments par jour, concernait 64% des patients.

Selon les critères diagnostiques de la HAS (Haute autorité de santé) publiés en 2021 (*Annexe 15*)(52), dans notre population, 15 patients étaient dénutris. Cette dénutrition était sévère chez seulement 2 d'entre eux. On remarquait également une carence ou une insuffisance en vitamine D chez 58% des patients, malgré une supplémentation chez 68% d'entre eux.

Dans notre étude, seulement 5 patients étaient considérés comme sarcopéniques (définis comme l'association d'une réduction de la force et de la masse musculaire appendiculaire). L'analyse de la composition corporelle était réalisée par impédancemétrie. Les critères diagnostiques utilisés étaient ceux définis par la EWGSOP (European Working Group on Sarcopenia in Older People) et révisés en 2019 (53)(*Annexe 15*). Le *grip test* était pathologique selon ces mêmes critères, chez 56% des patients.

Enfin, sur le plan cognitif, le MMSE médian était de 27 (24 ; 29). On retrouvait pourtant des antécédents de troubles cognitifs chez 38% des patients. Un test de l'horloge et un test de Dubois pathologiques étaient retrouvés respectivement chez 35 et 41 patients. Sur le plan thymique, des antécédents de dépression étaient retrouvés chez presque la moitié des patients. 38% des patients de notre cohorte présentaient un score GDS pathologique supérieur ou égal à 5.

Cependant, comme l'attestent les mesures de dispersion, écart-types et quartiles, la population incluse était relativement hétérogène.

L'ensemble de ces données est résumé dans le *tableau 3*.

Tableau 3. Caractéristiques médicales de la population (N=50)

Caractéristiques médicales	Moy ± EC ou N (%)	Med (Q1 ; Q3)	Minima	Maxima
ANTÉCÉDENTS				
Troubles cognitifs	19 (38)			
Maladie cardiovasculaire	33 (66)			
Pathologie respiratoire	11 (22)			
Pathologie neurologique	22 (44)			
Dépression	24 (48)			
Diabète	11 (22)			
Déficit neurosensoriel	41 (82)			
Pathologie rhumatologique invalidante	40 (80)			
Ostéoporose ostéodensitométrique	16 (32)			
Néoplasie active (cancer solide ou hémopathie)	6 (12)			
TRAITEMENTS À DOMICILE				
Nombre de médicaments sur l'ordonnance	8.3 ± 4.0	8.5 (5 ; 11)	2	17
Prise de psychotropes	26 (52)			
Prise de benzodiazépines (ou apparentés)	18 (36)			
Prise de cardiotropes	21 (42)			
Prise de vitamine D	34 (68)			
ÉTAT COGNITIF				
MMSE	25.8 ± 3.4	27.0 (24.0 ; 29.0)		
Test des 5 mots de Dubois	8.2 ± 1.5	9.0 (8.0 ; 9.0)	4	10
Test de l'horloge	4.9 ± 2.2	6.0 (3.0 ; 7.0)	0	7
ÉTAT THYMIQUE				
GDS	4.8 ± 2.5	4.0 (3.0 ; 7.0)	1	10
ÉTAT NUTRITIONNEL, FORCE MUSCULAIRE & COMPOSITION CORPORELLE				
IMC	26.8 ± 4.9	27.1 (21.8 ; 30.8)	17.1	36.3
MNA	24.6 ± 2.9	25.0 (22.0 ; 27.0)	17.0	30.0
Albuminémie (g/L)	41.0 ± 3.3	41.0 (40.0 ; 43.0)	32.0	50.0
25-OH-Vitamine D2-D3 (ng/mL)	26.7 ± 10.7	28.0 (20.0 ; 31.0)	5.7	59.0
Carence ou insuffisance en vitamine D*	29 (58)			
Masse musculaire appendiculaire (impédancemétrie)	19.8 ± 4.9	19.0 (16.3 ; 23.4)	8.6	33.3
Présence d'une sarcopénie (critères EWGSOP2)	5 (10)			
Grip test pathologique (critères EWGSOP2)	28 (56)			
Dénutrition (critères HAS 2021)	15 (30)			
POLYMORBIDITÉ				
Index de comorbidité de Charlson	2.6 ± 1.5	2.0 (1.0 ; 4.0)	0	7
Nombre de syndromes gériatriques	3.2 ± 1.1	3.0 (2.0 ; 4.0)	1	6
AUTRES				
Hypotension orthostatique	15 (30)			

* Défini par un dosage de 25-OH vitamine D2-D3 < 30 ng/mL

Abréviations : Moy = moyenne, EC = écart-type, N = nombre de patients, Med = médiane, Q1 = quartile inférieur, Q3 = quartile supérieur
EWGSOP2 = European Working Group on Sarcopenia in Older People (2019) (53) (Annexe 15)

GDS = Geriatric Depression Scale (test sur 15 points, risque de dépression si ≥ 5) (Annexe 13), IMC = indice de masse corporelle

MMSE = Mini-Mental State Examination (test sur 30 points, risque de troubles cognitifs si < 24) (Annexe 10)

MNA = Mini-Nutritional Assessment (test sur 30 points, risque de malnutrition si < 24, risque de dénutrition si < 17) (Annexe 14)

Index de comorbidité de Charlson (absence de comorbidités si = 0) (Annexe 9)

Test des 5 mots de Dubois (test sur 10 points, pathologique si < 10) (Annexe 11)

Test de l'horloge (test sur 7 points, pathologique si < 7) (Annexe 12)

C. Chutes et complications

Dans notre cohorte, les chutes étaient fréquentes. 76% des sujets avaient chuté au moins une fois dans les 6 mois précédant la consultation, 44% avaient chuté au moins 2 fois. La chute s'était compliquée d'une fracture pour 5 patients, soit 10% des chuteurs. 28% des patients chuteurs avaient été hospitalisés.

Enfin, 86% des patients déclaraient avoir peur de tomber, ce qui s'associait à une restriction d'activité liée à cette peur pour 74% d'entre eux. Environ deux tiers des sujets étaient incapables de se relever seuls du sol.

Ces données sont résumées dans le *tableau 4*.

Tableau 4. Description des chutes et ses complications (N=50)

	Moy \pm EC ou N (%)	Med (Q1 ; Q3)	Minima	Maxima
Nombre de chute*	2.2 \pm 3.2	1.0 (1.0 ; 2.0)	0	20
Au moins 1 chute*	38 (76)			
Au moins 2 chutes*	22 (44)			
Au moins 1 fracture secondaire à une chute*	5 (10)			
Au moins 1 hospitalisation secondaire à une chute*	14 (28)			
Peur de tomber	43 (86)			
Restriction d'activité liée à la peur de tomber	37 (74)			
Capacité à se relever seul(e) du sol	17 (34)			

*dans les 6 mois précédant la consultation

Abréviations : Moy = moyenne, EC = écart-type, N = nombre de patients, Med = médiane, Q1 = quartile inférieur, Q3 = quartile supérieur

D. Tests d'équilibre et de marche

Dans notre population, environ trois quarts des patients utilisaient habituellement une aide technique à la marche. 62% des patients présentaient un *timed up and go test* pathologique (supérieur à 20 secondes). Le test en double tâche (*walking and talking test*) était pathologique pour 46% des sujets. Enfin, l'appui monopodal pendant plus de 5 secondes n'était possible que pour 3 patients.

Tableau 5. Description des tests d'équilibre et de marche (N=50)

	Moy \pm EC ou N (%)	Med (Q1 ; Q3)	Minima	Maxima
Utilisation d'une aide technique à la marche*	37 (74)			
Appui monopodal possible (> 5s)	3 (6)			
Walking and talking test pathologique	23 (46)			
Timed up and go test (s)	23.7 \pm 10.2	22.3 (17.9 ; 26.0)	10.6	55.0
Timed up and go test pathologique (> 20s)	31 (62)			

* cannes, déambulateur ou rollator

Abréviations : Moy = moyenne, EC = écart-type, N = nombre de patients, Med = médiane, Q1 = quartile inférieur, Q3 = quartile supérieur

E. Analyse de l'activité physique

1. Analyse actimétrique de l'activité physique

Les moyennes de chaque paramètre ont été calculées sur 5 jours.

Le nombre de pas quotidiens moyen enregistré était de 1422 ± 1593 , la dépense énergétique totale moyenne était de 2218 ± 986.2 kcal/jour, la dépense énergétique active moyenne (activité physique supérieure à 3 MET) était de 331.7 ± 341.6 kcal/jour, le temps quotidien d'inactivité (allongé) moyen était de 8.7 ± 1.8 heures, le temps quotidien de sédentarité moyen (activité physique inférieure à 1.5 MET) était de 10.4 ± 2.6 heures et le temps quotidien d'activité physique modérée à vigoureuse moyen (activité physique supérieure à 3 MET) était de 79.2 ± 92.4 minutes/jour.

Ces données sont décrites précisément dans le *tableau 6*.

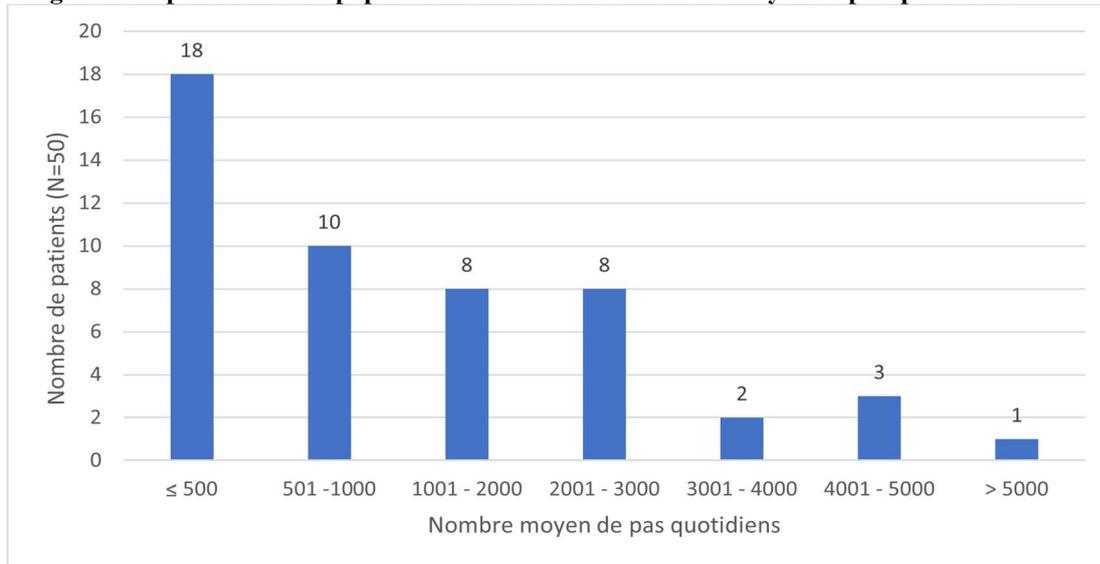
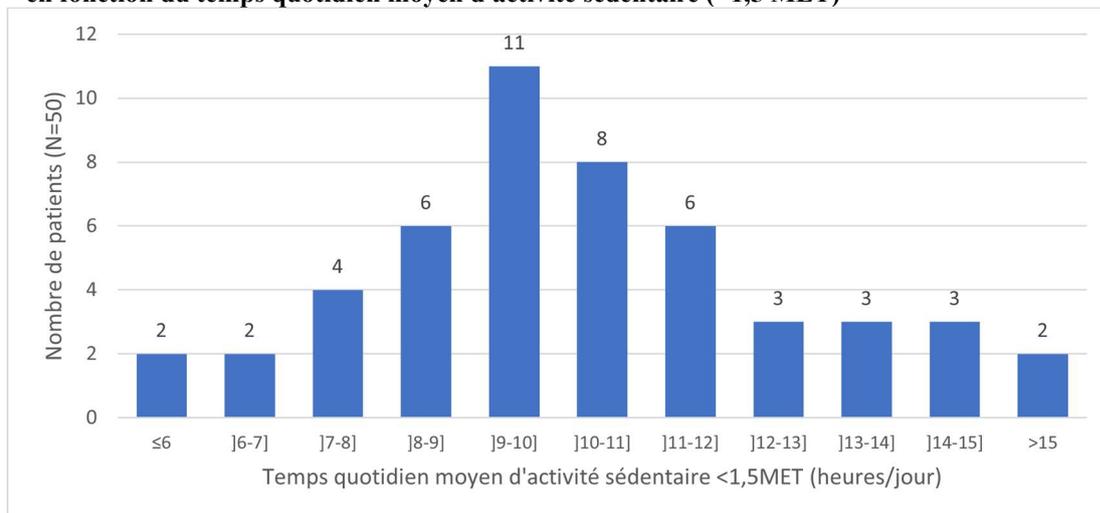
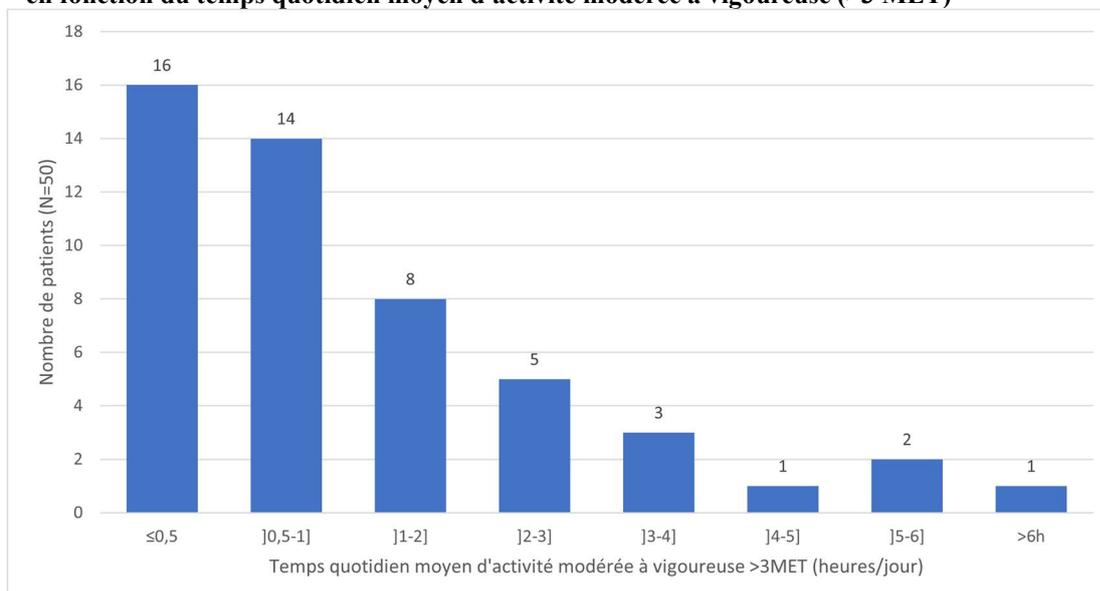
Tableau 6. Description des données actimétriques (N=50)

	Moy \pm EC	Med (Q1 ; Q3)	Minima	Maxima
Nombre de pas par jour	1422 \pm 1593	739.5 (315 ; 2222)	150	7853
Dépense énergétique totale (kcal/jour)	2218 \pm 986.2	1983 (1756 ; 2392)	1222	6650
Dépense énergétique active (kcal/jour)	331.7 \pm 341.6	208 (55 ; 571)	6	1404
Temps d'inactivité allongé (h/jour)	8.7 \pm 1.8	8.4 (7.7 ; 9.6)	5.5	15.3
Temps de sédentarité < 1.5MET (h/jour)	10.4 \pm 2.6	10.0 (8.8 ; 11.8)	5.5	15.9
Temps d'activité physique <3MET (h/jour)	13.5 \pm 2.3	13.5 (12.1 ; 15.1)	7.7	18.3
Temps d'activité modérée à vigoureuse >3MET (min/jour)	79.2 \pm 92.4	36 (18 ; 105)	1.2	382.8

Abréviations : Moy = moyenne, EC = écart-type, N = nombre de patients, Med = médiane, Q1 = quartile inférieur, Q3 = quartile supérieur
MET = équivalent métabolique

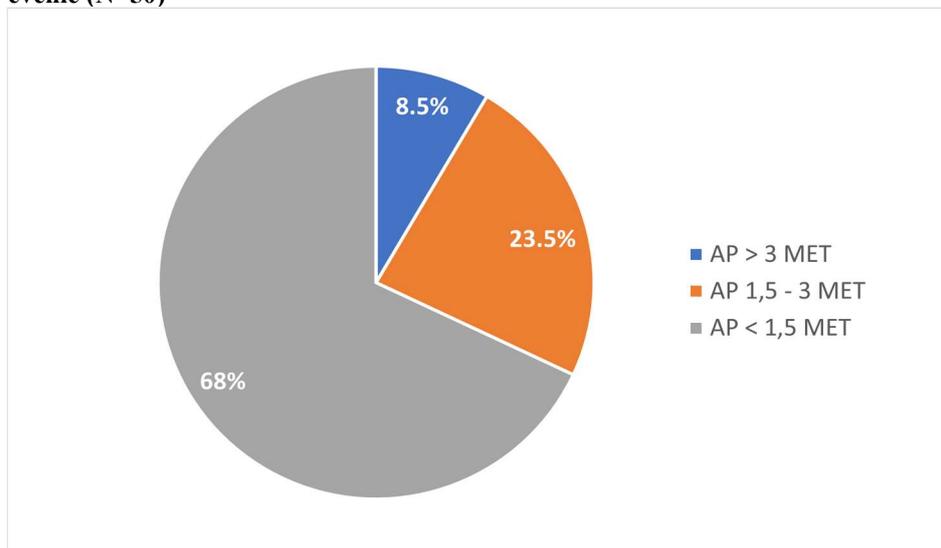
Les répartitions de la population en fonction du nombre de pas, du temps de sédentarité et du temps d'activité physique modérée à vigoureuse sont respectivement présentées dans les *figures 2 à 4*.

Dans notre population, 56% des sujets effectuaient moins de 1000 pas par jour, et 36% effectuaient moins de 500 pas par jour. Seul un patient effectuait plus de 5 000 pas par jour. 60% des patients effectuaient moins d'une heure d'activité modérée à vigoureuse par jour. 80% des patients avaient un mode de vie sédentaire (défini par une durée d'activité physique sédentaire supérieure à 8.5 heures par jour) (54).

Figure 2. Répartition de la population en fonction du nombre moyen de pas quotidiens**Figure 3. Répartition de la population en fonction du temps quotidien moyen d'activité sédentaire (<1,5 MET)****Figure 4. Répartition de la population en fonction du temps quotidien moyen d'activité modérée à vigoureuse (>3 MET)**

En moyenne, 68% du temps éveillé était passé dans des activités sédentaires (< 1,5 MET), 8.5% dans des activités physiques modérées à vigoureuses (> 3 MET) et 23.5% dans des activités légères (1,5 - 3 MET). Ces résultats sont décrits dans la *figure 5*.

Figure 5. Répartition des temps moyens d'activité physique selon leur intensité, rapporté au temps passé éveillé (N=50)



Abréviations : AP = activité physique, MET = équivalent métabolique

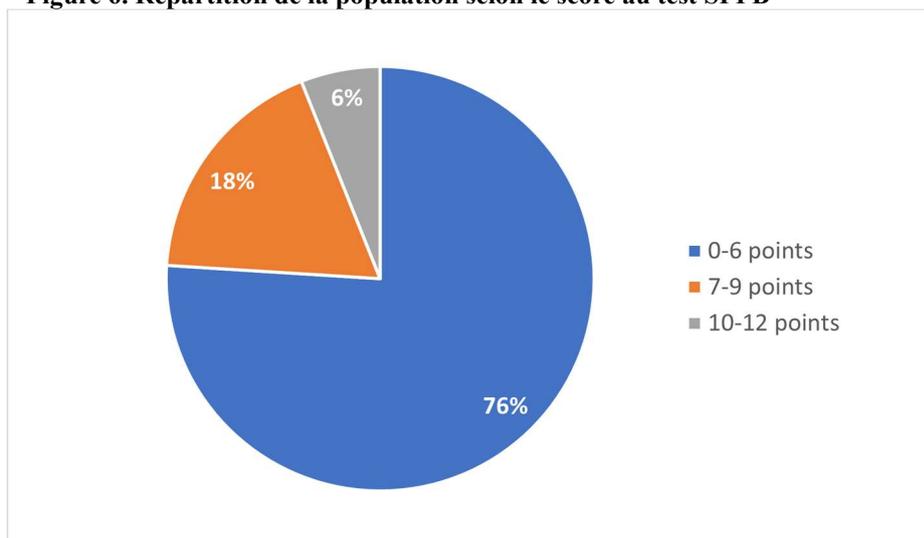
2. Analyse des performances physiques par le test SPPB

Une évaluation des performances physiques grâce au test SPPB était réalisée. Le score moyen était de 5.2 ± 2.4 sur 12 points attribuables possibles. 76% des sujets avaient une performance faible, 18% une performance intermédiaire et 6% une performance considérée comme haute. La description des résultats de ce score composite, ainsi que la répartition de la population en fonction du score obtenu, sont détaillées respectivement dans le *tableau 7* et dans la *figure 6*.

Tableau 7. Description des résultats au test SPPB (N=50)

	Moy \pm EC	Med (Q1 ; Q3)	Minima	Maxima
Score global SPPB	5.2 \pm 2.4	5.0 (3.0 ; 7.0)	2	10
Vitesse de marche (cm/s)	60 \pm 20	60 (40 ; 70)	20	110
Point(s) obtenu(s) pour la vitesse de marche	2.3 \pm 1.1	2.0 (1.0 ; 3.0)	1	4
Temps de lever de chaise (s)	27.9 \pm 13.0	23.0 (19.0 ; 35.3)	11	60
Point(s) obtenu(s) au lever de chaise	0.7 \pm 0.9	1.0 (0.0 ; 1.0)	0	4
Point(s) obtenu(s) au test d'équilibre	2.2 \pm 0.9	2.0 (1.0 ; 3.0)	1	4

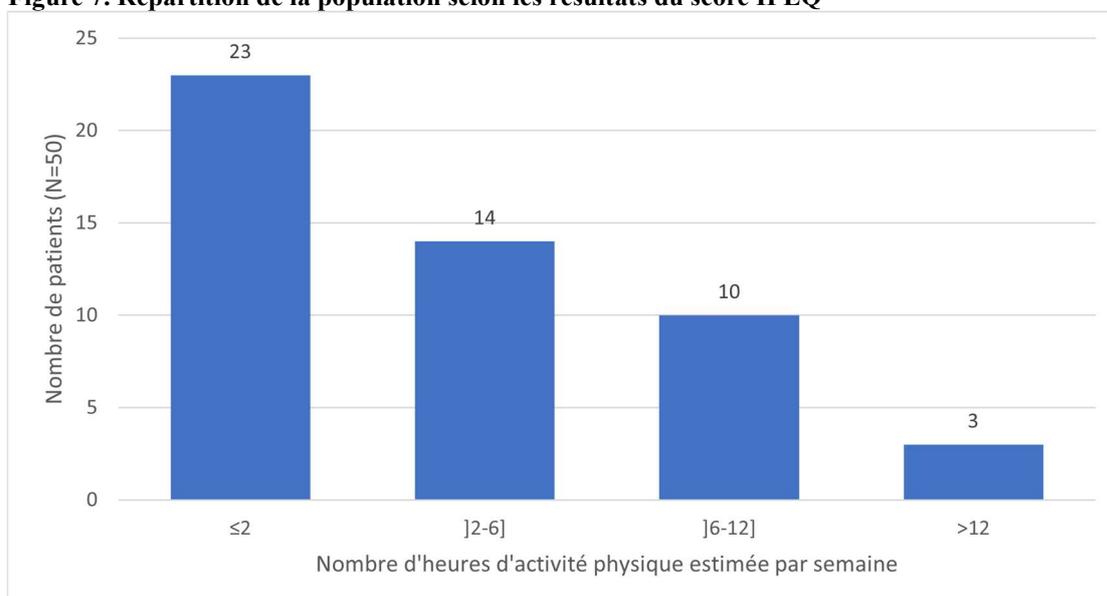
Abréviations : Moy = moyenne, EC = écart-type, N = nombre de patients, Med = médiane, Q1 = quartile inférieur, Q3 = quartile supérieur
SPPB = Short Physical Performance Battery test

Figure 6. Répartition de la population selon le score au test SPPB

Abréviations : SPPB = Short Physical Performance Battery test

3. Estimation de l'activité physique par le questionnaire IPEQ

L'estimation de l'activité physique était réalisée au moyen du questionnaire IPEQ. Le temps d'activité physique non-sédentaire allait de 0 à 15.5 heures par semaine, avec un score moyen et médian respectivement de 3.5 ± 4.1 heures par semaine, et de 2.1 (0,0 ; 15.5) heures par semaine. 54% des sujets déclaraient effectuer plus de 2 heures d'activité physique non-sédentaire par semaine. La répartition de la population en fonction du score obtenu est détaillée dans la *figure 7*.

Figure 7. Répartition de la population selon les résultats du score IPEQ

F. Analyse de la qualité de la marche

Les patients de notre étude ont bénéficié d'une analyse des paramètres spatio-temporels de la marche recueillis au moyen d'un tapis de marche *GAITRite*®.

On retrouvait une vitesse de marche moyenne de 59.6 cm/s \pm 22.2. 84% des sujets avaient une vitesse de marche inférieure à 80 cm/s. La répartition de la population en fonction de la vitesse est présentée dans la *figure 8*.

On retrouvait une durée de double appui médiane (en pourcentage de durée de cycle) de 39.8% (35.0 ; 46.9), et une longueur d'enjambée médiane de 74.9 cm (56.3 ; 91.4).

Les coefficients de variabilité et d'asymétrie étaient calculés. La variabilité médiane de durée de cycle était estimée à 7.2% (0.0 ; 8.1). La variabilité médiane de longueur d'enjambée était de 8.3% (5.6 ; 10.1). L'asymétrie médiane de la démarche était de 5.1% (1.8 ; 13.3). Enfin, le score moyen de déambulation fonctionnelle FAP était de 68.6% \pm 18.7. La répartition de la population en fonction du score de FAP est présentée dans la *figure 9*.

L'ensemble de ces données est détaillé en *Annexe 4*.

Figure 8. Répartition de la population selon la vitesse de marche

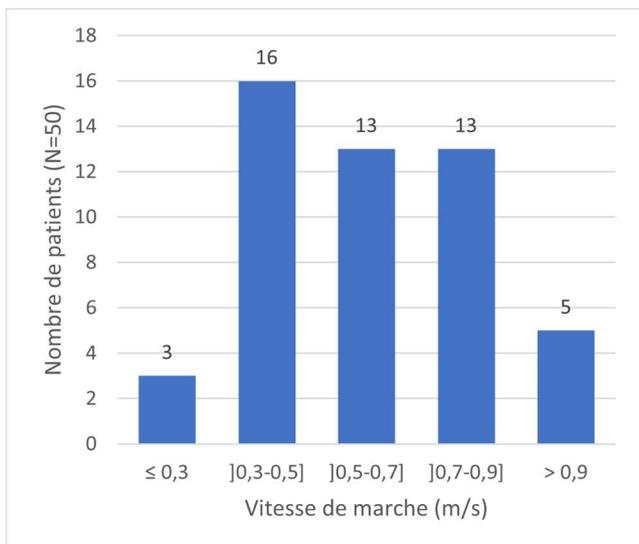
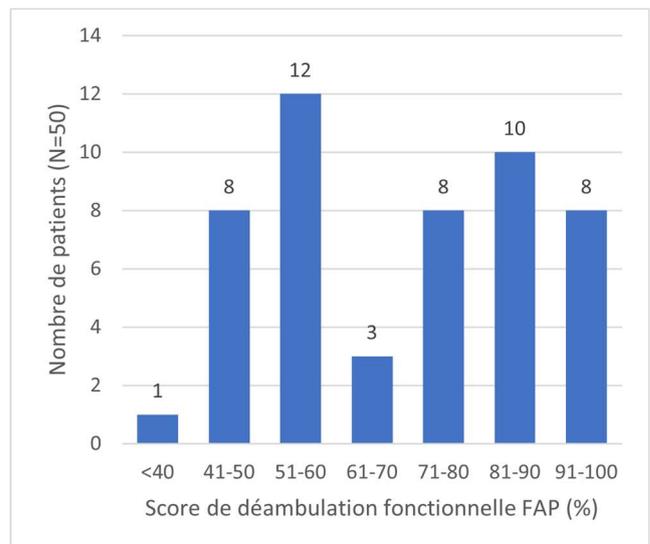


Figure 9. Répartition de la population selon le score de déambulation professionnelle FAP



III. Corrélations entre les résultats de l'actimétrie et les paramètres spatio-temporels de la marche

A. Corrélation entre nombre moyen de pas quotidiens et paramètres spatio-temporels de marche

Une corrélation positive forte était retrouvée entre le nombre de pas quotidiens moyen et la vitesse de marche (ρ de Spearman = 0.51, $p < 0.0001$).

Une corrélation inverse forte était retrouvée entre le nombre de pas quotidiens et le temps de double appui ($\rho = -0.53$, $p < 0.0001$).

Une corrélation positive modérée était retrouvée entre le nombre de pas quotidiens et la longueur d'enjambée ($\rho = 0.47$, $p = 0.0004$).

Une corrélation positive modérée était retrouvée entre le nombre de pas quotidiens et le score de FAP ($\rho = 0.40$, $p = 0.0038$).

Une corrélation inverse modérée était retrouvée entre le nombre de pas quotidiens et la variabilité de longueur d'enjambée ($\rho = -0.40$, $p = 0.0033$).

Une corrélation inverse modérée était retrouvée entre le nombre de pas quotidiens et la variabilité de durée de cycle ($\rho = -0.29$, $p = 0.038$).

Une corrélation inverse modérée était retrouvée entre le nombre de pas quotidiens et l'asymétrie de la démarche ($\rho = -0.40$, $p = 0.005$).

L'ensemble de ces données est détaillé dans le *tableau 8*.

Les *figures 10 à 15* représentent le nombre moyen de pas quotidiens en fonction des paramètres spatio-temporels. La droite de régression est tracée en rouge.

Figure 10. Corrélation entre nombre moyen de pas quotidiens et vitesse de marche (cm/s)

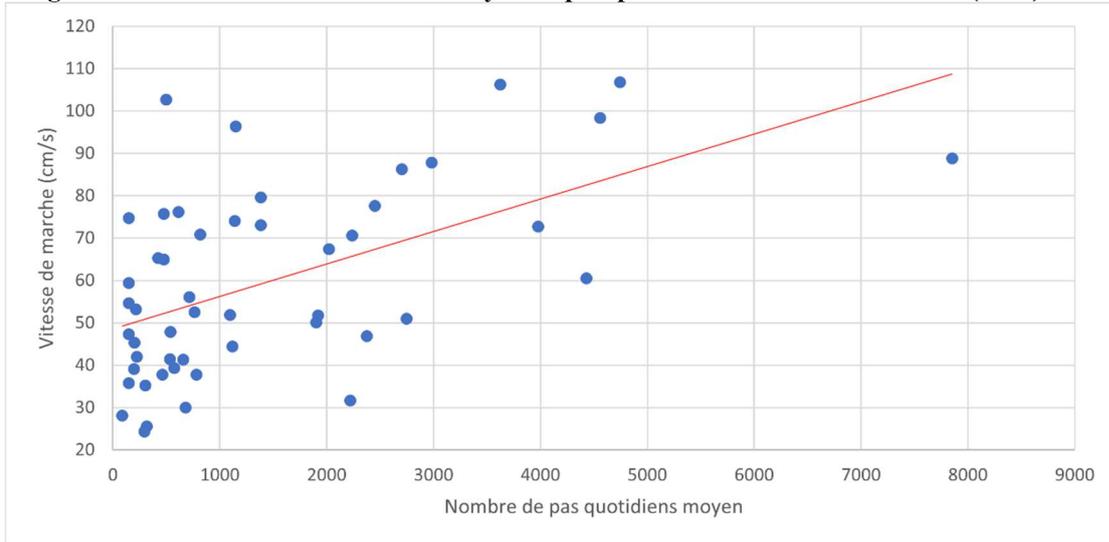


Figure 11. Corrélation entre nombre moyen de pas quotidiens et temps de double appui (s)

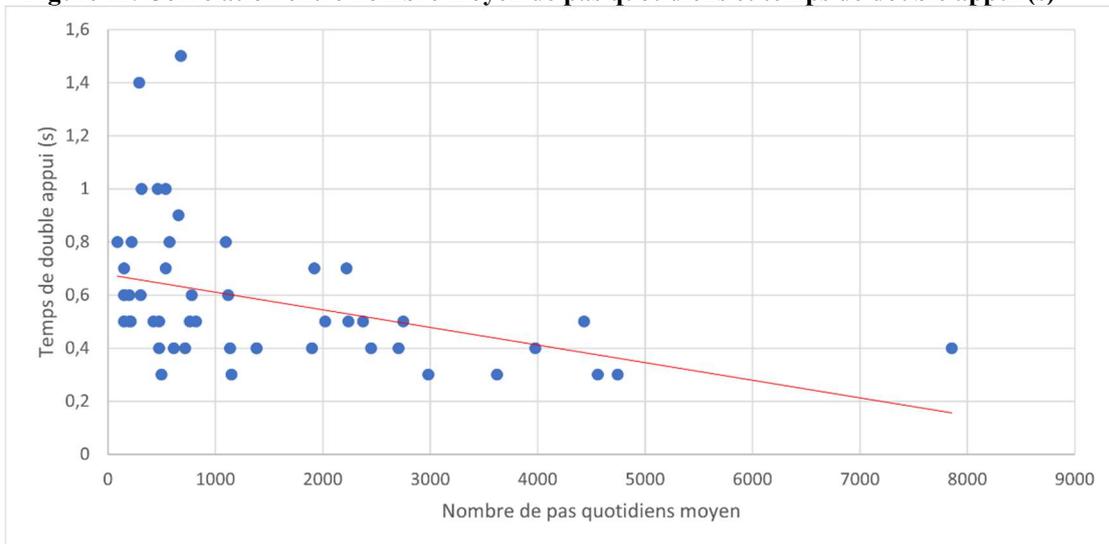


Figure 12. Corrélation entre nombre moyen de pas quotidiens et longueur d'enjambée (cm)

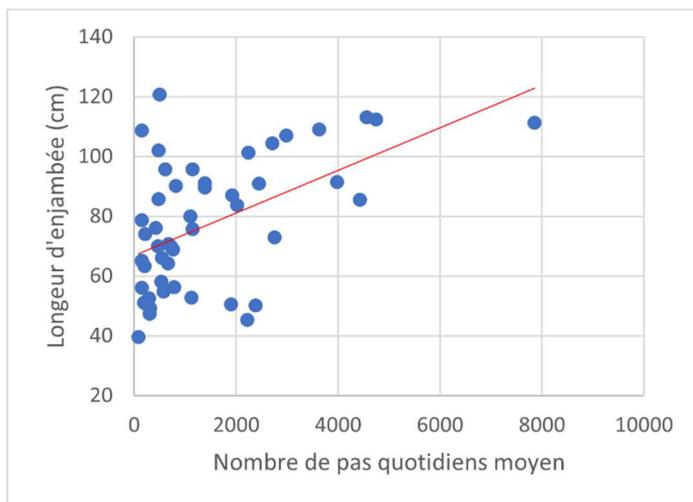


Figure 13. Corrélation entre nombre moyen de pas quotidiens et score de FAP (%)

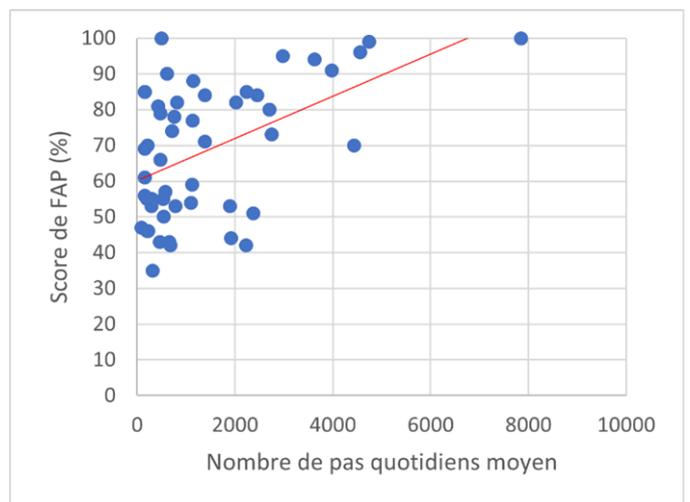


Figure 14. Corrélation entre nombre moyen de pas quotidiens et variabilité de longueur d'enjambée (%)

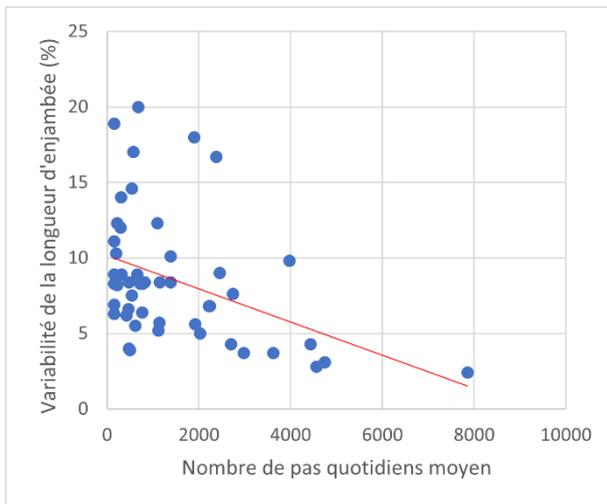
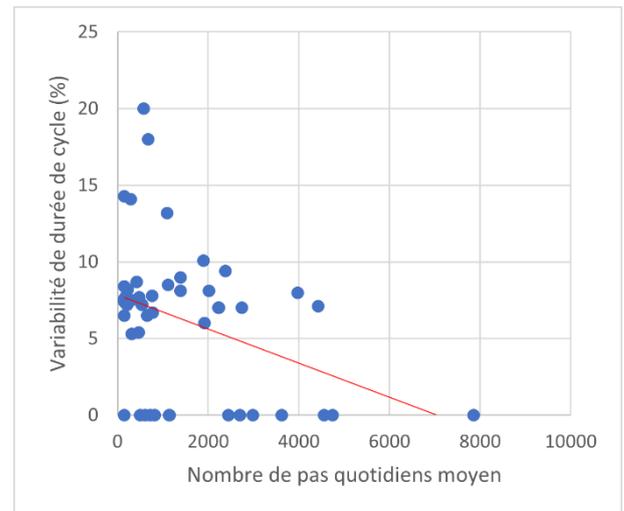


Figure 15. Corrélation entre nombre moyen de pas quotidiens et variabilité de durée de cycle (%)



B. Corrélation entre temps d'activité physique modérée à vigoureuse et paramètres spatio-temporels de marche

Une corrélation positive modérée était retrouvée entre le temps d'activité physique modérée à vigoureuse (APMV) et la vitesse de marche (ρ de Spearman = 0.33, $p = 0.0174$).

Une corrélation inverse modérée était retrouvée entre le temps d'APMV et le temps de double appui ($\rho = -0.36$, $p = 0.0089$).

Une corrélation positive modérée était retrouvée entre le temps d'APMV et la longueur d'enjambée ($\rho = 0.32$, $p = 0.023$).

Une corrélation inverse modérée était retrouvée entre le temps d'APMV et la variabilité de durée de cycle ($\rho = -0.34$, $p = 0.0139$).

Une corrélation inverse modérée était retrouvée entre le temps d'APMV et l'asymétrie de la démarche ($\rho = -0.30$, $p = 0.029$).

Aucune corrélation significative n'était retrouvée entre le temps d'APMV et respectivement la variabilité de longueur d'enjambée et le score de FAP

L'ensemble de ces données est détaillé dans le *tableau 8*.

Les *figures 16 à 19* représentent le temps d'APMV en fonction des paramètres spatio-temporels. La droite de régression est tracée en rouge.

Figure 16. Corrélation entre temps d'APMV (heures) et vitesse de marche (cm/s)

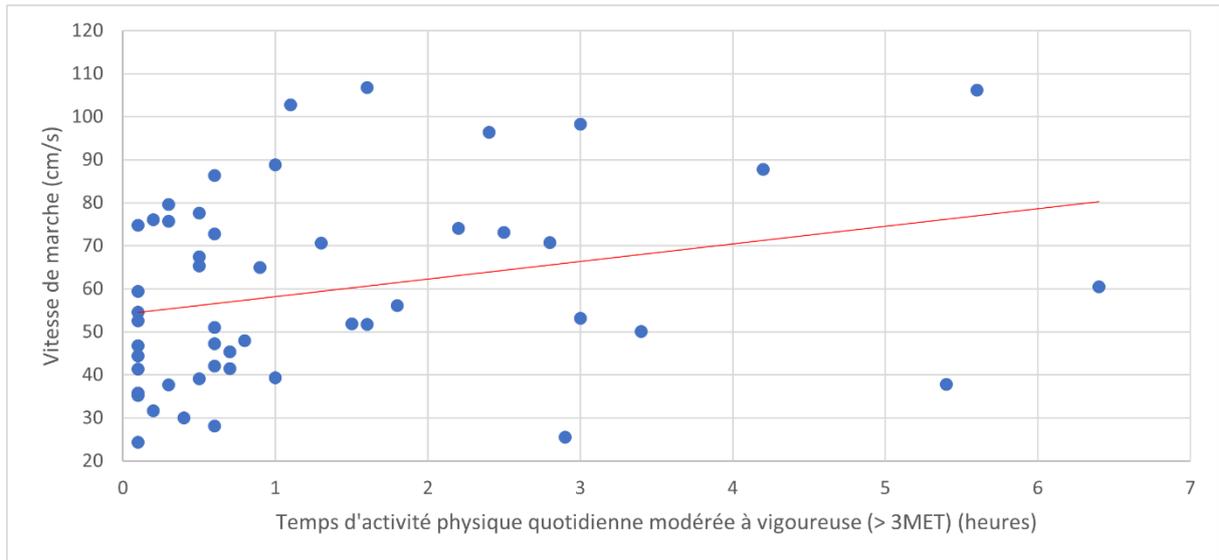


Figure 17. Corrélation entre temps d'APMV (heures) et temps de double appui (s)

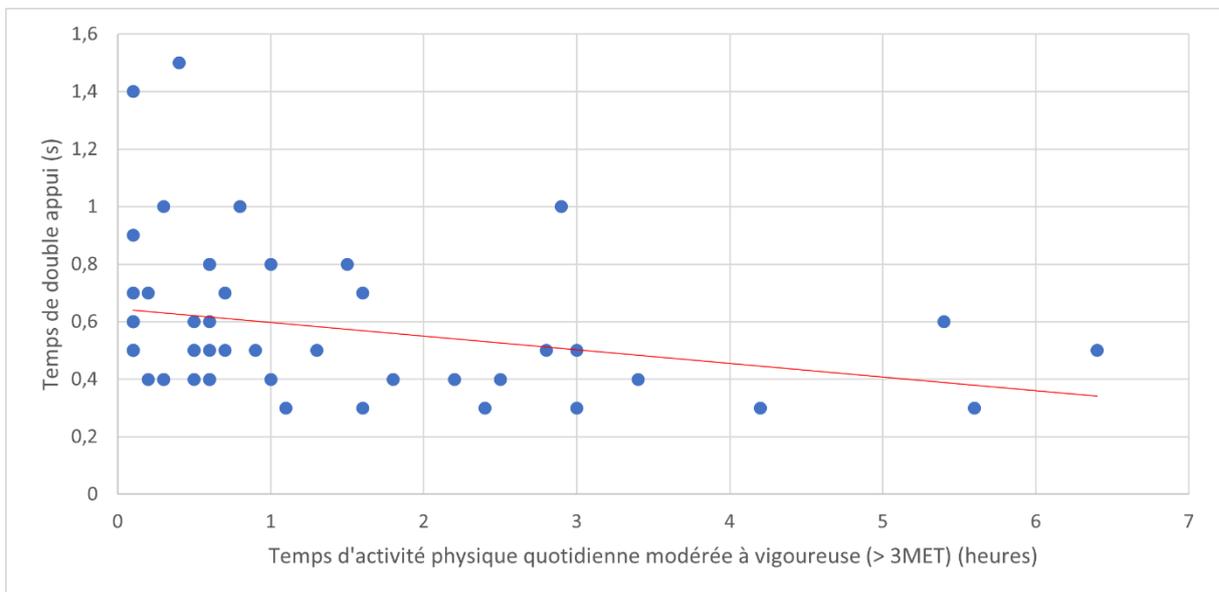


Figure 18. Corrélation entre temps d'APMV (heures) et longueur d'enjambée (cm)

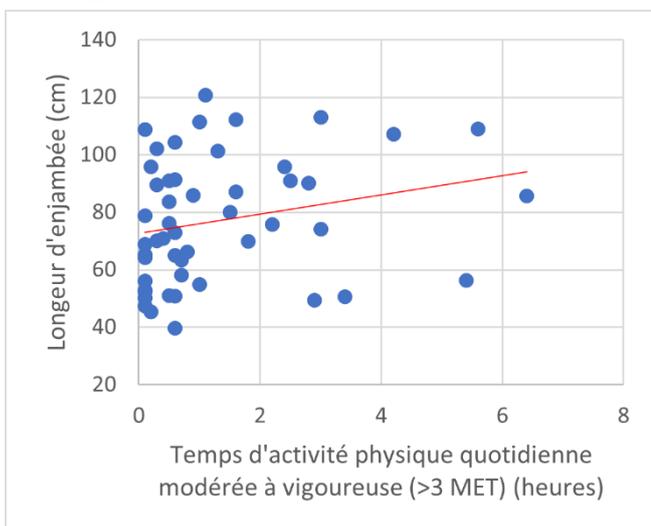
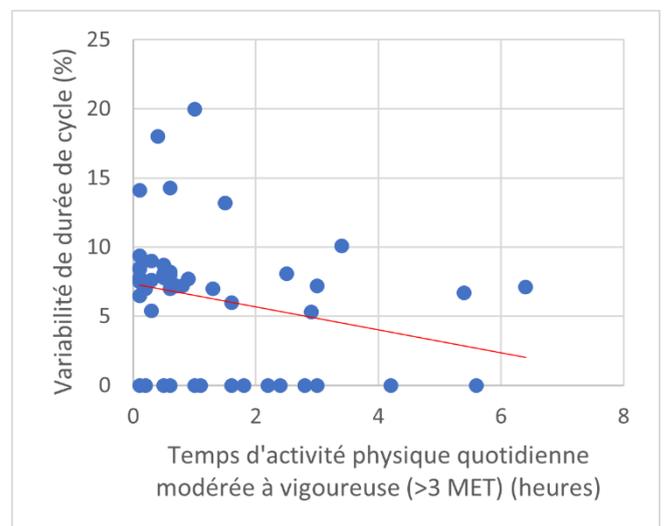


Figure 19. Corrélation entre temps d'APMV (heures) et variabilité de durée de cycle (%)



C. Corrélation entre temps d'activité sédentaire et paramètres spatio-temporels de marche

Aucune corrélation significative n'était retrouvée entre le temps d'activité sédentaire (<1,5 MET) et les paramètres spatio-temporels de la marche étudiés (vitesse de marche, temps de double appui, longueur d'enjambée, variabilité de durée de cycle, variabilité de longueur d'enjambée, asymétrie de la démarche, et score de FAP).

L'ensemble de ces données est détaillé dans le *tableau 8*.

Tableau 8. Corrélation entre activité physique et paramètres spatio-temporels de la marche
(coefficient de corrélation rho de Spearman)

	Nombre de pas	Activité physique modérée à vigoureuse (>3MET)	Activité physique sédentaire (<1.5MET)
Vitesse de marche	0.514**	0.334*	-0.273
Temps de double appui	-0.527**	-0.364*	0.294
Longueur d'enjambée	0.472**	0.319*	-0.202
Variabilité de longueur d'enjambée	-0.404*	-0.172	0.141
Variabilité de durée de cycle	-0.294*	-0.344*	0.169
Asymétrie de la démarche	-0.396*	-0.309*	0.402
Functionnal Ambulation Profile Score	0.399*	0.227	-0.161

* $p < 0.05$; ** $p < 0.001$

Abréviations : MET : équivalent métabolique

IV. Objectifs secondaires

A. Corrélation entre activité physique objective, performance physique et activité physique estimée

Une corrélation positive forte était retrouvée entre le nombre moyen de pas quotidiens et le score SPPB (ρ de Spearman = 0.62, $p < 0.0001$).

Une corrélation positive modérée était retrouvée entre le nombre moyen de pas quotidiens et le score IPEQ ($\rho = 0.48$, $p = 0.0003$).

Une corrélation positive modérée était retrouvée entre le temps d'APMV et le score SPPB ($\rho = 0.32$, $p = 0.025$).

Une corrélation positive modérée était retrouvée entre le temps d'APMV et le score IPEQ ($\rho = 0.32$, $p = 0.023$).

Aucune corrélation significative n'était retrouvée entre le temps d'activité sédentaire et respectivement le score SPPB et le score IPEQ

L'ensemble de ces données est détaillé dans le *tableau 9*.

B. Corrélation entre activité physique estimée, performance physique et paramètres spatio-temporels de la marche

Une corrélation positive forte était retrouvée entre le score SPPB et respectivement la vitesse de marche ($\rho = 0.74, p < 0.0001$), la longueur d'enjambée, ($\rho = 0.65, p < 0.0001$), et le score de FAP ($\rho = 0.72, p < 0.0001$)

Une corrélation inverse forte était retrouvée entre le score SPPB et le temps de double appui ($\rho = -0.67, p < 0.0001$).

Une corrélation inverse modérée était retrouvée entre le score SPPB et respectivement la variabilité de longueur d'enjambée ($\rho = -0.47, p = 0.0004$), la variabilité de durée de cycle ($\rho = -0.38, p = 0.0054$), et l'asymétrie de la démarche ($\rho = -0.48, p < 0.0001$).

Une corrélation positive forte était retrouvée entre le score IPEQ et respectivement la vitesse de marche ($\rho = 0.57, p < 0.0001$), la longueur d'enjambée ($\rho = 0.64, p < 0.0001$), et le score de FAP ($\rho = 0.53, p < 0.0001$).

Une corrélation inverse modérée était retrouvée entre le score IPEQ et respectivement le temps de double appui ($\rho = -0.49, p = 0.0003$), la variabilité de longueur d'enjambée ($\rho = -0.46, p = 0.0007$), la variabilité de durée de cycle ($\rho = -0.41, p = 0.0025$), et l'asymétrie de la démarche ($\rho = -0.42, p = 0.003$).

L'ensemble de ces données est détaillé dans le *tableau 10*.

Tableau 9. Corrélation entre activité physique, Score IPEQ et Score SPPB (coefficient de corrélation ρ de Spearman)

	Nombre de pas	Activité physique modérée à vigoureuse (>3MET)	Activité physique sédentaire (<1.5MET)
Score IPEQ	0.482**	0.320*	-0.224
Score SPPB	0.621**	0.317*	-0.246

* $p < 0.05$; ** $p < 0.001$ **Abréviations :**

MET = équivalent métabolique

IPEQ = Incidental and Planned Exercise Questionnaire

SPPB = Short Physical Performance Battery test

Tableau 10. Corrélation entre paramètres spatio-temporels de la marche, Score IPEQ et Score SPPB (coefficient de corrélation ρ de Spearman)

	Score IPEQ	Score SPPB
Vitesse de marche	0.568**	0.746**
Temps de double appui	-0.488**	-0.672**
Longueur d'enjambée	0.643**	0.649**
Variabilité de longueur d'enjambée	-0.456**	-0.475**
Variabilité de durée de cycle	-0.414*	-0.385*
Asymétrie de la démarche	-0.420*	-0.482**
Functionnal Ambulation Profile Score	0.526**	0.723**

* $p < 0.05$; ** $p < 0.001$ **Abréviations :**

IPEQ = Incidental and Planned Exercise Questionnaire

SPPB = Short Physical Performance Battery test

DISCUSSION

Les bénéfices de l'activité physique chez la personne âgée, notamment en termes de vieillissement réussi, sont nombreux. Il s'agit en effet de la principale arme anti-chute, comme le confirme le plan national de prévention de la chute de 2022 (8). Cependant, on connaît peu les effets de l'activité physique sur la qualité de la marche chez les personnes âgées fragiles ou à risque de chute. À notre connaissance, il s'agit de la première étude examinant la corrélation entre le niveau d'activité physique et différents paramètres spatio-temporels de la marche dans une population âgée chuteuse ou à risque de chute.

Dans notre cohorte de 50 patients chuteurs ou présentant des troubles de la marche et ayant bénéficié d'une évaluation multidisciplinaire de la chute en hospitalisation de jour, nous avons montré une corrélation significative entre le nombre de pas quotidiens et l'ensemble des paramètres spatio-temporels de la marche étudiés ($p < 0.05$). Les résultats montraient que les corrélations les plus fortes étaient retrouvées avec la vitesse de marche et le temps de double appui. Ainsi, les individus de notre étude marchant le plus présentaient une marche de meilleure qualité, plus stable, moins propice à la chute, comportant notamment une vitesse de marche plus élevée et un temps de double appui diminué.

De la même façon, on retrouvait une corrélation significative entre temps d'APMV, et la majorité des paramètres spatio-temporels de la marche ($p < 0.05$), hormis la variabilité de longueur d'enjambée et le score de FAP.

En revanche, aucune corrélation significative n'était retrouvée entre le temps d'activité sédentaire et les paramètres spatio-temporels de la marche étudiés.

I. Population de l'étude

A. Caractéristiques épidémiologiques

La population de notre étude est représentative d'une population gériatrique chuteuse ou à risque de chute. Nous avons comparé notre population à d'autres populations âgées chuteuses ou à risque de chute : deux populations lilloises issues de la consultation multidisciplinaire de la chute en 2005 (55-56), et une population toulousaine issue de « l'hôpital de jour d'évaluation des fragilités » (57). Notre cohorte est comparable sur de nombreuses caractéristiques épidémiologiques : l'âge, la majorité féminine, et la polypathologie. Environ la moitié de nos patients vivaient seuls à domicile, ce qui est en accord avec la littérature.

B. Paramètres spatio-temporels de la marche

L'analyse des paramètres de la marche dans notre population a permis de mettre en évidence des différences importantes, en comparaison avec les valeurs normatives pondérées de personnes en bonne santé du même âge (sur tapis *GAITRite*®)(58). Dans notre population, on observait en effet une vitesse de marche moyenne plus lente (59.6 cm/s vs. 110 cm/s). 84% de nos sujets marchaient effectivement à une vitesse inférieure à 80 cm/s, ce qui correspond à un critère de fragilité pour certains auteurs (59-61).

On constate une grande variabilité de durée de cycle et de longueur d'enjambée dans notre population, avec un coefficient de variation moyen plus important que les valeurs normatives (respectivement de 7.1% vs. 4.5% ; et 9.5% vs. 4.6%). On observait également un temps de double appui plus long (en pourcentage de durée de cycle) (42.5% vs. 28.3%), et une longueur d'enjambée plus courte (77 cm vs. 120 cm).

En outre, la démarche de notre population apparaît également comme plus altérée que celle de patients chuteurs dans la littérature (62-64). Les différences observées s'expliquent probablement par une moyenne d'âge plus importante dans notre cohorte. En effet, les modifications des paramètres spatio-temporels sont également, pour la plupart, des signes de détérioration de la marche liée au

vieillesse (Annexe 2). Dans l'étude d'*Allali & al.* (65), l'âge des 882 sujets de la cohorte se rapproche davantage des patients de notre étude (79.2 ± 7.5 ans), mais on constate une polymédication bien plus importante dans notre étude (8.3 ± 4.0 vs. 3.3 ± 2.8). Traduisant vraisemblablement la comorbidité de nos patients, la polymédication est également associée à une marche de moins bonne qualité, plus lente, plus irrégulière avec un temps de double appui augmenté selon *Montero & al.* (66).

C. Données actimétriques

La population de notre étude apparaît comme majoritairement sédentaire avec un temps quotidien de sédentarité moyen (< 1.5 MET) de 10.4 ± 2.6 heures. 80% des patients de notre cohorte avaient ainsi un mode de vie sédentaire (54) et approximativement 68% du temps éveillé était passé dans des activités sédentaires. Ces résultats semblent cohérents avec la littérature, où il était rapporté un temps d'activité sédentaire chez la personne âgée variant de 8 à 12 heures selon les études et les méthodes utilisées (67). *Matthews et al.* retrouvaient un temps de sédentarité moyen estimé par accélérométrie de 9.28 heures dans une cohorte de 805 patients de plus de 70 ans en bonne santé (68). Mais les personnes âgées recrutées dans notre étude étant des patients chuteurs ou à risque de chute, il est probable qu'ils étaient donc moins actifs que les normes de leur groupe d'âge, ce qui explique les différences retrouvées. Un argument en faveur est apporté par *Blodgett et al.* qui, en sélectionnant une population très fragile, retrouvaient un pourcentage de temps éveillé passé dans des activités sédentaires comparable d'environ 70% (69).

En revanche, bien qu'aucun patient de notre cohorte n'atteignît 10 000 pas par jour, le temps moyen d'APMV était relativement élevé, d'environ 79.2 ± 92.4 minutes par jour. Ces résultats ne sont pas cohérents avec la littérature dans notre catégorie de population. Dans une cohorte de patients de plus de 65 ans en bonne santé, *Santos et al.* retrouvaient un temps d'APMV plus bas d'environ 26 minutes par jour (70). *Davis et al.* retrouvaient un temps moyen d'APMV, mesurée par actimétrie, encore moindre, d'environ 19.9 minutes par jour dans une cohorte de 163 sujets âgés de 76.1 ± 3.9 ans en bonne santé (71).

Deux hypothèses peuvent expliquer cette différence. Tout d'abord, les données de la littérature suggèrent que l'accélérométrie, et plus spécifiquement le *SenseWear® Armband (SWA)*, a tendance à surestimer la dépense énergétique. *King et al.* retrouvaient en effet une tendance à la surestimation de la dépense énergétique ($p < 0.001$) du SWA en comparaison avec la calorimétrie indirecte (CI) chez l'adulte sain (72). De même, *Berstein et al.* concluaient que le SWA avait tendance à surestimer les activités d'APMV (73). Ceci était confirmé par *Bhammar et al.* (74) qui retrouvaient une surestimation du temps d'APMV d'environ 3.9% en comparaison avec la CI (75). Plusieurs modifications liées à l'âge ont été suggérées pour expliquer cette surestimation, en particulier la diminution de la masse musculaire, la modification de la conductance cutanée et de la thermorégulation (76).

Deuxièmement, la méthode utilisée pour mesurer l'activité physique est également susceptible de jouer un rôle important : le temps d'activité physique mesuré varie considérablement selon les accéléromètres et les seuils d'activité physique utilisés (73), et il conviendrait de comparer seulement les résultats d'études utilisant le même accéléromètre (77). Dans notre étude, nous avons utilisé le SWA qui était posé pendant 24h, alors que *Davis* (71) et *Santos* (70) ont utilisé des accéléromètres en temps de veille uniquement (*ActiGraph®*) avec des seuils d'activité physique différents. Cette hypothèse semble se vérifier dans notre étude. En effet, en comparant les études utilisant le SWA avec les mêmes seuils d'activité physique, on retrouvait des résultats comparables : *Jantunen et al.* retrouvaient une activité d'APMV de 76.2 minutes par jour dans une cohorte de 695 personnes âgées de 70.7 ± 2.7 ans (78). De même, *Orwoll et al.* retrouvaient un temps d'APMV de 77.8 minutes par jour chez des patients multichuteurs masculins âgés de 80 ± 5.4 ans (79). Enfin, dans de petites cohortes orléanaises, angevines et lilloises de patients âgés de plus de 75 ans consultant pour chute(s) ou troubles de la marche, on retrouvait des temps d'APMV similaires (80-81).

II. Discussion sur les résultats

Notre étude a montré une corrélation significative entre le nombre de pas quotidiens et l'ensemble des paramètres spatio-temporels de la marche étudiés.

De la même façon, on retrouvait une corrélation significative entre temps d'APMV, et la plupart des paramètres spatio-temporels de la marche étudiés.

Ces résultats sont conformes à la littérature, mais sont originaux, car ils portent sur une population de personnes âgées chuteuses ou à haut risque de chute, chez laquelle, à notre connaissance, aucune étude s'intéressant aux liens entre paramètres spatio-temporels de la marche et activité physique n'a encore été publiée.

Egerton et al. retrouvaient une association significative entre le temps d'APMV et la vitesse de marche chez des personnes âgées de 70 à 77 ans en bonne santé (82). Des résultats similaires étaient montrés par *Porta et al.* dans une petite cohorte de patients parkinsoniens âgés de 68 ± 10.8 ans ayant un handicap léger à modéré (83). *Ciprandi et al.* retrouvaient une association significative entre le temps d'APMV et la variabilité de la démarche chez des femmes âgées de 68 ± 3.3 ans en bonne santé (84). Le nombre de pas était également corrélé à la vitesse de marche dans une cohorte de 284 personnes âgées de plus de 75 ans sans limitation fonctionnelle pour *Spartano et al.* (85).

Cependant, dans notre étude, aucune corrélation significative n'était retrouvée entre le temps d'activité sédentaire et les paramètres spatio-temporels de la marche étudiés. Dans notre population fragile polypathologique chuteuse ou à risque de chute, il est possible que l'actimétrie ne reflète pas objectivement le degré d'intensité de l'activité sédentaire des personnes âgées, comme cela sera argumenté dans la partie consacrée aux limites de l'étude.

Enfin dans notre étude, le nombre de pas ainsi que le temps d'APMV étaient significativement corrélés au test SPPB, excellent marqueur des performances physiques. Ces résultats confirment les données de la littérature (80,86), suggérant que l'actimétrie est un moyen fiable d'estimer les performances physiques du patient âgé. De la même façon, on retrouvait également une corrélation significative du nombre de pas ainsi que du temps d'APMV avec le niveau d'activité physique estimé par le questionnaire IPEQ. Ceci confirme les résultats de *Monseu et al.* dans une étude préliminaire s'intégrant au protocole *FITNESS* (45).

Au total, la modification des paramètres spatio-temporels analysés étant, pour la plupart, des signes de détérioration de la marche associés à l'âge (*Annexe 2*) ainsi que des facteurs de risque de chute (*Annexe 3*), nos résultats suggèrent que les personnes âgées de notre cohorte marchant le plus ou s'engageant davantage dans des APMV, présentent une marche de meilleure qualité, moins irrégulière et plus stable (comportant notamment une vitesse de marche plus élevée et un temps de double appui diminué) ; ce qui les rend moins exposés aux chutes. Nos résultats suggèrent que même chez des sujets âgés à haut risque de chute, alors qu'il s'agit précisément d'une population ayant une faible activité physique, marcher, même peu, est associé à de meilleurs paramètres de marche ; paramètres qui sont eux-mêmes corrélés au risque de chute.

En pratique, cela doit nous inciter à promouvoir l'activité physique chez les personnes âgées, notamment celles qui chutent ou sont à risque de chute ; en soulignant qu'il serait intéressant d'atteindre même de petits niveaux d'APMV et que chaque pas supplémentaire semble bénéfique.

III. Forces et limites

A. Forces

Bien qu'il y ait un certain consensus sur les bénéfices que procure l'activité physique sur la marche et la mobilité (15), il est intéressant de souligner que la plupart des études tenant compte des paramètres de marche comme critère de jugement principal, ne s'intéressent qu'à certains aspects d'entre eux (généralement la vitesse de marche) principalement évalués à l'aide de tests chronométrés. Peu de travaux ont examiné la relation entre différents paramètres spatio-temporels de la marche et activité physique. De plus, ces études ont été effectuées dans une population de personnes âgées ne présentant pas ou peu de comorbidités (82-84,87). À notre connaissance, aucune étude n'a été réalisée spécifiquement dans une population de personnes âgées fragiles chuteuses ou à risque de chute, présentant de multiples comorbidités ; ce qui est le cas pour la plupart des patients de notre cohorte. C'est pourtant dans cette catégorie de population, chez qui les facteurs de risque et de gravité s'accumulent, que les conséquences d'une chute

peuvent être dramatiques. L'étude des troubles de la marche qu'ils sont susceptibles de présenter, en est alors d'autant plus importante.

Une des forces de notre étude est également l'utilisation de mesures objectives du temps d'activité physique, là où de nombreuses études évaluant l'activité physique utilisent des auto-questionnaires, qui sont sujets à des biais de mémorisation et de désirabilité sociale (88). Les paramètres spatio-temporels ont quant à eux, été analysés au moyen du tapis de marche *GAITRite*®, qui représente le gold standard pour l'analyse de la marche (28).

Enfin, on soulignera l'absence de données manquantes, grâce à la présence systématique de l'investigateur lors de l'inclusion. Les données recueillies étaient ainsi nombreuses.

B. Limites

Néanmoins, notre étude présente un certain nombre de limites.

Le caractère transversal de notre étude limite les interprétations de causalité ou de temporalité des associations observées. En effet, bien que l'activité physique contribue probablement à une meilleure qualité de la marche, il est tout aussi probable qu'une marche de meilleure qualité permette d'atteindre une durée et une intensité d'activité physique plus importantes. L'interprétation qui explique très probablement nos résultats est une association bidirectionnelle, dans laquelle l'activité physique et la qualité de la marche ont toutes deux des voies causales s'influençant l'une l'autre.

Une importante limite est son manque de puissance expliqué par la taille de son échantillon. En effet, s'agissant d'une étude ancillaire à l'étude *FITNESS*, qui recherchait une « corrélation entre le niveau d'activité physique et la masse musculaire chez des sujets de 75 ans consultant pour troubles de la marche », 50 patients étaient inclus dans notre étude. Le nombre de sujets nécessaires pour répondre spécifiquement à la question de notre étude n'a pas été calculé. Il n'empêche que des corrélations fortes et significatives sont retrouvées. L'inclusion d'un plus grand nombre de patients ne les aurait sans doute pas mises en cause.

De plus, comme dit précédemment, la fiabilité de l'accélérométrie, et plus spécifiquement de l'actimètre *SWA* chez la personne âgée, peut être discutée. En effet, les études de validité de l'accélérométrie chez l'adulte sont concordantes en

comparaison avec la calorimétrie indirecte (CI) ou la méthode de l'eau doublement marquée (EDM), qui sont considérées comme des gold standards dans l'estimation de la dépense énergétique (72,89-92). Cependant, les résultats des études de validité chez la personne âgée sont plus équivoques (93-94). Les données de la littérature suggèrent que l'actimétrie SWA fournit une bonne estimation de la dépense énergétique totale chez le sujet âgé (95-97), mais semble moins fiable pour estimer les activités de faible intensité (89,76). Ceci peut être expliqué par l'utilisation d'un algorithme qui n'a pas été spécifiquement développé pour la personne âgée. Il est possible que cela ne reflète pas objectivement les activités de faible intensité des personnes âgées, en raison justement d'un schéma de marche altéré, qui est probablement plus énergivore qu'une démarche normale (12). Ces constatations pourraient expliquer l'absence de corrélation entre temps d'activité sédentaire et qualité de la marche retrouvée dans notre étude. Il semble pourtant que l'actimétrie soit la méthode la plus adaptée pour notre cohorte, car cette technique est simple, peu onéreuse, facilement reproductible, bénéficiant d'un haut niveau de compliance, et pouvant être utilisée en conditions de vie réelle – contrairement aux méthodes de CI ou de l'EDM qui restent coûteuses et fastidieuses, et demandent un certain niveau d'expertise dans l'interprétation de leurs résultats. En outre, les accéléromètres semblent aussi bien détecter les pas que les podomètres dans une population âgée (98), et ont également l'avantage de mesurer l'intensité de l'activité physique et distinguer les différentes vitesses de marche, à la différence des podomètres. La précision et la validité des mesures accélérométriques pourraient cependant être améliorées en utilisant un algorithme spécifiquement développé pour la personne âgée, comme il l'a notamment déjà été fait chez l'enfant (99).

Il existe également un biais de sélection. La population incluse était en effet monocentrique, constituée de patients âgés polyopathologiques, majoritairement multichuteurs et fragiles, principalement adressés en consultation multidisciplinaire de la chute par des spécialistes, de sorte que les résultats obtenus ne sont pas immédiatement extrapolables à l'ensemble des personnes âgées chuteuses. Le biais de sélection porte aussi sur les caractéristiques de la population étudiée. Nous avons exclu les personnes âgées présentant des troubles cognitifs trop importants, en considérant arbitrairement qu'un MMSE supérieur ou égal à 15 était nécessaire à la compréhension des modalités de port de l'actimètre. Nous avons également exclu

les patients présentant un ADL inférieur à 4 chez lesquels nous considérons qu'une perte d'autonomie trop importante aurait réduit la fiabilité de la mesure de l'activité physique par actimétrie. Ainsi, aucun des patients de notre cohorte n'était institutionnalisé. Cette population peut ainsi ne pas être représentative de l'ensemble de la population des personnes âgées chuteuses, et ainsi limiter l'extrapolation des résultats.

L'étude présente également un biais d'intervention. Les patients participant à l'étude, ayant conscience de l'enregistrement de leur activité physique, ont pu modifier leur comportement habituel et majorer leur activité physique. On ne peut ainsi négliger un possible effet Hawthorne.

Enfin, l'étude ayant été réalisée pendant la pandémie de COVID-19, nous pouvons supposer que cela ait modifié le mode de vie de la population, qui pour la plupart avait réduit leurs interactions sociales et la fréquentation de leur entourage. Cependant, cela n'a fait qu'accroître les comportements sédentaires préexistants, comme le suggère la littérature (100).

IV. Perspectives

Malgré la force des résultats obtenus et compte tenu des limites de l'étude, la constitution de cohortes plus importantes est nécessaire pour renforcer la puissance de ces résultats. Des études longitudinales ou expérimentales sont également nécessaires pour identifier la relation de causalité entre activité physique et qualité de la marche, et ainsi déterminer si une augmentation du nombre de pas ou du temps d'APMV entraîne une amélioration de la qualité de la marche chez les personnes âgées à risque de chute, et contribue à diminuer le risque de nouvelle chute.

Pour le moment, seuls les programmes d'exercices physiques diversifiés, intégrant des exercices centrés sur l'équilibre (*Otago*, *Falls Management Exercise*, *ViviFrail*, *LiFe*, etc.) ont montré leur efficacité dans l'amélioration de certains paramètres de la marche et dans la diminution du risque de chute (15,25,101-102). Des études précédentes ont en effet déjà montré une amélioration des performances physiques et de la vitesse de marche chez la personne âgée, à la suite de programme d'exercices physiques, incluant un travail de l'équilibre (103-104).

Par ailleurs, de petites augmentations du temps d'APMV sont également associées à une mortalité moins élevée dans une cohorte de femmes âgées de plus de 63 ans (105). Atteindre déjà 4 400 pas par jour était significativement corrélé à une mortalité plus basse, chez des femmes de plus de 60 ans (106).

Cependant, à l'heure actuelle, la marche seule, n'a jamais été corrélée au risque de chute ni à l'amélioration des paramètres de marche. Or, ces paramètres sont pour certains des facteurs de risque de chute (*Annexe 3*). Une amélioration de la vitesse de marche est même associée à une meilleure survie (107).

Les recommandations actuelles préconisent de réaliser au moins 10 000 pas par jour (40) et au moins 150 minutes d'activité physique par semaine (19) quel que soit l'âge. Le lien fort qui unit activité physique et qualité de la marche dans notre étude, souligne encore davantage l'importance de l'activité physique chez la personne âgée, et surtout la nécessité de développer des stratégies pour augmenter le niveau d'activité physique dans cette population. De plus, les résultats de notre étude suggèrent que le suivi de l'activité physique peut représenter un outil utile pour apprécier les changements des caractéristiques de la marche, mais aussi pour repérer une restriction d'activité physique avec ses effets délétères multiples. Cela pourra permettre une approche mieux ciblée de la prescription d'activité physique, et notamment de vérifier l'efficacité de programmes d'exercices physiques.

En outre, si les relations de causalité se confirmaient par des études ultérieures, cela pourrait signifier que, indépendamment de réussir à parvenir aux objectifs identifiés par l'OMS et la HAS, chaque pas et chaque minute d'APMV supplémentaires pourraient avoir un bénéfice sur la qualité de la marche, et donc sur le risque de chute – confirmant alors l'importance d'atteindre même des petits niveaux d'APMV ou de marche (108).

Ceci est important pour les médecins en capacité de promouvoir et de prescrire l'activité physique. Ceux-ci pourront souligner auprès de leurs patients âgés, l'importance de la marche dans les activités de la vie quotidienne, en insistant encore davantage sur le fait que tout pas supplémentaire est bon à prendre.

CONCLUSION

Dans une population gériatrique polypathologique majoritairement sédentaire, présentant des troubles de la marche ou un antécédent de chute, le nombre de pas quotidiens ainsi que le temps d'activité physique modérée à vigoureuse étaient significativement corrélés à des paramètres spatio-temporels de la marche connus pour être associés au risque de chute. Nos résultats montrent que les sujets marchant le plus ou s'engageant dans des activités physiques plus intenses présentaient une marche de meilleure qualité, plus stable, caractérisée notamment par une marche plus rapide, un temps de double appui plus court, une enjambée plus longue, une asymétrie et une irrégularité moins importante ; les rendant moins exposés aux chutes.

Cependant, notre étude transversale ne permet pas de nous prononcer avec certitude sur le lien de causalité entre activité physique et qualité de la marche. De futures études longitudinales sont nécessaires afin de renforcer les inférences causales.

Néanmoins, nos résultats confirment encore davantage l'importance de promouvoir l'activité physique chez le sujet âgé en soulignant qu'il serait intéressant d'atteindre même de petits niveaux d'APMV et que chaque pas supplémentaire peut être bénéfique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. INSEE. Bilan démographique 2021 - Insee Première - n°1889. 2022.
2. INSEE. Projections de population 2021-2070. Résultats et pyramides des âges - Insee Résultats. 2021.
3. INSEE. Personnes âgées dépendantes – Tableaux de l'économie française. Edition 2020.
4. Gonthier R. Épidémiologie, morbidité, mortalité, coût pour la société et pour l'individu, principales causes de la chute. Bull Académie Natl Médecine. 2014 Jun;198(6):1025–39.
5. Thélot B, Lasbeur L, Pédrone G. La surveillance épidémiologique des chutes chez les personnes âgées. Bull Epidémiol Hebd. 2017 Mar 3;(16–17):328–35.
6. Santé Publique France. Analyse de la mortalité par accident de la vie courante en France, 2012-2016. 2021.
7. Cour des Comptes. La prévention de la perte d'autonomie des personnes âgées. Synthèse du Rapport public thématique de la Cour des compte. 2021 Nov.
8. Ministère des Solidarités et de la Santé. Plan antichute des personnes âgées. 2022.
9. Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. N Engl J Med. 1988 Dec 29;319(26):1701–7.
10. Verghese J, LeValley A, Hall CB, Katz MJ, Ambrose AF, Lipton RB. Epidemiology of gait disorders in community-residing older adults. J Am Geriatr Soc. 2006 Feb;54(2):255–61.
11. Drame M., Dia P, Jolly D, Lang, Mahmoudi R. Facteurs prédictifs de mortalité à long terme chez des patients âgés de 75 ans ou plus hospitalisés en urgence : la cohorte SAFES. La Presse Médicale. 2009;38(7–8):1068–75.
12. Aboutorabi A, Arazpour M, Bahramizadeh M, Hutchins SW, Fadayevatan R. The effect of aging on gait parameters in able-bodied older subjects: a literature review. Aging Clin Exp Res. 2016 Jun;28(3):393–405.
13. Menz HB, Lord SR, Fitzpatrick RC. Age-related differences in walking stability. Age Ageing. 2003 Mar;32(2):137–42.
14. Swedish National Institute of Public Health. Physical Activity in the Prevention and Treatment of Disease. 2010.
15. Blain H, Bloch F, Borel L, Dargent-Molina P, Gauvain JB, Hewson D, et al. Activité physique et prévention des chutes chez les personnes âgées. Expertise collective. Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM); 2015 Jan p. Paris : Inserm : Éditions EDP Sciences (ISSN : 1264).

16. Gregg EW, Pereira MA, Caspersen CJ. Physical activity, falls, and fractures among older adults: a review of the epidemiologic evidence. *J Am Geriatr Soc.* 2000 Aug;48(8):883–93.
17. Larras B. Etat des lieux de l'activité physique et de la sédentarité - Personnes avançant en âge. Observatoire Nationale de l'Activité Physique et de la Sédentarité. 2018 p. 100.
18. Baker J, Meisner BA, Logan AJ, Kungl AM, Weir P. Physical activity and successful aging in Canadian older adults. *J Aging Phys Act.* 2009 Apr;17(2):223–35.
19. Organisation mondiale de la Santé. Lignes directrices de l'OMS sur l'activité physique et la sédentarité. Genève. 2020.
20. Lim K, Taylor L. Factors associated with physical activity among older people: a population-based study. *Prev Med.* 2005 Jan;40(1):33–40.
21. Moschny A, Platen P, Klaassen-Mielke R, Trampisch U, Hinrichs T. Barriers to physical activity in older adults in Germany: a cross-sectional study. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2011 Nov 2;8:121.
22. Décret n° 2016-1990 du 30 décembre 2016 relatif aux conditions de dispensation de l'activité physique adaptée prescrite par le médecin traitant à des patients atteints d'une affection de longue durée. 2016-1990 Dec 30, 2016.
23. Loi n° 2022-296 du 2 mars 2022 visant à démocratiser le sport en France. 2022-296 Mar 2, 2022.
24. Haute Autorité de la Santé. Prescription d'activité physique et sportive - Les personnes âgées. 2019.
25. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson LM, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012 Sep 12;(9):CD007146.
26. Bilney B, Morris M, Webster K. Concurrent related validity of the GAITRite walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait. *Gait Posture.* 2003 Feb;17(1):68–74.
27. Eastlack ME, Arvidson J, Snyder-Mackler L, Danoff JV, McGarvey CL. Interrater reliability of videotaped observational gait-analysis assessments. *Phys Ther.* 1991 Jun;71(6):465–72.
28. Beauchet O, Herrmann FR, Grandjean R, Dubost V, Allali G. Concurrent validity of SMTEC footswitches system for the measurement of temporal gait parameters. *Gait Posture.* 2008 Jan;27(1):156–9.
29. Kressig RW, Beauchet O, European GAITRite Network Group. Guidelines for clinical applications of spatio-temporal gait analysis in older adults. *Aging Clin Exp Res.* 2006 Apr;18(2):174–6.
30. Menz HB, Latt MD, Tiedemann A, Mun San Kwan M, Lord SR. Reliability of the GAITRite walkway system for the quantification of temporo-spatial parameters of gait in young and older people. *Gait Posture.* 2004 Aug;20(1):20–5.
31. Webster KE, Wittwer JE, Feller JA. Validity of the GAITRite walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait. *Gait Posture.* 2005 Dec;22(4):317–21.

32. Beauchet O, Allali G, Sekhon H, Verghese J, Guilain S, Steinmetz JP, et al. Guidelines for Assessment of Gait and Reference Values for Spatiotemporal Gait Parameters in Older Adults: The Biomathics and Canadian Gait Consortiums Initiative. *Front Hum Neurosci.* 2017;11:353.
33. Lindemann U. Spatiotemporal gait analysis of older persons in clinical practice and research : Which parameters are relevant? *Z Gerontol Geriatr.* 2020 Mar;53(2):171–8.
34. Maki BE. Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear. *J Am Geriatr Soc.* 1997 Mar;45(3):313–20.
35. Mortaza N, Abu Osman NA, Mehdikhani N. Are the spatio-temporal parameters of gait capable of distinguishing a faller from a non-faller elderly? *Eur J Phys Rehabil Med.* 2014 Dec;50(6):677–91.
36. Plotnik M, Giladi N, Hausdorff JM. A new measure for quantifying the bilateral coordination of human gait: effects of aging and Parkinson's disease. *Exp Brain Res.* 2007 Aug;181(4):561–70.
37. Plotnik M, Bartsch RP, Zeev A, Giladi N, Hausdorff JM. Effects of walking speed on asymmetry and bilateral coordination of gait. *Gait Posture.* 2013 Sep;38(4):864–9.
38. Nelson AJ. Functional ambulation profile. *Phys Ther.* 1974 Oct;54(10):1059–65.
39. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Sep;32(9 Suppl):S498-504.
40. Haute Autorité de Santé. Promotion, consultation et prescription médicale d'activité physique et sportive pour la santé. Annexe 5. Modalités de mesure de l'intensité d'une activité physique. 2019.
41. Matthew CE. Calibration of accelerometer output for adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2005 Nov;37(11 Suppl):S512-522.
42. Benka Wallén M, Franzén E, Nero H, Hagströmer M. Levels and Patterns of Physical Activity and Sedentary Behavior in Elderly People With Mild to Moderate Parkinson Disease. *Phys Ther.* 2015 Aug;95(8):1135–41.
43. Delbaere K, Hauer K, Lord SR. Evaluation of the incidental and planned activity questionnaire (IPEQ) for older people. *Br J Sports Med.* 2010 Nov;44(14):1029–34.
44. Merom D, Delbaere K, Cumming R, Voukelatos A, Rissel C, Van Der Ploeg HP, et al. Incidental and Planned Exercise Questionnaire for seniors: validity and responsiveness. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(5):947–54.
45. Monseu M, Gauvain J. Correlation between the Incidental and Planned Exercise Questionnaire (IPEQ score) in its french version, physical performances and number of daily steps in elderly subjects consulting for fall or gait disorder. 2018;
46. Guralnik JM, Ferrucci L, Pieper CF, Leveille SG, Markides KS, Ostir GV, et al. Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000 Apr;55(4):M221-231.

47. Freiburger E, de Vreede P, Schoene D, Rydwick E, Mueller V, Frändin K, et al. Performance-based physical function in older community-dwelling persons: a systematic review of instruments. *Age Ageing*. 2012 Nov;41(6):712–21.
48. Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, Salive ME, Wallace RB. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med*. 1995 Mar 2;332(9):556–61.
49. Veronese N, Bolzetta F, Toffanello ED, Zambon S, De Rui M, Perissinotto E, et al. Association between Short Physical Performance Battery and falls in older people: the Progetto Veneto Anziani Study. *Rejuvenation Res*. 2014 Jun;17(3):276–84.
50. Buchner DM, Rillamas-Sun E, Di C, LaMonte MJ, Marshall SW, Hunt J, et al. Accelerometer-Measured Moderate to Vigorous Physical Activity and Incidence Rates of Falls in Older Women. *J Am Geriatr Soc*. 2017 Nov;65(11):2480–7.
51. Pavasini R, Guralnik J, Brown JC, di Bari M, Cesari M, Landi F, et al. Short Physical Performance Battery and all-cause mortality: systematic review and meta-analysis. *BMC Med*. 2016 Dec 22;14(1):215.
52. Haute Autorité de la Santé. Diagnostic de la dénutrition chez la personne de 70 ans et plus. 2021.
53. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019 Jan 1;48(1):16–31.
54. Harvey JA, Chastin SFM, Skelton DA. Prevalence of Sedentary Behavior in Older Adults: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2013 Dec;10(12):6645–61.
55. Guillochon A, Crinquette C, Gaxatte C, Pardessus V, Bombois S, Deramecourt V, et al. Neurological diseases detected in the Lille Multidisciplinary Falls Consultation. *Rev Neurol (Paris)*. 2010 Feb;166(2):235–41.
56. Maeker E, Bombois S, Pardessus V, Tiberghien F, Dipompeo C, Thevenon A, et al. Cognitive disorders and falls: experience of the Lille multidisciplinary falls service. *Rev Neurol (Paris)*. 2005 Apr;161(4):419–26.
57. Tavassoli N, Guyonnet S, Abellan Van Kan G, Sourdet S, Krams T, Soto ME, et al. Description of 1,108 older patients referred by their physician to the “Geriatric Frailty Clinic (G.F.C) for Assessment of Frailty and Prevention of Disability” at the gerontopole. *J Nutr Health Aging*. 2014 May;18(5):457–64.
58. Hollman JH, McDade EM, Petersen RC. Normative spatiotemporal gait parameters in older adults. *Gait Posture*. 2011 May;34(1):111–8.
59. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001 Mar;56(3):M146-156.
60. Schoon Y, Bongers K, Van Kempen J, Melis R, Olde Rikkert M. Gait speed as a test for monitoring frailty in community-dwelling older people has the highest diagnostic value compared to step length and chair rise time. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2014 Dec;50(6):693–701.

61. Guedes RC, Dias RC, Pereira LSM, Silva SLA, Lustosa LP, Dias JMD. Influence of dual task and frailty on gait parameters of older community-dwelling individuals. *Braz J Phys Ther.* 2014 Oct;18(5):445–52.
62. Reelick MF, Kessels RPC, Faes MC, Weerdesteijn V, Esselink RAJ, Olde Rikkert MGM. Increased intra-individual variability in stride length and reaction time in recurrent older fallers. *Aging Clin Exp Res.* 2011 Dec;23(5–6):393–9.
63. Silva S, Viana J, Silva V, Dias J, Pereira L, Dias R. Influence of Frailty and Falls on Functional Capacity and Gait in Community-Dwelling Elderly Individuals. *Top Geriatr Rehabil.* 2012 Apr 1;28:128–34.
64. Kwon MS, Kwon YR, Park YS, Kim JW. Comparison of gait patterns in elderly fallers and non-fallers. *Technol Health Care.* 2018 ;26(Suppl 1):427–36.
65. Allali G, Launay CP, Blumen HM, Callisaya ML, De Cock AM, Kressig RW, et al. Falls, Cognitive Impairment, and Gait Performance: Results From the GOOD Initiative. *J Am Med Dir Assoc.* 2017 Apr 1;18(4):335–40.
66. Montero-Odasso M, Sarquis-Adamson Y, Song HY, Bray NW, Pieruccini-Faria F, Speechley M. Polypharmacy, Gait Performance, and Falls in Community-Dwelling Older Adults. Results from the Gait and Brain Study. *J Am Geriatr Soc.* 2019 Jun;67(6):1182–8.
67. Rezende LFM de, Rey-López JP, Matsudo VKR, Luiz O do C. Sedentary behavior and health outcomes among older adults: a systematic review. *BMC Public Health.* 2014 Apr 9;14:333.
68. Matthews CE, Chen KY, Freedson PS, Buchowski MS, Beech BM, Pate RR, et al. Amount of Time Spent in Sedentary Behaviors in the United States, 2003–2004. *Am J Epidemiol.* 2008 Apr 1;167(7):875–81.
69. Blodgett J, Theou O, Kirkland S, Andreou P, Rockwood K. The association between sedentary behaviour, moderate-vigorous physical activity and frailty in NHANES cohorts. *Maturitas.* 2015 Feb;80(2):187–91.
70. Santos DA, Silva AM, Baptista F, Santos R, Vale S, Mota J, et al. Sedentary behavior and physical activity are independently related to functional fitness in older adults. *Exp Gerontol.* 2012 Dec;47(12):908–12.
71. Davis MG, Fox KR. Physical activity patterns assessed by accelerometry in older people. *Eur J Appl Physiol.* 2007 Jul;100(5):581–9.
72. King GA, Torres N, Potter C, Brooks TJ, Coleman KJ. Comparison of activity monitors to estimate energy cost of treadmill exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 Jul;36(7):1244–51.
73. Berntsen S, Hageberg R, Aandstad A, Mowinckel P, Anderssen SA, Carlsen KH, et al. Validity of physical activity monitors in adults participating in free-living activities. *Br J Sports Med.* 2010 Jul;44(9):657–64.
74. Bhammar D, Sawyer B, Tucker W, Lee JM, Gaesser G. Validity of SenseWear (R) Armband v5.2 and v2.2 for estimating energy expenditure. *J Sports Sci.* 2016 Feb.
75. Calabr MA s, Lee JM, Saint-Maurice PF, Yoo H, Welk GJ. Validity of physical activity monitors for assessing lower intensity activity in adults. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2014 Sep 28;11(1):119.

76. Heiermann S, Khalaj Hedayati K, Müller MJ, Dittmar M. Accuracy of a portable multisensor body monitor for predicting resting energy expenditure in older people: a comparison with indirect calorimetry. *Gerontology*. 2011;57(5):473–9.
77. Gorman E, Hanson HM, Yang PH, Khan KM, Liu-Ambrose T, Ashe MC. Accelerometry analysis of physical activity and sedentary behavior in older adults: a systematic review and data analysis. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2013 Sep 17;11(1):35–49.
78. Jantunen H, Wasenius N, Salonen MK, Perälä MM, Osmond C, Kautiainen H, et al. Objectively measured physical activity and physical performance in old age. *Age Ageing*. 2017 Mar 1;46(2):232–7.
79. Orwoll ES, Fino NF, Gill TM, Cauley JA, Strotmeyer ES, Ensrud KE, et al. The Relationships Between Physical Performance, Activity Levels, and Falls in Older Men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2019 Aug;74(9):1475–83.
80. Debaq C, Monseu M. Validation d'un nouvel outil évaluant l'activité physique de sujets âgés reçus en consultation pluridisciplinaire pour chute ou troubles de la marche: l'actimétrie. Université de Tours; 2017.
81. Duport T. Corrélation entre le niveau d'activité physique et la masse musculaire chez des sujets de plus de 75 ans consultant pour chute ou troubles de la marche. Université de Lille; 2019.
82. Egerton T, Paterson K, Helbostad JL. The Association Between Gait Characteristics and Ambulatory Physical Activity in Older People: A Cross-Sectional and Longitudinal Observational Study Using Generation 100 Data. *J Aging Phys Act*. 2017 Jan;25(1):10–9.
83. Porta M, Piloni G, Pili R, Casula C, Murgia M, Cossu G, et al. Association between Objectively Measured Physical Activity and Gait Patterns in People with Parkinson's Disease: Results from a 3-Month Monitoring. *Park Dis*. 2018;2018:7806574.
84. Ciprandi D, Bertozzi F, Zago M, Ferreira CLP, Boari G, Sforza C, et al. Study of the association between gait variability and physical activity. *Eur Rev Aging Phys Act Off J Eur Group Res Elder Phys Act*. 2017;14:19.
85. Spartano NL, Lyass A, Larson MG, Tran T, Andersson C, Blease SJ, et al. Objective physical activity and physical performance in middle-aged and older adults. *Exp Gerontol*. 2019 May;119:203–11.
86. Morie M, Reid KF, Miciek R, Lajevardi N, Choong K, Krasnoff JB, et al. Habitual Physical Activity Levels are Associated with Performance in Measures of Physical Function and Mobility in Older Men. *J Am Geriatr Soc*. 2010 Sep;58(9):1727–33.
87. Dawe RJ, Leurgans SE, Yang J, Bennett JM, Hausdorff JM, Lim AS, et al. Association Between Quantitative Gait and Balance Measures and Total Daily Physical Activity in Community-Dwelling Older Adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2018 Apr 17;73(5):636–42.
88. Shephard RJ. Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *Br J Sports Med*. 2003 Jun;37(3):197–206; discussion 206.
89. Brazeau AS, Beaudoin N, Bélisle V, Messier V, Karelis AD, Rabasa-Lhoret R. Validation and reliability of two activity monitors for energy expenditure assessment. *J Sci Med Sport*. 2016 Jan;19(1):46–50.

90. Fruin ML, Rankin JW. Validity of a multi-sensor armband in estimating rest and exercise energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 Jun;36(6):1063–9.
91. Sangare C. Capacité de deux accéléromètres (SenseWear Armband et l'Actical) à estimer la dépense énergétique totale chez les adultes sains. 2011 Apr 1;
92. Johannsen DL, Calabro MA, Stewart J, Franke W, Rood JC, Welk GJ. Accuracy of armband monitors for measuring daily energy expenditure in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2010 Nov;42(11):2134–40.
93. Choquette S, Chuin A, Lalancette DA, Brochu M, Dionne IJ. Predicting energy expenditure in elders with the metabolic cost of activities. *Med Sci Sports Exerc.* 2009 Oct;41(10):1915–20.
94. Colbert L, Matthews C, Havighurst R, Kim K, Schoeller D. Comparative Validity of Physical Activity Measures in Older Adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2011 May;43(5):867–76.
95. Meijer EP, Goris AH, Wouters L, Westerterp KR. Physical inactivity as a determinant of the physical activity level in the elderly. *Int J Obes Relat Metab Disord J Int Assoc Study Obes.* 2001 Jul;25(7):935–9.
96. Rafamantanantsoa HH, Ebine N, Yoshioka M, Higuchi H, Yoshitake Y, Tanaka H, et al. Validation of three alternative methods to measure total energy expenditure against the doubly labeled water method for older Japanese men. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo).* 2002 Dec;48(6):517–23.
97. Mackey DC, Manini TM, Schoeller DA, Koster A, Glynn NW, Goodpaster BH, et al. Validation of an armband to measure daily energy expenditure in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2011 Oct;66(10):1108–13.
98. Harris TJ, Owen CG, Victor CR, Adams R, Ekelund U, Cook DG. A comparison of questionnaire, accelerometer, and pedometer: measures in older people. *Med Sci Sports Exerc.* 2009 Jul;41(7):1392–402.
99. Calabro MA, Welk GJ, Eisenmann JC. Validation of the SenseWear Pro Armband algorithms in children. *Med Sci Sports Exerc.* 2009 Sep;41(9):1714–20.
100. Runacres A, Mackintosh KA, Knight RL, Sheeran L, Thatcher R, Shelley J, et al. Impact of the COVID-19 Pandemic on Sedentary Time and Behaviour in Children and Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Oct 27;18(21):11286.
101. Skelton D, Dinan S, Campbell M, Rutherford O. Tailored group exercise (Falls Management Exercise — FaME) reduces falls in community-dwelling older frequent fallers (an RCT). *Age Ageing.* 2005 Nov 1;34(6):636–9.
102. Liu-Ambrose T, Donaldson MG, Ahamed Y, Graf P, Cook WL, Close J, et al. Otago home-based strength and balance retraining improves executive functioning in older fallers: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2008 Oct;56(10):1821–30.
103. Matsuda PN, Shumway-Cook A, Ciol MA. The effects of a home-based exercise program on physical function in frail older adults. *J Geriatr Phys Ther* 2001. 2010 Jun;33(2):78–84.

104. Espeland MA, Lipska K, Miller ME, Rushing J, Cohen RA, Verghese J, et al. Effects of Physical Activity Intervention on Physical and Cognitive Function in Sedentary Adults With and Without Diabetes. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2017 Jun 1;72(6):861–6.
105. LaMonte MJ, Buchner DM, Rillamas-Sun E, Di C, Evenson KR, Bellettiere J, et al. Accelerometer-Measured Physical Activity and Mortality in Women Aged 63 to 99. *J Am Geriatr Soc*. 2018 May;66(5):886–94.
106. Lee IM, Shiroma EJ, Kamada M, Bassett DR, Matthews CE, Buring JE. Association of Step Volume and Intensity With All-Cause Mortality in Older Women. *JAMA Intern Med*. 2019 Aug 1;179(8):1105–12.
107. Studenski S, Perera S, Patel K, Rosano C, Faulkner K, Inzitari M, et al. Gait speed and survival in older adults. *JAMA*. 2011 Jan 5;305(1):50–8.
108. Dondzila CJ, Gennuso KP, Swartz AM, Tarima S, Lenz EK, Stein SS, et al. Dose-response walking activity and physical function in older adults. *J Aging Phys Act*. 2015 Apr;23(2):194–9.
109. Gasq D, Molinier F, Lafosse JM. Physiologie, méthodes d'explorations et troubles de la marche. Université Paul Sabatier - Toulouse III: Technical report; 2009.
110. Viel E. La marche humaine, la course et le saut: biomécanique, explorations, normes et dysfonctionnements. Elsevier Masson; 2000. 286 p.
111. Jahn K, Zwergal A, Schniepp R. Gait disturbances in old age: classification, diagnosis, and treatment from a neurological perspective. *Dtsch Arzteblatt Int*. 2010 Apr;107(17):306–15; quiz 316.
112. Winter DA, Patla AE, Frank JS, Walt SE. Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. *Phys Ther*. 1990 Jun;70(6):340–7.
113. Ferrandez AM, Durup M, Pailhous J. Effets du vieillissement sur les capacités adaptatives locomotrices. 1995;48(2):147–54.
114. Alexander NB, Goldberg A. Gait disorders: search for multiple causes. *Cleve Clin J Med*. 2005 Jul;72(7):586, 589–90, 592-594 passim.
115. Viccaro LJ, Perera S, Studenski SA. Is timed up and go better than gait speed in predicting health, function, and falls in older adults? *J Am Geriatr Soc*. 2011 May;59(5):887–92.
116. Shimada H, Suzukawa M, Tiedemann A, Kobayashi K, Yoshida H, Suzuki T. Which neuromuscular or cognitive test is the optimal screening tool to predict falls in frail community-dwelling older people? *Gerontology*. 2009;55(5):532–8.
117. Auvinet B, Berrut B, Touzard C. Gait Abnormalities in Elderly Fallers. *J Aging Phys Act*. 2003;11:40–52.
118. Thaler-Kall K, Peters A, Thorand B, Grill E, Autenrieth CS, Horsch A, et al. Description of spatio-temporal gait parameters in elderly people and their association with history of falls: results of the population-based cross-sectional KORA-Age study. *BMC Geriatr*. 2015 Mar 25;15(1):32.
119. Nelson AJ, Certo LJ, Lembo LS, Lopez DA, Manfredonia EF, Vanichpong SK, et al. The functional ambulation performance of elderly fallers and non-fallers walking at their preferred velocity. *NeuroRehabilitation*. 1999;13(3):141–6.

120. Newstead AH, Walden JG, Gitter AJ. Gait variables differentiating fallers from nonfallers. *J Geriatr Phys Ther* 2001. 2007;30(3):93–101.
121. Imms FJ, Edholm OG. The assessment of gait and mobility in the elderly. *Age Ageing*. 1979 Nov;8(4):261–7.
122. Guimaraes RM, Isaacs B. Characteristics of the gait in old people who fall. *Int Rehabil Med*. 1980;2(4):177–80.
123. Verghese J, Holtzer R, Lipton RB, Wang C. Quantitative gait markers and incident fall risk in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2009 Aug;64(8):896–901.
124. Hausdorff JM, Rios DA, Edelberg HK. Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001 Aug;82(8):1050–6.
125. Beauchet O, Allali G, Annweiler C, Bridenbaugh S, Assal F, Kressig RW, et al. Gait variability among healthy adults: low and high stride-to-stride variability are both a reflection of gait stability. *Gerontology*. 2009;55(6):702–6.
126. Barbieri FA, Simieli L, Orcioli-Silva D, Baptista AM, Borkowske Pestana M, Spiandor Beretta V, et al. Obstacle Avoidance Increases Asymmetry of Crossing Step in Individuals With Parkinson's Disease and Neurologically Healthy Individuals. *J Mot Behav*. 2018 Feb;50(1):17–25.
127. Yogev G, Plotnik M, Peretz C, Giladi N, Hausdorff JM. Gait asymmetry in patients with Parkinson's disease and elderly fallers: when does the bilateral coordination of gait require attention? *Exp Brain Res*. 2007 Mar;177(3):336–46.
128. Nelson AJ, Zwick D, Brody S, Doran C, Pulver L, Roosz G, et al. The validity of the GaitRite and the Functional Ambulation Performance scoring system in the analysis of Parkinson gait. *NeuroRehabilitation*. 2002;17(3):255–62.

ANNEXES

Annexe 1 : Définition des différents paramètres de la marche

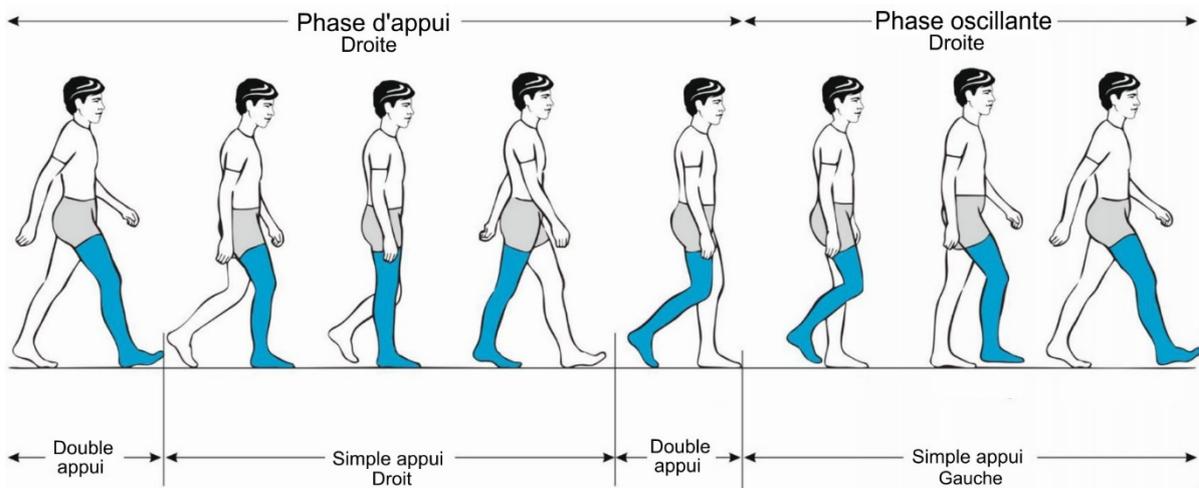
La marche consiste en un déplacement en appui alternatif sur les membres inférieurs en position debout et en ayant toujours au moins un point d'appui en contact au sol (ce qui différencie la marche de la course). La description de cette activité automatique et cyclique fait l'objet d'un consensus scientifique international, et constitue la base de la description d'une marche normale ou pathologique (109-110).

Le cycle de marche de chaque membre inférieur est défini comme la durée allant du contact du pied sur le sol, jusqu'au prochain contact du même pied sur le sol. Le cycle de marche se découpe en une phase d'appui et une phase oscillante :

- La phase oscillante correspond à la période où le pied n'est plus en contact avec le sol jusqu'au contact suivant du même pied au sol. Cette phase permet l'avancée du membre inférieur.
- La phase d'appui correspond à la période allant du contact du pied avec le sol jusqu'au temps où le pied est complètement décollé du sol.

Un cycle de marche complet comprend donc deux phases de double appui et une phase d'appui unipodal droit et gauche (*figure 20*).

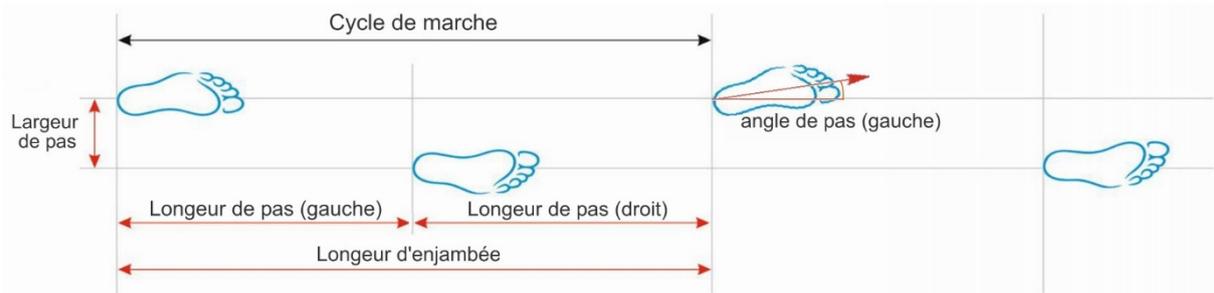
Figure 20 : Cycle de marche droit



Pour caractériser de manière globale la marche, c'est-à-dire son déroulement dans l'espace et dans le temps, un certain nombre de paramètres spatiaux et temporels sont décrits.

Les principaux paramètres spatiaux (*figure 21*) sont :

- La longueur de pas qui correspond à la distance séparant deux appuis successifs
- La longueur d'enjambée qui correspond à la distance séparant deux appuis successifs du même pied, et définit le découpage de la marche en cycle de marche
- La largeur de pas qui correspond à la distance entre l'axe de progression et la partie médiane du talon
- L'angle de pas qui correspond à l'angle ouvert en avant formé entre l'axe de progression et l'axe du pied

Figure 21 : Principaux paramètres spatiaux d'un cycle de marche

Les principaux paramètres temporels sont :

- La vitesse de marche qui correspond au temps mis par le sujet pour parcourir une distance donnée
- La cadence de marche qui correspond au nombre de pas par minute
- Le temps de double appui qui correspond à la durée où les deux membres inférieurs sont simultanément en contact avec le sol
- Le temps d'appui unipodal qui correspond à la durée des temps d'appui unipodal lors d'un cycle de marche droit ou gauche

L'analyse de ces paramètres spatio-temporels permet de calculer la variabilité et la symétrie de la marche :

- La variabilité ou irrégularité des paramètres de marche (exprimée en %) quantifie l'importance des fluctuations du paramètre étudié. Il correspond au rapport de l'écart-type à la moyenne de ce même paramètre. Plus la valeur est élevée, plus la dispersion autour de la moyenne est grande.
- L'asymétrie des paramètres de marche (exprimée en %) quantifie l'importance de la différence absolue entre paramètre droit et gauche, rapporté à la moyenne de ce même paramètre.

Annexe 2 : Modifications de l'équilibre et de la marche liées au vieillissement

L'équilibre correspond à la capacité de rattrapage lorsque la masse corporelle est en dehors de la base de sustentation. Le contrôle de l'équilibre statique (station debout ou assise) et dynamique (lors des déplacements) repose sur une coordination complexe entre des systèmes sensoriels et proprioceptifs, et le système moteur, par la mise en jeu de réponse musculaire, fournissant des réactions posturales appropriées. Le système nerveux central reçoit les informations sensorielles, et doit planifier les corrections posturales adéquates. Cette collaboration est indispensable à la marche, activité automatique nécessitant à la fois le maintien d'un équilibre dynamique ainsi qu'une organisation motrice hiérarchisée et synchronisée (15).

Avec le vieillissement, l'équilibre et la marche sont affectés par des changements de la physiologie sensorielle et motrice (12-14). D'une part, les pondérations aux informations sensorielles se modifient (dépendance accrue aux informations visuelles, importance de la proprioception cervicale). D'autre part, la réduction de force musculaire, l'augmentation des raideurs tendineuses et le ralentissement de la vitesse de contraction musculaire contribuent aux modifications des stratégies motrices mises en jeu pour maintenir l'équilibre.

Avec l'avancée en âge, le maintien de l'équilibre nécessite également davantage de ressources attentionnelles. Ainsi des conditions de double tâche cognitive ou posturale, ou des perturbations extérieures permettent de révéler des troubles de la marche ou de l'équilibre. Par ailleurs, les stratégies d'équilibration dépendent également de la difficulté perçue par le sujet. C'est pourquoi, la peur de tomber diminue la stabilité.

Ainsi, le schéma de marche des personnes âgées se modifie avec l'âge. Elles adoptent une marche plus prudente et moins coûteuse d'un point de vue énergétique, ce qui constitue une stratégie d'adaptation aux changements de capacités physiques.

Plusieurs paramètres de marche se modifient. La vitesse de marche spontanée diminue, d'environ 1% par an à partir de 60 ans (111). Cette réduction de vitesse découle souvent d'un raccourcissement de la longueur du pas et de l'enjambée (112), ainsi que d'une augmentation des temps d'appuis bipodaux (12,113). On observe également une augmentation de la largeur du pas (élargissement du polygone de sustentation) (12), et une diminution de la hauteur du pas (pas traînants) (114). De plus, la variabilité du pas augmente avec l'âge, à la fois dans sa longueur et sa largeur (13). On retrouve également une augmentation de l'asymétrie des paramètres de marche avec l'âge (12).

On qualifie souvent de marche « sénile » toutes ces modifications liées à l'âge, et non expliquées par une pathologie neurologique, ostéo-articulaire ou cardiovasculaire sous-jacente. Les modifications des paramètres de marche, sont aussi des facteurs prédictifs de la chute ou des marqueurs de fragilité et de perte d'autonomie (Annexe 3).

Annexe 3 : Paramètres spatio-temporels de la marche prédictifs de chute

Chez des sujets chuteurs, les performances d'adaptation posturale sont modifiées par rapport à des sujets âgés n'ayant jamais chuté. Ainsi, plusieurs paramètres du cycle de marche sont jugés pertinents dans la littérature pour prédire le risque de chute et quantifier le degré de stabilité de la marche.

La vitesse de marche est largement utilisée dans l'évaluation gériatrique standardisée, car facilement évaluable en pratique clinique. La majorité des troubles de la marche sont associés à une diminution de la vitesse de marche. Il s'agit également d'un marqueur de fragilité, lorsqu'elle est inférieure à 80 cm/s comme défini par *Fried & al.* (59), confirmé à plusieurs reprises dans la littérature (60-61). Cependant, les données concernant la vitesse de marche et le risque de chute sont discordantes. Pour certains auteurs, la vitesse de marche n'influence pas le risque de chute, alors qu'elle constitue pour d'autres un facteur pronostique de déclin fonctionnel (115) et un facteur prédictif de chute (116).

Les données concernant **la longueur d'enjambée** sont également discutées. Selon certains auteurs, la longueur de pas ou la longueur d'enjambée ne sont pas reconnues comme pertinentes pour prédire le risque de chute (117). Pour d'autres, une diminution de la longueur d'enjambée reste cependant significativement associée aux chutes d'hommes âgés de plus de 75 ans (118).

Le temps de double appui était plus élevé chez des sujets âgés chuteurs en comparaison avec des non-chuteurs selon certains auteurs (119-120). Pour d'autres, cette corrélation n'était cependant pas significative (34).

La **variabilité de certains paramètres** de la marche était déjà signalée en 1979 comme facteur associé aux chutes chez les personnes âgées (121), notamment la variabilité de la longueur du pas (122) et d'enjambée (123). Une variabilité importante de durée de cycle est désormais considérée comme un puissant facteur prédictif de chute chez la personne âgée (34,124). Selon *Beauchet et al.*, la variabilité de durée de cycle est un bon reflet de l'équilibre dynamique (125).

L'asymétrie de la démarche, comme définie par *Plotnik & al.* (36) est un marqueur du degré d'incoordination droite-gauche et de déséquilibre dynamique (37). Elle est plus altérée chez les patients chuteurs parkinsoniens, notamment en conditions de double tâche (126) et pourrait être un facteur de risque de chute (127).

Le score de FAP (Functionnal Ambulation Profile) a été employé dans plusieurs recherches cliniques pour savoir s'il s'agissait d'un outil valide dans la distinction entre une marche normale ou pathologique. Il a notamment été utilisé pour discriminer des sujets parkinsoniens de sujets sains (128). Validé par une très bonne reproductibilité chez l'adulte (38), le score de FAP était significativement plus faible chez des sujets âgés chuteurs selon *Nelson et al.* (119).

Annexe 4 : Description des paramètres spatio-temporels de la marche

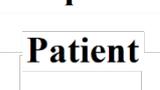
Tableau 11. Description des paramètres spatio-temporels de la marche par le système *GAITRite*® (N=50)

	Moy \pm EC	Med (Q1 ; Q3)	Minima	Maxima
Vitesse (cm/s)	59.6 \pm 22.2	53.9 (41.4 ; 74.7)	24.3	106.8
Cadence (pas/min)	92.5 \pm 14.3	92.8 (84.8 ; 100.8)	55.5	122.7
Durée de cycle (s)*	1.3 \pm 0.2	1.3 (1.22 ; 1.4)	1.0	2.1
Durée de la phase oscillante (s)*	0.4 \pm 0.1	0.4 (0.3 ; 0.4)	0.2	0.5
Durée de la phase oscillante (% de DC)*	29.5 \pm 4.8	30.4 (27.0 ; 32.7)	17.3	37.5
Durée de la phase d'appui (s)*	0.9 \pm 0.2	0.9 (0.8 ; 1.0)	0.6	1.7
Durée de la phase d'appui (% de DC)*	70.4 \pm 4.9	69.6 (67.4 ; 73.2)	62.4	82.7
Temps de double appui (s)*	0.6 \pm 0.3	0.5 (0.4 ; 0.7)	0.3	1.5
Temps de double appui (% de DC)*	42.5 \pm 12.6	39.8 (35.0 ; 46.9)	24.9	88.7
Durée de pas (s)*	0.7 \pm 0.1	0.6 (0.7 ; 0.7)	0.5	1.1
Longueur de pas (cm)*	38.1 \pm 11.0	37.3 (27.5 ; 45.3)	19.9	60.7
Longueur d'enjambée (cm)*	77.0 \pm 21.8	74.9 (56.3 ; 91.4)	39.6	120.7
Base d'appui (cm)*	12.4 \pm 4.7	12.2 (9.1 ; 15.4)	3.7	29.0
Functionnal Ambulation Profile (FAP) score	68.6 \pm 18.7	70.0 (53.0 ; 84.0)	35.0	100.0
Variabilité de durée de cycle (%)	7.1 \pm 9.2	7.2 (0.0 ; 8.1)	0.0	63.5
Variabilité de longueur de pas (%)	15.2 \pm 25.9	11.1 (7.8 ; 14.9)	0.1	189.0
Variabilité de longueur d'enjambée (%)	9.5 \pm 8.0	8.3 (5.6 ; 10.1)	2.4	52.1
Asymétrie de durée de cycle (%)	0.7 \pm 0.8	0.5 (0.2 ; 0.9)	0.0	4.0
Asymétrie de durée de la phase oscillante (%)	9.8 \pm 10.9	5.1 (1.8 ; 13.3)	0.0	47.6
Asymétrie de longueur de pas (%)	17.5 \pm 22.3	9.0 (4.1 ; 23.7)	0.2	124.1
Asymétrie de longueur d'enjambée (%)	1.2 \pm 3.0	0.7 (0.3 ; 1.1)	0.0	21.2

*Moyenne des paramètres droits et gauches

Abréviations : Moy = moyenne, EC = écart-type, N = nombre de patients, Med = médiane, Q1 = quartile inférieur, Q3 = quartile supérieur
DC = durée de cycle

Annexe 5 : Aide au recueil des données

Adressage : Médecin Traitant <input type="checkbox"/> Spécialiste <input type="checkbox"/> SAU <input type="checkbox"/> Age : ... ans Sexe : Homme <input type="checkbox"/> Femme <input type="checkbox"/> Seul au domicile : OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> Aidants : - Naturels OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> - Professionnels OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>		Étiquette 
Autonomie / comorbidités : ADL : / 6 IADL : ... / 8 Index de Charlson : ... Nombre de syndromes Gériatriques : Nombre de chutes antérieures : / dans les 3 semaines précédant ce bilan / dans les 6 mois précédant ce bilan Nombre d'hospitalisations / dans les 6 mois précédant ce bilan		
LUNETTES OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> Baisse d'acuité visuelle OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> APPAREIL AUDITIFS OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> Hypoacousie OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> Hypotension orthostatique : OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> Bas de contention OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> Aidant nécessaire à la pose OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> Hypotension orthostatique OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> Nombre de médicaments : Dont psychotropes Dont benzodiazépines Dont cardiotropes Dont vitamine D depuis plus de 3 mois OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>		Antécédents <input type="checkbox"/> Ostéoporose <input type="checkbox"/> Arthrose, pathologie rhumatismale <input type="checkbox"/> Syndrome anxiodépressif <input type="checkbox"/> Diabète <input type="checkbox"/> Troubles cognitifs <input type="checkbox"/> Pathologie neurologique, syndrome parkinsonien <input type="checkbox"/> Déficit neurosensoriel <input type="checkbox"/> Pathologie Cardiovasculaire <input type="checkbox"/> Pathologie respiratoire <input type="checkbox"/> Néoplasie active
Kinésithérapie dans les 6 derniers mois OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> Peur de tomber : A l'intérieur OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> A l'extérieur OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> Les deux OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> Ce qui restreint les activités OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>		Test équilibre et marche - Appui monopodal > 5s : OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> - Timed up and go test = s - Walking Talking test: OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> - SPPB (Cf grille de cotation) : Pieds en tandem : s Vitesse (sur 4m) : s Lever de chaise :s - Relever du sol : OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> - Score IPEQ : ...
Aides techniques à la marche : OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> - Canne OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> - Béquilles OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> - Cadre de marche OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> - Rollator OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>		Fonctions supérieures / Thymie : - MMSE : / 30 - Dubois : / 10 - Horloge : / 7 - GDS (15 items): / 15
		Nutrition : - Poids kg - taille : m - IMC : kg/m ² - MNA : - Albuminémie :g/l - Dosage 25-OH-D2+3 :ng/ml - Grip test : kg (moyenne de 3 mesures sur le bras dominant)
		Nombre de fracture(s) : • Nombre de fracture(s) sévère(s) antérieure(s) : ... • Nombre de fracture(s) mineure(s) antérieure(s) : ... • Nombre de fracture(s) dans les 6 derniers mois : ...

Annexe 6 : ADL**Echelle d'autonomie (ADL)**

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

Total = /6

Annexe 7 : IADL

IADL: INSTRUMENTAL ACTIVITIES OF DAILY LIVING (Echelle de LAWTON)

Evaluation du niveau de dépendance dans les activités instrumentales de la vie quotidienne

1. Aptitude à utiliser le téléphone

<i>Si 0, noter depuis quand</i>		Commentaires
1. Se sert normalement du téléphone	1	
2. Compose quelques numéros très connus	1	
3. Répond au téléphone mais ne l'utilise pas spontanément	1	
4. N'utilise pas du tout le téléphone spontanément	0	
5. Incapable d'utiliser le téléphone	0	

2. Courses

<i>Si 0, noter depuis quand</i>		Commentaires
1. Fait les courses	1	
2. Fait quelques courses normalement (nombre limité d'achats)	0	
3. Doit être accompagné pour faire ses courses	0	
4. Complètement incapable de faire ses courses	0	

3. Préparation des aliments

<i>Si 0, noter depuis quand</i>		Commentaires
0. Non applicable, n'a jamais préparé de repas		
1. Prévoit, prépare et sert normalement les repas	1	
2. Prépare normalement les repas si les ingrédients lui sont fournis	0	
3. Réchauffe ou sert des repas qui sont préparés, ou prépare de façon inadéquate les repas	0	
4. Il est nécessaire de lui préparer les repas et de les lui servir	0	

4. Entretien ménager

<i>Si 0, noter depuis quand</i>		Commentaires
0. Non applicable, n'a jamais eu d'activités ménagères		
1. Entretien sa maison seul ou avec une aide occasionnelle	1	
2. Effectue quelques tâches quotidiennes légères telles que faire les lits, laver la vaisselle	1	
3. Effectue quelques tâches quotidiennes, mais ne peut maintenir un état de propreté normal	1	
4. A besoin d'aide pour tous les travaux d'entretien ménager	1	
5. Est incapable de participer à quelque tâche ménagère que ce soit	0	

5. Blanchisserie

<i>Si 0, noter depuis quand</i>		Commentaires
0. Non applicable, n'a jamais effectué de blanchisserie		
1. Effectue totalement sa blanchisserie personnelle	1	
2. Lave des petits articles (chaussettes, bas)	1	
3. Toute la blanchisserie doit être faite par d'autres	0	

6. Moyens de transport

<i>Si 0, noter depuis quand</i>		Commentaires
1. Utilise les moyens de transports de façon indépendante ou conduit sa propre voiture	1	
2. Organise ses déplacements en taxi ou n'utilise aucun moyen de transport public	1	
3. Utilise les transports publics avec l'aide de quelqu'un	1	
4. Déplacement limité en taxi ou en voiture avec l'aide de quelqu'un	0	

7. Responsabilité à l'égard de son traitement

<i>Si 0, noter depuis quand</i>		Commentaires
1. Est responsable de la prise de ses médicaments (doses et rythmes corrects)	1	
2. Est responsable de la prise de ses médicaments si les doses ont été préparées à l'avance	0	
3. Est incapable de prendre seul ses médicaments même si ceux-ci ont été préparés à l'avance	0	

8. Aptitude à manipuler l'argent

<i>Si 0, noter depuis quand</i>		Commentaires
0. Non applicable, n'a jamais manipulé d'argent		
1. Gère ses finances de façon autonome	1	
2. Se débrouille pour les achats quotidiens, mais a besoin d'aide pour les opérations à la banque et les achats importants	1	
3. Incapable de manipuler l'argent	0	

Total score IADL/ 8
Nombre items non applicables/ 8

Annexe 8 : Syndromes gériatriques**SYNDROMES GERIATRIQUES**

- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| DENUTRITION PROTEINO-ENERGETIQUE | <input type="checkbox"/> |
| CHUTES REPETEES | <input type="checkbox"/> |
| DEMENCE | <input type="checkbox"/> |
| CONFUSION MENTALE | <input type="checkbox"/> |
| TROUBLES THYMIQUES | <input type="checkbox"/> |
| ESCARRES | <input type="checkbox"/> |
| INCONTINENCE URINAIRE ET/OU FECALE | <input type="checkbox"/> |
| TROUBLES NEUROSENSORIELS | <input type="checkbox"/> |

TOTAL : /8

Annexe 9 : Index de comorbidité de Charlson

Index de comorbidité

Détermination des pathologies concomitantes:	oui
Infarctus du myocarde	1
Insuffisance cardiaque congestive	1
Maladie vasculaire périphérique	1
Maladie cérébro-vasculaire	1
Démence	1
Maladie pulmonaire chronique	1
Problèmes articulaires («rhumatisme»)	1
Maladie ulcéreuse	1
Hépatopathie d'importance faible	1
Diabète	1
Hémiplégie	2
Insuffisance rénale modérée à sévère	2
Diabète avec lésions au niveau des organes cibles	2
Tumeurs	2
Leucémie	2
Lymphome	2
Hépatopathie moyenne ou sévère	3
Métastases	6
SIDA	6
SCORE TOTAL	0 à 37

Evaluation ≥ 3 points : risque élevé d'une évolution défavorable

Interprétation	Score	Mortalité à 1 an
	0	12%
	1-2	26%
	3-4	52%
	5 ou >	85%

Annexe 10 : Mini Mental State Examination (MMSE)

MINI MENTAL STATE EXAMINATION (M.M.S.E)	Etiquette du patient
Date :	
Évalué(e) par :	
Niveau socio-culturel	

ORIENTATION

Je vais vous poser quelques questions pour apprécier comment fonctionne votre mémoire. Les unes sont très simples, les autres un peu moins. Vous devez répondre du mieux que vous pouvez.

Quelle est la date complète d'aujourd'hui ?

⇨ Si la réponse est incorrecte ou incomplète, posez les questions restées sans réponse, dans l'ordre suivant :

- | | | | | | |
|----------------------------------|-------|------------------------|-------|------------------------------|-------|
| 1. en quelle année sommes-nous ? | !Oou! | | | | |
| 2. en quelle saison ? | !___! | 4. Quel jour du mois ? | !___! | 5. Quel jour de la semaine ? | !___! |
| 3. en quel mois ? | !___! | | | | |

⇨ Je vais vous poser maintenant quelques questions sur l'endroit où nous nous trouvons.

- | | |
|--|-------|
| 6. Quel est le nom de l'Hôpital où nous sommes ? | !___! |
| 7. Dans quelle ville se trouve-t-il ? | !___! |
| 8. Quel est le nom du département dans lequel est située cette ville ? | !___! |
| 9. Dans quelle province ou région est situé ce département ? | !___! |
| 10. A quel étage sommes-nous ici ? | !___! |

APPRENTISSAGE

⇨ Je vais vous dire 3 mots ; je voudrais que vous me les répétiez et que vous essayiez de les retenir car je vous les demanderai tout à l'heure.

- | | | | | | | |
|------------|----|---------|----|-----------|--|-------|
| 11. Cigare | | [citron | | [fauteuil | | !___! |
| 12. fleur | ou | [clé | ou | [tulipe | | !___! |
| 13. porte | | [ballon | | [canard | | !___! |

Répéter les 3 mots.

ATTENTION ET CALCUL

⇨ Voulez-vous compter à partir de 100 en retirant 7 à chaque fois ?

- | | |
|--------|-------|
| 14. 93 | !___! |
| 15. 86 | !___! |
| 16. 79 | !___! |
| 17. 72 | !___! |
| 18. 65 | !___! |

⇨ Pour tous les sujets, même pour ceux qui ont obtenu le maximum de points, demander : « voulez-vous épeler le mot MONDE à l'envers » : E D N O M.

RAPPEL

⇨ Pouvez-vous me dire quels étaient les 3 mots que je vous ai demandé de répéter et de retenir tout à l'heure ?

- | | | | | | | |
|------------|----|---------|----|-----------|--|-------|
| 19. Cigare | | [citron | | [fauteuil | | !___! |
| 20. fleur | ou | [clé | ou | [tulipe | | !___! |
| 21. porte | | [ballon | | [canard | | !___! |

LANGAGE

- | | | |
|--|--------------------|-------|
| 22. quel est le nom de cet objet? | Montrer un crayon. | !___! |
| 23. Quel est le nom de cet objet | Montrer une montre | !___! |
| 24. Ecoutez bien et répétez après moi : « PAS DE MAIS, DE SI, NI DE ET » | | !___! |

⇨ Poser une feuille de papier sur le bureau, la montrer au sujet en lui disant : « écoutez bien et faites ce que je vais vous dire » (consignes à formuler en une seule fois) :

- | | |
|---|-------|
| 25. prenez cette feuille de papier avec la main droite. | !___! |
| 26. Pliez-la en deux. | !___! |
| 27. et jetez-la par terre ». | !___! |

⇨ Tendre au sujet une feuille de papier sur laquelle est écrit en gros caractères : « FERMEZ LES YEUX » et dire au sujet :

- | | |
|---------------------------------|-------|
| 28. «faites ce qui est écrit ». | !___! |
|---------------------------------|-------|

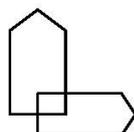
⇨ Tendre au sujet une feuille de papier et un stylo en disant :

- | | |
|---|-------|
| 29. voulez-vous m'écrire une phrase, ce que vous voulez, mais une phrase entière. » | !___! |
|---|-------|

PRAXIES CONSTRUCTIVES.

⇨ Tendre au sujet une feuille de papier et lui demander :

- | | |
|---|-------|
| 30. « Voulez-vous recopier ce dessin ». | !___! |
|---|-------|



SCORE TOTAL (0 à 30) !___!

FERMEZ LES YEUX

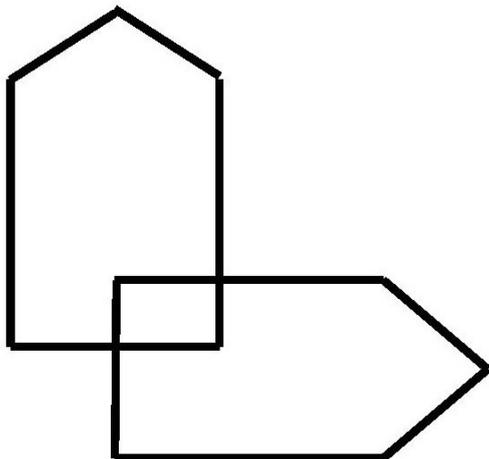
Phrase :

.....

.....

.....

Recopier le dessin :



Annexe 11 : Test des 5 mots de Dubois**5 mots de Dubois**

Nom : _____ Prénom : _____ Age : _____ Date : _____ Evalueur : _____

ETAPE D'APPRENTISSAGE**Rappel spontané**

- | | |
|--------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Boisson
Limonade |
| <input type="checkbox"/> | Ustensile de cuisine
Passoire |
| <input type="checkbox"/> | Véhicule
Camion |
| <input type="checkbox"/> | Bâtiment
Musée |
| <input type="checkbox"/> | Insecte
Sauterelle |

Rappel avec indice

- | |
|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |

Score d'apprentissage : ____ / 5

Tâche interférente**ETAPE DE MEMOIRE****Rappel spontané**

- | | |
|--------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Boisson
Limonade |
| <input type="checkbox"/> | Ustensile de cuisine
Passoire |
| <input type="checkbox"/> | Véhicule
Camion |
| <input type="checkbox"/> | Bâtiment
Musée |
| <input type="checkbox"/> | Insecte
Sauterelle |

Rappel avec indice

- | |
|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |

Score de mémoire : ____ / 5

SCORE TOTAL : ____ / 10

Évaluation

Tout point perdu est pathologique

Annexe 12 : Test de l'horloge



Test de l'horloge

Nom : _____ Prénom : _____ Age : _____ Date : _____ Evalueur : _____

Compter 1 point pour chacun des items réussis :

Nombres présents : _____ / 1

Nombres dans le bon ordre : _____ / 1

Nombres en position correct : _____ / 1

Deux aiguilles présentes : _____ / 1

Heure indiquée : _____ / 1

Le nombre cible des minutes : _____ / 1

Proportions correctes des aiguilles : _____ / 1

SCORE TOTAL : _____ / 7

"Placez les chiffres des heures dans ce cercle de telle manière qu'il ressemble au cadran d'une horloge. Puis dessinez moi des aiguilles indiquant l'heure 12h10 "

Évaluation

Tout point perdu est pathologique

Annexe 13 : Geriatric Depression Scale (GDS)

Compter 1 si la réponse est non aux questions : 1, 5, 7, 11, 13, et oui aux autres.

		OUI	NON
1	Êtes-vous satisfait(e) de votre vie ?		
2	Avez-vous renoncé à un grand nombre de vos activités ?		
3	Avez-vous le sentiment que votre vie est vide ?		
4	Vous ennuyez-vous souvent ?		
5	Êtes-vous de bonne humeur la plupart du temps ?		
6	Avez-vous peur que quelque chose de mauvais vous arrive ?		
7	Êtes-vous heureux(se) la plupart du temps ?		
8	Avez-vous le sentiment d'être désormais faible ?		
9	Préférez-vous rester seul(e) dans votre chambre plutôt que de sortir ?		
10	Pensez-vous que votre mémoire est plus mauvaise que celle de la plupart des gens ?		
11	Pensez-vous qu'il est merveilleux de vivre à notre époque ?		
12	Vous sentez-vous une personne sans valeur actuellement ?		
13	Avez-vous beaucoup d'énergie ?		
14	Pensez-vous que votre situation actuelle est désespérée ?		
15	Pensez-vous que la situation des autres est meilleure que la vôtre ?		
	TOTAL		

Évaluation

Score ≥ 5 points : risque de dépression

Annexe 14 : Mini-Nutritional Assesment (MNA)

Nom : Prénom :

Sexe : Age : Poids, kg : Taille, cm : Date :

Répondez à la première partie du questionnaire en indiquant le score approprié pour chaque question. Additionnez les points de la partie Dépistage, si le résultat est égal à 11 ou inférieur, complétez le questionnaire pour obtenir l'appréciation précise de l'état nutritionnel.

Dépistage	
A Le patient présente-t-il une perte d'appétit? A-t-il moins mangé ces 3 derniers mois par manque d'appétit, problèmes digestifs, difficultés de mastication ou de déglutition ? 0 = baisse sévère des prises alimentaires 1 = légère baisse des prises alimentaires 2 = pas de baisse des prises alimentaires	<input type="checkbox"/>
B Perte récente de poids (<3 mois) 0 = perte de poids > 3 kg 1 = ne sait pas 2 = perte de poids entre 1 et 3 kg 3 = pas de perte de poids	<input type="checkbox"/>
C Motricité 0 = au lit ou au fauteuil 1 = autonome à l'intérieur 2 = sort du domicile	<input type="checkbox"/>
D Maladie aiguë ou stress psychologique au cours des 3 derniers mois? 0 = oui 2 = non	<input type="checkbox"/>
E Problèmes neuropsychologiques 0 = démence ou dépression sévère 1 = démence leve 2 = pas de problème psychologique	<input type="checkbox"/>
F Indice de masse corporelle (IMC) = poids en kg / (taille en m)² 0 = IMC < 19 1 = 19 ≤ IMC < 21 2 = 21 ≤ IMC < 23 3 = IMC ≥ 23	<input type="checkbox"/>
Score de dépistage (sous-total max. 14 points)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
12-14 points: <input type="checkbox"/> état nutritionnel normal 8-11 points: <input type="checkbox"/> à risque de dénutrition 0-7 points: <input type="checkbox"/> dénutrition avérée	
Pour une évaluation approfondie, passez aux questions G-R	
Evaluation globale	
G Le patient vit-il de façon indépendante à domicile ? 1 = oui 0 = non	<input type="checkbox"/>
H Prend plus de 3 médicaments par jour ? 0 = oui 1 = non	<input type="checkbox"/>
I Escarres ou plaies cutanées ? 0 = oui 1 = non	<input type="checkbox"/>
J Combien de véritables repas le patient prend-il par jour ? 0 = 1 repas 1 = 2 repas 2 = 3 repas	<input type="checkbox"/>
K Consomme-t-il ?	
<ul style="list-style-type: none"> Une fois par jour au moins des produits laitiers? oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> Une ou deux fois par semaine des œufs ou des légumineuses oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> Chaque jour de la viande, du poisson ou de volaille oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> 0,0 = si 0 ou 1 oui 0,5 = si 2 oui 1,0 = si 3 oui	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
L Consomme-t-il au moins deux fois par jour des fruits ou des légumes ? 0 = non 1 = oui	<input type="checkbox"/>
M Quelle quantité de boissons consomme-t-il par jour ? (eau, jus, café, thé, lait...) 0,0 = moins de 3 verres 0,5 = de 3 à 5 verres 1,0 = plus de 5 verres	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
N Manière de se nourrir 0 = nécessite une assistance 1 = se nourrit seul avec difficulté 2 = se nourrit seul sans difficulté	<input type="checkbox"/>
O Le patient se considère-t-il bien nourri ? 0 = se considère comme dénutri 1 = n'est pas certain de son état nutritionnel 2 = se considère comme n'ayant pas de problème de nutrition	<input type="checkbox"/>
P Le patient se sent-il en meilleure ou en moins bonne santé que la plupart des personnes de son âge ? 0,0 = moins bonne 0,5 = ne sait pas 1,0 = aussi bonne 2,0 = meilleure	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Q Circonférence brachiale (CB en cm) 0,0 = CB < 21 0,5 = CB ≤ 21 ≤ 22 1,0 = CB > 22	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
R Circonférence du mollet (CM en cm) 0 = CM < 31 1 = CM ≥ 31	<input type="checkbox"/>
Évaluation globale (max. 16 points)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Score de dépistage	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Score total (max. 30 points)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Appréciation de l'état nutritionnel	
de 24 à 30 points <input type="checkbox"/>	état nutritionnel normal
de 17 à 23,5 points <input type="checkbox"/>	risque de malnutrition
moins de 17 points <input type="checkbox"/>	mauvais état nutritionnel

Ref. Vellas B, Villars H, Abellan G, et al. *Overview of the MNA® - Its History and Challenges*. J Nutr Health Aging 2006;10:456-465.
 Rubenstein LZ, Harker JO, Salva A, Guigoz Y, Vellas B. *Screening for Undernutrition in Geriatric Practice: Developing the Short-Form Mini Nutritional Assessment (MNA-SF)*. J. Geront 2001;56A: M366-377.
 Guigoz Y. *The Mini-Nutritional Assessment (MNA®) Review of the Literature - What does it tell us?* J Nutr Health Aging 2006; 10:466-487.
 © Société des Produits Nestlé SA, Trademark Owners
 © Société des Produits Nestlé SA 1994, Revision 2009.
 Pour plus d'informations : www.mna-elderly.com

Annexe 15 : Critères diagnostiques de dénutrition et de sarcopénie

▪ Critères diagnostiques de dénutrition chez la personne âgée de 70 ans et plus, définis par la HAS (52)

Dénutrition (au moins 1 critère phénotypique et 1 critère étiologique)

Critères phénotypiques (au moins 1 critère)	Critères étiologiques (au moins 1 critère)
Perte de poids : ou - $\geq 5\%$ en 1 mois ou - $\geq 10\%$ en 6 mois ou - $\geq 10\%$ par rapport au poids habituel avant le début de la maladie	Réduction de la prise alimentaire $\geq 50\%$ pendant plus d'1 semaine ou toute réduction des apports pendant plus de 2 semaines par rapport à la consommation alimentaire habituelle ou aux besoins protéino-énergétiques
IMC $< 22 \text{ kg/m}^2$	Absorption réduite (malabsorption/maldigestion)
Sarcopénie confirmée*	Situation d'agression (avec ou sans syndrome inflammatoire) ou - pathologie aiguë ou chronique ou - pathologie maligne évolutive

Dénutrition sévère (au moins 1 critère)

Perte de poids : ou - $\geq 10\%$ en 1 mois ou - $\geq 15\%$ en 6 mois ou - $\geq 15\%$ par rapport au poids habituel avant le début de la maladie
IMC $< 20 \text{ kg/m}^2$
Albuminémie $\leq 30 \text{ g/L}$

*critères de l'EWGSOP2 (voir ci-dessous). **Abréviations** : IMC (indice de masse corporelle)

▪ Critères diagnostiques de sarcopénie définis par la EWGSOP2 (53)

Critères	Valeurs seuils	
	Homme	Femme
Sarcopénie probable :		
Évaluation de la force musculaire (au moins 1 critère)		
Force de préhension (grip test)	$< 27 \text{ kg}$	$< 16 \text{ kg}$
Test de levée de chaise ¹	$> 15 \text{ s}$	
Sarcopénie confirmée :		
critères de sarcopénie probable + évaluation de la masse musculaire appendiculaire² (au moins 1 critère)		
MMA	$< 20 \text{ kg}$	$< 15 \text{ kg}$
MMA ajusté à la taille au carré	$< 7,0 \text{ kg/m}^2$	$< 5,5 \text{ kg/m}^2$
Sarcopénie sévère : évaluation des performances		
Vitesse de marche	$< 80 \text{ cm/s}$	
Test SPPB	$\leq 8 \text{ points}$	
Timed up and go test	$\geq 20 \text{ s}$	
Test de marche de 400m	Impossible ou $\geq 6 \text{ minutes}$	

1. Temps nécessaire à réaliser 5 levés de chaise successifs sans l'utilisation des mains

2. évaluée par impédancemétrie ou absorptiométrie biphotonique (DEXA)

Abréviations : EWGSOP2 = European Working Group on Sarcopenia in Older People (2^e version révisée 2019)

MMA = Masse musculaire appendiculaire (masse musculaire des membres supérieurs et inférieurs)

SPPB = Short Physical Performance Battery (Annexe 14)

Annexe 16 : Score IPEQ (version française WA)

Nous allons maintenant vous poser des questions qui vont nous permettre de mieux apprécier votre niveau d'activité physique. Répondez en pensant à ce que vous avez fait, en moyenne, **au cours du mois écoulé**.

1 – En général, combien de fois par semaine sortez-vous de chez vous pour faire vos courses ?

- Tous les jours 7
- 3 à 6 fois par semaine 4,5
- 2 fois par semaine 2
- 1 fois par semaine 1
- Moins de 1 fois par semaine 0

2 – Chaque fois que vous sortez pour faire vos courses, pendant combien de temps marchez-vous en moyenne?

- Moins de 15 minutes 0,125
- Entre 15 et 30 minutes (<30)..... 0,375
- Entre 30 minutes et 1 heure (<1) 0,75
- Entre 1 heure et 2 heures (<2)..... 1,5
- 2 heures ou plus 2

3 – En plus des sorties pour les courses, avez-vous l'habitude de faire des promenades à pied pour faire un peu d'exercice et entretenir votre santé ?

Non 0

Oui 1

Si oui,

En moyenne, combien de fois par semaine faites-vous ces promenades de santé?

- Tous les jours 7
- 3 à 6 fois par semaine 4,5
- 2 fois par semaine 2
- 1 fois par semaine 1
- Moins de 1 fois par semaine 0

Au cours de ces promenades de santé, pendant combien de temps marchez-vous en moyenne ?

- Moins de 15 minutes 0,125
- Entre 15 et 30 minutes (<30)..... 0,375
- Entre 30 minutes et 1 heure (<1) 0,75
- Entre 1 heure et 2 heures (<2)..... 1,5
- 2 heures ou plus 2

4 – Pratiquez-vous régulièrement une autre activité physique sportive ou de loisir comme la gymnastique, le yoga, la natation, la danse, le vélo, ou le jardinage si vous avez un jardin ?

Passer systématiquement en revue les activités et mettre une croix à gauche devant celles qui sont pratiquées.

Pour chaque activité pratiquée, demander :

- *Combien de fois par semaine en moyenne, pratiquez-vous cette activité ?*
(*n = nombre de fois/semaine : coder 0 si $n < 1$, coder n si n compris entre 1-7, coder 8 si $n > 7$)*
- *Quelle est la durée moyenne de chaque séance (noter le nombre de minutes) ?*

ACTIVITES :	NB SEANCES /SEMAINE	DUREE DE CHAQUE SEANCE (MN)		
		<30 codes : 0,25	30- 45 0,625	> 45 1
!__! Cours de gym 'traditionnelle'	!__!	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
!__! Ateliers prévention des chutes ou 'ateliers équilibre'	!__!	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
!__! Séances de yoga/relaxation	!__!	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
!__! Natation, aquagym	!__!	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
!__! Danse (<i>de salon, etc.</i>)	!__!	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
!__! Vélo (<i>extérieur</i>)	!__!	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
!__! Exercice à la maison (<i>vélo, gymnastique, etc.</i>)	!__!	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
!__! Jardinage (<i>sauf balcon</i>)	!__!	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
!__! Autre (à préciser).....	!__!	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5 - En dehors des sorties pour les courses et autres activités physiques dont nous venons de parler, sortez-vous régulièrement pour pratiquer d'autres activités, sociales ou culturelles ?

Par exemple, pour aller voir un film ou une exposition, assister à des réunions dans un club ou une association, jouer aux cartes ou à des jeux de société avec des amis, aller au restaurant, participer à des activités religieuses, rendre visite à un proche ?

Passer systématiquement en revue les activités et mettre une croix à gauche devant celles qui sont pratiquées

Pour chaque activité pratiquée, demander : en moyenne, combien de fois par semaine ou par mois pratiquez-vous cette activité ? (si moins d'1 fois/mois, ne pas cocher l'activité ni remplir les données de fréquence)

ACTIVITE :	NB FOIS	par semaine codé 0.25	par mois codé 0.625
!__! Voir film, exposition, etc.	!__!	!__!	!__!
!__! Réunion en club ou association	!__!	!__!	!__!
!__! Jeux de cartes ou de société avec des amis	!__!	!__!	!__!
!__! Sortie au restaurant	!__!	!__!	!__!
!__! Activités religieuses	!__!	!__!	!__!
!__! Visite à un proche	!__!	!__!	!__!
!__! Autres (précisez)	!__!	!__!	!__!

6 – Combien de fois par semaine prenez-vous les transports en commun, seul(e)?

- Jamais..... 0
- Occasionnellement (<1 fois/semaine) 1
- 1 à 2 fois par semaine..... 2
- 3 fois ou plus par semaine 3

7 – Lorsque vous êtes chez vous, en moyenne, combien d'heures par jour passez-vous debout à faire des activités du type ménage, repassage, rangement, cuisine, vaisselle ?

- Moins d'1 heure/jour..... 0,5
- Entre 1 heure et 2 heures (<2) 1,5
- Entre 2 heures et 4 heures (<4) 3
- Entre 4 heures et 6 heures (<6) 5
- 6 heures et plus..... 6

Annexe 17 : Aide à l'évaluation des tests d'équilibre et de la marche (appui monopodal, timed up and go test, walking and talking test)

➤ Appui monopodal

La capacité du sujet à se tenir sans aide sur une jambe se fait en étant déchaussé. La durée de la station unipodale est chronométrée jusqu'à 30 secondes. Le test est refait du côté opposé : on retient la valeur la plus basse pour l'interprétation :

- Un test inférieur à 5 secondes est considéré comme pathologique.

Un test inférieur à 5 secondes pour une personne âgée n'ayant pas chuté, indique un risque élevé de chute traumatique. Un test inférieur à 5 secondes pour une personne âgée qui a déjà fait une chute indique un risque élevé de chutes récurrentes. Indépendamment du seuil de 5 secondes, la durée totale est informative : plus la durée de la station unipodale est faible, plus le risque de chutes récurrentes est élevé.

➤ Timed up and go test

Le sujet est assis sur une chaise avec accoudoirs d'une hauteur d'assise de 46 cm environ, une ligne de 3 mètres de long a été tracée au sol. Le sujet porte ses chaussures de marche habituelles et utilise une aide à la marche s'il en utilise d'ordinaire (cane ou déambulateur). Le sujet démarre la tâche avec le dos contre le dossier de la chaise, les bras sur les accoudoirs, et son aide technique à la marche à la main.

Le sujet a droit à un essai pour se familiariser avec le test. Il se lève, marche à un rythme confortable et le long de la ligne au sol sur une distance de 3 mètres, se retourne, et revient vers la chaise et se rassoit. La cotation consiste à chronométrer le temps total mis par le sujet pour réaliser cette séquence. Plus le temps mis pour réaliser le test est long, plus la mobilité fonctionnelle du patient est altérée.

- Un test supérieur à 20 secondes est considéré comme pathologique.

Le test permet ainsi de séparer :

- les sujets à mobilité normale, autonomes dans les activités de la vie quotidienne (<20 secondes)
- les sujets plus dépendants (>20 secondes), ayant besoin d'aide pour les transferts ou pour sortir à l'extérieur du domicile.

➤ Walking and talking test

La distance de marche est de 10 mètres et est matérialisée au sol. Le sujet parcourt cette distance. Il porte ses chaussures de marche habituelles et utilise son aide technique à la marche habituelle. Il effectue en même temps une épreuve de décompte à rebours (de 1 en 1) à partir de 50.

- L'examineur recherche une instabilité, des déviations, un ralentissement ou des arrêts.



Timed Up & Go test / Test Unipodal

Nom : _____ Prénom : _____ Age : _____ Date : _____ Evalueur : _____

Up & Go test

Inviter la personne à :

- Se lever d'un fauteuil avec accoudoirs :
- Traverser la pièce - distance de 3 mètres :
- Faire demi-tour :
- Revenir s'asseoir :

Fait : 1	Ne fait pas : 0	Non réalisable
↓	↓	↓
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Temps nécessaire : _____ secondes.
- Score : _____ / 4

*Interprétation : risque de chute si score ≤ 1 et temps de réalisation > 20 secondes.
On note également les lenteurs d'exécution, les hésitations, une marche trébuchante.*

Commentaires : _____

Test Unipodal

Demander à la personne de rester en appui sur 1 pied sans aide pendant au moins 5 secondes.

- | | Oui | Non | Non réalisable |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| • Pied droit : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Pied gauche : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

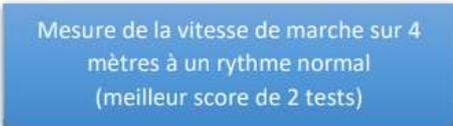
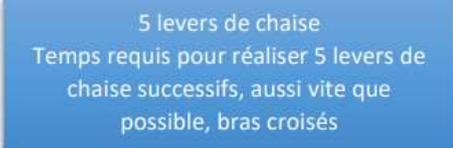
Annexe 18 : Test SPPB

Les 3 tests permettent d'évaluer l'équilibre, la marche, la force et l'endurance en examinant les capacités de l'individu à se tenir debout les pieds côte à côte, en décalé et l'un devant l'autre, à effectuer une marche lancée sur une distance de 4m, et à se lever et s'asseoir 5 fois d'affilée.

Chaque épreuve permet d'obtenir son propre score de performance.

L'addition des 3 scores permet d'obtenir un score de performance globale.

- Un score total inférieur à 8 indique une anomalie de l'équilibre et de la marche.

1. Test d'équilibre				
  	Debout pieds joints pendant 10 secondes	<10s (0 pt)	0	Points : _____
	↓ 10s (+1 pt)		1	
	Debout pieds en semi-tandem Pendant 10 secondes	<10s (0 pt)	2	
	↓ 10s (+1 pt)		3	
	Debout pieds en tandem Pendant 10 secondes	10s (+2 pts) 3-9s (+1 pt) <3s (+0 pt)	4	
2. Test de marche				
	Non réalisable (0 pt)	0	Points : _____	
	≤ 0.43 m/s (1 pt)	1		
	0.44-0.60 m/s (2 pts)	2		
	0.61-0.77 m/s (3 pts)	3		
	≥ 0.78 m/s (4 pts)	4		
3. Test du lever de chaise				
	Non réalisable (0 pt)	0	Points : _____	
	≥ 16"7 (1 pt)	1		
	13"7 - 16"6 (2 pts)	2		
	11"2 - 13"6 (3 pts)	3		
	≤ 11"1 (4 pts)	4		
Score total ____/12				

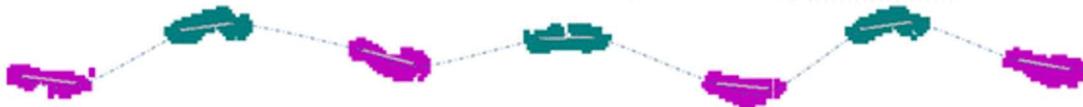
Annexe 19 : Compte-rendu d'analyse des paramètres spatio-temporels par le système GAITRite®

Testé le: 6/8/2021 6:27:19 PM
Hôpital Les Bâteliers

N° tél.

NOM PRENOM	

Age	Sexe	Gauche	JAMBE Droite	Taille	Poids
83	F	83	83	154	66.7



Paramètres

Distance parcourue (cm)	1374.0
Durée de marche (s)	18.06
Vitesse (cm/s)	76.1
Vitesse moyenne normalisée	.92

Profil de déambulation fonctionnelle (FAP): 90

Cadence (pas/min)	96.3
Différence de durée du pas G/D (s)	.01
Différence de long. du pas G/D (cm)	.09
Différence de durée de cycle G/D (s)	.01

N° passage / N° empreinte	G/D	Moy. [EcTy]	Gait Parameters in older adults (80-84 years)
Durée du pas (s)	G	.626[.0]	
	D	.620[.0]	
Durée de cycle (s)	G	1.248[.0]	
	D	1.241[.0]	
Durée de la phase oscillante (s)	G	.407[.0] /32.6	
	D	.405[.0] /32.6	
Durée de la phase d'appui (s)	G	.841[.0] /67.4	
	D	.836[.0] /67.4	
Simple appui (s)	G	.405[.0] /32.5	
	D	.407[.0] /32.8	
Double appui (s)	G	.447[.0] /35.8	
	D	.446[.0] /35.9	
Longueur du pas (cm)	G	47.427[3.0]	
	D	47.336[3.7]	
Longueur d'enjambée (cm)	G	95.948[4.0]	
	D	95.525[6.6]	
Base d'appui (cm)	G	8.04[3.3]	
	D	8.03[2.3]	
Pied en rotation int/ext (deg)	G	-7[.0]	
	D	2[.0]	

FAP déduit de	100
Fonctions du pas Gauche	-5
Fonctions du pas Droite	-5
Différence rapport des pas	0
Base d'appui dyn. T-T	0
Aides à la marche	0
Dispositifs d'assistance	0
Score FAP	90

Annexe 20 : Lettre d'information au patient et formulaire de non-opposition

(sur le modèle issu de l'étude *FITNESS*)

Corrélation entre activité physique et qualité de la marche chez des personnes âgées de plus de 75 ans consultant pour chute ou troubles de la marche

La chute est un évènement indésirable qui peut marquer un tournant dans la vie de quelqu'un. Il peut témoigner d'une fragilité de l'individu et de facteurs de risque qui peuvent être modifiés positivement.

L'âge à lui seul n'explique pas ce phénomène qui expose à des conséquences fracturaires, neurologiques... et des passages itératifs aux urgences, ou des hospitalisations répétées. Si la chute d'un individu expose à des fractures dites « bénignes », beaucoup sont dites aussi « sévères », avec des complications en termes de morbi-mortalité qui pourraient être évitées.

Dans le cadre de la recherche scientifique au sein du CHR de LILLE, votre médecin vous propose de participer à une recherche sur données, dont l'objectif est d'étudier si les paramètres de votre marche sont corrélés à votre activité physique.

La participation à l'étude qui vous est proposée est anonyme : elle a pour but de recueillir les données habituelles de soins courants qui seront recueillies lors des tests étudiant le risque de chutes, de dénutrition et de fracture au sein d'une équipe pluridisciplinaire en charge des troubles de la marche et des chutes. Aucune intervention supplémentaire ne sera pratiquée dans le cadre de cette étude. Il s'agit juste de recueillir, de manière codée, les données vous concernant.

Les recommandations qui en émanent ont pour but de prévenir le caractère récidivant de ces chutes. Les professionnels que vous et votre aidant éventuel rencontrerez ont pour but de mettre en commun leurs données afin de mieux adapter leurs recommandations aux futurs consultants qui leur seront adressés.

Quels sont vos droits ?

Votre médecin doit vous fournir toutes les explications nécessaires concernant cette recherche. Si vous souhaitez vous en retirer à quelque moment que ce soit,

et quel qu'en soit le motif, vous continuerez à bénéficier du suivi médical et cela n'affectera en rien votre surveillance future.

Dans le cadre de cette recherche non-interventionnelle, un traitement informatique de vos données personnelles va être mis en œuvre pour permettre d'analyser les résultats de la recherche au regard de l'objectif de cette dernière qui vous a été présenté. À cette fin, les données médicales vous concernant et les données relatives à vos habitudes de vie seront transmises au promoteur de la recherche ou aux personnes ou sociétés agissant pour son compte, en France ou à l'étranger. Ces données seront identifiées par un code et/ou vos initiales.

Conformément aux dispositions de la loi relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, vous disposez à tout moment d'un droit d'accès et de rectification des données informatisées vous concernant (loi n° 2004-801 du 6 août 2004 modifiant la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés). Vous disposez également d'un droit d'opposition à la transmission des données couvertes par le secret professionnel susceptibles d'être utilisées dans le cadre de cette recherche et d'être traitées. Vous pouvez également accéder directement ou par l'intermédiaire du médecin de votre choix à l'ensemble de vos données médicales en application des dispositions de l'article L1111-7 du code de la santé publique. Ces droits s'exercent auprès du médecin qui vous suit dans le cadre de la recherche et qui connaît votre identité.

Après un délai de réflexion, si vous êtes opposé(e) à participer à cette étude, vous devez en informer votre médecin.

Sinon, merci de confirmer la lecture et la compréhension de ce document en le signant :

Date

Signature

En vous remerciant.

AUTEUR : Nom : GILL

Prénom : Pierre

Date de soutenance : 22 juin 2022

Titre de la thèse : Corrélation entre activité physique et qualité de la marche, chez des personnes âgées de plus de 75 ans, consultant pour chute ou troubles de la marche

Thèse - Médecine - Lille 2022

Cadre de classement : Thèse pour le diplôme de docteur en médecine

DES + spécialité : Médecine Générale

Mots-clés : personnes âgées – activité physique – accélérométrie – analyse de la démarche – consultation multidisciplinaire de la chute – chutes

Résumé :

Introduction : Les bénéfices de l'activité physique pour la personne âgée sont bien documentés en termes de vieillissement réussi. L'activité physique est considérée d'une importance cruciale dans la prévention des chutes chez la personne âgée. Cependant, on connaît peu les effets de l'activité physique sur la qualité de la marche de personnes âgées chuteuses ou à risque de chute.

Objectif : Rechercher l'existence d'une relation entre le niveau d'activité physique à domicile et les paramètres spatio-temporels de la marche de sujets âgés de plus de 75 ans présentant des chutes ou des troubles de la marche.

Matériel et méthodes : Étude observationnelle transversale monocentrique qui s'est déroulée dans le cadre de la consultation multidisciplinaire de la chute du CHR de Lille. 50 personnes âgées de $82,8 \pm 5,5$ ans, adressées pour chute(s) ou troubles de la marche, ont été incluses entre janvier 2020 et juillet 2021. L'activité physique était mesurée au moyen d'un actimètre, porté pendant 5 jours consécutifs. Le nombre de pas, le temps d'activité physique modérée à vigoureuse (APMV), et le temps de sédentarité étaient mesurés. L'analyse de la marche était réalisée au moyen d'un tapis de marche *GAITRite®*, fournissant une description des paramètres spatio-temporels de la marche.

Résultats : Notre cohorte était une population gériatrique polypathologique mais hétérogène. L'analyse de corrélation a montré que le nombre de pas était significativement associé à une amélioration de l'ensemble des paramètres spatio-temporels de la marche analysés ($p < 0.05$). Un nombre important de paramètres spatio-temporels était également significativement associé au temps d'APMV. Aucune corrélation n'était retrouvée entre le temps de sédentarité et les paramètres spatio-temporels de la marche.

Conclusion : Dans notre étude, les patients qui marchaient le plus ou qui s'engageaient davantage dans des APMV avaient de meilleurs paramètres de la marche. Ces résultats incitent à promouvoir l'activité physique chez les personnes âgées, notamment celles qui chutent ou qui sont à risque de chute. Même de petits niveaux d'APMV sont associés à de meilleurs paramètres de marche, et chaque pas supplémentaire semble bénéfique. Des études longitudinales sont néanmoins nécessaires pour confirmer les inférences causales.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur André THÉVENON

Assesseur : Monsieur le Docteur Maurice PONCHANT

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur François PUISIEUX

