



UNIVERSITE LILLE 2 DROIT ET SANTE
FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG

Année : 2017

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE

**Effet sur l'équilibre d'un tee-shirt comportant des fibres
céramiques. Etude interventionnelle, randomisée, prospective, en
double aveugle, contrôlée contre placebo dans une population
âgée.**

Présentée et soutenue publiquement le 16 mai à 18h
Au Pôle Formation
Par Marie Dufour

JURY

Président :

Monsieur le Professeur François Puisieux

Assesseurs :

Monsieur le Professeur André Thévenon

Monsieur le Docteur Marc Bayen

Madame le Docteur Eléonore Cantégrit

Monsieur le Docteur Arnaud Delval

Directeur de Thèse :

Madame le Docteur Eléonore Cantégrit

Avertissement

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

Liste des abréviations

AFSSAPS	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé
ANSM	Agence Nationale de la Sécurité du Médicament
APA	Ajustements Posturaux Anticipés
ATCD	Antécédents
AVC	Accident Vasculaire Cérébral
COP	Center Of Pressure
CPP	Comité de Protection des Personnes
EHPAD	Etablissement d'Hébergement pour Personnes Agées Dépendantes
EIP on AHA	European Innovation Partnership on Active and Healthy Ageing
FRT	Functional Reach Test
HAS	Haute Autorité de Santé
HDJ	Hôpital De Jour
IRL	Infra Rouges Lointains
INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
INSERM	Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
SFGG	Société Française de Gériatrie et Gériologie

SOMMAIRE

RESUME	- 7 -
INTRODUCTION	- 9 -
I. CONTEXTE DE L'ETUDE : LA CHUTE	- 9 -
A. Epidémiologie.....	- 9 -
B. Facteurs de risque	- 10 -
C. Equilibre et vieillissement.....	- 12 -
D. Méthodes d'évaluation de l'équilibre	- 14 -
E. Prévention des chutes et technologies pour la santé et l'autonomie....	- 16 -
II. OBJECTIFS DE L'ETUDE	- 20 -
A. Objectif principal.....	- 20 -
B. Objectifs secondaires.....	- 20 -
MATERIELS ET METHODES	- 21 -
I. POPULATION.....	- 21 -
A. Critères d'inclusion	- 21 -
B. Critères d'exclusion	- 22 -
II. MATERIELS	- 22 -
A. Description des tee-shirts.....	- 22 -
B. Posturographie.....	- 23 -
C. Analyse du mouvement.....	- 25 -
III. DEROULEMENT DE L'ETUDE	- 29 -
A. Inclusion	- 31 -
B. Premier temps de l'étude	- 31 -
C. Second temps de l'étude.....	- 32 -
D. Levée de l'aveugle	- 33 -
IV. ANALYSE DES RESULTATS.....	- 33 -
RESULTATS	- 35 -
I. PREMIER TEMPS DE L'ETUDE : MESURES SANS TEE-SHIRT	- 35 -
A. Population étudiée et comparaison des groupes placebo et céramique pour les données démographiques et les antécédents de chute.	- 35 -
B. Comparaison des groupes placebo et céramique pour les mesures initiales du score de Tinetti (T0).	- 39 -
C. Comparaison des groupes placebo et céramique pour les mesures initiales des paramètres de la posturographie.....	- 40 -
D. Comparaison des groupes placebo et céramique pour les mesures initiales des paramètres de l'initiation du pas.....	- 42 -
E. Comparaison des groupes placebo et céramique pour les mesures initiales des paramètres de la marche simple tâche et double tâche.	- 45 -
F. Comparaison des groupes placebo et céramique pour les mesures initiales des paramètres du franchissement d'obstacles.	- 46 -
G. Comparaison des groupes placebo et céramique pour les mesures initiales du Functional Reach Test.....	- 47 -
II. SECOND TEMPS DE L'ETUDE : MESURES AVEC LE TEE-SHIRT PLACEBO OU CERAMIQUE	- 48 -
A. Ecart observés pour le score de Tinetti entre les mesures sans et avec tee-shirt dans les groupes placebo et céramique.....	- 48 -
B. Ecart observés pour les résultats de la posturographie entre les mesures sans et avec tee-shirt dans les groupes placebo et céramique.....	- 53 -

C. Ecart observé pour les résultats de l'initiation du pas entre les mesures sans et avec tee-shirt dans les groupes placebo et céramique.....	- 55 -
E. Ecart observé pour les résultats du franchissement d'obstacles entre les mesures sans et avec tee-shirt dans les groupes placebo et céramique.	- 60 -
DISCUSSION	- 61 -
I. PRINCIPAUX RESULTATS.....	- 61 -
A. Critère de jugement principal : le test de Tinetti	- 61 -
B. Critères de jugement secondaires.....	- 62 -
II. FORCES ET FAIBLESSES DE L'ETUDE.....	- 67 -
A. Forces.....	- 67 -
B. Faiblesses.....	- 68 -
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	- 73 -
ANNEXES	- 77 -

RESUME

Contexte : La chute chez la personne âgée est un évènement fréquent et grave. La prévention repose sur l'identification des facteurs de risque et la correction des facteurs modifiables. Les technologies pour la santé et l'autonomie sont consacrées à la promotion des nouvelles technologies dans le champ du vieillissement. La chute fait partie des domaines de recherche. Il a été découvert que les vêtements comportant des fibres céramiques pourraient améliorer l'équilibre. Le but de ce travail était de comparer l'effet sur l'équilibre et la marche, évalué par le test de Tinetti, d'un tee-shirt comportant une membrane céramique à un tee-shirt « placebo » chez des sujets âgés présentant un trouble de l'équilibre.

Méthodes : Notre étude interventionnelle, randomisée, prospective, en double aveugle, contrôlée contre placebo, a été réalisée chez des patients chuteurs recrutés à l'Hôpital gériatrique « Les Bateliers ». Les tests ont été réalisés au laboratoire d'analyse du mouvement de l'Hôpital Roger Salengro. De juillet 2013 à octobre 2016, 60 patients de plus de 65 ans ayant un Tinetti supérieur ou égal à 12 ont été inclus, après recueil d'un consentement éclairé. Deux types de tee-shirt étaient à notre disposition : céramique ou placebo, de même aspect, même poids, même texture. Un test de Tinetti, une posturographie et une analyse du mouvement étaient réalisés avec leurs propres vêtements, puis avec l'un des deux tee-shirts. Nous avons étudié les écarts entre les scores en condition « avec tee-shirt » et « sans tee-shirt » dans chaque groupe, afin d'évaluer l'effet du tee-shirt placebo ou céramique.

Résultats : 30 patients ont été inclus dans chaque groupe (placebo et céramique). Il existait une amélioration significative dans les deux groupes secondaire au port du

tee-shirt ($p < 0,0001$). Pour le critère de jugement principal, le test de Tinetti, il existait une amélioration de $-3,50 \pm 2,05$ points sur 35 contre $-3,67 \pm 2,71$ dans le groupe placebo. Les écarts observés entre la condition « sans tee-shirt » et la condition « avec tee-shirt » n'étaient pas significativement différents entre les deux groupes ($p = 0,79$). Pour les sous scores du Tinetti, les deux groupes s'amélioraient sans différence significative entre les deux groupes. Pour la posturographie, seule la vitesse de déplacement du centre de pression diminuait de manière significative secondairement au port du tee-shirt céramique. Pour l'analyse du mouvement, seul le déplacement latéral maximal du centre de pression s'améliorait.

Conclusion : Nous n'avons pas montré de tendance à l'amélioration de l'équilibre secondaire au port de ce tee-shirt, en utilisant le test de Tinetti comme critère de jugement principal.

INTRODUCTION

I. CONTEXTE DE L'ETUDE : LA CHUTE

A. Epidémiologie

La chute chez la personne âgée est un événement fréquent et grave considéré comme un problème de santé publique. Les conséquences sont nombreuses et souvent lourdes, autant sur le plan physique que psychologique, social et économique.

On estime qu'un tiers des sujets âgés de plus de 65 ans et la moitié de ceux âgés de plus de 85 ans chutent au moins une fois par an (1). Les femmes sont deux fois plus nombreuses à chuter que les hommes (2). Après 80 ans les proportions entre les sexes deviennent identiques, après 85 ans la fréquence des chutes est semblable entre les femmes et les hommes (2) (3).

Le risque de récurrence de chute dans l'année chez les patients ayant déjà chuté au moins une fois est ensuite deux fois supérieur. Les chutes répétées sont considérées comme un indicateur de mauvais état de santé et un marqueur de fragilité chez les personnes âgées (4) (5).

Selon les données de l'INSEE au 1er janvier 2017, il y a 66,9 millions d'habitants en France, un habitant sur 6 est âgé de plus de 60 ans. Le vieillissement de la population sera en nette progression jusqu'en 2035, suivi d'une progression plus modérée jusqu'en 2050. Les patients de plus de 75 ans ou plus seront deux fois plus nombreux en 2070 qu'en 2013 (+ 7,8 millions) (6). Ce vieillissement démographique constitue un défi majeur de Santé publique par l'apparition de

pathologies propres aux sujets âgés et l'augmentation des comorbidités, pouvant entraîner l'entrée dans la dépendance (7).

On dénombre chaque année en France 450000 chutes accidentelles chez les sujets âgés nécessitant un passage aux urgences hospitalières (8). Elles sont responsables de 12000 décès par an (9). Les conséquences traumatiques concernent 10 à 20% des chutes.

Elles représentent aussi un facteur d'entrée dans la dépendance ; 40 % des personnes âgées hospitalisées pour chute sont orientées ensuite vers une institution (9). C'est la deuxième cause d'entrée en institution chez les personnes âgées après la maladie d'Alzheimer (10).

En dehors des conséquences physiques, les chutes sont souvent à l'origine de conséquences psychologiques non négligeables (peur de tomber, perte de confiance en soi) pouvant entraîner des conséquences psychomotrices et sociales importantes à l'origine d'une perte d'autonomie et d'une altération de la qualité de vie.

B. Facteurs de risque

Les chutes sont le plus souvent d'étiologie multifactorielle. Il existe plusieurs classifications des facteurs de risque de chute dans la littérature.

La HAS propose une classification des facteurs de risque de chute chez la personne âgée en trois catégories (11) : facteurs intrinsèques, extrinsèques et comportementaux.

Tableau 1 : Facteurs de risque de chute les plus fréquemment retrouvés chez la personne âgée selon les recommandations de la HAS (2009).

Facteurs intrinsèques	<ul style="list-style-type: none"> - Facteurs démographiques : sexe féminin et âge supérieur à 80 ans, - Facteurs médicamenteux : polymédication, psychotropes et médicaments à visée cardiovasculaire (diurétiques, anti-arythmiques de classe A et digoxine), - Troubles de la marche et de l'équilibre, - Pathologies neurologiques : AVC, maladies neurodégénératives : maladie de Parkinson, maladie d'Alzheimer et maladies apparentées, neuropathies périphériques, ... - Déficits neurosensoriels : baisse de l'acuité auditive, baisse de l'acuité visuelle, - Facteurs psychologiques : syndrome dépressif, peur de tomber et perte de confiance, - Facteurs orthopédiques : gonarthrose, anomalies morphostatiques des pieds, ... - Antécédent de chute, - Hypotension orthostatique, - Incontinence urinaire, - Statut fonctionnel : dépendance dans les activités de la vie quotidienne,
Facteurs extrinsèques	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité d'une aide technique à la marche - Chaussage inadapté - Logement inadapté
Facteurs comportementaux	<ul style="list-style-type: none"> - Consommation d'alcool - Malnutrition - Sédentarité - Prise de risques

La prise en charge vise à réduire le risque associé aux chutes en identifiant les facteurs de risque de chute, les facteurs de gravité (fragilité osseuse, incapacité à se relever du sol...) et en corrigeant les facteurs modifiables.

C. Equilibre et vieillissement

La marche est une tâche locomotrice complexe. Elle est le résultat d'une commande motrice provenant du système nerveux central et elle est réalisée au niveau du système nerveux périphérique. L'exécution de la commande motrice est possible grâce à l'implication de différents systèmes :

- les voies motrices (système pyramidal et extrapyramidal) ;
- les voies cérébelleuses impliquées dans les réactions d'équilibre statique et dynamique ;
- les voies vestibulaires participant au tonus postural et à l'information sur la direction et la vitesse du mouvement ;
- les afférences proprioceptives informant sur la position des articulations et des membres dans l'espace.

Avec l'avancée en âge, il existe une altération des différentes entrées sensorielles qui contribuent à la régulation de la posture (vision, proprioception, système vestibulaire, afférences cutanées plantaires). Elle s'accompagne de modifications des propriétés des fibres musculaires.

A ces modifications en périphérie s'ajoutent des changements centraux : la complexité des connexions nerveuses corticales se réduit avec l'âge. La vitesse de

traitement des informations et la baisse des performances comportementales sont liées aux pertes de substance blanche et de substance grise.

Lors du vieillissement physiologique, le pas se raccourcit, sa vitesse diminue, il existe une augmentation du temps de double appui et de la durée de la phase préparatoire au mouvement.

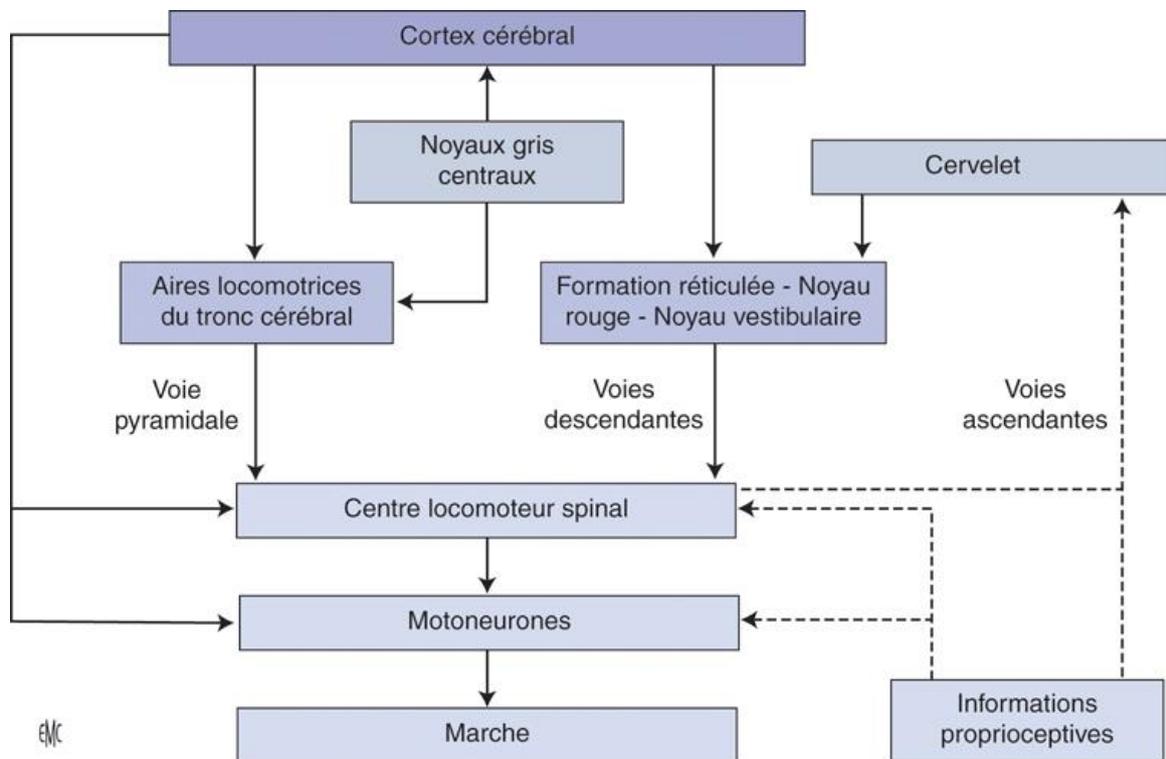
Au déclin physiologique du contrôle postural et de la marche avec l'âge s'ajoutent les troubles de l'équilibre liés à certaines pathologies du système nerveux central (comme la maladie de Parkinson par exemple), rhumatologiques, sensorielles ou encore cardiovasculaires (12).

Tableau 2 : Contributions sensorielles et motrices au maintien de l'équilibre et altérations au cours du vieillissement.

(Source : *Activité physique et prévention des chutes chez les personnes âgées : une expertise collective de l'Inserm – Inserm 2014*)

Systèmes sensoriels	Capteurs	Participation au maintien de l'équilibre	Altération
Visuel	Rétine Muscles oculomoteurs	Acuité visuelle	↓
		Sensibilité aux contrastes	↓
		Perception de la profondeur	↓
		Perception des objets dans l'environnement	↓
		Perception du mouvement dans l'environnement	↓
Vestibulaire	Oreille interne	Orientation de la tête	Oui
		Perception du mouvement de la tête	↓
		Stabilisation de la tête et du corps	↓
		Stabilisation des images sur la rétine	↓
Somesthésique (proprioception et toucher)	Muscles Tendons Articulations Peau	Orientation des segments corporels entre eux	Oui
		Perception de la position des articulations	↓
		Perception du mouvement du corps	↓
		Perception du contact avec le sol	↓
		Sensibilité tactile	↓
Systèmes effecteurs	Effecteurs	Participation au maintien de l'équilibre	
Système musculo-squelettique	Commandes motrices Muscles Os	Temps de réaction	↑
		Force musculaire	↓
		Vitesse de contraction des muscles	↓
		Synergies musculaires (activation d'un groupe de muscles)	Oui
		Densité osseuse (conséquences sur la gravité des chutes)	↓
		Résistance mécanique	↓

Figure 1 : Principales structures impliquées dans l'organisation de la marche (13).



D. Méthodes d'évaluation de l'équilibre

Plusieurs outils sont utilisés pour le dépistage et l'évaluation des troubles posturaux.

Le premier est un test clinique, le test de Tinetti. Il s'agit d'un test validé, non invasif et reproductible (14) pour l'évaluation de l'équilibre statique et dynamique. De nombreux outils d'évaluation des risques de chute ont été développés. Une revue systématique de la littérature a conclu que le « test de Tinetti » est l'outil d'évaluation de l'équilibre le plus fréquemment cité (15) et souvent considéré comme un gold-standard (16) (17) dans l'évaluation des troubles de l'équilibre et du risque de chute chez les personnes âgées (18) (19). Les personnes dont le test est compris entre 24 et 28 au test de Tinetti ont un risque modéré de chute et celles présentant un score

inférieur à 19 ont un risque élevé de chute. De plus, ce test est réalisé facilement, rapidement et de façon sécurisée (19). Afin de lever toute ambiguïté, nous précisons que les échelles citées précédemment utilisent une cotation inversée par rapport à celle que nous avons utilisée ici (un score élevé est associé à un risque de chute augmenté dans notre cas) mais il s'agit bien du même outil de mesure (Annexe A).

Le deuxième outil fréquemment utilisé pour l'évaluation des troubles de l'équilibre est la posturographie. Elle est complémentaire à l'examen clinique. En posturographie statique, le sujet est placé debout, pieds joints sur la plateforme et les enregistrements se font yeux ouverts et yeux fermés. Cet examen permet une évaluation rapide de l'équilibre et de la posture.

Les paramètres ainsi calculés et comparés à des valeurs normalisées, rendent compte de l'aptitude du sujet à maintenir son équilibre (20). Les résultats sont informatisés, quantifiés et mémorisés. Ils permettront de quantifier les troubles de l'équilibre, et de préciser les stratégies utilisées par le sujet (21), et ainsi orienter le diagnostic vers une pathologie d'organe éventuelle (proprioception, vision, vestibule) plus précise (20).

Les variables qui distinguent les patients chuteurs des non chuteurs sont la longueur du parcours d'équilibration (trajet du centre de pression), la vitesse du centre de pression et le déplacement antéro-postérieur et médio-latéral du centre de pression (22). Les oscillations posturales sont un indicateur de tendance à la chute : la vitesse moyenne des oscillations est plus élevée chez les chuteurs que chez les non-chuteurs (23) .

Le troisième outil est l'analyse du mouvement, permettant l'étude des paramètres de marche. Le cycle de marche est défini comme l'ensemble des phénomènes compris entre deux contacts successifs du même membre inférieur au sol. Il comprend deux phases de double appui, une phase d'appui unipodal et une phase oscillante (24). Après 60 ans, il existe une diminution de la vitesse de marche, un raccourcissement du pas, une diminution de la hauteur et augmentation de la largeur du pas, ainsi qu'une augmentation des temps d'appui (24). Les modifications de la marche de la personne âgée sous double tâche ont été reliées à un risque accru de chute (25).

E. Prévention des chutes et technologies pour la santé et l'autonomie.

1) Prévention du risque de chute.

Une revue de la littérature de 2012 montre que les interventions de prévention des chutes avec des programmes d'exercice bien établis sont les actions les plus efficaces pour prévenir la perte d'autonomie chez les personnes âgées qui vivent à domicile (26). On note une diminution de 24% du nombre de chutes quand les programmes sont associés à des interventions de sécurité domestique.

Cela ne diminue pas de manière significative le nombre de chuteurs ni le nombre de fractures (26) (27).

La prévention des chutes est l'un des principaux sujets abordés par le plan d'action « European Innovation Partnership on Active and Healthy Ageing (EIP on AHA) » mis en place par la commission européenne dans le but d'améliorer l'espérance de vie

en bonne santé et réduire les hospitalisations évitables chez les plus de 65 ans en Europe.

La prévention repose sur plusieurs actions : (28)

- l'identification des sujets à risque de chute : antécédents de chute dans les 6 derniers mois, temps d'appui unipodal inférieur à 5 secondes (29), peur de la chute, sensation d'instabilité (30) ;
- la mise en place de mesures spécifiques : réduction de l'utilisation de psychotropes, amélioration de l'acuité visuelle, pratique d'une activité physique régulière (avec exercices d'équilibration), adaptation du lieu de vie des sujets les plus à risque, adaptation du chaussage, soins podologiques, prescription de vitamine D, voire prescription de protecteurs de hanche ;
- rechercher et traiter une ostéoporose (28).

2) Technologies pour la santé et l'autonomie.

Un secteur relatif aux technologies de la santé et de l'autonomie se développe progressivement en France.

C'est l'un des axes de la « silver economy » : l'économie au service des âgés, dont l'enjeu est de permettre et d'encourager les innovations qui vont nous accompagner dans l'avancée en âge et faire reculer la perte d'autonomie.

La chute fait partie des domaines de recherche. Des outils pouvant s'avérer utiles dans la détection des chutes ainsi que dans la prévention ont été développés : dispositifs d'appel à l'aide (téléalarme), capteurs de chutes (actimètres), dispositifs pour réduire l'impact mécanique du choc (protecteurs de hanche), solutions

domotiques (chemins lumineux), déambulateurs « intelligents » dotés de capacités pour éviter les obstacles, etc ...

3) Contexte de l'étude

L'entreprise Damart a développé un tissu contenant des fibres céramiques. De façon fortuite, il a été découvert que les vêtements contenant de telles fibres pouvaient améliorer l'équilibre. Il existe peu de publications à ce sujet (recherches effectuées sur PubMed, Science Direct, Google Scholar).

Une équipe de recherche française a cherché à évaluer l'effet de tissus biocéramiques sur le contrôle postural chez des gymnastes en position debout puis en équilibre sur les mains, à l'aide d'une plateforme de forces. L'évaluation était réalisée contre placebo. Dans les deux cas de figure, le déplacement du centre de pression sur une plateforme de posturographie était significativement plus petit chez les gymnastes portant le textile biocéramique par rapport au vêtement placebo. Les résultats suggèrent que le textile biocéramique a un effet positif sur le contrôle postural et permet d'améliorer la stabilité posturale (31). L'étude était menée sur 14 patients.

Une étude menée en 2010 dans plusieurs établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes avait pour objectif d'évaluer l'effet sur l'équilibre d'un tee-shirt « céramique ». Quarante-vingt-dix-sept personnes avec un score de Tinetti supérieur à 12 ont été incluses. Deux tests de Tinetti ont ensuite été réalisés, le premier avec leurs propres vêtements et le deuxième avec le tee-shirt étudié. Soixante-quinze pourcents des personnes se sont améliorées de 4 points ou plus. La variation moyenne était estimée à -5,7 (IC 95% : [-6,25 ; -5,15]). Cette étude n'a pas été publiée.

Une deuxième étude menée à l'Hôpital des Bateliers du CHRU de Lille sur 60 patients avec un score de Tinetti supérieur à 12 montrait une amélioration de tous les participants du groupe céramique contre 7 sur 10 dans le groupe placebo (32). Dans le groupe céramique, une amélioration de $3,27 \pm 1,37$ point sur 35 contre $1,21 \pm 1,26$ point dans le groupe placebo avait été observée. Cette différence était significative ($p < 0.01$).

Les écarts observés entre la condition « sans tee-shirt » et la condition « avec tee-shirt » étaient significativement différents entre les deux groupes ($p < 0.001$).

Pour les sous scores de Tinetti, il existait une amélioration plus importante lors de l'épreuve statique avec une perte de $3 \pm 1,26$ points dans le groupe céramique contre $1,18 \pm 1,29$ point dans le groupe placebo. Concernant le score du Tinetti dynamique, il existait une amélioration, mais moins importante de l'ordre d'un point.

Les résultats de la posturographie et de la locométrie n'objectivaient pas d'amélioration avec le tee-shirt céramique comparé au tee-shirt placebo. Cependant, pour ce dernier test, l'étude montrait une amélioration secondaire au port d'un tee-shirt, quel qu'il soit ($p < 0,05$) (32).

Les résultats obtenus lors de cette étude, l'absence d'explications scientifiques claires pouvant expliquer l'effet du vêtement sur l'équilibre, et le manque de référence sur le sujet incitaient à réaliser une étude complémentaire en ayant recours à la technique d'analyse du mouvement.

Il a donc été décidé de réaliser une étude pilote indépendante du fabricant, afin d'évaluer l'effet sur l'équilibre d'un tee-shirt « céramique » dans une population de patients âgés de 65 ans ou plus présentant un trouble de l'équilibre avec un risque de chute modéré ou élevé objectivé par un score de Tinetti supérieur ou égal à 12.

II. OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'objectif était d'évaluer l'effet sur l'équilibre et la marche d'un tee-shirt comportant une membrane céramique (tee-shirt céramique) comparé à un tee-shirt placebo (de même poids, aspect et texture).

L'hypothèse est que le port du tee-shirt céramique améliore de façon significative l'équilibre et la marche de la personne âgée.

A. Objectif principal

L'objectif principal était de comparer l'effet sur l'équilibre et la marche, évalué par le test de Tinetti, d'un tee-shirt comportant une membrane céramique (tee-shirt « céramique ») à un tee-shirt « placebo » (de même poids, aspect et texture) chez des sujets âgés présentant un trouble de l'équilibre.

Le critère de jugement principal est la comparaison de la variation du score de Tinetti entre le groupe tee-shirt placebo (Δ Tinetti tee-shirt placebo versus Δ Tinetti vêtements patients) et le groupe tee-shirt céramique (Δ Tinetti tee-shirt céramique versus Δ Tinetti vêtements patients).

B. Objectifs secondaires

Les objectifs secondaires étaient d'évaluer l'effet du port du tee-shirt « céramique » sur les paramètres de l'équilibre statique produits par la technique de posturographie et sur les paramètres de l'équilibre dynamique et de la locomotion produits par la technique d'analyse du mouvement, en comparaison au tee-shirt placebo.

MATERIELS ET METHODES

Ce projet a été élaboré en collaboration avec le Centre d'Investigation Clinique-Innovation Technologique (CIC-IT) de Lille dirigé par le Professeur Régis Beuscart, et les équipes d'analyse du mouvement coordonnées par le Docteur Arnaud Delval.

I. POPULATION

Entre juillet 2013 et octobre 2016, tous les patients de plus de 65 ans se présentant pour un bilan de chute en consultation à l'hôpital gériatrique « Les Bateliers » du CHRU de Lille, chaque mardi et jeudi, ont été sollicités pour participer à l'étude. Une fiche d'information leur a été remise (annexe A).

S'agissant d'une étude pilote, le nombre de sujets nécessaires à l'analyse statistique a été déterminé au préalable dans le protocole de l'étude. 30 sujets étaient nécessaires dans chaque groupe, 60 sujets au total.

A. Critères d'inclusion

Les critères d'inclusions étaient les suivants :

- l'âge supérieur à 65 ans,
- l'existence de troubles de l'équilibre déterminés par un test de Tinetti supérieur ou égal à 12
- la possibilité de tenir l'équilibre debout pieds joints et bras le long du corps,
- la possibilité de marcher 3 mètres sans déséquilibre majeur pouvant entraîner une chute,
- l'accord du patient pour participer à l'étude (signature d'un consentement écrit),
- le fait d'être assuré social.

B. Critères d'exclusion

Le seul critère clinique de non inclusion était la présence d'un déficit moteur des membres inférieurs focalisé et caractérisé de cause neurologique ou orthopédique (amputation d'un membre ou hémiplégie séquellaire d'un accident vasculaire cérébral par exemple).

Les autres critères d'exclusion étaient d'ordre administratif :

- impossibilité de recevoir une information éclairée,
- impossibilité de participer à la totalité de l'étude,
- non couverture par un régime de sécurité sociale,
- refus de signer le consentement.

Après la réalisation du premier test de Tinetti, les patients dont le score était inférieur à 12 étaient exclus.

II. MATERIELS

A. Description des tee-shirts

Les tee-shirts ont été fournis à titre gracieux par le fabricant Damart. Les tee-shirts céramiques sont à manches courtes, d'une longueur de 74 cm. Ils sont composés de trois couches : une externe en maille polaire (100% polyester), une doublure interne (100% polyester) et une membrane intermédiaire en polyuréthane renfermant le composant céramique.

Les tee-shirts placebo présentent le même aspect, la même texture, le même volume et le même poids que les tee-shirts céramique.

Les tee-shirts ont été numérotés au préalable. Étaient à notre disposition des tee-shirts différents selon le sexe et la taille (XS, S, M, L, XL, XXL). Pour chaque patient, un tee-shirt correspondant au sexe et à la taille était attribué au hasard, dans des conditions de double aveugle (patient et investigateur).

Afin de faciliter le placement des marqueurs lors de la réalisation des tests d'analyse du mouvement, des shorts correspondants à la taille de chaque participant leur étaient prêtés.

B. Posturographie

La posturographie statique ou dynamique a pour but d'étudier les mécanismes de régulation de l'équilibration à travers l'examen de la trajectoire des centres de pression (statokinésigramme). Cette technique utilise des plateformes de force munies de plusieurs capteurs permettant de mesurer l'évolution au cours du temps de la distribution du poids du corps sur la plateforme de force. Chaque capteur supportant une partie du poids du corps, mesure donc la force qui lui est appliquée (33).

Tout sujet debout immobile présente des oscillations permettant de maintenir son centre de gravité dans le polygone de sustentation (34). Pour simplifier l'étude de la distribution spatiale et temporelle du poids du corps sur la plateforme, on définit une grandeur appelée le centre de pression.

Les plateformes de force statiques sont composées d'un plateau rigide de taille variable, reposant sur plusieurs transducteurs qui transforment la force appliquée en un signal électrique. La mesure des forces et mouvements exercés au niveau de la

plateforme permet de préciser les coordonnées du centre de pression, et de suivre ses variations dans le temps.

La position du centre de pression évolue dans le temps sur la surface de la plateforme reproduisant le comportement de régulation de l'équilibre de la personne sur cette plateforme. Chez un sujet normal en équilibre statique, la trajectoire des pressions forme une « pelote » entre les deux pieds (annexes E et F).

Pour cette étude, nous avons réalisé une posturographie statique, pieds nus, yeux ouverts pendant 60 secondes.



Plateforme rigide AMTI.

Les paramètres étudiés lors de l'épreuve de posturographie étaient :

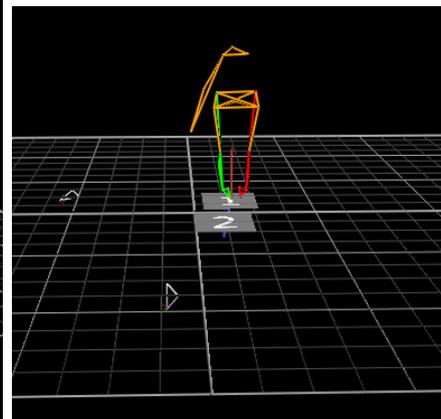
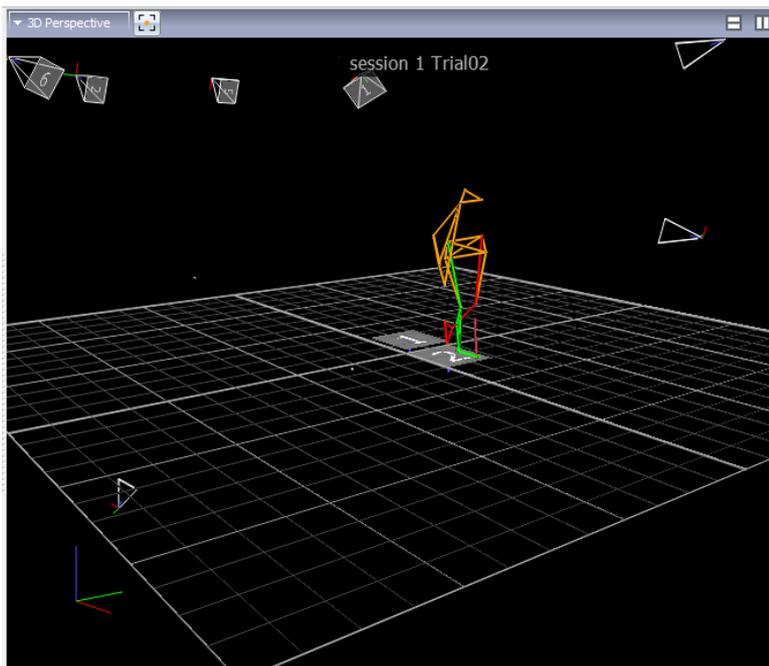
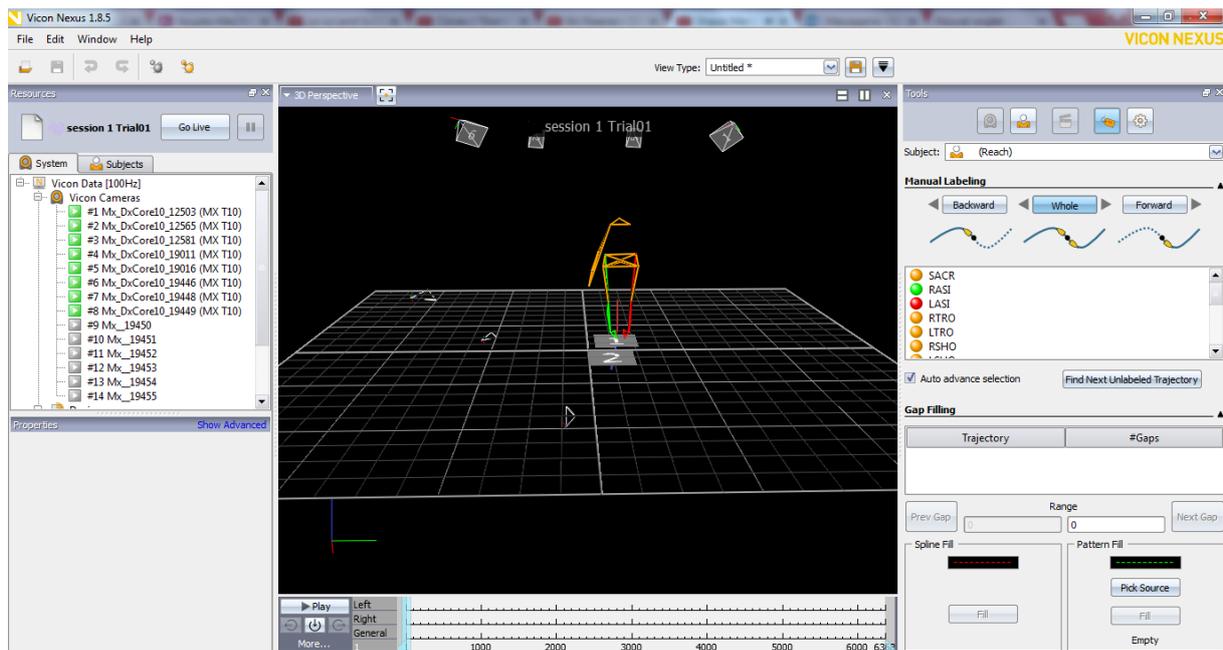
- La surface : la surface de l'ellipse (en mm^2) qui contient 90% des positions du centre de pression échantillonnées au cours de l'enregistrement. La surface normale pour un adulte sans troubles de l'équilibre est de $100 \text{ mm}^2 \pm 50 \text{ mm}^2$ les yeux ouverts.

- Le déplacement du CoP (Center of Pressure) dans les axes antéro-postérieur et médio-latéral (en mm)

- La vitesse de déplacement du centre de pression (en mm/s) : elle correspond à l'amplitude et à la vitesse des oscillations.

C. Analyse du mouvement

Un enregistrement est réalisé grâce à un système d'analyse tridimensionnelle du mouvement de type VICON utilisant 8 caméras infrarouges et 21 sphères réfléchives, dans un parcours de marche de 8.70 mètres comportant 2 plateformes AMTI intégrées.



Systeme VICON®

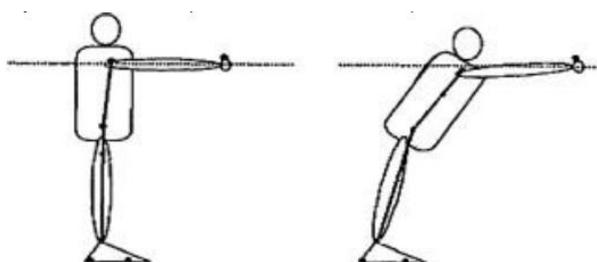
Plusieurs tâches sont réalisées :

1) L'initiation du pas déclenchée et autocommandée : l'initiation du pas est une transition volontaire entre un état statique et la marche. La phase de transition dénommée « ajustements posturaux anticipés » est un reflet des capacités posturo-cinétiques du sujet responsables de la bonne exécution du programme moteur (35) (36). Les ajustements posturaux anticipés sont indispensables pour glisser le centre de masse vers le côté d'appui afin de pouvoir lever le membre inférieur (37) (38).

La condition déclenchée consiste en un démarrage rapide en réponse à un bip sonore. La condition autocommandée consiste en un démarrage rapide à l'initiative du sujet.

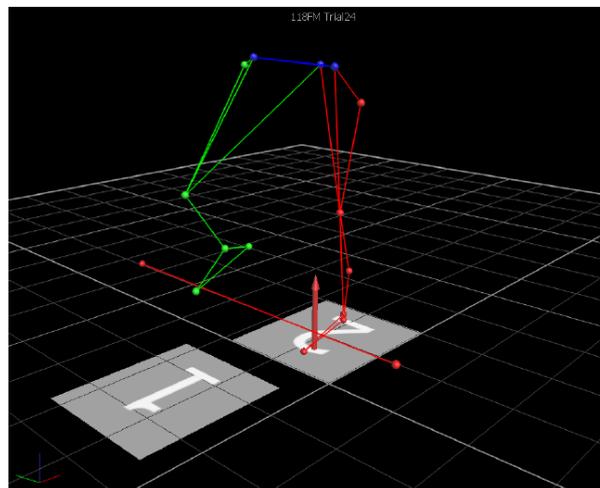
2) La marche stabilisée sur 10 mètres sans consigne particulière et la marche « double tâche » avec un décompte de 3 en 3. Il a été montré l'impact délétère d'une double tâche sur la marche et son caractère prédictif de chutes (39).

3) Le Functional Reach Test (FRT) qui consiste pour le sujet à se pencher le plus possible vers l'avant, le bras tendu, les talons collés au sol. La performance des sujets à ce test est corrélée à leur fragilité et à leur risque de chutes (40) (41). Le FRT est fiable et a une variabilité inter-examineur faible, il a une bonne reproductibilité dans le temps. Un score anormalement bas est prédictif du risque de chute (42).



Functional Reach Test (43).

4) La tâche de franchissement d'obstacle en condition statique et dynamique. Ce test a un intérêt tout particulier pour évaluer les trébuchements à l'origine des chutes chez les personnes âgées (44). L'adéquation entre l'estimation des capacités du sujet (le sujet regarde la barre et estime s'il peut la franchir ou non dans un premier temps avec différentes hauteurs proposées) et la réalisation de la tâche sont évaluées (45). En effet, des problèmes de perception et de mauvaise adéquation entre la tâche réelle et imaginée, possiblement en lien avec une surestimation des performances, ont pu être évoqués comme facteur de risque de chutes (46).



Trois essais dans chaque condition sont effectués pour l'initiation, la marche et le Functional Reach Test. Pour le franchissement d'obstacles, plusieurs hauteurs sont prévues en fonction des capacités du sujet: 20, 30, 40, 50, 60 cm puis de 5 en 5 cm.

Les paramètres analysés sont :

1) Initiation du pas :

- Les caractéristiques de phase de préparation posturale en condition autocommandée et déclenchée : la trajectoire du centre de pression, l'amplitude des ajustements posturaux anticipés (recul maximal du centre de pression, déplacement latéral maximal), la durée des ajustements posturaux anticipés, correspondant à la

durée entre T0 (temps de survenue du premier évènement mécanique sur la plateforme de force) et le décollement du talon,

- Le temps de réaction lors de l'initiation du pas en condition déclenchée ($T_{bip} - T_0$).

Ces caractéristiques ont un intérêt dans l'évaluation du risque de chutes (47).

2) Marche : la vitesse de marche (m/s), la longueur du pas (m), la durée de l'enjambée (s). Ce sont des marqueurs associés au risque de chutes (48). Une étude de l'impact de la tâche interférente sur ces paramètres est également étudiée (marche en double tâche).

3) Functional Reach Test : la performance de la tâche (longueur parcourue par l'index) et le déséquilibre induit par la performance (déterminée par l'avancée du centre de pression en dehors du polygone de sustentation, facteur de risque de chutes) (49).

4) Franchissement d'obstacle : la distance de sécurité entre le pied franchissant et l'obstacle (clairance entre le pied et l'obstacle). Une réduction de cette distance étant un facteur de risque de chutes (45).

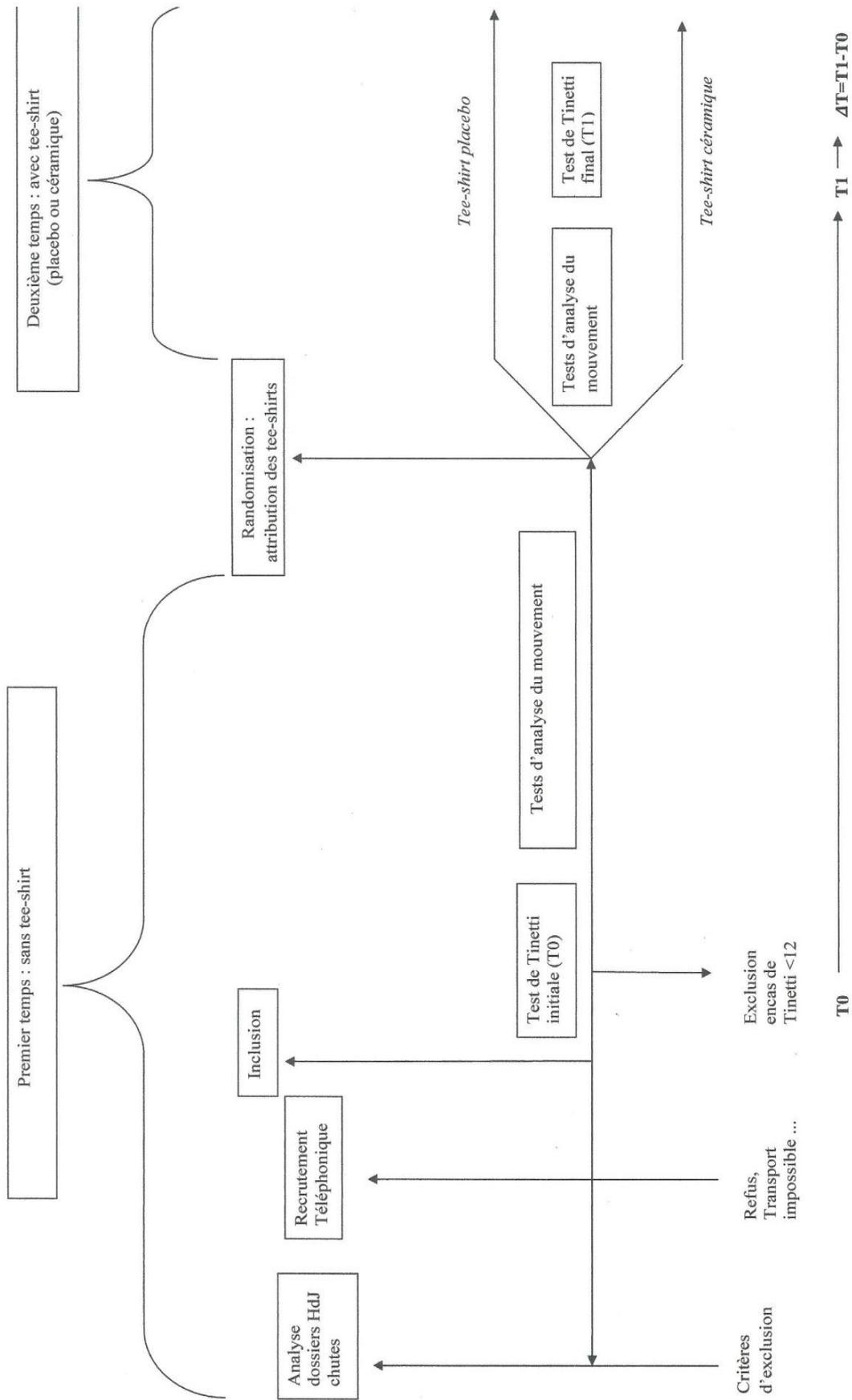
III.DEROULEMENT DE L'ETUDE

Notre étude était une étude pilote prospective interventionnelle, monocentrique, randomisée et en double aveugle, contrôlée contre placebo.

L'avis favorable du CPP ainsi qu'une autorisation de l'AFSSAPS ont été obtenus avant le début de l'étude.

Le recrutement se déroulait à l'hôpital gériatrique « Les Bateliers » dans le secteur de consultations et hôpital de jour. L'inclusion et les mesures avec et sans tee-shirt (céramique ou placebo) : test de Tinetti, posturographie et analyse du mouvement, étaient réalisés dans le laboratoire d'analyse du mouvement à l'hôpital Roger Salengro.

Les étapes successives étaient les suivantes (figure 2) :



A. Inclusion

Tous les patients se présentant à la consultation multidisciplinaire de la chute de l'Hôpital « Les Bateliers » étaient sollicités pour participer à l'étude. Les objectifs de l'étude, le déroulement, les contraintes, le droit de refuser ou de quitter l'étude à tout moment étaient expliqués au patient et à son accompagnant. Une lettre d'information leur était remise (annexe B).

Lorsqu'ils acceptaient de participer à l'étude, un rendez-vous était fixé et une convocation était envoyée au domicile du participant.

Le jour du rendez-vous au laboratoire d'analyse du mouvement, les participants signaient un consentement (annexe C).

Après consentement, ont été incluses les personnes de plus de 65 ans dont le score au test de Tinetti était supérieur ou égal à 12.

B. Premier temps de l'étude

Un premier test de Tinetti était réalisé (T0), les participants portant alors leurs propres vêtements. Si le score était supérieur ou égal à 12, et si les autres critères d'inclusion étaient respectés, les participants étaient randomisés en un groupe tee-shirt céramique et un groupe tee-shirt placebo.

Nous prêtions un short adapté à la taille de chaque participant afin de pouvoir placer les sphères réfléchissantes. Une évaluation de l'équilibre sur plateforme de posturographie en condition statique ainsi qu'une analyse de la locomotion en analyse du mouvement étaient alors réalisées.

C. Second temps de l'étude

Selon le bras dans lequel les patients étaient randomisés, ils endossaient soit un tee-shirt placebo soit le tee-shirt céramique de taille adaptée. Les mêmes tests étaient réalisés une seconde fois.

Pour chaque patient, les tests sans et avec tee-shirt étaient réalisés par le même investigateur.

Une fiche de recueil des résultats était remplie. Elle comportait également les données démographiques, des informations relatives aux conditions de vie, aux antécédents médicaux et aux facteurs de risque de chute. La plupart des réponses étaient obtenues auprès des patients ou de leurs accompagnants. Les autres informations étaient reprises dans le dossier médical. L'ensemble des paramètres recueillis est listé en annexe D. Le recueil des données était d'emblée anonyme.

Le test de Tinetti nécessite cinq minutes pour sa réalisation. La posturographie et les tests d'analyse du mouvement demandent environ 35 minutes dont 10 minutes de préparation (placement des marqueurs). La réalisation de l'ensemble des tests avec et sans le tee-shirt (placebo ou céramique) nécessite donc une heure vingt minutes environ, temps auquel il faut ajouter le temps d'explication, de déshabillage, d'habillage et de pauses.

Chaque participant pouvait décider de sortir de l'étude durant les tests comme mentionné dans le formulaire de recueil du consentement.

D. Levée de l'aveugle

La levée de l'aveugle s'est faite à notre demande, à la fin de l'étude, une fois les 60 participants inclus et le monitoring de l'étude réalisé par la fédération de recherche clinique.

IV. ANALYSE DES RESULTATS

L'analyse des résultats a nécessité un travail préalable de labellisation des données enregistrées par le système VICON. Dans un second temps les données enregistrées pour chaque patient ont été analysées à l'aide du logiciel MATLAB puis enregistrées sur des fichiers Excel d'emblée anonymisés.

L'analyse statistique a été réalisée par l'équipe du Professeur Duhamel du CHRU de Lille.

Nous avons étudié la population de l'étude dans son ensemble pour les caractéristiques démographiques et cliniques.

La comparabilité des deux groupes « tee-shirt céramique » et « tee-shirt placebo » n'a pas été étudiée, étant dans le cadre d'une étude randomisée, nous pouvons donc considérer que les groupes sont à priori comparables.

Pour comparer l'effet du port du tee-shirt placebo et céramique, nous avons comparé les écarts observés pour chacun des paramètres mesurés. Dans chacun des deux groupes, le score a été décrit par la moyenne ajustée des différences. La valeur du Tinetti avec tee-shirt (placebo ou céramique) a été comparée entre les deux groupes par une analyse de covariance afin d'ajuster sur la valeur initiale du score de Tinetti.

Ainsi pour le test de Tinetti, la mesure sans tee-shirt a été nommée T0, la mesure avec tee-shirt placebo ou céramique a été nommée T1 et l'écart entre ces deux scores a été nommé ΔT (T1-T0). C'est cet écart qui a fait l'objet de la comparaison entre le groupe placebo et le groupe céramique.

Les paramètres mesurés lors la posturographie et l'analyse du mouvement ont été analysés de façon identique.

Ces analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS (Statistical Analysis System) version 9.4. Des modèles d'analyse de la covariance ont été utilisés.

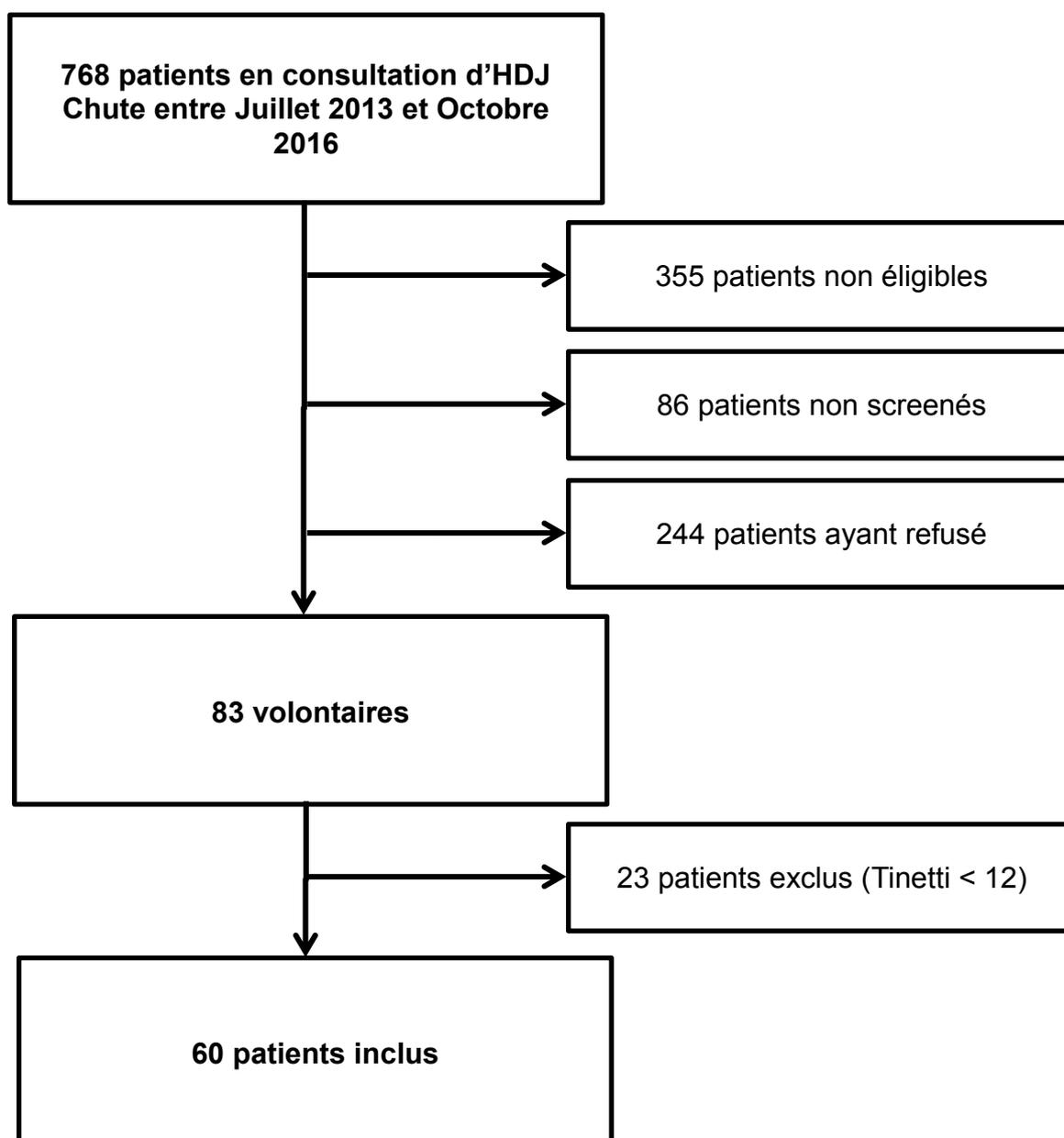
Nous avons considéré $p < 0,05$ comme étant statistiquement significatif. Le risque α était fixé à 5%.

RESULTATS

I. PREMIER TEMPS DE L'ETUDE : MESURES SANS TEE-SHIRT

A. Population étudiée et comparaison des groupes placebo et céramique pour les données démographiques et les antécédents de chute.

1) Diagramme de flux



Pendant toute la période de l'étude, de juillet 2013 à octobre 2016, 768 patients ont consulté en HDJ chute à l'Hôpital des Bateliers. Sur ces 768 patients, 330 patients se sont vus proposer de participer à l'étude. 244 patients ont refusé, 83 ont accepté. 60 ont été inclus et 23 patients ont été exclus en raison d'un score de Tinetti inférieur à 12, ou d'une incapacité à marcher 3 mètres sans aide technique.

Après randomisation, 30 patients ont été inclus dans le groupe céramique, et 30 patients dans le groupe placebo.

2) Description de la population

Dans la population incluse, 56,7% des patients étaient des femmes et 43,3% étaient des hommes. L'âge moyen était de $82,76 \pm 6,36$ ans pour l'ensemble de la population. Il était de $83,3 \pm 5,42$ ans dans le groupe placebo et de $82,23 \pm 7,23$ ans dans le groupe céramique.

Le plus jeune patient inclus avait 65 ans, le plus âgé avait 94 ans pour les 2 groupes confondus. L'âge médian était de 83,5 ans dans le groupe placebo et de 83 ans dans le groupe céramique.

Concernant la prise médicamenteuse : 8,5 % des patients prenaient moins de 5 traitements par jour, 91,5 % prenaient au moins 5 traitements par jour.

Parmi les 60 patients inclus, 98,3 % avaient des antécédents de chute, avec des antécédents de chute traumatique pour 63,3 % de la population. 42,4% présentaient un antécédent de fracture lors d'une chute de leur hauteur.

L'ensemble de ces données sont rassemblées dans le tableau 3.

Tableau 3 : caractéristiques de la population étudiée

	Ensemble de la population (n= 60)	Groupe placebo (n= 30)	Groupe céramique (n= 30)
Sexe			
Femmes	56,7% (n=34)	63,3% (n=19)	50% (n=15)
Hommes	43,3% (n=26)	36,7% (n=11)	50% (n=15)
Age			
Moyenne	82,77 ± 6,36	83,3 ± 5,42	82,23 ± 7,23
Min/Max	65 / 94	70 / 92	65 / 94
ATCD de chutes	98,3% (n=59)	96,7% (n=29)	100% (n=30)
Nombre de chutes			
Médiane	2	2	2
Moyenne	12,21 ± 49	16,68 ± 68,5	7,90 ± 15,34
Min/Max	0 / 365	0 / 365	0 / 52
ATCD de chute traumatique	63,3% (n=38)	60% (n=18)	66,7% (n=20)
ATCD de fracture sur chute de sa hauteur	42,4% (n=25)	43,3% (n=13)	41,4% (n=12)
Lieu de vie			
Maison individuelle	71,7% (n=43)	76,7% (n=23)	66,7% (n=20)
Appartement	26,7% (n=16)	23,3% (n=7)	30% (n=9)
Foyer logement	1,6% (n= 1)	0% (n=0)	3,3% (n=1)
Conditions de vie			
Seul	41,7% (n=25)	53,3% (n=16)	30% (n=9)
Accompagné	58,3% (n=35)	46,7% (n=14)	70% (n=21)

	Ensemble de la population (n= 60)	Groupe placebo (n= 30)	Groupe céramique (n= 30)
<i>Tabagisme actif</i>	10,2% (n=6)	16,7% (n=5)	3,4% (n= 1)
<i>Alcool</i>	54 ,2% (n=32)	46,7% (n=14)	62% (n=18)
<i>Antécédents</i>			
<i>Baisse d'acuité auditive</i>	59,3% (n=35)	60% (n=18)	58,6% (n=17)
<i>Baisse d'acuité visuelle</i>	69,5% (n=41)	66,7% (n=20)	72,4% (n=21)
<i>Problèmes podologiques</i>	72,4% (n=42)	75% (n=21)	70% (n=21)
<i>Médicaments</i>			
<i>Poly-médication (MT >= 5)</i>	91,5% (n=54)	89,7% (n=26)	93,3% (n=28)
<i>Psychotropes</i>	29% (n=48,3)	53,3% (n=16)	43,3% (n=13)
<i>Anticoagulants oraux</i>	23,3% (n=14)	20% (n=6)	26,7% (n=8)
<i>Hypnotiques</i>	11,7% (n=7)	16,7% (n=5)	6,67% (n=2)
<i>Aide technique</i>			
<i>Absence</i>	41,7% (n= 25)	33,3% (n=10)	50% (n=15)
<i>Canne</i>	28,3% (n=17)	23,3% (n=7)	33,3% (n=10)
<i>Déambulateur</i>	16,7% (n=10)	26,7% (n=8)	6,7% (n=2)
<i>Canne + déambulateur</i>	13,3% (n=8)	16,7% (n=5)	10% (n=3)

B. Comparaison des groupes placebo et céramique pour les mesures initiales du score de Tinetti (T0).

Chacun des participants inclus a réalisé le test de Tinetti.

Trente-cinq items étaient étudiés (annexe A).

Les données sont présentées dans le tableau 4.

Tableau 4: Comparaison des résultats obtenus pour le test de Tinetti en condition sans tee-shirt » dans le groupe placebo et céramique.

	Ensemble de la population (n = 60)	Groupe placebo (n = 30)	Groupe céramique (n = 30)
T0 (Tinetti global) (/35)			
Moyenne ± écart type	17,37 ± 4,97	17,40 ± 4,72	17,33 ± 5,29
Min/ Max	12/33	12/30	12/33
T0 statique (/26)			
Moyenne ± écart type	12,07 ± 3,97	12,10 ± 3,59	12,03 ± 4,38
Min/ Max	7/25	7/22	7/25
T0 dynamique (/9)			
Moyenne ± écart type	5,30 ± 1,66	5,30 ± 1,74	5,30 ± 1,60
Min/ Max	1/ 10	3/10	1/9

C. Comparaison des groupes placebo et céramique pour les mesures initiales des paramètres de la posturographie.

Quatre paramètres ont été étudiés en posturographie pour chacun des participants, avec leurs propres vêtements puis avec un des deux tee-shirts.

Deux patients du groupe céramique n'ont pas été en mesure de réaliser la posturographie avec le tee-shirt. Il manque les données de la posturographie pour un patient dans les deux conditions en raison d'un dysfonctionnement de la plateforme.

Les données sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Comparaison des moyennes des résultats obtenus pour la posturographie en condition « sans tee-shirt » dans le groupe placebo et céramique.

	Ensemble de la population (n = 60)	Groupe placebo (n = 30)	Groupe céramique (n = 30)
Aire de l'ellipse (mm²)			
Moyenne ± écart type	505,76 ± 405,61	525,64 ± 421,01	487,81 ± 397,30
Min / Max	27 / 1789	27 / 1554	120 / 1789
Déplacement antéro-postérieur du CoP (mm)			
Moyenne ± écart type	28,70 ± 10,72	28,84 ± 10,36	28,58 ± 11,20
Min / Max	7,60 / 54,08	7,60 / 48,71	13,62 / 54,08
Déplacement médio-latéral du CoP (mm)			
Moyenne ± écart type	22,25 ± 12	23,34 ± 13,70	21,27 ± 10,36
Min / Max	5,40 / 54,90	5,40 / 54,90	7,38 / 51,15
Vitesse de déplacement du CoP (mm/s)			
Moyenne ± écart type	42,06 ± 12,31	43,96 ± 13,28	40,34 ± 11,30
Min / Max	22,51 / 83,45	29,80 / 83,45	22,51 / 68,88

D. Comparaison des groupes placebo et céramique pour les mesures initiales des paramètres de l'initiation du pas.

Pour l'initiation du pas, quatre paramètres ont été étudiés pour chaque participant avec leurs propres vêtements puis avec l'un des deux tee-shirts.

Deux patients n'ont pas réalisé la tâche d'initiation du pas avec le tee-shirt dans les deux conditions en raison d'une fatigue. Un patient n'a pas été en mesure de réaliser l'initiation du pas en autocommandée par incompréhension des consignes (barrière de la langue).

Les données sont manquantes pour les deux sessions en autocommandée et déclenchée pour un patient en raison d'un dysfonctionnement de la plateforme.

Par ailleurs on note une absence de données pour un patient en première session, la tâche n'a pas été analysable en raison d'une perte de marqueurs.

1) Condition autocommandée

Tableau 6 : Comparaison des moyennes des résultats obtenus pour l'initiation du pas autocommandée en condition « sans tee-shirt » dans le groupe placebo et céramique.

		Ensemble de la population (n = 60)	Groupe placebo (n = 30)	Groupe céramique (n = 30)
Amplitude des				
APA :				
Recul Max Cop				
(mm)				
Moyenne	± écart	21,61 ± 15,73	21,05 ± 17,81	22,12 ± 13,88
type				
Min / Max		0 / 76,71	0 / 76,71	1,57 / 53,29
Déplacement				
latéral maximal				
(mm)				
Moyenne	± écart	116,94 ± 48,82	115,35 ± 53,05	118,36 ± 45,55
type				
Min / Max		14,16 / 272,02	39,94 / 272,02	51,35 / 226,89
Durée des				
Ajustements				
Posturaux				
Anticipés				
Moyenne	± écart	1,68 ± 1,47	1,54 ± 1,18	1,80 ± 1,70
type				
Min / Max		0,25 / 8,78	0,25 / 4,61	0,31 / 8,78
Temps de réaction				
Moyenne	± écart	NC	NC	NC
type				
Min / Max		NC	NC	NC

2) Condition déclenchée

Tableau 7 : Comparaison des moyennes des résultats obtenus pour l'initiation du pas déclenchée en condition « sans tee-shirt » dans le groupe placebo et céramique.

	Ensemble de la population (n = 60)	Groupe placebo (n = 30)	Groupe céramique (n = 30)
Amplitude des			
APA : Recul Max			
Cop (mm)			
Moyenne \pm écart type	27,75 \pm 15,42	26,93 \pm 16,29	28,51 \pm 14,80
Min / Max	0,68 / 66,11	1,44 / 64,71	0,68 / 66,11
Déplacement			
latéral maximal			
(mm)			
Moyenne \pm écart type	120,39 \pm 44,16	112,88 \pm 41,43	127,40 \pm 46,15
Min / Max	29,49 / 241,10	29,49 / 211,89	33,71 / 241,10
Durée des			
Ajustements			
Posturaux			
Anticipés			
Moyenne \pm écart type	0,84 \pm 0,49	0,81 \pm 0,46	0,87 \pm 0,52
Min / Max	0,26 / 2,19	0,30 / 2,06	0,26 / 2,19
Temps de réaction			
Moyenne \pm écart type	0,27 \pm 0,33	0,18 \pm 0,11	0,35 \pm 0,43
Min / Max	0,04 / 2,16	0,04 / 0,45	0,04 / 2,16

E. Comparaison des groupes placebo et céramique pour les mesures initiales des paramètres de la marche simple tâche et double tâche.

Pour la marche, trois paramètres ont été étudiés pour chaque participant avec leurs propres vêtements puis avec l'un des deux tee-shirts.

Un patient du groupe céramique n'a pas été en mesure de réaliser la marche simple tâche avec le tee-shirt, deux patients du groupe céramique n'ont pas réalisé la marche en double tâche avec le tee-shirt en raison d'une fatigue en fin de test, un patient du groupe placebo n'a pas réalisé la marche double tâche avec et sans tee-shirt en raison d'une incompréhension des consignes.

1) Marche simple tâche

Tableau 8 : Comparaison des moyennes des résultats obtenus pour la marche simple tâche en condition « sans tee-shirt » dans le groupe placebo et céramique.

	Ensemble de la population (n = 60)	Groupe placebo (n = 30)	Groupe céramique (n = 30)
Vitesse de marche			
(m/s)			
Moyenne ± écart type	0,53 ± 0,19	0,52 ± 0,17	0,54 ± 0,22
Min / Max	0,12 / 0,97	0,12 / 0,79	0,16 / 0,97
Longueur de l'enjambée (m)			
Moyenne ± écart type	0,72 ± 0,20	0,70 ± 0,19	0,75 ± 0,22
Min / Max	0,25 / 1,13	0,28 / 1,08	0,25 / 1,13
Durée de l'enjambée (s)			
Moyenne ± écart type	1,33 ± 0,27	1,29 ± 0,24	1,36 ± 0,29
Min / Max	0,99 / 2,44	0,99 / 2,10	1,02 / 2,44

2) Marche double tâche

Tableau 9 : Comparaison des moyennes des résultats obtenus pour la marche double tâche en condition « sans tee-shirt » dans le groupe placebo et céramique.

	Ensemble de la population (n = 60)	Groupe placebo (n = 30)	Groupe céramique (n = 30)
Vitesse de marche			
(m/s)			
Moyenne ± écart type	0,42 ± 0,21	0,40 ± 0,19	0,43 ± 0,23
Min / Max	0,04 / 0,87	0,04 / 0,80	0,04 / 0,87
Longueur de l'enjambée (m)			
Moyenne ± écart type	0,66 ± 0,23	0,63 ± 0,22	0,68 ± 0,24
Min / Max	0,18 / 1,09	0,19 / 1,09	0,18 / 1,04
Durée de l'enjambée (s)			
Moyenne ± écart type	1,55 ± 0,47	1,51 ± 0,44	1,59 ± 0,49
Min / Max	1,04 / 3,53	1,12 / 3,53	1,04 / 3,19

F. Comparaison des groupes placebo et céramique pour les mesures initiales des paramètres du franchissement d'obstacles.

Vingt-neuf patients n'étaient pas en mesure de réaliser la tâche de franchissement d'obstacle (fatigue, refus, mise en danger ou surestimation de leurs capacités).

Onze patients étaient en échec du franchissement au premier seuil testé à 20cm.

Onze patients ont réalisé les tests de franchissement d'obstacle mais nous n'avons pas pu analyser les données en raison de fréquentes pertes de marqueurs sur les enregistrements rendant l'analyse non réalisable.

L'analyse est donc réalisée sur les onze patients restants.

Tableau 10: Comparaison des moyennes des résultats obtenus pour le franchissement d'obstacles en condition « sans tee-shirt » dans le groupe placebo et céramique.

	Ensemble de la population (n = 60)	Groupe placebo (n = 6)	Groupe céramique (n = 5)
Foot clearance 1			
Moyenne ± écart type	Données manquantes	158,64 ± 51,66	143,62 ± 35,86
Min / Max	Données manquantes	119,05 / 261,28	90,07 / 164,01
Foot clearance 2			
Moyenne ± écart type	Données manquantes	166,25 ± 82,90	184,74 ± 54,83
Min / Max	Données manquantes	26,44 / 264,03	125,90 / 258,38

G. Comparaison des groupes placebo et céramique pour les mesures initiales du Functional Reach Test.

Les premiers résultats de l'analyse du Functional Reach Test montraient des résultats aberrants ou non analysables car la tâche était le plus souvent mal comprise ou mal réalisée par les patients. Nous n'avons donc pas de résultats pour cette tâche.

II. SECOND TEMPS DE L'ETUDE : MESURES AVEC LE TEE-SHIRT PLACEBO OU CERAMIQUE

A. Ecart observé pour le score de Tinetti entre les mesures sans et avec tee-shirt dans les groupes placebo et céramique.

Nous avons étudié les scores obtenus dans chaque groupe, sans et avec le tee-shirt puis nous avons calculé les écarts observés. Les moyennes calculées sont des moyennes ajustées sur la valeur initiale du Tinetti avant le port du tee-shirt.

Ces données sont regroupées dans le tableau 11.

Tableau 11 : Ecart observé pour le score de Tinetti entre les mesures sans et avec le tee-shirt dans les deux groupes.

	Groupe placebo (n = 30)			Groupe céramique (n = 30)			Comparaison des écarts observés (p)
	T0	T1	ΔT	T0	T1	ΔT	
Tinetti global (/35)							
Moyenne \pm	17,40	13,73	-3,67	17,33	13,83	-3,50	p=0,79
écart type	\pm	\pm 4,35	\pm	\pm	\pm	\pm	
	4,72		2,71	5,29	5,65	2,05	
Tinetti statique (/26)							
Moyenne \pm	12,10	9,23	-2,87	12,03	9,33	-2,70	p=0,76
écart type	\pm	\pm 3,55	\pm	\pm	\pm	\pm	
	3,59		2,06	4,38	4,20	2,05	
Tinetti dynamique (/9)							
Moyenne \pm	5,30	4,47	-0,83	5,30	4,47	-0,80	p=1,00
écart type	\pm	\pm 1,81	\pm	\pm	\pm	\pm	
	1,74		1,21	1,60	2,26	1,29	

Résultats sur le score de Tinetti global (T) :

Dans le groupe placebo, sur 30 participants, deux personnes gagnaient deux points sur 35 (donc s'aggravaient), une personne restait stable et 27 personnes perdaient plus d'un point sur le score total. 90% des participants portant un tee-shirt placebo s'amélioraient. Dans le groupe céramique, deux personnes gagnaient un point donc s'aggravaient, 28 patients perdaient un ou plusieurs points sur le score global du Tinetti donc 93,3% s'amélioraient.

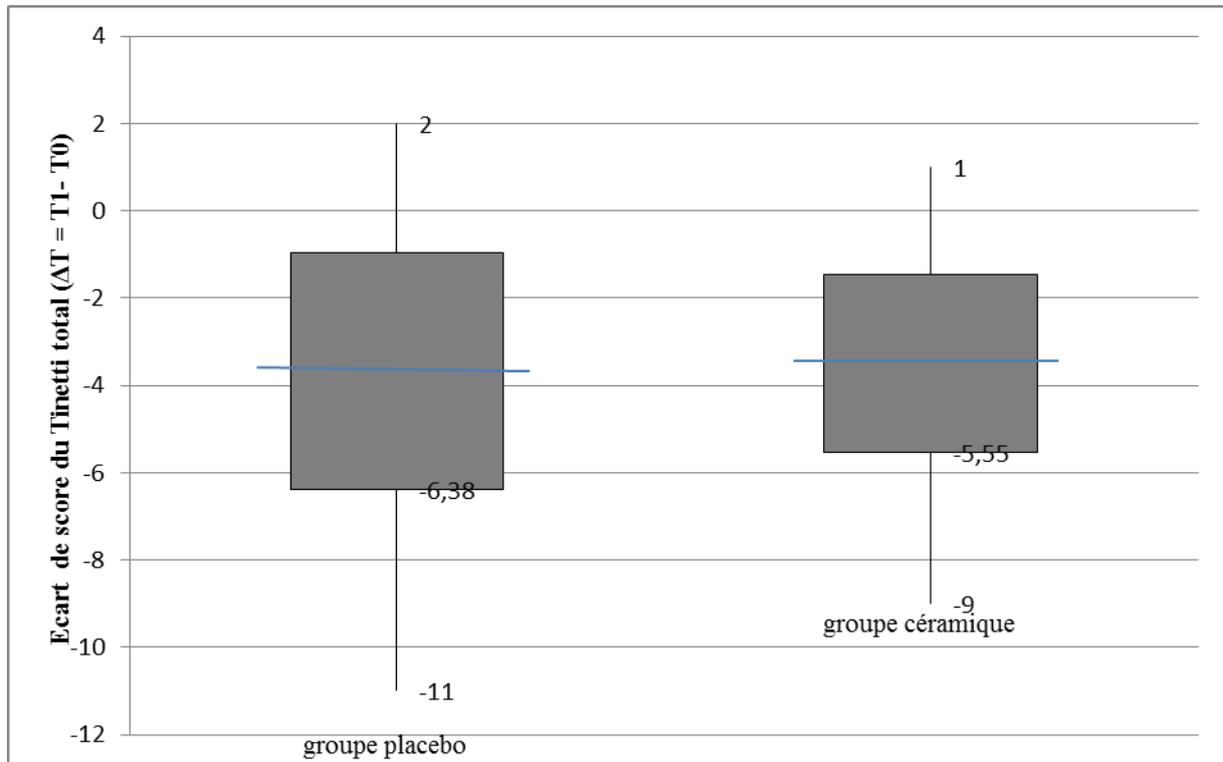
Dans le groupe placebo, la moyenne du score de Tinetti était de $17,40 \pm 4,72$ sans le tee-shirt, et de $13,73 \pm 4,35$ avec le tee-shirt placebo, soit une amélioration du score de $3,67 \pm 2,71$ points en moyenne.

Dans le groupe céramique, la moyenne du score de Tinetti était de $17,33 \pm 5,29$ sans le tee-shirt et de $13,83 \pm 5,65$ avec le tee-shirt céramique, soit une amélioration du score de $3,50 \pm 2,05$ points en moyenne.

Quel que soit le groupe, il existait donc une amélioration significative avec le tee-shirt ($p < 0,0001$).

En revanche pour le score de Tinetti global, les écarts observés entre la condition « sans tee-shirt » et la condition « avec tee-shirt » n'étaient pas significativement différents entre les deux groupes ($p=0,79$) (figure 3).

Figure 3 : étude de l'écart du score de Tinetti total en condition sans et avec tee-shirt dans les deux groupes (ΔT).

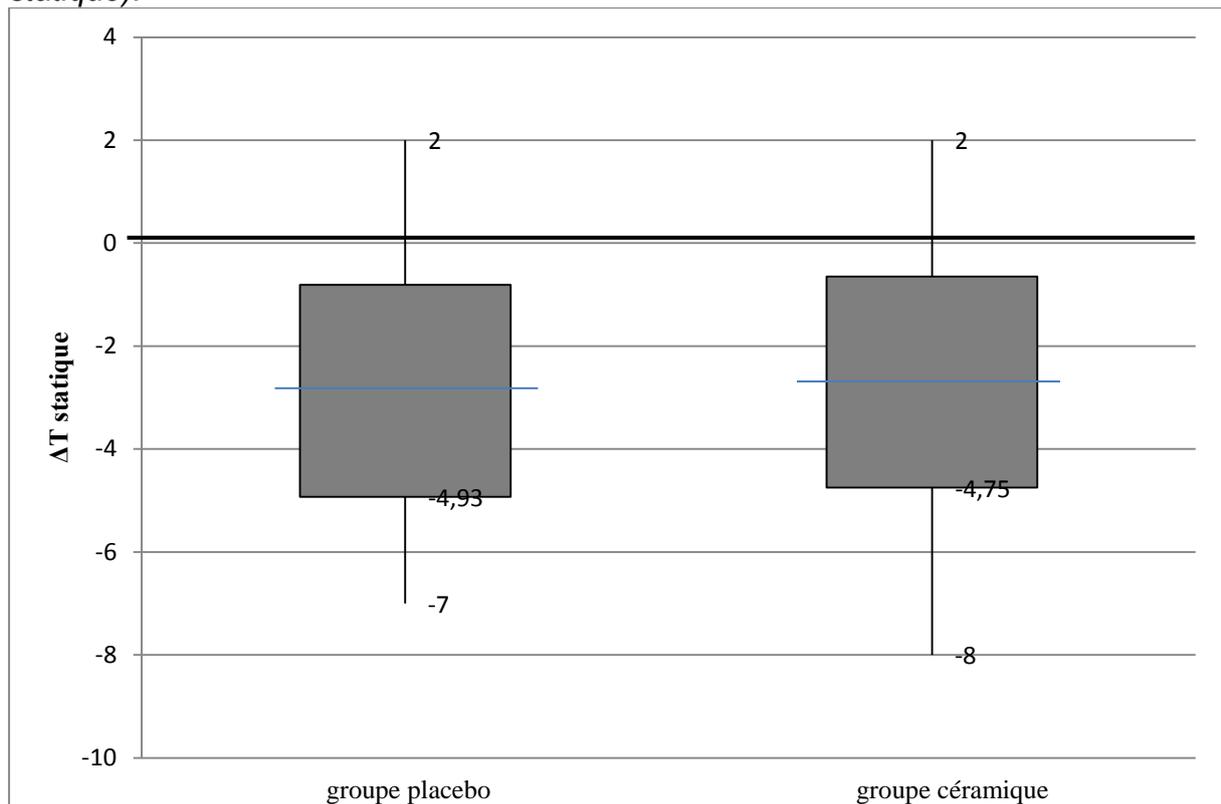


Résultats sur le sous score de Tinetti statique (T statique) :

Dans le groupe placebo, le score de Tinetti statique était de $12,10 \pm 3,59$ sans le tee-shirt et de $9,23 \pm 3,55$ avec le tee-shirt placebo, soit une amélioration de $2,87 \pm 2,06$ points. Dans le groupe céramique, le score était de $12,03 \pm 4,38$ sans le tee-shirt et de $9,33 \pm 4,20$ avec le tee-shirt céramique, soit une amélioration de $2,70 \pm 2,05$ points en moyenne.

Les deux groupes évoluaient de la même façon, quel que soit le tee-shirt porté. Il n'existait pas de différence statistiquement significative entre le groupe placebo et le groupe céramique ($p=0,76$) (figure 4).

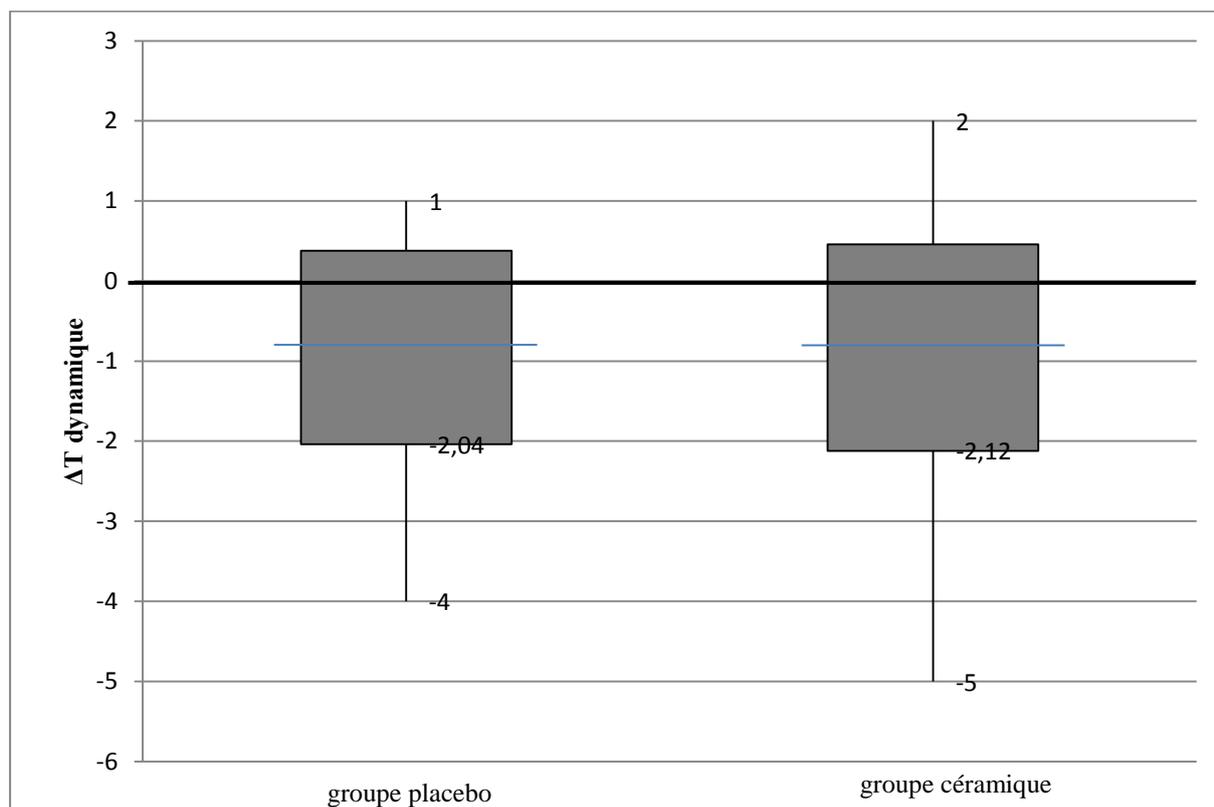
Figure 4 : étude de l'écart du score de Tinetti statique dans les deux groupes (ΔT statique).



Résultats sur le sous score de Tinetti dynamique (T dynamique):

Dans le groupe placebo, le score de Tinetti dynamique était de $5,80 \pm 1,74$ points sans le tee-shirt et de $4,47 \pm 1,81$ points avec le tee-shirt placebo, soit une amélioration de $0,83 \pm 1,21$ point. Dans le groupe céramique, le score était de $5,30 \pm 1,60$ points sans le tee-shirt et de $4,47 \pm 2,26$ points avec le tee-shirt céramique, soit une amélioration de $0,80 \pm 1,29$ point. Quel que soit le tee-shirt porté, les deux groupes évoluaient de la même façon. Il n'existait pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes ($p=1$) (figure 5).

Figure 5 : étude de l'écart du score de Tinetti dynamique dans les deux groupes (ΔT dynamique).



B. Ecart observé pour les résultats de la posturographie entre les mesures sans et avec tee-shirt dans les groupes placebo et céramique.

Les deux groupes évoluaient de la même façon pour trois paramètres (surface de l'ellipse, déplacement antéro-postérieur du centre de pression (CoP) et déplacement médio-latéral du centre de pression) sans qu'aucune différence significative ne soit mise en évidence pour les écarts (ΔP) entre les mesures sans le tee-shirt (P0) et les mesures avec le tee-shirt (P1). Ces données sont présentées dans le tableau 12.

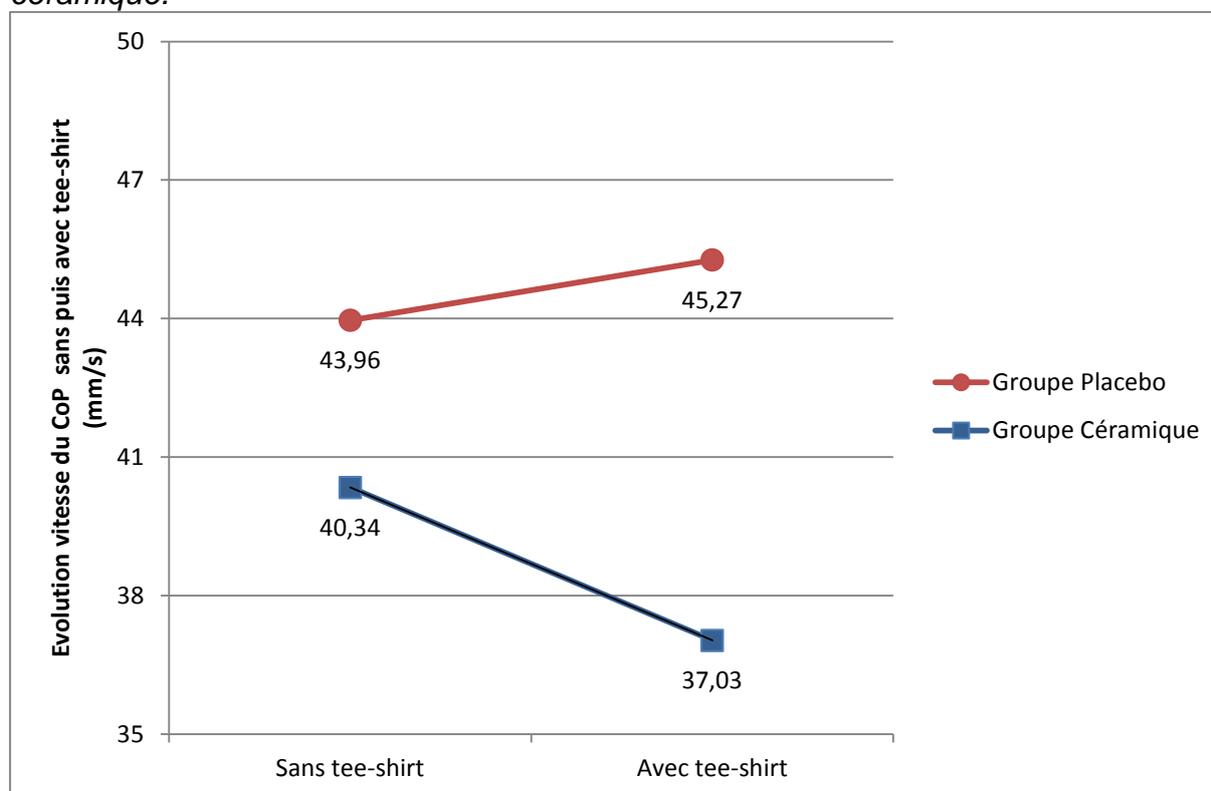
Cependant, pour l'item vitesse de déplacement du centre de pression, il existait une différence significative secondaire au port du tee-shirt céramique ($p=0,0258$).

La vitesse de déplacement du centre de pression diminuait secondairement au port du tee-shirt céramique alors qu'elle augmentait secondairement au port du tee-shirt placebo (figure 6).

Tableau 12 : étude des écarts observés pour les paramètres posturographiques entre les mesures sans et avec le tee-shirt dans les groupes placebo et céramiques (ΔP).

	Groupe placebo (n = 30)			Groupe céramique (n = 30)			Comparaison des écarts observés (p)
	P0	P1	ΔP	P0	P1	ΔP	
Aire de l'ellipse (mm²)							
Moyenne ± écart type	525,64 ± 421,01	583,90 ± 446,05	67,79 ± 407,06	487,81 ± 397,30	693,31 ± 522,89	249,55 ± 373,25	p=0,11
Déplacement antéro-postérieur du CoP (mm)							
Moyenne ± écart type	28,84 ± 10,36	30,98 ± 15,21	2,71 ± 11,24	28,58 ± 11,20	31,21 ± 12,74	3,30 ± 9,74	p=0,87
Déplacement médio-latéral du CoP (mm)							
Moyenne ± écart type	23,34 ± 13,70	22,30 ± 9,71	-1,24 ± 13,44	21,27 ± 10,36	25,16 ± 12,52	4,84 ± 8,30	p=0,08
Vitesse de déplacement du CoP (mm/s)							
Moyenne ± écart type	43,96 ± 13,28	45,27 ± 14,52	0,81 ± 4,88	40,34 ± 11,30	37,03 ± 8,70	-2,14 ± 6,38	p=0,0258

Figure 6 : Ecart observé de la moyenne du paramètre « vitesse de déplacement du centre de pression » sans puis avec le tee-shirt dans le groupe placebo et céramique.



C. Ecart observés pour les résultats de l'initiation du pas entre les mesures sans et avec tee-shirt dans les groupes placebo et céramique.

Les deux groupes évoluaient de la même façon pour trois paramètres (recul maximal du centre de pression, durée des APA, temps de réaction) sans qu'aucune différence significative ne soit mise en évidence pour les écarts (ΔP) entre les mesures sans le tee-shirt (P0) et les mesures avec le tee-shirt (P1).

Cependant, pour le déplacement maximal latéral, il existait une différence significative secondaire au port du tee-shirt céramique ($p= 0,0229$) (Figure 7).

Le déplacement maximal latéral du centre de pression diminuait secondairement au port du tee-shirt céramique alors qu'il augmentait avec port du tee-shirt placebo, en faveur d'une amélioration de l'équilibre postural avec le tee-shirt céramique.

Une importante variabilité intra-individuelle a été retrouvée comme illustrée par les valeurs des coefficients de variation de chaque paramètre. Les coefficients de variation sont présentés dans le tableau 13.

Tableau 13 : Valeurs des coefficients de variabilité intra-individuelle.

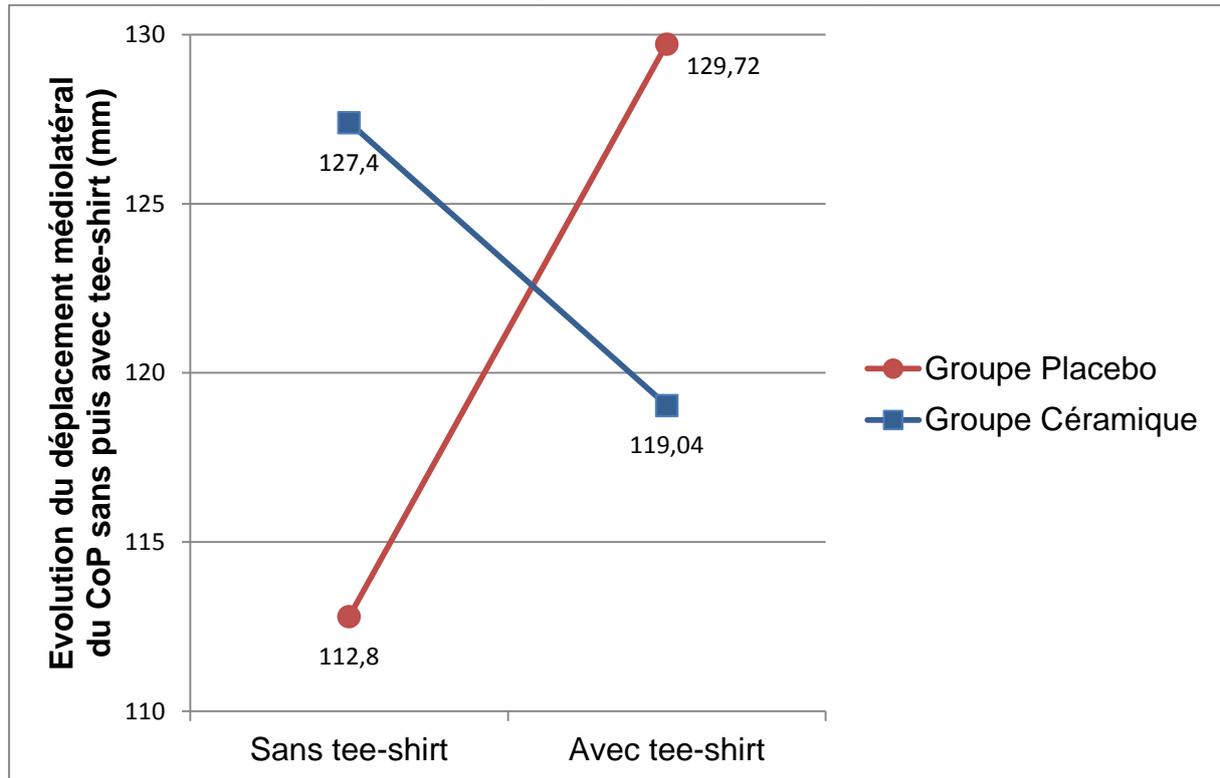
Condition	Paramètre étudié	Coefficient de variation moyen intra individu
Autocommandé	Recul maximal du centre de pression	64 %
	Déplacement maximal latéral du centre de pression	26%
	Durée des APA	53%
Déclenché	Recul maximal du centre de pression	44%
	Déplacement maximal latéral du centre de pression	28%
	Durée des APA	41%
	Temps de réaction	47%

Les données de l'initiation du pas sont présentées dans le tableau 14.

Tableau 14: études des écarts observés pour les paramètres de l'initiation du pas entre les mesures sans et avec le tee-shirt dans les groupes placebo et céramique (ΔP).

	Groupe placebo (n = 30)			Groupe céramique (n = 30)			Comparaison des écarts observés (p)
	P0	P1	ΔP	P0	P1	ΔP	
<u>Autocommandé</u>							
Amplitude des APA : Recul Max Cop (mm) Moyenne \pm écart type	21,05 \pm 17,81	25,18 \pm 14,59	4,41 \pm 18,62	22,12 \pm 13,88	23,07 \pm 12,63	0,75 \pm 15,64	p=0,44
Déplacement latéral maximal (mm) Moyenne \pm écart type	115,35 \pm 53,05	127,53 \pm 59,45	14,32 \pm 36,08	118,36 \pm 45,55	123,91 \pm 43,25	4,52 \pm 45,69	p=0,42
Durée des Ajustements Posturaux Anticipés (s) Moyenne \pm écart type	1,54 \pm 1,18	1,52 \pm 1,21	-0,02 \pm 1,28	1,80 \pm 1,70	1,56 \pm 1,46	-0,30 \pm 1,28	p=0,64
<u>Déclenché</u>							
Amplitude des APA = recul Max Cop (mm) Moyenne \pm écart type	26,93 \pm 16,29	31,29 \pm 16,87	3,41 \pm 11,43	28,51 \pm 14,80	29,13 \pm 11,95	0,22 \pm 14,87	p=0,40
Déplacement latéral maximal (mm) Moyenne \pm écart type	112,8 \pm 41,43	129,72 \pm 51,33	18,90 \pm 38,14	127,40 \pm 46,15	119, 04 \pm 47,13	-6,61 \pm 35,73	p=0,0229
Durée des Ajustements Posturaux Anticipés (s) Moyenne \pm écart type	0,81 \pm 0,46	0,94 \pm 0,57	0,18 \pm 0,57	0,87 \pm 0,52	0,93 \pm 0,76	0,06 \pm 0,68	p=0,62
Temps de réaction (s) Moyenne \pm écart type	0,18 \pm 0,11	0,17 \pm 0,08	-0,01 \pm 0,11	0,35 \pm 0,43	0,23 \pm 0,19	-0,05 \pm 0,26	p=0,38

Figure 7 : Ecart observé de la moyenne du paramètre « déplacement latéral maximal du CoP » sans puis avec le tee-shirt dans le groupe placebo et céramique.



D. Ecart observés pour les résultats de la marche en simple et double tâche entre les mesures sans et avec tee-shirt dans les groupes placebo et céramique.

Les deux groupes évoluaient de la même façon pour tous les paramètres étudiés en simple tâche et en double tâche (vitesse de marche, longueur de l'enjambée, durée de l'enjambée) sans qu'aucune différence significative ne soit mise en évidence pour les écarts (ΔP) entre les mesures sans le tee-shirt (P0) et les mesures avec le tee-shirt (P1).

La variabilité intra-individuelle était moins importante pour les paramètres de la marche, comme illustrée par les valeurs des coefficients de variation de chaque paramètre, compris entre 6 et 18% selon les paramètres.

Tableau 15 : étude des écarts observés pour les paramètres de la marche en simple tâche et double tâche entre les mesures sans et avec le tee-shirt dans les groupes placebo et céramique (ΔP)

	Groupe placebo (n = 30)			Groupe céramique (n = 30)			Comparaison des écarts observés (p)
	P0	P1	ΔP	P0	P1	ΔP	
SIMPLE TÂCHE							
Vitesse de marche (m/s) Moyenne \pm écart type	0,52 \pm 0,17	0,57 \pm 0,19	0,05 \pm 0,10	0,54 \pm 0,22	0,56 \pm 0,20	0,02 \pm 0,11	p=0,43
Longueur de l'enjambée (m) Moyenne \pm écart type	0,70 \pm 0,19	0,74 \pm 0,20	0,04 \pm 0,08	0,75 \pm 0,22	0,77 \pm 0,21	0,01 \pm 0,11	p=0,42
Durée de l'enjambée (s) Moyenne \pm écart type	1,29 \pm 0,24	1,29 \pm 0,35	0 \pm 0,20	1,36 \pm 0,29	1,30 \pm 0,18	-0,06 \pm 0,17	p=0,33
DOUBLE TÂCHE							
Vitesse de marche (m/s) Moyenne \pm écart type	0,40 \pm 0,19	0,44 \pm 0,18	0,03 \pm 0,07	0,43 \pm 0,23	0,45 \pm 0,23	0 \pm 0,11	p=0,28
Longueur de l'enjambée (m) Moyenne \pm écart type	0,63 \pm 0,22	0,66 \pm 0,20	0,02 \pm 0,07	0,68 \pm 0,24	0,71 \pm 0,22	0 \pm 0,09	p=0,48
Durée de l'enjambée (s) Moyenne \pm écart type	1,51 \pm 0,44	1,46 \pm 0,54	-0,04 \pm 0,17	1,59 \pm 0,49	1,56 \pm 0,48	-0,06 \pm 0,20	p=0,73

E. Ecart observé pour les résultats du franchissement d'obstacles entre les mesures sans et avec tee-shirt dans les groupes placebo et céramique.

Les données recueillies n'étaient pas suffisantes pour réaliser l'analyse statistique.

Tableau 16 : études des écarts observés pour les paramètres du franchissement d'obstacle entre les mesures sans et avec le tee-shirt dans les groupes placebo et céramique (ΔP)

	Groupe placebo (n = 30)			Groupe céramique (n = 30)			Comparaison des écarts observés (p)
	<i>P0</i>	<i>P1</i>	ΔP	<i>P0</i>	<i>P1</i>	ΔP	
Foot clearance 1	158,64	131,31	NC	143,62	140,04	NC	NC
Moyenne \pm écart type	\pm 51,66	\pm 27,95		\pm 35,86	\pm 28,58		
Foot clearance 2	166,25	131,34	NC	184,74	180,42	NC	NC
Moyenne \pm écart type	\pm 82,90	\pm 27,95		\pm 54,83	\pm 37,54		

*NC= Non connu

DISCUSSION

I. PRINCIPAUX RESULTATS

L'objectif principal de notre étude était de comparer l'effet sur l'équilibre et la marche d'un tee-shirt comportant une membrane céramique à un tee-shirt placebo chez des sujets âgés présentant un trouble de l'équilibre.

Notre étude prospective, randomisée, contrôlée contre placebo et évaluée en condition de double aveugle n'a pas objectivé d'amélioration significative de l'équilibre, évalué par le test de Tinetti, lorsque les patients portent un tee-shirt comportant des fibres céramiques (tee-shirt céramique).

A. Critère de jugement principal : le test de Tinetti

Nous avons constaté une amélioration de 28 patients sur 30 dans le groupe des patients portant le tee-shirt céramique soit une amélioration de 93,3% des patients, contre une amélioration de 27 patients sur 30 dans le groupe placebo. Cette amélioration s'est traduite par une perte de $3,50 \pm 2,05$ points en moyenne sur 35 (soit une amélioration de l'équilibre) dans le groupe céramique contre une perte de $3,67 \pm 2,71$ points en moyenne dans le groupe placebo.

Quel que soit le groupe il existait une amélioration significative avec le port du tee-shirt, en revanche notre étude ne montrait pas de différence significative entre les deux groupes.

En considérant les sous scores du test de Tinetti, nous n'avons pas non plus montré d'amélioration significative sur le score de Tinetti statique (amélioration de

2,70 ± 2,05 points en moyenne dans le groupe céramique, contre 2,87 ± 2,06 points dans le groupe placebo). De la même façon pour le score de Tinetti dynamique il existait une amélioration de 0,80 ± 1,29 point dans le groupe céramique contre 0,83 ± 1,21 point dans le groupe placebo.

Les résultats de notre étude diffèrent avec ceux de la première étude qui démontrait un lien significatif entre l'amélioration de l'équilibre mesuré par le test de Tinetti et le port du tee-shirt composé de fibres céramique. Dans cette étude il était constaté une amélioration de tous les patients sans exception dans le groupe céramique contre sept sur dix dans le groupe de personnes portant le tee-shirt placebo. Elle constatait également une amélioration plus nette sur le sous score du Tinetti statique dans le groupe céramique, et une amélioration moins importante sur le sous score de Tinetti dynamique.

L'explication que nous pouvons avancer devant cette différence de résultats est celle d'un effet placebo identique dans les deux groupes.

B. Critères de jugement secondaires

En posturographie, un seul paramètre mettait en évidence une amélioration significative avec le port du tee-shirt céramique : la diminution de la vitesse de déplacement du centre de pression en faveur d'un meilleur équilibre postural.

Les données de la littérature montrent qu'avec l'âge, il existe une majoration de l'amplitude et de la fréquence des oscillations du centre de pression, quel que soit le sexe (50). On note par ailleurs que les oscillations sont plus fréquentes chez les chuteurs que chez les non chuteurs (51) et que la vitesse moyenne des oscillations du centre de pression est plus élevée chez les chuteurs que chez les non chuteurs (23).

En posturographie, la longueur du trajet du centre de pression, sa vitesse de déplacement, les déplacements médio-latéraux et antéro-postérieurs sont les meilleurs paramètres pour distinguer les chuteurs des non chuteurs (22).

L'amplitude des oscillations médio-latérales du centre de pression est le paramètre qui permet de mieux distinguer les patients chuteurs des non chuteurs lorsque la posturographie est réalisée avec les yeux fermés (52).

Une optimisation du contrôle postural lors de la station debout est caractérisée par une plus petite amplitude des oscillations du centre de pression (22).

Concernant les autres paramètres il n'existait pas de différence significative. Les deux groupes ont évolué de la même façon pour la surface de l'ellipse et les déplacements antéro-postérieurs du centre de pression. Il existait une augmentation de la surface de l'ellipse et de l'amplitude des déplacements antéro-postérieurs sans différence significative entre les 2 groupes. Les déplacements médio-latéraux du centre de pression étaient augmentés avec le tee-shirt céramique et diminués avec le tee-shirt placebo sans différence significative. Ces données sont contradictoires et donc peu interprétables.

Une augmentation de la surface de l'ellipse traduit une diminution de la stabilité posturale avec l'élargissement du polygone de sustentation. Une augmentation des déplacements antéro-postérieurs et médio-latéraux du centre de pression traduit une aggravation de l'équilibre postural.

La diminution de la stabilité posturale observée dans les deux groupes est en faveur d'une fatigabilité des patients en raison de tests plus longs que ceux de la première étude, avec des périodes de récupération courtes. En effet, dans le but de limiter la variabilité intra-individuelle de certains tests, et d'éviter les pertes de

données due aux aléas techniques, chaque test était réalisé plusieurs fois. Cela a entraîné un allongement de la période des tests. Il est communément acquis que le fait de reproduire les enregistrements à plusieurs reprises permet d'améliorer la reproductibilité. En revanche cela entraîne une fatigue et une perte de concentration qui peuvent expliquer cette absence d'amélioration.

L'autre explication que nous pouvons avancer, est que la posturographie est un outil qui reste discuté. Le développement des plateformes de force permet d'envisager de plus en plus précisément l'analyse de la posture des sujets sains et pathologiques mais de nombreux auteurs s'interrogent sur la reproductibilité, la sensibilité et spécificité de la posturographie (53). En effet, la posturographie apparaît peu reproductible (54) (22) (55). Par ailleurs on note un manque de normalisation des conditions de passage de l'examen et des indices mesurés entre les laboratoires (54). Certains auteurs expriment l'idée que la fiabilité test-retest dépend de facteurs tels que le nombre d'essais enregistrés et la durée d'enregistrement plutôt que d'une sélection de paramètres du centre de pression en particulier, car il existe peu de cohérence entre les méthodes et les paramètres sélectionnés selon les constructeurs. Ils recommandent une durée d'enregistrement de plus de 90 secondes nécessaire pour atteindre une fiabilité acceptable et une répétition de 3 à 5 enregistrements pour faire une moyenne des résultats (56). Cependant, la multiplication des examens peut avoir l'effet inverse avec une chute de concentration qui majore l'instabilité.

Concernant l'initiation du pas en condition autocommandée, les deux groupes ont évolué de la même façon et nous n'avons pas pu démontrer un lien significatif

avec le port du tee-shirt céramique. Les groupes céramique et placebo ont tous deux présentés une augmentation du recul maximal du centre de pression, une augmentation du shift latéral maximal ainsi qu'une très discrète augmentation de la durée des APA. Ces données sont également en faveur d'une fatigabilité en deuxième partie des tests.

En condition déclenchée, il existe une différence significative sur le shift latéral maximal du centre de pression, en faveur d'une diminution de l'amplitude des ajustements posturaux anticipés sur les déplacements latéraux dans le groupe céramique. Bien que statistiquement significatif, ce paramètre est peu interprétable car il n'est pas couplé à une diminution d'amplitude du déplacement postérieur maximal du centre de pression.

Pour les autres paramètres de l'initiation du pas déclenchée (recul maximum du centre de pression, durée des ajustements posturaux anticipés, temps de réaction) : les deux groupes ont évolué de la même façon et nous n'avons pas pu démontrer un lien significatif avec le port du tee-shirt céramique.

On note une diminution de la durée des APA en condition autocommandée, avec une augmentation de la durée des APA en condition déclenchée. Cela confirme que la phase de préparation au mouvement est plus longue en condition autocommandée qu'en condition déclenchée (57) .

Par ailleurs on note une très importante variabilité intra-individuelle des valeurs pour les paramètres de l'initiation du pas en condition autocommandée et déclenchée, raison pour laquelle nous avons décidé de répéter les mesures à trois reprises. Les coefficients de variation vont de 26 à 64%. Cela prouve une très grande dispersion des valeurs autour de la moyenne, et c'est d'autant plus critique que les

coefficients de variation donnés ici sont des coefficients de variation intra-individuelle et non inter-individuelle. Cela pose la question de la répétabilité et donc de la reproductibilité. Devant un modèle peu stable nos résultats sont peu reproductibles sur d'autres données et sont donc à interpréter de manière prudente.

Concernant la marche, il n'a pas été mis en évidence d'amélioration significative en lien avec le port du tee-shirt, que ce soit en marche simple tâche ou en marche double tâche. Toutefois, il existe pour la totalité des paramètres, une tendance à l'amélioration secondaire au port du vêtement placebo ou céramique.

On note une discrète amélioration de la vitesse de marche et de la longueur de l'enjambée, avec une diminution de la durée d'enjambée.

La vitesse et la variabilité de la marche sont deux indicateurs du risque de chute. La variation de 0,017m de la longueur du pas dans un cycle de pas double le risque de chute (37) (58).

Sur les données mesurées, pour le groupe placebo comme pour le groupe céramique, la vitesse de marche est plus rapide et la longueur du pas plus importante en simple tâche qu'en double tâche. Par ailleurs la durée de l'enjambée est plus courte en simple tâche qu'en double tâche. Ces valeurs sont cohérentes avec les données de la littérature, l'étude des modifications des caractéristiques spatio-temporelles de la marche en condition de double tâche ont mis en évidence que la marche du sujet âgé comparée à celle du sujet jeune mobilise plus de ressources attentionnelles (25), cela résulte du partage des ressources attentionnelles.

On note une variabilité inter-individuelle moins importante sur les paramètres de la marche.

La validité et la reproductibilité test-retest des méthodes d'analyse de la marche avec des systèmes d'analyse informatisé est généralement acquise (59).

La tâche de franchissement d'obstacle n'a pas pu être analysée, de nombreux patients n'étaient pas en mesure de réaliser les tests. En effet, cette tâche effectuée en fin de tests est difficile à réaliser chez des patients âgés altérés. Plusieurs patients ont refusé de franchir l'obstacle, d'autres se sont arrêtés avant de le franchir et certains se sont mis en danger en réalisant la tâche. Par ailleurs en raison d'une perte de marqueurs importante et de soucis d'identification de marqueurs, cela a conduit à l'impossibilité d'analyser les résultats pour une partie des patients.

Le Functional Reach test était souvent mal réalisé, les consignes étaient mal comprises ou mal exécutées. Par ailleurs il est arrivé que certains patients se mettent danger lors de réalisation des tests, ce qui nous a conduits plusieurs fois à décider de ne pas faire continuer les tests.

II. FORCES ET FAIBLESSES DE L'ETUDE

A. Forces

Le point fort de notre étude est sa conception sur le plan méthodologique, notamment le fait qu'elle soit randomisée. La randomisation permet d'éviter les biais de sélection, et la présence du groupe contrôle permet d'éviter les facteurs de confusion.

Par ailleurs, la procédure en double aveugle permet de s'affranchir du biais d'évaluation et d'interprétation.

D'autre part, nous n'avons pas déclaré d'évènements indésirables lors de notre étude.

A notre connaissance, aucune étude antérieure ne s'est intéressée aux techniques d'analyse du mouvement pour étudier l'effet d'un tee-shirt avec des fibres céramiques, cela apporte des données nouvelles. La réalisation de ce travail nous a permis de recueillir une importante base de données sur l'analyse du mouvement de 60 personnes âgées chuteuses pouvant servir ultérieurement à d'autres projets.

B. Faiblesses

Il existe un biais de recrutement dans notre étude, en effet les patients inclus venaient pour 71,7% du domicile. On note également un biais d'auto-sélection car les patients inclus étaient uniquement des patients volontaires ayant accepté de se déplacer à l'hôpital Roger Salengro pour la réalisation des tests, les résultats sont donc difficiles à extrapoler sur la population générale des patients chuteurs en foyer logement, EHPAD, ou chez les patients fortement altérés ayant refusé de se déplacer.

Il existe potentiellement un biais de mesure lors de la réalisation de la deuxième partie des tests, en effet les tests sont relativement difficiles à réaliser dans notre population cible, les temps de récupération étaient de courte durée et cela peut avoir impacté les résultats de la deuxième série de tests.

En ce qui concerne les biais de mesure on peut noter également pour le critère de jugement principal, le fait que le test de Tinetti, bien qu'étant considéré comme un gold standard pour l'évaluation des personnes à risque de chute, reste un test lié à l'observation de l'évaluateur.

Par ailleurs, concernant les critères de jugement secondaires, tous les participants n'ont pas bénéficié de la posturographie ou de l'ensemble des tests de l'analyse du mouvement.

Enfin nous avons été confrontés à de nombreuses pertes de marqueurs tout au long de l'étude avec une perte de données ainsi que certaines données enregistrées mais non analysables. En dépit des vérifications durant les tests, il arrivait que certains marqueurs soient cachés par les vêtements ou ne soient pas reconnus par les caméras VICON. Cela a conduit à de nombreux tests non analysables, notamment concernant le franchissement d'obstacle. Nous avons réussi à corriger en partie ce problème en cours d'étude en changeant les sphères réflexives par des sphères de taille supérieure, plus de 45 patients étaient déjà inclus dans l'étude à ce moment-là.

Nous avons également noté la présence de données aberrantes, probablement dues à des erreurs d'enregistrement. Lors des expérimentations en analyse du mouvement, plusieurs types d'erreurs sont possibles : des erreurs instrumentales (position ou calibrage des caméras), des erreurs d'expérimentation liées au placement ou au mouvement des marqueurs, des erreurs humaines liées au manque d'expérience de l'investigateur. Nous n'excluons pas la possibilité d'erreurs survenues lors du traitement des données, les systèmes Vicon et Matlab sont des systèmes d'analyses qui nécessitent une certaine pratique.

Il a été émis l'hypothèse que les vêtements enduits de biocéramique augmentaient la circulation sanguine, favorisaient la thermorégulation et la relaxation

musculaire. L'hypothèse physiopathologique reste obscure à ce jour. Des sociétés spécialisées dans le secteur des tissus techniques ont breveté la technologie biocéramique à l'image de la technologie Gold Reflect'Line®. Il existe par ailleurs des gants en biocéramique destinés au traitement du syndrome de Raynaud (amélioration de la vasodilatation et de la circulation sanguine).

La biocéramique est composée d'oxydes de métaux et de microparticules de terres provenant de roches volcaniques. Le mélange broyé auquel on ajoute un liant peut être inclus dans un film en polymère très fin et intégré sur un support textile. La biocéramique est incorporée aux vêtements soit sous forme de membrane, soit par impression (sérigraphie, transferts).

Cette technologie utilise les qualités des infrarouges lointains (IRL). Certains IRL sont émis par le soleil, d'autres sont émis par le corps humain. Cette biocéramique capte les IRL du soleil pour les restituer vers l'intérieur du tissu et restitue les IRL émis par le porteur du vêtement.

Les IRL réfléchis génèrent des micro-vibrations, cela entraîne une réaction thermique en élevant la température des tissus. Le corps réagit en dilatant les vaisseaux sanguins, permettant une amélioration de la circulation sanguine sans augmentation de la fréquence cardiaque.

En accélérant le flux sanguin, la biocéramique permettrait une meilleure relaxation musculaire, favoriserait l'élimination des toxines et de l'acide lactique. Par ailleurs, elle permettrait de réduire les spasmes musculaires, diminuer la douleur au niveau des terminaisons nerveuses, entraînerait une meilleure thermorégulation. Elle permettrait un équilibre amélioré, avec une meilleure stabilité posturale. Enfin, elle favoriserait un apaisement, une sensation de bien-être (60) (31).

Notre étude se déroulait en laboratoire, avec une lumière artificielle, sans fenêtres. Le tee-shirt était porté sur une période de 1h30 maximum. Selon l'hypothèse physiologique avancée, l'effet du tee-shirt porté en condition réelle pourrait peut-être différer des résultats obtenus ici.

CONCLUSION

Notre travail avait pour objectif de comparer l'effet sur l'équilibre et la marche d'un tee-shirt comportant une membrane céramique à un tee-shirt placebo chez des sujets âgés présentant un trouble de l'équilibre. Nous n'avons pas mis en évidence d'amélioration significative secondaire au port du vêtement biocéramique.

Néanmoins il est indispensable de poursuivre les recherches pour trouver des solutions innovantes dans le domaine de la chute chez la personne âgée possiblement en lien avec l'analyse du mouvement.

En termes de santé publique, le principal défi du vieillissement de la population est de repousser le plus tard possible l'entrée dans la dépendance, et de trouver des solutions aux conséquences physiques et économiques de la perte d'autonomie. Les technologies pour la santé et pour l'autonomie sont un axe majeur du développement d'une société adaptée au vieillissement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. HAS. Prévention des chutes accidentelles chez la personne âgée. Recommandations de bonnes pratiques. 2005.
2. Bourdessol H, Pin S. Prévention des chutes chez les personnes âgées à domicile: référentiel de bonnes pratiques/Réseau francophone de prévention des traumatismes et de promotion de la sécurité. Saint-Denis: INPES; 2005.
3. Dargent-Molina P, Breart G. Epidemiology of falls and fall-related injuries in the aged. *Rev Epidemiol Sante Publique*. 1994;43:72-83.
4. Chang JT. Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ*. 2004;328:680-0.
5. HAS. Evaluation et prise en charge des personnes âgées faisant des chutes répétées. Recommandations de bonnes pratiques. 2009.
6. Insee Première - Projections de population à l'horizon 2070
7. Muller F, Denis B, Valentin C, Teillet L. Vieillesse humaine : évolution démographique et implications médicales. *Nutr Clin Métabolisme*. 2004;18:171-4.
8. Plusieurs centaines de milliers de chutes chez les personnes âgées chaque année en France. *Épidémiologie et prévention des chutes chez les personnes âgées*. Cécile Ricard
9. Collège national des enseignants de gériatrie. Chapitre 9 - Item 128 - Troubles de la marche et de l'équilibre.
10. Raïche M, Hébert R, Prince F, Corriveau H. Screening older adults at risk of falling with the Tinetti balance scale. *The Lancet*. 2000;356:1001-2.
11. Haute Autorité de Santé - HAS. Évaluation et prise en charge des personnes âgées faisant des chutes répétées. *Recommandations Pour la Pratique Clinique* 2009.
12. Overstall PW, Exton-Smith AN, Imms FJ, Johnson AL. Falls in the elderly related to postural imbalance. *Br Med J*. 1977;1:261-4.
13. Defebvre L. Troubles de la marche. *EMC - Traité Médecine AKOS*. 2010;5:1-7.
14. Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc*. 1986;34:119-26.
15. Perell KL, Nelson A, Goldman RL, Luther SL, Prieto-Lewis N, Rubenstein LZ. Fall Risk Assessment Measures: An Analytic Review. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56:M761-6.
16. Cipriany-Dacko LM, Innerst D, Johannsen J, Rude V. Interrater reliability of the tinetti balance scores in novice and experienced physical therapy clinicians. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;78:1160-4.

17. Shore WS, DeLateur BJ, Kuhlemeier KV, Imteyez H, Rose G, Williams MA. A comparison of gait assessment methods: tinetti and GAITrite electronic walkway : letters to the editor. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53:2044-5.
18. Mount J, Bolton M, Cesari M, Guzzardo K, Tarsi J. Group Balance Skills Class for People with Chronic Stroke: A Case Series. *J Neurol Phys Ther.* 2005;29:24-33.
19. Whitney SL, Poole JL, Cass SP. A Review of Balance Instruments for Older Adults. *Am J Occup Ther.* 1998;52:666-71.
20. HAS 2007 - Analyse de la posture statique et/ou dynamique sur plate-forme de force (posturographie).
21. Noël M, Dumez K, Cool G, Luyat M. Force platforms, a technological innovation. *Soins Gériatrie.* 2012:36.
22. Pizzigalli L, Micheletti Cremasco M, Mulasso A, Rainoldi A. The contribution of postural balance analysis in older adult fallers: A narrative review. *J Bodyw Mov Ther.* 2016;20:409-17.
23. Fernie GR, Gryfe CI, Holliday PJ, Llewellyn A. The relationship of postural sway in standing to the incidence of falls in geriatric subjects. *Age Ageing.* 1982;11:11-6.
24. Gasq D, Molinier F, Lafosse J-M. Physiologie, méthodes d'explorations et troubles de la marche. Technical report, Université Paul Sabatier; 2013.
25. Beauchet O, Berrut G. Marche et double tâche: définition, intérêts et perspectives chez le sujet âgé. *Psychol Neuropsychiatr Vieil.* 2006;4:215-25.
26. 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. In: *The Cochrane Collaboration, éditeur. Cochrane Database of Systematic Reviews . Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2012*
27. Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, Close JCT, Lord SR. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *New South Wales Public Health Bull.* 2011;22:78.
28. Blain H, Légèlise M-S, Bernard P-L, Dupeyron A, Pastor E, Strubel D, et al. Living Lab MACVIA-LR Équilibre et prévention des chutes. *Presse Médicale.* 2015;44:S23-30.
29. Vellas BJ, Wayne SJ, Romero L, Baumgartner RN, Rubenstein LZ, Garry PJ. One-Leg Balance Is an Important Predictor of Injurious Falls in Older Persons. *J Am Geriatr Soc.* 1997;45:735-8.
30. Delbaere K, Close JCT, Mikolaizak AS, Sachdev PS, Brodaty H, Lord SR. The Falls Efficacy Scale International (FES-I). A comprehensive longitudinal validation study. *Age Ageing.* 2010;39:210-6.
31. Cian C, Gianocca V, Barraud PA, Guerraz M, Bresciani JP. Bioceramic fabrics improve quiet standing posture and handstand stability in expert gymnasts. *Gait Posture.*

- 2015;42:419-23.
32. Cantegrit E, Université du droit et de la santé Lille 2. Effet sur l'équilibre d'un tee-shirt comportant des fibres céramiques : étude interventionnelle, prospective, contrôlée contre placebo dans une population âgée. 2012. Thèse d'exercice.
 33. Janusz BW, Beck M, Szczepańska J, Sadowska D, Bacik B, Juras G, et al. Directional measures of postural sway as predictors of balance instability and accidental falls. *J Hum Kinet.* 2016;52:75-83.
 34. Toupet M, Imbaud-Genieys S. Examen clinique et paraclinique du patient atteint de vertiges et/ou de troubles de l'équilibre. 20-27962.
 35. Bouisset S, Do M-C. Posture, dynamic stability, and voluntary movement. *Neurophysiol Clin Neurophysiol.* 2008;38:345-62.
 36. Schieppati M, Honeine JL, Do M-C, Crisafulli O. On the origin of the mediolateral displacement of the centre of pressure during gait initiation. *Ann Phys Rehabil Med.* 2016;59.
 37. Gillain S, Petermans J. Contribution of new techniques to study the gait in old populations. *Ann Phys Rehabil Med.* 2013;56:384-95.
 38. Tateuchi H, Ichihashi N, Shinya M, Oda S. Anticipatory Postural Adjustments during Lateral Step Motion in Patients with Hip Osteoarthritis. *J Appl Biomech.* 2011;27:32-9.
 39. Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafson Y. « Stops walking when talking » as a predictor of falls in elderly people. *The Lancet.* 1997;349:617.
 40. Behrman AL, Light KE, Flynn SM, Thigpen MT. Is the functional reach test useful for identifying falls risk among individuals with Parkinson's disease? *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83:538-42.
 41. Duncan PW, Studenski S, Chandler J, Prescott B. Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans. *J Gerontol.* 1992;47:M93-98.
 42. Waroquier-Leroy L, Bleuse S, Serafi R, Watelain E, Pardessus V, Tiffreau A-V, et al. The Functional Reach Test: Strategies, performance and the influence of age. *Ann Phys Rehabil Med.* 2014;57:452-64.
 43. Costarella M, Monteleone L, Steindler R, Zuccaro SM. Decline of physical and cognitive conditions in the elderly measured through the functional reach test and the mini-mental state examination. *Arch Gerontol Geriatr.* 2010;50:332-7.
 44. Galna B, Peters A, Murphy AT, Morris ME. Obstacle crossing deficits in older adults: A systematic review. *Gait Posture.* 2009;30:270-5.
 45. Martens KAE, Almeida QJ. Dissociating between sensory and perceptual deficits in PD: More than simply a motor deficit. *Mov Disord.* 2012;27:387-92.
 46. Noel M, Bernard A, Luyat M. The overestimation of performance: a specific bias of

- aging? *Gériatrie Psychol Neuropsychiatr Viellissement*. 2011;:287–294.
47. Uemura K, Yamada M, Nagai K, Tanaka B, Mori S, Ichihashi N. Fear of falling is associated with prolonged anticipatory postural adjustment during gait initiation under dual-task conditions in older adults. *Gait Posture*. 2012;35:282–6.
 48. Taylor ME, Ketels MM, Delbaere K, Lord SR, Mikolaizak AS, Close JCT. Gait impairment and falls in cognitively impaired older adults: an explanatory model of sensorimotor and neuropsychological mediators. *Age Ageing*. 2012;41:665–9.
 49. Stelmach GE, Worringham CJ. Sensorimotor deficits related to postural stability. Implications for falling in the elderly. *Clin Geriatr Med*. 1985;1:679–94.
 50. Lord SR, Clark RD. Simple Physiological and Clinical Tests for the Accurate Prediction of Falling in Older People. *Gerontology*. 2009;42:199–203.
 51. Aufauvre V, Kemoun G, Carette P, Bergeal E. Évaluation posturale à domicile chez la personne âgée : comparaison chuteurs–non chuteurs. *Ann Réadapt Médecine Phys*. 2005;48:165–71.
 52. Maki BE, Holliday PJ, Topper AK. A Prospective Study of Postural Balance and Risk of Falling in An Ambulatory and Independent Elderly Population. *J Gerontol*. 1994;49:M72–84.
 53. Thoumie P. Intérêts et limites de la posturographie pour l'évaluation des troubles de l'équilibre. *Lett Médecine Phys Réadapt*. 2012;28:139–44.
 54. Pérennou D, Decavel P, Manckoundia P, Penven Y, Mourey F, Launay F, et al. Évaluation de l'équilibre en pathologie neurologique et gériatrique. *Ann Réadapt Médecine Phys*. 2005;48:317–35.
 55. Geurts AC, Nienhuis B, Mulder T. Intrasubject variability of selected force-platform parameters in the quantification of postural control. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993;74:1144–50.
 56. Pinsault N, Vuillerme N. Test–retest reliability of centre of foot pressure measures to assess postural control during unperturbed stance. *Med Eng Phys*. 2009;31:276–86.
 57. Delval A, Krystkowiak P, Blatt J-L, Labyt E, Destée A, Derambure P, et al. Caractérisation des ajustements posturaux lors d'une initiation de la marche déclenchée par un stimulus sonore et autocommandée chez 20 sujets sains. *Neurophysiol Clin Neurophysiol*. 2005;35:180–90.
 58. 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;82:1050–6.
 59. Barker S, Craik R, Freedman W, Herrmann N, Hillstrom H. Accuracy, reliability, and validity of a spatiotemporal gait analysis system. *Med Eng Phys*. 2006;28:460–7.
 60. Leung T-K. Physiological Effects of Bioceramic Material: Harvard Step, Resting Metabolic Rate and Treadmill Running Assessments. *Chin J Physiol*. 2013;56:334–40.

ANNEXES

Annexe A : Test de Tinetti

Equilibre statique

Le score total du test de Tinetti statique est calculé en comptant zéro pour une réponse normale ; un point pour une réponse adaptée ; deux points pour une réponse anormale.

1) **Equilibre assis**

La personne se tient assise sur une chaise, dos droit

- Réponse normale : ferme, stable
- Réponse adaptée : se tient à la chaise pour rester tronc vertical
- Réponse anormale : penche, glisse sur la chaise

2) **Se lever d'une chaise**

- Réponse normale : se lève seul d'un seul tenant sans l'aide des bras
- Réponse adaptée : utilise les bras pour se tracter ou s'appuyer, se déplace vers l'avant avant de se lever
- Réponse anormale : plusieurs tentatives nécessaires ou incapable sans assistance

3) **Equilibre immédiatement après s'être relevé**

Dans les 3 à 5 premières secondes.

- Réponse normale : stable, sans tenir à quoi que ce soit
- Réponse adaptée : stable, mais utilise un objet comme support
- Réponse anormale : le moindre signe d'instabilité

4) **Equilibre debout**

Yeux ouverts, pieds joints.

- Réponse normale : stable, pieds joints sans se tenir
- Réponse adaptée : stable mais ne peut joindre les pieds
- Réponse anormale : le moindre signe d'instabilité

5) **Equilibre les yeux fermés**

Pieds joints dans la mesure du possible

- Réponse normale : stable sans se tenir
- Réponse adaptée : stable pieds écartés
- Réponse anormale : le moindre signe d'instabilité ; ou doit se tenir

6) **Equilibre après 360°**

La personne effectue un tour complet sur elle-même.

- Réponse normale : pas de tentative d'agrippement, ne titube pas, ne se tient pas, les pas sont continus (tour fluide)
- Réponse adaptée : les pas sont discontinus, pose un pied complètement sur le sol avant de lever l'autre
- Réponse anormale : le moindre signe d'instabilité ; ou doit se tenir.

7) **Resistance à une poussée sternale**

L'examineur exerce une poussée modérée sur le sternum à 3 reprises, la personne est debout, pieds joints, les bras croisés sur le thorax. Cette manœuvre étudie la capacité à résister à un déplacement vers l'arrière.

- Réponse normale : stable, résiste à la pression
- Réponse adaptée : déplace les pieds mais garde l'équilibre
- Réponse anormale : tombe, l'examineur l'aide à maintenir l'équilibre

8) **Equilibre après rotation de la tête**

On demande à la personne de tourner la tête de chaque côté, puis de regarder vers le haut en restant debout, pieds joints.

- Réponse normale : peut tourner la tête à mi-chemin de chaque côté ; peut pencher la tête en arrière ; ne titube pas ; ne s'agrippe pas ; pas de symptômes de tête vide, d'instabilité, ni de douleur
- Réponse adaptée : capacité diminuée à tourner la tête de chaque côté ou à étendre le cou mais ne titube pas ni ne s'agrippe ; pas de symptômes de tête vide, d'instabilité ou de douleur
- Réponse anormale : le moindre signe d'instabilité, ou apparition de symptômes lors de la rotation de la tête ou de l'extension du cou

9) Equilibre en station unipodale

- Réponse normale : tient au moins cinq secondes sans se tenir
- Réponse adaptée : tient au moins cinq secondes en se tenant
- Réponse anormale : incapable de réaliser l'épreuve

10) Equilibre hyperextension de la tête en arrière

On demande à la personne de se pencher en arrière le plus loin possible sans se tenir

- Réponse normale : bonne extension sans se tenir ni chanceler
- Réponse adaptée : tentative d'extension mais l'amplitude du mouvement est diminuée (relativement aux personnes du même âge)
- Réponse anormale : pas de tentative, pas d'extension ou bien titube

11) Equilibre avec extension de la colonne vertébrale et élévation des membres supérieurs

Extension vers le haut : la personne essaie d'attraper un objet situé en hauteur

- Réponse normale : peut attraper l'objet sans se tenir, en étant stable
- Réponse adaptée : peut attraper l'objet mais se tient pour rester stable
- Réponse anormale : incapable ou instable

12) Equilibre penché en avant

On demande à la personne de ramasser un objet posé à terre devant lui

- Réponse normale : peut attraper l'objet facilement et du premier coup sans s'aider avec les bras pour se relever
- Réponse adaptée : peut attraper l'objet facilement et du premier coup mais s'aide avec les bras pour se relever
- Réponse anormale : incapable de se baisser ou de se relever ; ou fait plusieurs tentatives

13) Equilibre en s'asseyant

- Réponse normale : capable de s'asseoir d'un seul mouvement fluide
- Réponse adaptée : doit utiliser ses bras, le mouvement n'est pas fluide
- Réponse anormale : tombe sur la chaise ; apprécie mal les distances

Equilibre dynamique

Le score total du test de Tinetti dynamique est calculé en comptant zéro pour une réponse normale et un point pour une réponse anormale.

1) Initiation de la marche

- Réponse normale : débute la marche sans hésitation préalable, d'un seul tenant
- Réponse anormale : hésite, plusieurs tentatives, à coups

2) Hauteur du pas

L'observation débute après les premiers pas : on observe un pied, puis l'autre, en se plaçant de côté

- Réponse normale : le pied quitte complètement le sol
- Réponse anormale : le pied qui balance ne décolle pas complètement du sol ou est levé trop haut (on peut entendre le frottement)

3) Longueur du pas

On observe la distance entre les orteils du pied porteur et le talon du pied qui balance, en se plaçant de côté, un côté à la fois, après les premiers pas

- Réponse normale : il faut qu'il y ait au moins la longueur d'un pied entre les orteils du pied d'appui et le talon du pied qui balance
- Réponse anormale : la longueur d'un pas est inférieure à la longueur d'un pied

4) **Symétrie du pas**

On observe la distance entre le talon de chaque pied qui balance et les orteils de chaque pied d'appui, en se plaçant de côté, après les premiers pas

- La longueur du pas de chaque côté est pratiquement identique pour la plupart des cycles de pas
- Réponse anormale : la longueur du pas varie entre les côtés, la personne avance avec le même pied à chaque pas

5) **Régularité de la marche**

- Réponse normale : il commence à lever le talon d'un pied quand le talon de l'autre pied touche le sol, pas de pauses ni d'arrêts lors de la marche, longueur des pas identique pour tous les cycles
- Il pose entièrement le pied sur le sol avant de commencer à lever l'autre pied ou s'arrête complètement entre les pas ; ou la longueur des pas varie lors des cycles

6) **Déviations du trajet**

On se place à l'arrière, on observe un pied sur plusieurs enjambées, si possible par rapport à une ligne tracée sur le sol (Note : difficile à évaluer quand une personne utilise un déambulateur)

- Réponse normale : le pied suit fidèlement la ligne droite
- Réponse anormale : le pied dévie dans une direction

7) **Stabilité du tronc**

On se place à l'arrière. Les mouvements latéraux du tronc pouvant se voir lors d'une marche normale, il faut savoir les différencier d'une instabilité

- Réponse normale : le tronc ne balance pas, les genoux et le dos ne sont pas fléchis, les bras ne sont pas en abduction
- Réponse anormale : le tronc balance, les genoux et le dos sont fléchis, les bras sont en abduction pour équilibrer

8) **Ecartement des pieds pendant la marche**

On observe de l'arrière

- Réponse normale : les pieds se touchent presque au passage du pas
- Réponse anormale : les pieds se séparent lors de la marche

9) **Demi-tour pendant la marche**

- Réponse normale : ne titube pas, le demi-tour est continu
- Réponse anormale : titube, s'arrête avant de commencer, pas discontinus

Annexe B : Note d'information pour les participants

Note d'information pour les participants à la recherche biomédicale intitulée
« **Etude pilote pour l'évaluation d'un Tee-shirt « équilibre » contenant des fibres céramiques** »

Promoteur : CHRU de Lille

Investigateur principal : Professeur François Puisieux

Madame, Mademoiselle, Monsieur,

Le présent document décrit l'étude à laquelle il vous est proposé de participer. Il résume les informations actuellement disponibles en répondant aux différentes questions que vous pouvez vous poser dans le cadre de votre participation à cette recherche.

1) Pourquoi me propose t-on de participer à cette étude?

Les troubles de la marche et de l'équilibre sont l'une des principales causes de chutes chez les personnes âgées. Ces chutes engendrent de nombreuses complications (traumatiques et psychologiques) et augmentent les hospitalisations. C'est pourquoi, si vous acceptez de participer à l'étude, votre équilibre sera testé avec vos vêtements habituels et avec un tee-shirt dont ni vous ni le médecin qui réalisera le test ne saura s'il s'agit d'un tee-shirt céramique ou d'un tee-shirt placebo.

2) Quel est l'objectif de la recherche ?

Votre établissement de santé participe à une étude sur les effets sur l'équilibre d'un tee-shirt comportant une membrane céramique. Certaines observations tendent à montrer une amélioration de l'équilibre chez les personnes équipées d'un tel sous-vêtement, sans préjuger de la cause. Ce tee-shirt pourra être utilisé chez des personnes présentant des troubles de l'équilibre, notamment chez les personnes âgées, afin de diminuer le risque de chutes. Avant de tester le tee-shirt chez des patients à risque de chute, il est indispensable de vérifier que le tee-shirt améliore véritablement l'équilibre en l'évaluant contre un autre tee-shirt, apparemment identique mais dépourvu de tout effet (tee-shirt placebo).

3) Comment va se dérouler la recherche ?

Si vous décidez d'y participer, votre médecin vous fera passer un premier test d'équilibre, le test de Tinetti. Ce test est un test clinique bien validé permettant de déterminer la présence de troubles de l'équilibre chez une personne. Ce test analyse l'équilibre au cours de diverses situations de la vie quotidienne. Il se compose de deux parties : un temps d'étude des anomalies de l'équilibre reposant sur 13 situations posturales et un temps d'étude de la marche avec 9 items. Ce test prend 10 à 15 minutes pour sa réalisation.

Si vous êtes éligibles, vous serez invité à vous rendre une fois au laboratoire d'analyse du mouvement à l'hôpital Roger Salengro du CHRU de Lille. Une convocation vous sera remise précisant l'heure la date et le lieu précis où vous devrez vous rendre. Si vous ne pouvez vous rendre à cette convocation par vos propres moyens un transport en VSL vous sera remboursé sur présentation de la facture.

Lors de ce rendez-vous, vous passerez un nouveau test de Tinetti avec vos propres vêtements

puis en portant soit un tee-shirt céramique soit un tee-shirt placebo, de même texture, de même poids et de même aspect que le tee-shirt céramique. Le choix de l'un ou l'autre des tee-shirts se fait par tirage au sort à l'aide d'une méthode de randomisation. Cette étude se fait aussi en double aveugle, ce qui signifie que ni vous, ni votre médecin ne sauront si vous portez le tee-shirt céramique ou le tee-shirt placebo.

Ensuite une posturographie statique et une analyse de la marche vous seront proposées dans les mêmes conditions, c'est-à-dire, avec vos propres vêtements et avec un tee-shirt céramique ou placebo.

Pour la posturographie statique, il vous sera demandé de tenir debout sur une plateforme (qui ressemble à une simple balance) debout, pieds joints, les yeux ouverts puis les yeux fermés. La plateforme enregistre le déplacement de la projection de votre centre de gravité sur la plateforme, qui reflète les minimes déplacements de votre corps pour maintenir votre équilibre.

L'analyse de la marche consiste en un enregistrement filmé de la marche lors de l'initiation du pas, de la marche sur 10 m sans consigne particulière et alors que vous décompterez de 3 en 3 (condition de double-tâche), pendant la réalisation d'un « Functional reach test » qui consiste à se pencher le plus possible vers l'avant, le bras tendu, les talons collés au sol, enfin lors du d'obstacles hauts de 20 à 60 cm selon vos capacités.

4) Que se passera-t-il à la fin de ma participation à cette recherche ?

Votre prise en charge sera assurée selon la pratique habituelle.

5) Quels sont les bénéfices attendus ?

Les informations recueillies au cours de cette étude viendront compléter les connaissances du fabricant et des médecins quant à l'innocuité et à l'efficacité du dispositif. Nous ne pouvons garantir ni promettre que vous tirerez des bénéfices personnels de cette étude. En outre, vous ne percevrez aucune rémunération en échange de votre participation.

6) La recherche comporte-t-elle des risques, des effets indésirables et/ou des contraintes particulières ?

Les risques sont minimes, car les tests qui seront pratiqués ne demandent rien d'autre que d'accomplir des gestes de la vie quotidienne. Néanmoins, au cours de ces tests, le risque de chute n'est pas nul même s'il est très faible. Il s'agit là probablement du seul risque encouru. Lors de la réalisation de ces tests vous serez toujours accompagné d'un médecin qui s'assurera du bon déroulement de ces derniers et de votre bonne tolérance.

7) Quelles sont les conditions de participation à la recherche ?

Afin de pouvoir participer à cette étude, vous devez être affilié(e) à un régime obligatoire d'Assurance Maladie ou ayant droit d'un assuré social.

Votre participation à cette étude nécessite que nous informions votre médecin traitant, sauf si vous le refusez.

Il n'existe pas d'interdiction de participation simultanée à une autre recherche.

8) Quels sont mes droits en tant que participant à la recherche ?

Vous êtes libre d'accepter ou de refuser de participer à cette recherche sans avoir à vous justifier.

Vous n'êtes pas obligé de nous donner votre décision tout de suite ; vous disposez du temps que vous estimez nécessaire pour prendre votre décision.

En cas d'acceptation, vous pourrez à tout moment revenir sur votre décision, sans nous en préciser la raison.

Par ailleurs, vous pourrez obtenir au cours ou à l'issue de la recherche, communication de vos données détenues par votre médecin.

Dans le cadre de la recherche, un traitement de vos données personnelles sera mis en œuvre pour permettre d'analyser les résultats de l'étude au regard de l'objectif de cette dernière qui vous a été présenté. A cette fin, les données médicales vous concernant ou tout autre type de données existantes seront transmises au Promoteur de la recherche ou aux personnes ou société agissant pour son compte en France ou à l'étranger.

Ces données seront identifiées par un numéro de code et de la première lettre de votre nom et prénom. Ces données pourront également, dans des conditions assurant leur confidentialité, être transmises aux autorités de santé françaises. Conformément aux dispositions de la loi relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification. 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. Ces droits s'exercent auprès du médecin qui vous a proposé de participer à cette étude.

Si vous le souhaitez, vous obtiendrez communication des résultats globaux de l'étude à la fin de celle-ci ; ils vous seront alors transmis par courrier.

Vous n'aurez à supporter aucune charge financière supplémentaire du fait de votre participation à cette étude.

9) Le CHRU de Lille est-il autorisé à réaliser ce type de recherche?

Oui, en application de la loi, cette étude a été autorisée par l'ANSM¹, le 08/10/2013 elle a également reçu, le 19/07/2013, un avis favorable du Comité de Protection des Personnes Nord-Ouest VI, organisme officiel et indépendant qui a vocation à protéger la sécurité des personnes qui se prêtent à la recherche.

En outre, le CHRU de Lille, en sa qualité de promoteur, a souscrit une assurance pour la réalisation de cette étude. (SHAM contrat n°127.795)

10) A qui dois-je m'adresser en cas de questions ou de problèmes ?

Vous pouvez poser toutes les questions que vous souhaitez, avant, pendant et après l'étude en vous adressant au Pr F.PUISIEUX au 03 20 44 46 05

Paraphe du Médecin

Paraphe de l'intéressé

Nous vous remercions de parapher chaque page de ce document (réalisé en trois exemplaires), afin d'attester que vous l'avez lu et compris. Si vous êtes d'accord pour participer à cette étude, nous vous remercions également de bien vouloir donner votre consentement écrit en signant le formulaire ci-après.

¹ ANSM: Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé. Autorité de santé ayant notamment pour mission d'autoriser, de suivre et de contrôler le déroulement de la recherche.

Annexe C : Formulaire de consentement

<p>Formulaire de consentement de participation à une recherche biomédicale</p> <p>« Etude pilote pour l'évaluation d'un Tee-shirt « équilibre » contenant des fibres céramiques »</p> <p>Promoteur : CHRU de Lille</p> <p>Investigateur principal : Pr François PUISIEUX</p>

Je soussigné(e) Mme, M^{lle}, M. (rayer les mentions inutiles)
 accepte librement et volontairement de participer à la recherche biomédicale intitulée :
« Etude pilote pour l'évaluation d'un Tee-shirt « équilibre » contenant des fibres céramiques »
 dont le CHRU de Lille est promoteur et qui m'a été proposée par le Docteur/Professeur (nom, coordonnées).....

Etant entendu que :

- Le médecin qui m'a informé(e) et a répondu à toutes mes questions, m'a précisé que ma participation à cette étude est libre et que je peux arrêter d'y participer à tout moment en informant préalablement mon médecin
- J'ai été clairement informé(e) des éléments suivants : But de la Recherche- Méthodologie- Durée de ma participation- Bénéfices attendus- Contraintes- Risques prévisibles.
- J'ai bien compris que pour pouvoir participer à cette recherche, je dois être affilié(e) à un régime de sécurité sociale ou être ayant-droit d'un assuré social. Je confirme que c'est bien le cas,
- Si je le souhaite, je serai informé(e) par le médecin des résultats globaux de cette recherche selon les modalités figurant dans la note d'information qui m'a été remise,
- Mon consentement ne décharge en rien le médecin et le promoteur de l'ensemble de leurs responsabilités et je conserve tous mes droits garantis par la loi.

Fait à, le.....

Signature du participant,

Fait à, le.....

Signature du médecin investigateur:

Le présent formulaire est réalisé en trois exemplaires, dont un est remis à l'intéressé, ou à son représentant légal (pour les majeurs sous tutelle ou sous curatelle). Un exemplaire sera conservé par l'investigateur ; le dernier sera conservé par le promoteur en toute confidentialité, conformément à loi

Annexe D : Formulaire de recueil des données

PREMIERE PARTIE : INCLUSION

Date :

Nom de l'investigateur :

Code patient :

3 premières lettres du nom + 2 premières lettres du prénom : _ _ _ _ _

Sexe :

H

F

Lieu de vie :

Maison individuelle

Appartement

Résidence pour personnes âgées

Foyer logement

Maison de retraite

Long séjour

Conditions de vie :

Vit seul(e) :

Oui

Non

Si Non, avec :

Conjoint

Enfant

Autre

Antécédents médicaux personnels :

-
-
-
-
-
-
-

Habitudes :

- Tabac :

- Alcool :

Traitements :

-
-
-
-
-

Facteurs de risque de chute :

- Antécédent de chute :

Oui

Non

- Nombre de chutes dans l'année précédente :

- Antécédents de chutes traumatiques :
 - Oui
 - Non
- Antécédents de fracture lors d'une chute de sa hauteur :
 - Oui
 - Non
- Baisse de l'acuité visuelle :
 - Oui
 - Non
- Surdité :
 - Oui
 - Non
- Problème podologique :
 - Oui
 - Non
- Aides techniques à la marche :
 - Oui
 - Non
 - Si Oui :
 - Canne
 - Déambulateur
 - Autre
- **Test de Tinetti initial :** /35

DEUXIEME PARTIE : EVALUATION

Date :

Nom de l'investigateur :

Code patient :

3 premières lettres du nom + 2 premières lettres du prénom : _ _ _ _

N   DU TEE-SHIRT :

Taille :

Poids :

Longueur grand trochanter – malléole interne DROITE :

Longueur grand trochanter – malléole interne GAUCHE :

Largeur du genou DROIT ::

Largeur du genou GAUCHE

Largeur de la cheville DROITE :

Largeur de la cheville GAUCHE :

1 VETEMENTS PATIENTS

- test de Tinetti :
- posturographie yeux ouverts pendant une minute

- initiation du pas délenchée (3 fois) et autocommandée (3 fois), ordre aléatoire
- marche sur 10 mètres (3 allers-retours)
- marche sur 10 mètres en double tache

Aller 1

Retour 1

Aller 2

Retour 2

Aller 3

Retour 3

- fonctionnal reach test (3 essais)

estimation :

valeur mesurée :

- franchissement d'obstacle dynamique

estimation :

seuils franchis :

	ORDRE 1			ORDRE 2			ORDRE 3		
75	85	95	40	75	80	65	75	60	
100	40	60	55	45	70	50	60	80	
50	70	45	60	80	40	80	95	40	
65	60	65	85	95	65	40	70	90	
80	85	90	70	50	95	55	55	85	
90	50	75	100	75	60	90	70	50	
45	40	80	50	45	85	45	95	65	
55	70	100	65	100	90	100	45	75	
95	55		90	55		85	100		

- franchissement d'obstacle statique

estimation :

seuils franchis :

	ORDRE 1			ORDRE 2			ORDRE 3		
75	85	95	40	75	80	65	75	60	
100	40	60	55	45	70	50	60	80	
50	70	45	60	80	40	80	95	40	
65	60	65	85	95	65	40	70	90	
80	85	90	70	50	95	55	55	85	
90	50	75	100	75	60	90	70	50	
45	40	80	50	45	85	45	95	65	
55	70	100	65	100	90	100	45	75	
95	55		90	55		85	100		

2 T-SHIRT

- test de Tinetti :

- posturographie yeux ouverts pendant une minute

- initiation du pas délenchée (3 fois) et autocommandée (3 fois), ordre aléatoire

- marche sur 10 mètres (3 allers-retours)

- marche sur 10 mètres en double tache

Aller 1

Retour 1

Aller 2

Retour 2

Aller 3

Retour 3

- fonctionnal reach test (3 essais)

estimation :

valeur mesurée :

□ □ □

- franchissement d'obstacle dynamique

estimation :

seuils franchis :

	ORDRE 1			ORDRE 2			ORDRE 3		
75	85	95	40	75	80	65	75	60	
100	40	60	55	45	70	50	60	80	
50	70	45	60	80	40	80	95	40	
65	60	65	85	95	65	40	70	90	
80	85	90	70	50	95	55	55	85	
90	50	75	100	75	60	90	70	50	
45	40	80	50	45	85	45	95	65	
55	70	100	65	100	90	100	45	75	
95	55		90	55		85	100		

- franchissement d'obstacle statique

estimation :

seuils franchis :

	ORDRE 1			ORDRE 2			ORDRE 3		
75	85	95	40	75	80	65	75	60	
100	40	60	55	45	70	50	60	80	
50	70	45	60	80	40	80	95	40	
65	60	65	85	95	65	40	70	90	
80	85	90	70	50	95	55	55	85	
90	50	75	100	75	60	90	70	50	
45	40	80	50	45	85	45	95	65	
55	70	100	65	100	90	100	45	75	
95	55		90	55		85	100		

Annexe E : Posturographie

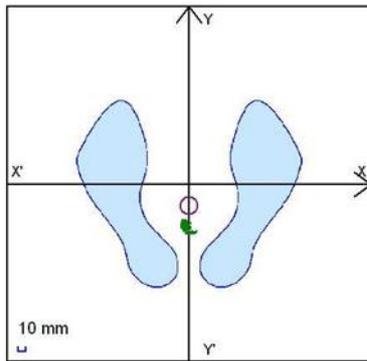
Evaluation de l'équilibre en condition statique YO

Satel

Patient :
 Date de naissance : 08/04/1928
 N° Sécurité Sociale : -
 Pathologie :

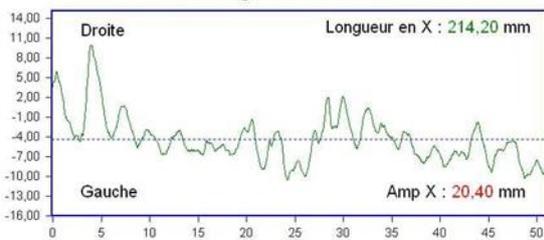
Prescripteur :

Examen N° 1389 du 08/04/2011 à 17H 24mn

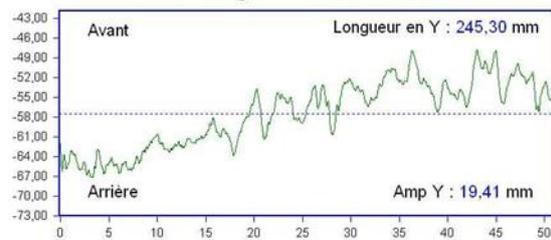


X Moyen : -4,33 mm 1,1 (-9,6 / 11,7)
 Y Moyen : -57,44 mm -29,2 (-1,5 / -57)
 Longueur : 360,75 mm 429 (307 / 599)
 Surface : 249,85 mm² 91 (39 / 210)
 Longueur X : 214,20 mm 245 (180 / 310)
 Amp X : 20,40 mm (14 / 19)
 Longueur Y : 245,30 mm 360 (260 / 460)
 Amp Y : 19,41 mm (21 / 30)
 Ly/Lx : 1,15 (1,3 / 1,5)
 LFS adulte : 0,86 1 (0,72 / 1,39)
 Prêdo. directionnelle : 110,80 ° Trigo.
 VFY : -12,88
 Coef. de Romberg : NC 288 (112 / 677)

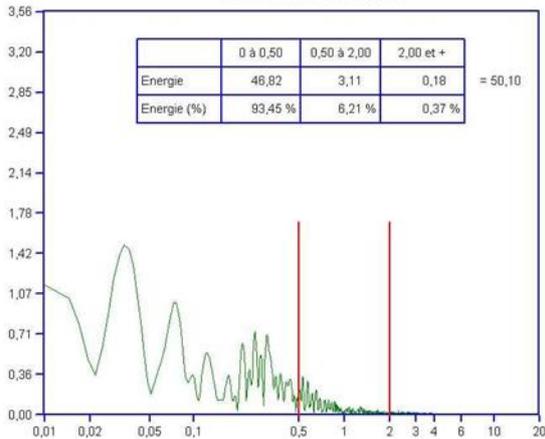
Stabilogramme Droite / Gauche



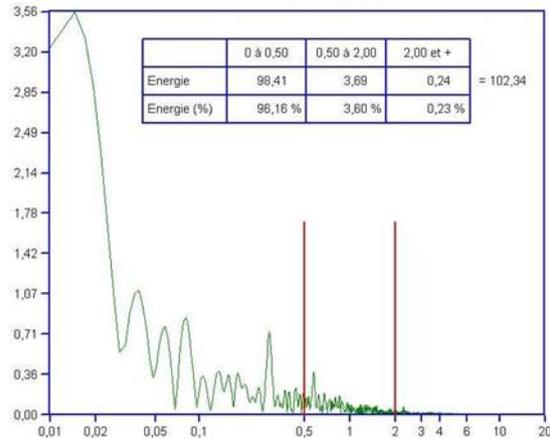
Stabilogramme Avant / Arrière



FFT Droite / Gauche



FFT Avant / Arrière

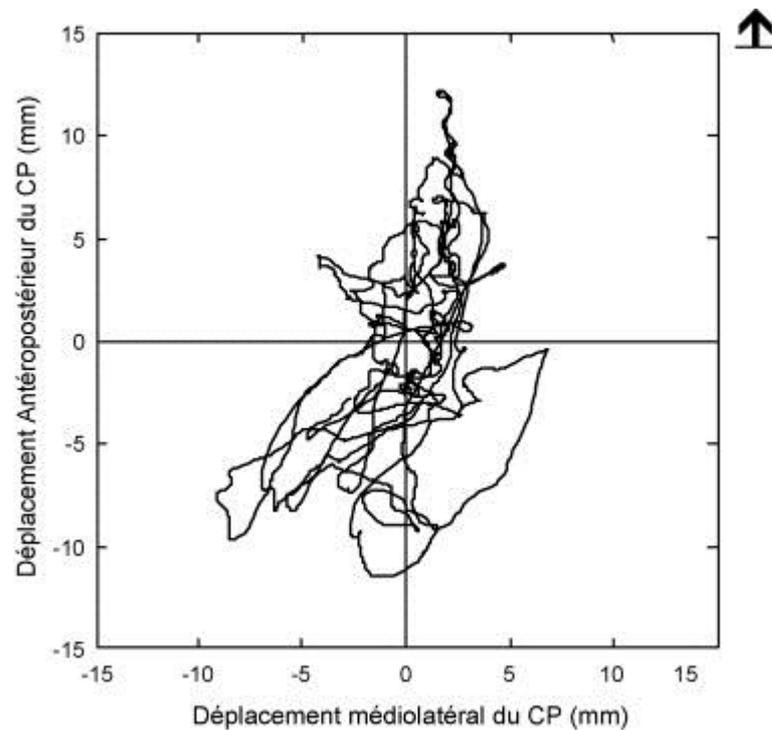


Conditions d'examen

Fréquence : 40,0 Hz Vestibulaire : Sans Critère 1 : Tee-shirt
 Durée : 51,2 s Occlusale : Sans Critère 2 :
 Plantaire : Sans Rachidienne : Sans Critère 3 :
 Autre : Sans

Annexe F : Posturographie

Stabilogramme : déplacement du centre de pression mesuré selon les axes anteropostérieur et médiolatéral chez un jeune adulte.



Source : Michel-Pellegrino V, Li K, Hewson D, Hogrel J-Y, Duchêne J. Techniques d'évaluation à domicile de la qualité de l'équilibre et de la force de préhension chez la personne âgée en perte d'autonomie. IRBM. nov 2009;30(5-6):262-7.

AUTEUR : Nom : DUFOUR

Prénom : Marie

Date de Soutenance : 16 mai 2017

Titre de la Thèse : Effet sur l'équilibre d'un tee-shirt comportant des fibres céramiques. Etude interventionnelle, randomisée, prospective, en double aveugle, contrôlée contre placebo dans une population âgée.

Thèse - Médecine - Lille 2017

Cadre de classement : Médecine

DES + spécialité : *DES de Médecine générale*

Mots-clés : chutes, vieillissement, prévention, biocéramique, Tinetti, équilibre postural.

Résumé :

Contexte : La chute chez la personne âgée est un évènement fréquent et grave. La prévention repose sur l'identification des facteurs de risque et la correction des facteurs modifiables. Les technologies pour la santé et l'autonomie sont consacrées à la promotion des nouvelles technologies dans le champ du vieillissement. La chute fait partie des domaines de recherche. Il a été découvert que les vêtements comportant des fibres céramiques pourraient améliorer l'équilibre. Le but de ce travail était de comparer l'effet sur l'équilibre et la marche, évalué par le test de Tinetti, d'un tee-shirt comportant une membrane céramique à un tee-shirt « placebo » chez des sujets âgés présentant un trouble de l'équilibre.

Méthodes : Notre étude interventionnelle, randomisée, prospective, en double aveugle, contrôlée contre placebo, a été réalisée chez des patients chuteurs recrutés à l'Hôpital gériatrique « Les Bateliers ». Les tests ont été réalisés au laboratoire d'analyse du mouvement de l'Hôpital Roger Salengro. De juillet 2013 à octobre 2016, 60 patients de plus de 65 ans ayant un Tinetti supérieur ou égal à 12 ont été inclus, après recueil d'un consentement éclairé. Deux types de tee-shirt étaient à notre disposition : céramique ou placebo, de même aspect, même poids, même texture. Un test de Tinetti, une posturographie et une analyse du mouvement étaient réalisés avec leurs propres vêtements, puis avec l'un des deux tee-shirts. Nous avons étudié les écarts entre les scores en condition « avec tee-shirt » et « sans tee-shirt » dans chaque groupe, afin d'évaluer l'effet du tee-shirt placebo ou céramique.

Résultats : 30 patients ont été inclus dans chaque groupe (placebo et céramique). Il existait une amélioration significative dans les deux groupes secondaires au port du tee-shirt ($p < 0,0001$). Pour le critère de jugement principal, le test de Tinetti, il existait une amélioration de $-3,50 \pm 2,05$ points sur 35 contre $-3,67 \pm 2,71$ dans le groupe placebo. Les écarts observés entre la condition « sans tee-shirt » et la condition « avec tee-shirt » n'étaient pas significativement différents entre les deux groupes ($p = 0,79$). Pour les sous scores du Tinetti, les deux groupes s'amélioraient sans différence significative entre les deux groupes. Pour la posturographie, seule la vitesse de déplacement du centre de pression diminuait de manière significative secondairement au port du tee-shirt céramique. Pour l'analyse du mouvement, seul le déplacement latéral maximal du centre de pression s'améliorait.

Conclusion : Nous n'avons pas montré de tendance à l'amélioration de l'équilibre secondaire au port de ce tee-shirt, en utilisant le test de Tinetti comme critère de jugement principal.

Composition du Jury :

Président : Professeur François Puisieux

Assesseurs : Professeur André Thévenon,
Docteur Marc Bayen,
Docteur Eléonore Cantégrit,
Docteur Arnaud Delval.