



## Avertissement

Ce document est le fruit d'un long travail et a été validé par l'auteur et son directeur de mémoire en vue de l'obtention de l'UE 28, Unité d'Enseignement intégrée à la formation initiale de masseur kinésithérapeute.

L'IFMK de Nancy n'est pas garant du contenu de ce mémoire mais le met à disposition de la communauté scientifique élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [secretariat@kine-nancy.eu](mailto:secretariat@kine-nancy.eu)

## Liens utiles

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F23431>

MINISTERE DE LA SANTE

REGION GRAND EST

INSTITUT LORRAIN DE FORMATION DE MASSO-KINESITHERAPIE DE NANCY

LES LIENS ENTRE LES TROUBLES COGNITIFS  
ET LES TROUBLES DE L'EQUILIBRE CHEZ UNE  
POPULATION GERIATRIQUE À TRAVERS LE  
TEST EQUIMOG

Mémoire présenté par **Loïc POLLIN**  
étudiant en 4ème année de masso-  
kinésithérapie, en vue de l'obtention du  
Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute 2015-2019



UE 28 - MÉMOIRE  
DÉCLARATION SUR L'HONNEUR CONTRE LE PLAGIAT

Je soussigné(e), .....

Certifie qu'il s'agit d'un travail original et que toutes les sources utilisées ont été indiquées dans leur totalité. Je certifie, de surcroît, que je n'ai ni recopié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément leur origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets.

Conformément à la loi, le non-respect de ces dispositions me rend passible de poursuites devant le conseil de discipline de l'ILFMK et les tribunaux de la République Française.

Fait à Nancy, le .....

Signature

## RÉSUMÉ / ABSTRACT

### Les liens entre les troubles cognitifs et les troubles de l'équilibre chez une population gériatrique à travers le test EquiMoG.

**Introduction :** Les kinésithérapeutes ont un rôle important dans la prévention des chutes chez les personnes âgées avec le travail de l'équilibre. L'objectif principal de cette étude est d'observer la relation entre les troubles cognitifs et les différents mécanismes d'équilibration chez la personne âgée en utilisant une échelle d'évaluation (EquiMoG) de l'équilibre par système. Les autres intentions de cette étude sont de rechercher une corrélation entre le score MMSE (Mini Mental State Examination) et le score total du test EquiMoG, et d'évaluer la concordance entre ce test et le test de Tinetti, reconnu et utilisé en pratique courante.

**Matériel/Méthode :** Il s'agit d'une étude transversale et non interventionnelle. Quarante-huit patients nous ont été adressés pour un bilan kinésithérapique en hôpital de jour au service de gériatrie du CHRU de Nancy. Le bilan inclut une évaluation par les échelles de Tinetti et EquiMoG, complété par un bilan kinésithérapique. Les patients ont été divisés en deux groupes à partir du score MMSE : un groupe «avec trouble neuro-cognitif (TNC)» (n=24) pour un score MMSE < 24 et un groupe «sans TNC» (n = 24) pour un score MMSE ≥ 24.

**Résultats :** La partie «mobilité et relever du sol» a une médiane plus faible dans le groupe TNC avec une différence significative (p = 0,0253). Il n'a pas été trouvé d'autre différence significative dans les autres composantes du test EquiMoG. La relation entre le score MMSE et le score total EquiMoG est relativement faible dans le groupe TNC (Rho=0,4 avec p < 0,05) et nulle avec l'ensemble de l'échantillon. Une concordance satisfaisante entre le test de Tinetti et le test EquiMoG est présente lorsque les valeurs des tests sont élevées.

**Discussion :** Le score MMSE n'étant pas le plus adapté pour catégoriser les patients avec des troubles cognitifs légers, ces résultats sont à interpréter avec du recul. Les résultats de cette étude nous montrent néanmoins la nécessité de prendre en charge avec attention la rééducation du relever du sol et la situation de double tâche. Des pistes de rééducation comme l'apprentissage moteur implicite sont ainsi proposées pour une meilleure prise en charge de ces troubles de l'équilibre au sein de cette population.

**Mots clés :** équilibre, évaluation, personne âgée, rééducation gériatrique, trouble cognitif.

---

### The relationship between cognitive impairment and balance impairment in elderly patients by using the Frail-BESTest.

**Background :** Physiotherapists have a key role in the prevention of falls in the elderly through the postural balance rehabilitation. The main objective of the study is to explore the relationship between cognitive impairment and the different aspects of the postural balance in the elderly by using EquiMoG. This balance evaluation system test is designed for the frail elderly person (Frail-BESTest). Other aims are to search for a correlation between the MMSE score and the total score of the EquiMoG test and also to assess the concordance between the EquiMoG test and the Tinetti test.

**Material / Method:** This is a cross-sectional and non-interventional study. Forty-eight patients were referred to us for a physical exam during day hospital at the geriatric ward of CHRU Nancy, the assessment included an evaluation with the Tinetti and EquiMoG scales, completed by a specific geriatric physiotherapy assessment. Patients were divided into two groups based on the Mini Mental State Examination (MMSE) score, a group with cognitive impairment (n = 24) for a MMSE score < 24 and a group without cognitive impairment (n = 24) for a MMSE score ≥ 24.

**Results:** The «mobility (with double task situation) and rising from the floor» part of the EquiMoG have a lower median in the cognitive impairment group with a significant difference (p = 0.0253). There is no significant difference with the others subscales of EquiMoG test. The other results show that the relationship between the MMSE score and the EquiMoG total score is relatively low with the cognitive impairment group (Rho = 0.4 with p < 0,05) and negligible with the total sample. An agreement between the Tinetti test and the Equi-MoG test is more present when the test values are high.

**Discussion:** The MMSE is not the most suitable score for categorizing patients with mild cognitive impairment, that's why these results should be taken with precaution. The results nevertheless show us the need to be sensitized with cognitive impairment patient to the double task and the « rising from the floor » situation. Rehabilitation approaches such as implicit motor learning are proposed for better management of these balance impairment in this population.

**Key words :** postural balance, assessment, elderly, geriatric rehabilitation, cognitive impairment.

# SOMMAIRE

<b>I. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Enjeux du mémoire.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Problématique .....</b>	<b>1</b>
1.2.1. Thème de la recherche .....	1
1.2.2. Problème de la recherche .....	2
1.2.3. Hypothèse de recherche .....	3
<b>1.3. Cadre théorique .....</b>	<b>4</b>
1.3.1. Rappels neuro-physiopathologiques sur la fonction d'équilibration .....	4
1.3.1.1. <i>Equilibre statique</i> .....	4
1.3.1.2. <i>Equilibre dynamique, ajustement moteur, contrôle proactif</i> .....	6
1.3.1.3. <i>Vieillessement des mécanismes de l'équilibre et notion de fragilité</i> .....	8
1.3.2. Les démences et les troubles cognitifs.....	10
1.3.2.1. <i>Démence de type Alzheimer</i> .....	11
1.3.2.2. <i>Démences non Alzheimer</i> .....	12
1.3.3. Lien entre cognition et équilibration.....	13
1.3.4. La chute chez la personne âgée .....	14
1.3.5. L'évaluation de l'équilibre en gériatrie .....	16
<b>II. MATERIEL ET METHODE .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1. Stratégie de recherche documentaire .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2. Matériel.....</b>	<b>19</b>
2.2.1. Présentation des bilans.....	19
2.2.1.1. <i>Equilibre et Motricité en gériatrie - EquiMoG</i> .....	19
2.2.1.2. <i>Tinetti</i> .....	20
2.2.1.3. <i>Bilan CHRU</i> .....	21
2.2.1.4. <i>Mini mentale State Examination - MMSE</i> .....	21
2.2.2. Environnement de l'étude .....	22
<b>2.3. Methode .....</b>	<b>23</b>
2.3.1. Protocole de recherche.....	23
2.3.1.1. <i>Patient / Population</i> .....	25
2.3.1.2. <i>Méthodologie expérimentale de mesure</i> .....	26
2.3.1.3. <i>Analyses statistiques</i> .....	27

<b>III. RESULTATS</b> .....	<b>29</b>
<b>3.1. Diagramme de flux</b> .....	29
<b>3.2. Description de la population</b> .....	29
<b>3.3. Comparaison des résultats des composantes EquiMoG selon la présence ou non de troubles cognitifs</b> .....	31
<b>3.4. Nature de l'association entre le test MMSE et le score total EquiMoG dans la population totale et dans le groupe avec TNC</b> .....	33
<b>3.5. Concordance Equimog-Tinetti</b> .....	35
<b>IV. DISCUSSION</b> .....	<b>36</b>
<b>4.1. Analyses résultats</b> .....	36
4.1.1. Objectif principal.....	36
4.1.2. Objectifs secondaire .....	38
<b>4.2. Proposition de rééducation</b> .....	39
4.2.1. Secteur C d' EquiMoG .....	39
4.2.1.1. <i>Double tâche, rotation cervicale</i> .....	39
4.2.1.2. <i>Rééducation du relever du sol – Concept d'apprentissage implicite</i> .....	40
4.2.2. Rééducation des APA .....	41
4.2.3. Secteur B – Contrôle moteur réactif et Secteur D .....	42
4.2.4. Contraintes biomécaniques .....	42
<b>4.3. Limites de l'étude</b> .....	43
<b>V. CONCLUSION</b> .....	<b>44</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	
<b>ANNEXE(S)</b>	

## ABREVIATIONS

- APA** : Apprentissages Posturaux Anticipés
- AT** : Aides Techniques
- BESTEST** : Balance Evolution System TEST
- CEP** : Certificat d'étude primaires
- CPP** : Comité de Protection des Personnes
- CHRU** : Centre Hospitalier Régional Universitaire
- CNIL** : Commission nationale de l'informatique et des libertés
- DRI** : Direction de la Recherche et de l'Innovation
- EHPAD** : Etablissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes
- EquiMoG** : Equilibre et Motricité en Gériatrie
- EMC** : Encyclopédie Médico-Chirurgicale
- EMG** : Electro-Myo-Gramme
- FRT** : Fonctionnal Reach Test
- HAS** : Haute Autorité de Santé
- HDJ** : Hôpital De Jour
- INDS** : Institut National des Données de Santé
- JFK** : Journée Francophone de la Kinésithérapie
- MA** : Maladie d'Alzheimer
- MAAMI** : Maladie Alzheimer Apprentissage Moteur Implicite
- MESH** : Medical Subject Headings
- MMSE** : Mini-Mental State Examination
- MR004** : Méthodologie de Référence 004
- OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- PARC** : Plateforme d'Aide à la Recherche Clinique
- RGPD** : Règlementation Générale sur la Protection des Données
- TMM** : Test Moteur Minimum
- TMT** : Trail Making Test
- TNC** : Troubles Neuro-cognitifs
- TUG** : Timed Up and Go

## **I.INTRODUCTION**

### **1.1. Enjeux du mémoire**

Avec le vieillissement de la population, la pratique de la kinésithérapie gériatrique devient incontournable, aussi bien à l'hôpital, en centre de rééducation, en EHPAD (Etablissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes), qu'en secteur libéral où les personnes de plus de 60 ans représentent plus de 40% de la patientèle (1). Une part assez importante de cette population âgée souffre de démences. Elles concernent 900 000 personnes en 2015 et concerneront plus de 1,7 millions de personnes en 2030 selon les estimations (2-4). La prise en charge des démences neurodégénératives est aujourd'hui essentiellement médicamenteuse et symptomatologique (5). Plusieurs études démontrent l'efficacité de la kinésithérapie sur le maintien des capacités cognitives (6-7). Le récent déremboursement des médicaments visant à lutter contre les symptômes de la maladie d'Alzheimer (8) nous amène encore davantage à justifier le rôle de la thérapie non pharmacologique auprès de ces patients. Il est admis que les patients avec des scores cognitifs faibles ont plus de risque de chutes et de troubles de l'équilibre que les personnes âgées sans troubles cognitifs (9,10), la chute étant chez la personne âgée un facteur de morbidité et de mortalité important (11).

Le mémoire se présente sous la forme IMRaD (12) (Introduction, Méthode, Résultats et (And) Discussion). Nous présenterons d'abord la problématique de l'étude et le cadre théorique. La stratégie de recherche documentaire, les tests utilisés et le protocole seront ensuite évoqués. Enfin, les résultats précéderont la partie discussion du mémoire.

### **1.2. Problématique**

#### **1.2.1. Thème de la recherche**

La prise en charge de l'équilibre et de la motricité chez la personne âgée présentant des troubles cognitifs. L'utilisation d'un test d'équilibre systémique chez une population âgée de plus de 65 ans présentant des troubles neurocognitifs (TNC).



### 1.2.2. Problème de la recherche

Les tests fonctionnels utilisés pour l'évaluation de l'équilibre sont nombreux et validés (Tinetti, Berg, Timed Up and Go...) (13). L'inconvénient de ces tests est qu'ils ne permettent pas au thérapeute d'évaluer les différents secteurs de l'équilibre séparément, l'équilibration humaine faisant intervenir plusieurs systèmes de régulation (équilibre proactif, réactif, contrôle postural statique...). Nous distinguons ainsi les **tests fonctionnels** des **tests systémiques** qui permettent d'évaluer de manière qualitative ces différentes composantes de l'équilibre et d'élaborer des prises en charges **individualisées** des patients (14).

**Le test systémique EquiMoG** permet notamment d'évaluer les ajustements posturaux anticipés (APA) , à travers diverses situations mettant en jeu le déséquilibre intrinsèque (transferts, demi-tour,...) (15). Ces ajustements posturaux anticipés sont la contraction séquencée de groupes musculaires permettant l'équilibration du centre de gravité avant la production d'un geste. Leur importance mérite d'être reconnue dans la prévention des chutes où ils permettent de lutter contre **les déséquilibre intrinsèques** ( transfert de masse inadapté lors de la marche par exemple ) qui selon une étude de Robinovitch *et al.*(16) représentent 41% des causes de chutes à domicile des personnes âgées.

Chez les patients avec un TNC, une prévalence plus élevée de troubles pour le relevé du sol et dans les exercices de planification des transferts est rapportée (17). En revanche, les quelques études qui explorent les liens entre les TNC et les troubles de l'équilibre évalués au moyen d'un test systémique sont discordants (18, 19) et aucune étude n'a à ce jour exploré cette association à partir du test EquiMoG.

**A travers l'utilisation du test EquiMog, existe-il chez des personnes âgées ayant des troubles cognitifs, une ou plusieurs composantes d'équilibre spécifiquement touchées chez cette population ?**

L'objectif principal de ce travail de recherche est ainsi d'explorer - par le test EquiMog - une atteinte spécifique d'une ou plusieurs composantes de l'équilibre chez la personne âgée avec un TNC (évalué à partir du score MMSE).

### 1.2.3. Hypothèse de recherche

Nous pouvons penser que les catégories du test EquiMoG relatives à l'analyse de la marche et au contrôle postural pro-actif peuvent être spécifiquement impactées chez les patients présentant un TNC. En effet, une étude de Tangen *et al.*(18), utilisant une évaluation de l'équilibre par système (BESTest) nous amène vers une plus grande taille d'effet de la marche et du contrôle postural proactif à travers une analyse comparative avec 3 différentes strates de TNC (18). Pour Contreras D *et al.*(19), les scores globaux des tests d'équilibre sont altérés chez une population âgée avec trouble cognitifs comparé à une population sans trouble cognitifs mais ne montre pas de différence significative entre les différentes composantes du test systémique (19). Les exercices mobilisant la planification (relever du sol) sont eux aussi parfois plus touchés chez des patients âgés (20) et atteints de la maladie d'Alzheimer (17).

#### Bénéfices éventuels attendus :

- Cibler des composantes de l'équilibre touchées plus spécifiquement dans une population avec TNC.
- Proposer un traitement préventif et des stratégies de rééducation de l'équilibre et de la motricité dans cette population pour prévenir les chutes.
- Proposer des axes de développement et d'amélioration pour le test EquiMoG.

### 1.3. Cadre théorique

#### 1.3.1. Fonction d'équilibration et rappels neuro-physiopathologiques

Il faut d'abord distinguer le concept de **posture** et d'**équilibre**. La posture se définit par une position particulière des segments corporels les uns par rapport aux autres à un instant donné. La posture en station debout érigée est définie comme la posture de référence (consciente ou non) pour le maintien postural. La posture est le support de deux fonctions : **une fonction antigravitaire** et une seconde fonction **d'adaptation au monde extérieur** (21).

L'équilibre est défini lui comme le maintien dans un temps donné d'une position particulière de segments corporels, en d'autres termes d'une posture. Le maintien de l'équilibre a besoin de 2 conditions :

D'une part, il est nécessaire que les lois de la mécanique et la pesanteur soient respectées, la somme des forces et la somme des moments doivent être égales à zéro.

D'autre part les processus neurophysiologiques qui régulent l'activité musculaire, doivent pouvoir s'adapter aux changements de posture du sujet (21). On peut distinguer **l'équilibre statique** lorsque le polygone ne se déforme et/ou ne se déplace pas et **l'équilibre dynamique** lorsque la surface d'appui se déforme et/ou se déplace constamment (marche, transferts) (22).

##### *1.3.1.1. Equilibre statique*

Lors de la station debout, l'homme n'est pas immobile, en effet le maintien prolongé d'une position statique pure se traduit par des contraintes importantes sur les mêmes structures anatomiques, c'est pourquoi des oscillations permanentes (visibles avec une plateforme de stabilométrie) permettent de soulager ces structures. Ces oscillations sont réalisées par le système neuromusculaire qui n'est d'ailleurs pas capable de maintenir une tension constante. Les mouvements liquidiens et les contractions musculaires cardiaques et respiratoires induisent aussi de façon modérée ces oscillations permanentes (21, 22).

La posture possède **une fonction antigravitaire**, il est nécessaire pour tenir cette posture de s'opposer à l'action des forces gravitaires. Le tonus musculaire créé par les muscles striés extenseurs (triceps sural, quadriceps) permet en partie cela, c'est pourquoi nous les définissons comme ayant des fonctions antigravitaires (23). Pour le maintien de la posture, il est primordial que le centre de masse situé généralement au niveau de la 2ème vertèbre sacrée soit projeté à la verticale du polygone de sustentation formé par les pieds. Afin d'éviter un déséquilibre lors du mouvement, il y a deux possibilités, augmenter la surface du polygone de sustentation en déplaçant les pieds ou anticiper le déplacement du segment dans le sens opposé au mouvement initial (21).

Nous l'avons vu, la posture possède aussi **une fonction de relation avec le monde extérieur** Cette relation est établie à l'aide d'**afférences sensorielles** (24). Les afférences sensorielles humaines se composent de 3 grands systèmes :

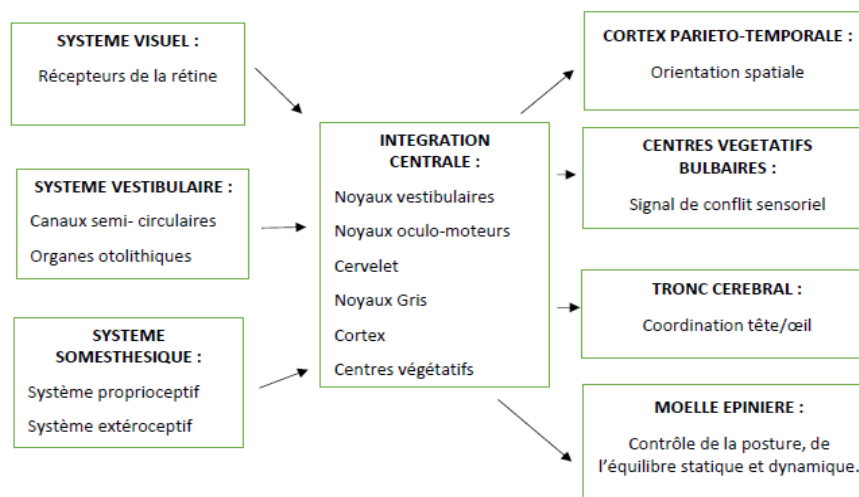
- Le système visuel
- Le système somesthésique
- Le système vestibulaire

**Le système visuel** est composé de la vision centrale et de la vision périphérique, la vision périphérique via la rétine périphérique permet de ressentir le mouvement et le déplacement du corps dans l'espace. La vision centrale permet quant à elle d'identifier les objets et les éventuels obstacles.

**Le système somesthésique** est composé du système proprioceptif (lié à la sensation corporelle du sujet) et du système extéroceptif. Le système proprioceptif permet de nous renseigner sur le changement de position d'un membre par exemple à l'aide de mécanorécepteurs ou de récepteurs au niveau du système musculaire (fuseaux neuromusculaires). Les mécanorécepteurs sont sensibles à la pression, ils peuvent se situer au niveau de la peau ou d'une articulation et font partie du système extéroceptif.

**Le système vestibulaire** est situé au niveau de l'oreille interne et plus précisément au niveau du labyrinthe membraneux postérieur. Il est divisé en 2 parties ; les organes ampullaires (canaux semi-circulaires) et les organes otolithiques (sacculé et utricule).

Par la suite, la réception des informations sensorielles de ces 3 grands systèmes d'équilibre est réalisée par le système nerveux central. Cette **intégration centrale** mobilise de nombreuses aires et structures de l'encéphale, du tronc cérébral et de la moelle épinière. Elle se fait en réaction aux différents stimuli et pour permettre de maintenir une posture va procéder à des ajustements moteurs.



**Figure 1 :** Les différents systèmes sensorimoteurs et les différents niveaux d'intégration centrale impliqués dans le contrôle des activités posturo-cinétiques. D'après Dr Philippe Dupui (25).

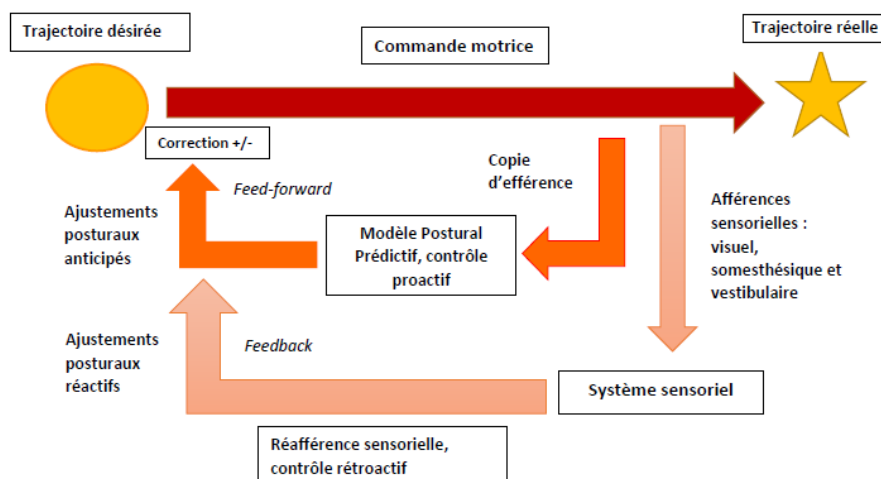
### 1.3.1.2. Equilibre dynamique, ajustement moteur et contrôle pro-actif

Les ajustements posturaux anticipés sont la contraction séquencée de groupes musculaires permettant l'équilibration du centre de gravité avant la production d'un geste, ces **ajustements posturaux anticipés** (APA) sont encore assez sous-évalués dans l'équilibre, les **ajustements posturaux réactifs** (réactions parachutes) sont par opposition souvent testés en population gériatrique.

Tout déplacement volontaire s'accompagne d'un déplacement des centres de masses du segment considéré, il y a donc une nécessité d'ajustement par les muscles pour éviter tout déséquilibre (21). Des ajustements moteurs réactifs sont réalisés s'il existe une discordance entre les retours sensoriels et la mémoire de ces retours sensoriels par rapport à ce geste (*feedback*) (26). Ces ajustements peuvent aussi être anticipés avant le mouvement focal (réalisation du geste) étant donné que la correction par le biais du *feedback* sensoriel possède un délai de

réponse inadapté pour les mouvements « rapides » (27). Ces ajustements posturaux anticipés rentrent dans le concept *feed-forward*, c'est une boucle de contrôle pro actif (25, 26). Ces APA sont compris entre un délai de 150ms avant le mouvement et de 50ms après le mouvement focal (le contrôle rétroactif ne peut intervenir avant 50ms) (30).

Les APA interviennent aussi selon certains auteurs dans la fonction focale (31), cette **composante focale** est présente lorsque la base de sustentation est volontairement modifiée (lors de la locomotion et les transferts notamment). Les APA ont plutôt tendance à avoir une **composante posturale** lorsque la base d'appui est fixe, notamment lors des mouvements de bras et de tronc avec pieds au sol.



**Figure 2** : Schéma simplifié du contrôle moteur lors d'un mouvement, inspiré de Morasso *et al*, 1999 (32).

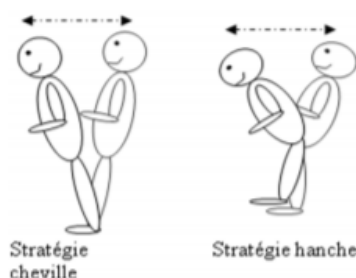
Les structures impliquées dans la genèse et la régulation des APA sont nombreuses, on peut citer le cortex moteur, le cortex pariétal, le cervelet et les ganglions de la base. **Il n'y pas de zone spécifiquement dédiée à la régulation de ces ajustements**, la commande motrice proviendrait d'un réseau collaboratif entre ces différentes structures (33). Ces structures ont été identifiées sur des modèles pathologiques, des études ont démontré des déficits d'APA chez des patients avec des dysfonctionnements au niveau de l'aire motrice supplémentaire (34), des noyaux gris centraux (31, 32) et du cervelet (37).

### 1.3.1.3. Vieillessement des mécanismes de l'équilibre et notion de fragilité

Le vieillissement est physiologique, lors de ce vieillissement peut apparaitre un état de fragilité. Nous allons décrire ici le vieillissement physiologique de manière générale et aborder le concept de fragilité.

Le vieillissement physiologique amène une dégradation progressive des **afférences sensorielles**, cette dégradation est différente selon les individus. **Au niveau vestibulaire**, la voie vestibulo-spinale est perturbée, cette voie est responsable de l'activation des muscles antigravitaires. **Le système visuel** est touché par une diminution de la sensibilité aux contrastes, une détérioration de l'acuité visuelle dynamique lors des mouvements et une baisse de la perception de la profondeur (38).

Concernant **le système proprioceptif**, l'efficacité et le nombre de mécanorécepteurs diminuent, la sensibilité tactile au niveau du capteur podal est altérée. Nous constatons aussi une diminution de l'amplitude au niveau de la talo-crurale, l'articulation de la cheville est importante pour effectuer des translations à visée d'équilibration, on appelle cela une « stratégie de cheville ». La perte d'amplitude au niveau de cette articulation amènera peut-être le sujet à adopter une « stratégie de hanche ». Cette perte de mobilité au niveau de la cheville est selon certaines études plus fréquente chez les personnes chuteuses (39, 40).

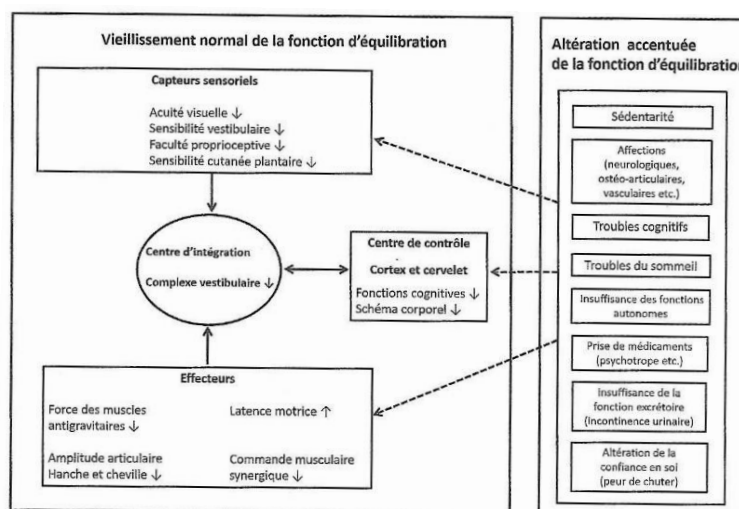


**Figure 3 :** Schéma illustrant les stratégies de hanche et de cheville dans le mécanisme d'équilibration. Nashner & McCollum (41, 42).

Au niveau moteur, il existe **une sarcopénie**. C'est une perte de force musculaire liée à la diminution des fibres musculaires et à un défaut de commande centrale. La baisse et

l'atrophie des fibres musculaires touchent majoritairement **les fibres de type II** (fibres dites rapides) (38). Les fibres de types II ont leur importance dans la vie quotidienne, elles sont sollicitées lors des transferts par exemple car ce sont des mouvements demandant de la puissance musculaire (développer un maximum de force dans un minimum de temps) (43).

Les fonctions exécutives, les processus d'attention, de flexibilité mentale et la gestion de la double tâche faisant partie intégrante de l'équilibration humaine, la dégradation des afférences sensorielles entraîne par compensation un ajustement postural **volontaire** et coûteux en énergie. Il est judicieux de constater que la dégradation physiologique de ces processus attentionnels et cognitifs entraîne aussi une perte de la qualité d'adaptation posturale involontaire. La forte prévalence des démences dans cette population âgée nous amène à être vigilant sur les processus d'équilibration de ces populations (38).



**Figure 4** : Schéma du vieillissement de la fonction de l'équilibration. Thierry Paillard (38).

Pour lutter contre ce mécanisme de vieillissement, des compensations sont réalisées pour réguler la posture, ici encore ces compensations étant dépendantes de chaque individu. Une étude réalisée par Marine Brika (44) a démontré la plus grande proportion de podo-dépendance chez des sujets âgés fragiles. La podo-dépendance est évaluée par la capacité des sujets à tenir une posture statique sur un sol non dur comme une mousse de marque *Airex*. Chez certains sujets, on observe une polygo-dépendance (déficience dans le maintien de l'équilibre avec les pieds joints, le polygone de sustentation se réduisant) ou une visuo-dépendance (difficulté à maintenir l'équilibre les yeux fermés ou dans l'obscurité) (44).

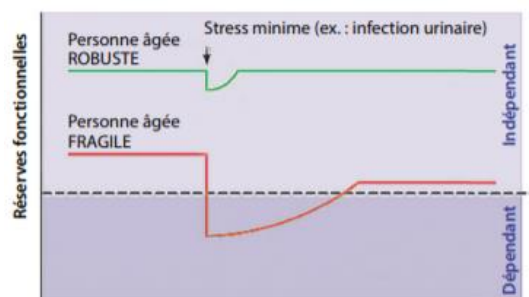


Au cours du vieillissement physiologique, les mécanismes physiologiques et d'adaptation à un stress diminuent, la réduction de ces mécanismes peut être accélérée et majorée chez certaines personnes et laisse apparaître un état de « **fragilité** ». Cet état de fragilité est défini selon la HAS « *comme un état médico-social instable. Elle est la conséquence du vieillissement physiologique et pathologique qui génère des déficiences infra-cliniques. La réduction des réserves physiologiques qui en résulte est à l'origine d'un défaut d'adaptation au stress qu'il soit médical, psychologique ou social* » (11).

Des **critères physiques** sont généralement admis pour objectiver une fragilité selon Fried (45), ils sont au nombre de 5:

- la perte de poids involontaire
- la sensation de fatigue ou d'épuisement
- la diminution de la force de préhension (notion de sarcopénie)
- le ralentissement de la marche (objectivé dans EquiMoG à une vitesse inférieure à 0,65ms) (14) et la diminution de l'activité physique.

Cet état de fragilité favorise les chutes avec leurs conséquences négatives et accélère l'entrée en dépendance de la personne. Il est donc important de réaliser une démarche de prévention pour détecter au plus tôt cette potentielle fragilité et mettre en place des stratégies de lutte contre son aggravation qui peut être potentiellement réversible chez certains sujets (46). Le Test EquiMoG a été spécifiquement construit pour ce type de population (14).



**Figure 5** : Impact d'un stress minime sur la vulnérabilité des personnes âgées (47).

### 1.3.2. Les démences et les troubles cognitifs

Un trouble cognitif correspond à une altération d'un ou plusieurs domaines de la cognition (mémoire, résolution de problème, attention, ...), l'origine du trouble cognitif est multiple, il peut être neurologique, psychiatrique ou médicamenteux (48).

Le trouble cognitif est à différencier du **trouble neurocognitif**, le TNC est une réduction acquise, significative et évolutive des capacités dans un ou plusieurs domaines cognitifs. Ce type de déclin n'est pas associé à des troubles psychiatriques (anxiété, dépression, ...) et est souvent associé à un changement de comportement ou de personnalité.

Il existe 2 catégories de TNC :

**Le TNC léger** : réduction acquise des fonctions cognitives dans un ou plusieurs domaines de la cognition mais peu ou pas d'impact sur la vie quotidienne et l'autonomie.

**Le TNC majeur (ou anciennement démence)** : réduction acquise des fonctions cognitives dans un ou plusieurs domaines de la cognition avec un retentissement important sur la vie quotidienne avec une perte d'autonomie de la personne.

Les démences sont souvent d'origine **neurodégénératives** (70 à 90% des démences), elles peuvent aussi être **d'origine vasculaire** (séquelle d'un AVC).

#### *1.3.2.1. Démence de type Alzheimer*

La maladie d'Alzheimer ( MA) est un problème majeur de santé publique en France et dans le monde, sa prévalence est en augmentation, elle touche près d'un million de personnes en France et il s'agit de **la première cause de démence** (49).

Il n'y a pas encore de cause identifiée pour cette maladie mais son évolution et son diagnostic sont très étudiés, il existe aussi bien des facteurs de risques génétiques qu'environnementaux. Cette pathologie est caractérisé par 3 grandes dysfonctions biologique : l'accumulation dans le cortex de protéine B amyloïdes, la dégénérescence neurofibrillaires

( DNF) et enfin la perte de neurones qui conduit à l'atrophie des régions affectées (50).

Son diagnostic repose sur plusieurs arguments : présence de troubles neuro-cognitif, atrophie de l'hippocampe visible par neuro-imagerie, détection de différents biomarqueurs, hypoperfusion métabolique, bilan biologique plasmatique négatif dans le cadre d'un diagnostic différentiel (5). Le traitement médicamenteux de la MA est à l'heure actuelle majoritairement symptomatique (5) et l'indication de ces médicaments se limite aux phases démentielles de la maladie. Leur efficacité étant jugée modeste par la HAS, le remboursement de ces médicaments n'est plus effectué depuis 2018 (8).

Concernant le traitement non médicamenteux, il repose sur des aides humaines, financières, des démarches pour améliorer l'hygiène de vie du patient et l'incitation à la pratique d'une activité physique et cognitive régulière (5). Ces mesures ont pour but de ralentir l'avancée de la maladie. La kinésithérapie a toute sa place dans le traitement non médicamenteux comme le montre Faupin *et al.* dans sa revue de la littérature sur le sujet (6), une intervention en phase précoce permet aussi un maintien des capacités physique (7).

#### 1.3.2.2. Démences non Alzheimer

Parmi les démences non comprises dans la MA, nous distinguons les démences **neurodégénératives** des démences **secondaires** (51).

Dans les démences neurodégénératives, nous retrouvons la dégénérescence lobaire fronto-temporale, la démence à corps de Lewy, la démence de la maladie de Parkinson et la paralysie supra nucléaire progressive, ces démences ont des outils diagnostiques propres à chacune. Certaines de ces démences peuvent provoquer des symptômes moteurs importants, notamment ceux touchant le système extrapyramidal et rentrant dans un syndrome parkinsonien. Il convient ainsi d'être vigilant face à ce type de patients lors de la réalisation de l'étude.

Dans les démences non neurodégénératives ou secondaires, nous retrouvons très fréquemment la démence vasculaire qui peut faire suite à un AVC, cette démence est causée par une hypoperfusion du système cortical avec une symptomatologie axée sur la déficience

frontale (atteinte de la réflexion et de la prise de décision).

### 1.3.3. Lien entre cognition et équilibration

Les fonctions cognitives font partie intégrante du mécanisme de posture et d'équilibration, les fonctions d'attention et la mémoire de travail jouent un rôle important dans la régulation de la posture et peuvent expliquer certaines instabilités observées (52).

L'attention peut être divisée en 2 parties, **l'attention sélective** et **l'attention divisée**. **L'attention sélective** permet de cibler spécifiquement une information à traiter, puisqu'il est très difficile et très coûteux en énergie d'être attentif à toutes les données qui nous sont présentées. Ce type d'attention joue le rôle de filtre. En d'autres termes, l'attention sélective mobilise la focalisation attentionnelle et inhibe des éléments pouvant perturber la focalisation. Chez la personne âgée, l'attention sélective sera utilisée pour le contrôle postural tandis que la personne jeune utilisera une régulation automatique. **L'attention divisée** permet quant à elle de répartir son attention sur deux tâches différentes, c'est la double tâche. Cette double tâche implique une répartition des ressources attentionnelles étant donné que ces ressources sont limitées. Plus la tâche est complexe, plus elle va mobiliser des ressources.

Avec l'avancée en âge le mécanisme d'équilibration se faisant de plus en plus conscient, il suffit qu'une tâche cognitive demande beaucoup de ressources attentionnelles dans le même temps pour avoir un risque de déséquilibre accru. Nous rentrons ici dans le concept de «*saturation cognitive*» (52).

D'une manière générale, un échec lors d'un exercice de marche en double tâche nous oriente sur un patient avec un risque de chute plus élevé. Une étude prospective sur 5 ans suggère que le risque de future chute peut être prédit par le niveau des scores des tests de fonctions exécutives et des tests d'attentions (53).

La planification de la séquence du «relever du sol» est affectée par l'âge, selon Saimpont *et al.* (20), les personnes âgées comparées à des sujets plus jeunes ont plus de difficulté à classer dans l'ordre les images des étapes du relever du sol.

Une étude réalisée chez le sujet âgé atteint de maladie d'Alzheimer (TNC léger à sévère) rapporte une association entre le test de Tinetti (catégorisation en 2 groupes, avec ou sans trouble de l'équilibre) et le score MMSE (Odds ratio = 0,94 [0,90 – 0,99]) (54). Dans une autre étude réalisée sur des sujets atteints de la maladie d'Alzheimer au stade léger, il est constaté une durée plus longue de passation du Timed Up and Go (TUG) par rapport à un groupe contrôle sans maladie d'Alzheimer (TUG) (55).

Il apparaît aussi dans cette population, des troubles de la marche (diminution de la vitesse et de la qualité). Pour les patients souffrant d'un déficit cognitif léger, des études tendent à montrer une relation entre le déclin de la mémoire de travail et le contrôle de la marche (56).

Concernant les ajustements moteurs anticipés, une étude de Kanekar *et al.* (57) réalisée avec EMG (Electromyogramme) et avec comme consigne la réalisation de mouvement rapide du membre supérieur évoque un retard d'activation des muscles posturaux dans une population âgée comparée à une population de jeunes adultes. Une étude similaire de Kubicki *et al.* (58) conduite par EMG montre que des patients âgés avec TNC ne présentent pas d'altération des APA mais une synergie musculaire différente comparée aux autres groupes contrôle. Les stratégies motrices pour les transferts assis-debout et debout-assis sont aussi affectées chez une population avec MA. Les travaux de Manckoundia *et al.* (59) démontrent que des patients Alzheimer ont tendance à moins se pencher en avant et démarrent leur déplacement vertical lors du transfert assis-debout précocement comparé à une population âgée saine.

#### 1.3.4. La chute chez la personne âgée

La chute est définie selon l'OMS comme « *un événement à l'issue duquel une personne se retrouve, par inadvertance, sur le sol ou toute autre surface située à un niveau inférieur à celui où elle se trouvait précédemment* » (60).

Selon la HAS (61), **les facteurs intrinsèques** prédisposant à la chute sont les suivants :

- L'âge > 80 ans ; le sexe féminin, les antécédents de chutes, fracture traumatiques, la poly-médication (plus de 4 médicaments et surveiller en particulier la prise de psychotropes et de médicament cardiovasculaires).

- La présence de trouble de la marche et/ou de l'équilibre, une diminution de la force et/ou de la puissance musculaire des membres inférieurs.
- Arthrose membre inférieur et /ou du rachis, anomalie du capteur podal (sensibilité tactile, durillons, déformations)
- Baisse de l'acuité visuelle, syndrome dépressif, déclin cognitif.

Nous avons aussi des **facteurs extrinsèques** : comportementaux (consommation d'alcool, sédentarité, malnutrition), environnementaux (aides de marche non adaptées, domicile non aménagé).

**Chez des personnes avec des troubles neurocognitifs sévères, l'incidence de la chute peut être triplée comparée à des personnes saines du même âge.** Le TNC majeur, même à un stade débutant est un facteur de risque de chutes selon la HAS (61). Le facteur explicatif de la chute chez cette population est une instabilité posturale survenant au cours de transferts et de la marche. Cette notion d'instabilité posturale reste peu précise. Plusieurs études établissent un lien direct entre capacités d'équilibre chez la personne âgée (plus spécifiquement sur l'équilibre dynamique) et le risque de chutes (62, 63).

Les récurrences sont fréquentes : plus de la moitié des personnes âgées chuteuses récidivent dans l'année (11). La prévention des chutes répétées et de leurs complications est donc **une priorité de santé publique**. Les chutes répétées, selon la littérature, sont le fait de subir au moins deux chutes sur un an. Elles concernent 25% des plus de 80 ans et sont associées à une morbi-mortalité importante, à une aggravation de la perte d'autonomie et du processus de fragilité des personnes âgées (11). Il est à noter que les conséquences médico-économiques de ces chutes, décrites ci-dessus, prennent en compte le traumatisme de la chute mais aussi la décompensation physiologique liée à **la station au sol prolongée** (escarres, décompensation respiratoire, insuffisance rénale, rhabdomyolyse).

Il est admis que les chutes chez les personnes âgées surviennent le plus fréquemment au cours d'un passage d'obstacle mal négocié, ainsi entre 35% et 40% des chutes surviennent à la suite d'un trébuchement contraint par un obstacle. Ces données sont obtenues à partir des chutes à domicile et des chutes à l'extérieur (64, 65).

Plus récemment, une étude observationnelle avec vidéo-capture parue dans le *Lancet* visant à observer les circonstances de **chutes à domicile** de 130 participants âgés menée par Robinovitch *et al.* (16) constate que **41% des chutes étaient causées par un transfert de poids inadapté** et que la proportion de chutes avec perturbation du centre de masse est plus élevée que les chutes avec changement du polygone de sustentation. Ce mauvais transfert de poids peut être interprété comme un **déséquilibre intrinsèque**. Le déséquilibre intrinsèque peut être régulé par le biais des ajustements posturaux anticipés. Nous avons vu que ces APA permettent à la fois **une composante focale** et **une composante posturale** lorsque la base de support est fixe et que le centre de masse est en mouvement (31). Uemura *et al.* (66) constatent que les personnes âgées chuteuses rallongent la durée des APA lorsque qu'un obstacle se présente à eux. La peur de la chute est aussi associée à un allongement des APA durant l'initiation de la marche dans des conditions de double tâche (67). Avec ces constatations, nous pouvons émettre l'hypothèse qu'un déficit des APA augmente le risque de chutes. Les chutes engendrent une désadaptation psychomotrice déjà bien connu sous le nom de « **syndrome post-chute** », ce mécanisme de désadaptation peut avoir avec des conséquences au niveau des APA.

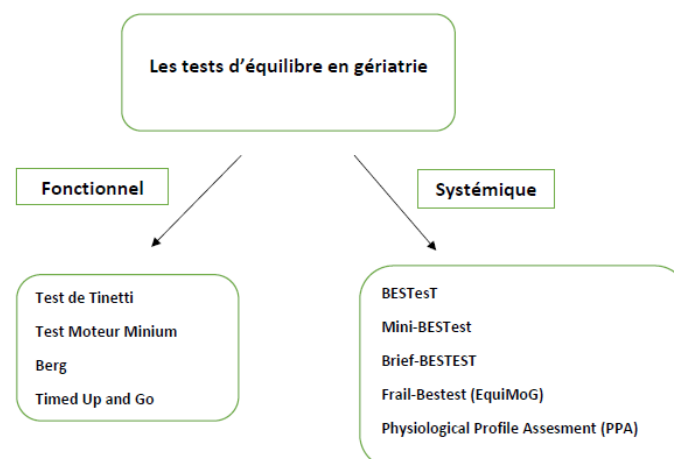
### 1.3.5. L'évaluation de l'équilibre en gériatrie

Il faut distinguer deux catégories d'évaluation de l'équilibre en gériatrie, on a l'évaluation la plus courante dite «**fonctionnelle**» (14) cette évaluation se décompose en une analyse quantitative des capacités fonctionnelles du patient avec pour finalité un score total qui permet d'objectiver le risque de chute et l'équilibration du sujet. Parmi ces tests on peut citer selon le référentiel de la HAS de 2005 (68) : le test de Tinetti (69), le test moteur minimum ou TMM (70), le test de Berg (71), le Timed Up and Go / Get up and go test (72) et le Fonctionnal reach test (FRT) (73).

Ces tests ont l'avantage d'être facilement reproductibles, accessibles et permettent d'avoir un suivi dans le temps du patient dans le secteur de l'équilibre. Le test de Tinetti propose une lecture du résultat du test en deux parties (l'équilibre et la marche), cependant cela ne suffit pas à déterminer l'origine précise de la déficience posturale. La sensibilité de ces tests pour dépister des patients à risque de chute est correct mais le rééducateur manque de données pour

orienter sa prise en charge étant donné que la notion d'équilibre est un vaste domaine regroupant plusieurs structures.

Un nouveau type d'évaluation de l'équilibre a été proposé par l'équipe de Fay Horak en 2009, il s'agit du **BESTest** (Balance Evaluation Systems Test), ce test comme son nom l'indique évalue l'équilibre par système (74). Il a été créé pour permettre une rééducation spécifique de l'équilibre en objectivant plus précisément les déficiences à travers 36 items dans 6 composantes. **Nous retrouvons dans ces composantes : les contraintes biomécaniques, la stabilité verticale, les ajustements posturaux anticipés, les réponses posturales, l'orientation sensorielle et la stabilité dans la marche.** Ce test n'a pas été créé spécifiquement pour une catégorie d'âge. Il dispose d'une excellente reproductibilité et d'une bonne validité. Une des limites de ce test est le temps pour le réaliser (30 à 45 minutes). Cette contrainte de temps a incité à la création d'un **mini-BESTest** (75) rassemblant 14 items dans 4 composantes. Une autre version encore plus courte du BESTest a été proposée sous le nom de **Brief-BESTest** (76), ce test réorganise le mini-BESTest en rétablissant des items (les limites de stabilité et contraintes biomécaniques) qui avaient été retirés sur le mini-BESTest. On retrouve aussi le **PPA** (77) (Physiological Profil Assesment) qui permet à travers différents tests dans différentes catégories (vision, force musculaire, temps de réaction, balance posturale et sensibilité), de déterminer un profil à risque ou non de personnes chuteuses. Enfin, Kubicki et Mourey ont proposé le **Frail-Bestest** ou **EquiMoG**, pour l'évaluation des personnes âgées fragiles (14).



**Figure 6 :** Tableau récapitulant la classification fonctionnel/systémique.



## II. MATERIEL ET METHODE

### 2.1. Stratégie de recherche documentaire :

Il a d'abord été effectué une recherche de mots-clés pertinents pour le sujet, le mémoire couvrant les vastes domaines que sont la gériatrie et l'équilibre. Il a fallu dans un premier temps rechercher des études en lien avec la problématique et ensuite rechercher des articles sur les domaines spécifiques de l'équilibre et de la rééducation en gériatrie. Une recherche d'article princeps sur les tests utilisés lors du protocole a aussi été effectuée. Le site de l'HAS a été utilisé pour obtenir les recommandations récentes dans le domaine de la gériatrie, notamment concernant l'équilibre et les chutes.

Nous avons ensuite réalisé une recherche à l'aide des mots clé du **MeSH** (Medical Subject Heading) sur PubMed, 2 recherches ont été effectuées avec l'équation suivante utilisant des termes MeSh : «**cognition disorder**» AND «**postural balance**» NOT «neurocentral disease» pour éviter les résultats assez nombreux comprenant des patients atteints de pathologie du système nerveux central. Puis, une recherche sur l'équation «**Postural Balance**» AND «**Dementia**» a été effectuée pour compléter la première liste de résultats. A travers ces 2 recherches, 24 articles ont été sélectionné pour leur pertinence par rapport à mon sujet de recherche. Par la suite, des recherches sur PubMed ont été réalisées en utilisant des mots-clés n'ayant pas de MeSH référencé comme «**anticipatory postural adjustments**» ou «**rising from the floor**» ( relever du sol).

Les recherches ont continué ensuite sur d'autre plateformes anglophones comme Pedro, Cochrane Library, EM-consulte avec les mots-clés suivants et leur synonyme : « balance », «cognition disorders», «Dementia», «Alzheimer Disease», «EquiMog» «balance test», «systemic test», «balance impairment», «fall», « elderly patients», «Tinetti », «cognitive test».

Des recherches annexes ont été effectuées sur Kinédoc, la base de données de KinéLaRevue et des ressources tirées du site « physio4frail.com » ont aussi été utilisés. Les différents échanges avec les personnes ressources et la lecture de la bibliographie des articles consultés nous ont aussi permis d'avoir accès à des articles. Deux ouvrages universitaires traitant de l'équilibre et de la posture ont aussi été utilisés, ces livres ont été empruntés à la

bibliothèque universitaire de l'université de Lorraine.

## 2.2. Matériel

### 2.2.1. Présentation des bilans

#### 2.2.1.1. *Equilibre et Motricité en gériatrie - Test EquiMoG*

Le test EquiMog signifie littéralement équilibre et motricité en gériatrie. Le Pr Mourey et Mr Kubicki ont essayé d'adapter l'approche du BESTest aux patients âgés fragiles, c'est pourquoi le test EquiMog peut aussi être appelé « **Frail-BESTest** ». Ce test ne permet pas de tester de manière exhaustive tous les composants de la motricité mais il a pour objectif d'être un compromis entre la difficulté d'analyse des différents systèmes impliqués dans les troubles de l'équilibration et les contraintes en pratique courante (fatigabilité du patient, manque de temps et de moyens de l'évaluateur) (14). Cette échelle est composée de six systèmes à évaluer pour chaque patient, les systèmes sont évalués selon l'ordre choisi par l'évaluateur, il est préconisé de tester le contrôle moteur réactif, source d'anxiété, en fin d'évaluation (pour des raisons pratiques, le contrôle moteur réactif a été évalué dans la chambre du patient lors de la première partie de notre évaluation). Une mesure de la vitesse de marche est aussi effectuée pour objectiver la fragilité motrice du patient (seuil de 0,65 m/s). La durée de passation du test est estimée à 12 minutes. Le score total est de 26, il n'existe pas de classification selon le score obtenu, l'originalité de ce test est de laisser au thérapeute l'interprétation des résultats dans les différents systèmes afin de mieux cibler la rééducation.

Le test EquiMog a fait l'objet d'une étude prospective mono-centrique pour évaluer sa fidélité et sa reproductibilité inter-évaluateur en la comparant à l'échelle Tinetti et pour déterminer une valeur seuil. **La reproductibilité inter-évaluateur est jugée satisfaisante** (coefficient de corrélation intra-classe à 0,89) (78). Il apparaît un coefficient de corrélation de 0,81 entre EquiMog et Tinetti, ces 2 échelles montrent une bonne prédiction sur la marche à 6 mois mais n'offrent pas des résultats satisfaisants sur le risque de chutes à 6 mois, aucune valeur seuil n'a été déterminée pour exclure le risque de chutes à 6 mois dans les 2 échelles (78).

A l'heure actuelle, il n'existe pas d'autre test francophone évaluant l'équilibre systémique chez une population gériatrique. C'est pourquoi, le test EquiMoG a été choisi pour cette étude comme **critère de jugement principal**.

Le test EquiMoG nous a été présenté au mois de janvier 2018 à l'IFMK de Nancy durant la semaine de gériatrie. Une description théorique du test et de ses principes a été effectuée et, pour la partie pratique, nous avons eu une présentation de l'évaluation du contrôle postural proactif. Les autres consignes d'évaluation ont été intégrés au cours du CifepK en février 2018 et avec l'aide de l'EMC (Encyclopédie médico chirurgicale) (14). Le site « physio4frail.com » créé par Mr Kubicki propose aussi des vidéos et des articles sur EquiMoG.

EquiMoG			Contrôle postural proactif : anticipations		OUI	NON	Contraintes biomécaniques		B	D
Patient :	Pointe des pieds		1	0	Adaptation à l'effort		1	0		
	Pas alternés sur une marche		1	0	Puissance MI		1	0		
	Préparation du ½ tour		1	0	Amplitude de cheville		1	0		
	Date de naissance :		1	0	État du capteur podal		1	0		
	Évaluateur :		1	0	TOTAL (A)					
			Contrôle postural réactif : réactions		OUI	NON	Instabilité directionnelle		1	0
Date de l'évaluation :			Adaptation posturale		1	0	Limite de stabilité antérieure (Functional Reach Test)		1	0
B : Bon D : Déficient			Réaction parachute		1	0	TOTAL (E)			
VM = ..... (0,65)			TOTAL (B)				TOTAL (A+B+C+D+E+F)			
Analyse de marche	OUI	Non	Mobilité		B	D				
Symétrie de la marche	1	0	Vitesse de marche en double tâche		1	0				
			Changement de vitesse de marche		1	0				
			Qualité du ½ tour		1	0				
Douleur à l'appui pouvant être impliquée dans l'asymétrie	0	1	Rotation cervicale		1	0				
			Descente au sol		1	0				
			Relever du sol		1	0				
			TOTAL (C)							
Déficit de force musculaire pouvant être impliqué dans l'asymétrie	0	1	Contrôle postural statique		B	D				
			Pieds joints/yeux ouverts/sol dur (polygo-dépendance)		1	0				
			Pieds écartés/yeux fermés/sol dur (visuo-dépendance)		1	0				
Déficit d'amplitude articulaire pouvant être impliqué dans l'asymétrie	0	1	Pieds écartés/yeux ouverts/mousse (podo-dépendance)		1	0				
			TOTAL (D)							
TOTAL (F)			TOTAL (D)							
/ 26										

Figure 7 : Tableau du test EquiMoG (explications détaillées des items en ANNEXE I).

### 2.2.1.2. Test de Tinetti

Le test EquiMoG étant en cours de validation internationale et n'étant pas encore utilisé fréquemment en pratique courante, il est conseillé d'utiliser pour l'analyse et l'exploitation de mes résultats, **un test reconnu et validé plus largement**. Le test Tinetti a été choisi du fait des habitudes du terrain de stage et de la proximité de certains des items avec des items d'EquiMoG.

Diverses versions de l'échelle ont été proposées, la version utilisée pour cette étude est celle recommandée par la HAS et le corpus de gériatrie (68).

La durée de passation est estimée de 5 à 10 minutes. Le test repose sur l'évaluation de 17 situations comprenant la marche, des transferts et diverses situations de déséquilibre. Le score total est de 28 points, une interprétation du score est donnée à titre indicatif, un total inférieur à 20 signifie un risque de chute très élevé (69). (ANNEXE II)

#### *2.2.1.3. Bilan masso-kinésithérapique (CHRU Nancy)*

L'équipe de rééducation du CHRU Brabois a mis en place au sein du terrain de stage, **un bilan standardisé** pour faciliter la rédaction de la synthèse écrite du bilan kinésithérapique. Plusieurs items sont identiques à l'échelle Tinetti et à l'échelle EquiMog ; ce bilan habituel est pratiqué durant l'étude mais il n'existe pas de score total pour ce bilan, il est réalisé en complément de l'étude et **ne fera pas l'objet d'une analyse particulière**. (ANNEXE III)

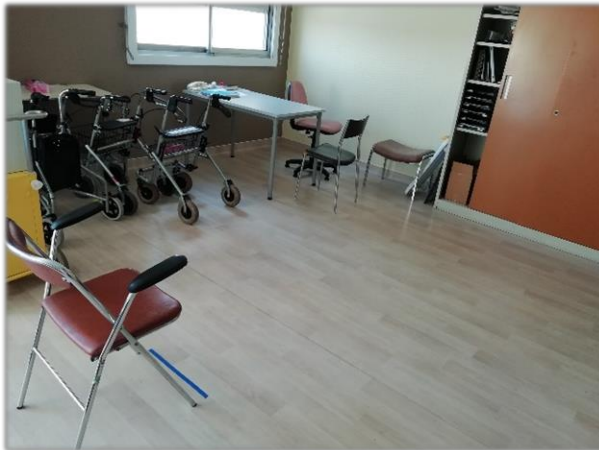
#### *2.2.1.4. Mini Mental State Examination - MMSE*

Le test d'évaluation, MMSE « Mini-Mental State Examination » crée par Folstein en 1975 (79), traduit et mis à jour plusieurs fois, est une des références pour **le repérage des troubles cognitifs** (48). Le MMSE a été choisi pour cette étude, car sa réalisation est peu chronophage et est utilisée en pratique courante systématique au sein de l'HDJ Gériatrie du CHRU Nancy Brabois.

Le test explore **6 catégories** : l'orientation dans le temps et dans l'espace, les capacités d'apprentissage, l'attention et le calcul, le rappel des informations, les capacités de langage et d'identification et la praxie constructive. Le test est pratiqué le plus souvent par les médecins et les psychologues (ou neuropsychologues). Le score total de ce test est de 30, le score est pondéré avec le niveau de scolarité des patients. Pour l'article princeps, un score **inférieur à 24 est le signe d'une potentielle déficience cognitive** (79). Le triage selon ce score de 24 est aussi avancé par d'autres articles mais ne fait pas l'unanimité (80). Il est critiqué pour sa faible efficacité dans le dépistage des troubles cognitifs légers (81). (ANNEXE IV)

### 2.2.2. Environnement de l'étude

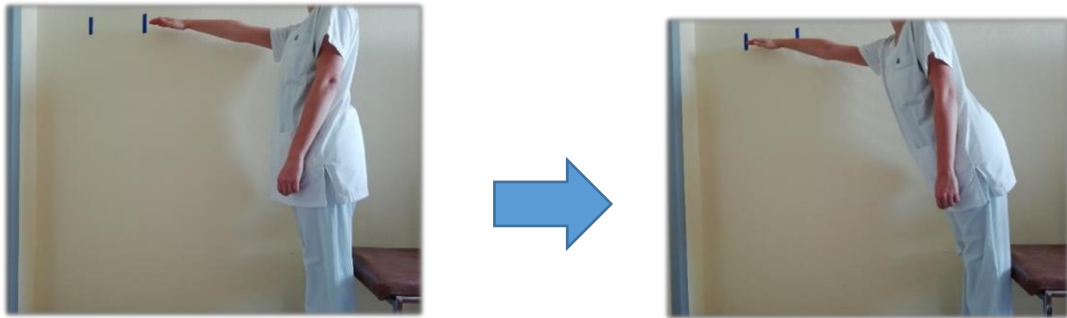
L'étude est menée dans **le service de gériatrie au CHRU de Nancy Brabois adulte**. Les tests sont réalisés dans la chambre du patient, au niveau du couloir et des escaliers du service et dans la salle de rééducation du service de gériatrie.



**Figures 8 et 9** : à gauche (fig.8) Salle de rééducation et chaise installée à 3 mètres de l'armoire pour le test Get Up and Go ; à droite (fig.9), conditions de passation du test du relever de sol avec possibilité d'appuis sur l'espalier et/ou une chaise.



**Figure 10** : Test de polygo-dépendance (Système D EquiMoG- Contrôle postural statique).



**Figure 11:** Déroulement du Fonctionnal Reach Test (FRT), distance de 26 cm entre les deux marques bleues.

### 2.3. Méthode :

#### 2.3.1. Protocole de recherche:

**Il s'agit d'une étude transversale, observationnelle et non interventionnelle.** Cette étude ne modifie pas la prise en charge kinésithérapique habituelle des patients entrant dans l'étude, ne porte pas atteinte à leur intégrité physique ou psychique et n'impose pas de visite particulière de suivi pour ces patients. Toutes les investigations réalisées font partie des examens réalisés habituellement au CHRU de Nancy. L'étude sera menée dans le service de gériatrie du CHRU de Nancy Brabois adulte.

#### **Objectif principal :**

Comparer les résultats du test EquiMoG chez des patients avec et sans troubles neurocognitifs.

#### **Objectifs secondaire :**

1. Etudier **la nature de l'association** entre le résultat du test MMSE et les résultats du test Equimog dans la population totale et spécifiquement dans le groupe avec TNC.
2. Evaluer **la concordance** entre le score total du test EquiMoG et le score total du test Tinetti.

#### **Critères de jugement principal :**

**La présence d'un trouble neurocognitif reposera sur un score MMSE < 24.** A noter que les résultats du test EquiMog seront considérés en 3 temps successifs (= 3 analyses) : de façon globale (score total) ; dans chacune de ses 3 grandes catégories (marche, contrôle

postural/équilibre et contraintes biomécaniques) puis dans chacune de ses 6 sous catégories (analyse de la marche, contrôle proactif, contrôle postural réactif, mobilité, contrôle postural statique, contraintes biomécaniques).

**Critères de jugement secondaires :**

1. Coefficient de corrélation (Spearman) entre les scores MMSE et EquiMog dans la population avec TNC et dans l'échantillon total.
2. Coefficient de corrélation entre le score total EquiMog et le test Tinetti. Degré de concordance entre le score total du test EquiMog et le score total du test Tinetti à l'aide du graphique de Bland Altman.

2.3.2. Cadre légal

Cette étude se déroule au sein du CHRU Nancy, il est nécessaire de suivre les recommandations de la structure et du cadre légal. Notre étude est considérée comme une **recherche n'impliquant pas la personne humaine** et est aussi qualifiée comme **non interventionnelle** (étude reposant sur la réutilisation de données de santé à caractère personnel), de ce fait notre étude ne rentre pas dans le dispositif de la loi Jardé (82). L'avis d'un CPP (comité de protection des personnes) n'est pas exigé (voir schéma du cadre légal en ANNEXE V). **Une information au patient** (ANNEXE VIII) doit être délivrée, il ne doit pas y avoir d'opposition du patient à la suite de cette information.

Il a été conseillé pour la réalisation de notre étude de faire appel à la PARC (Plateforme d'aide à la recherche clinique) du CHRU Nancy. Ainsi, nous avons pu bénéficier de **l'aide d'un méthodologiste** (Mr Thomas Remen) pour l'ajustement du protocole et des diverses démarches à réaliser. A la suite de ces échanges avec Mr Remen, un document de présentation de l'étude a été édité pour informer la DRI (Direction de la recherche de l'innovation) (83) de la réalisation de notre étude au sein de la structure du CHRU Nancy

Le traitement des données nécessite un engagement de conformité suivant **le dispositif MR004** (84), ce dispositif engage le responsable du traitement des données à les utiliser au sein d'un circuit sécurisé (expliqué en ANNEXE V).

### 2.3.3. Patient / Population

La population d'étude est constituée de personnes âgées de plus de 65 ans consultant au service de gériatrie (hospitalisation de jour) et chez lesquels un bilan kinésithérapique aura été **prescrit** par un médecin gériatre du service.

#### **Inclusion :**

**Période d'inclusion :** Du 14 janvier au 05 Avril 2019.

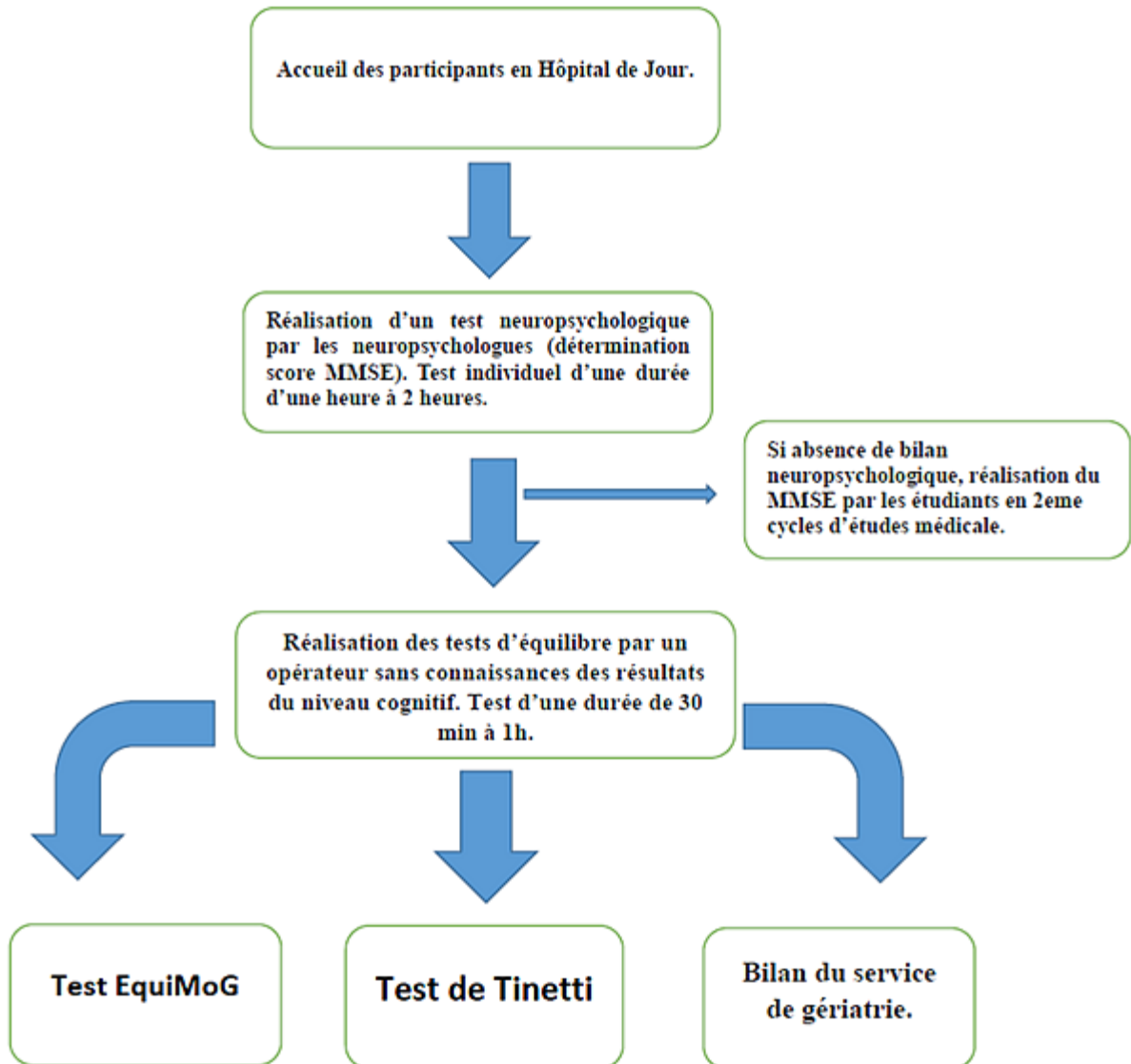
**Critères d'inclusion :** Age : 65 ans minimum

#### **Critères de non-inclusion :**

- Maîtrise insuffisante de la langue française.
- Absence de score MMSE, MMSE datant de plus de 3 mois, arrêt prématuré du test MMSE.
- Refus du patient de réaliser le test EquiMoG ou épreuves non réalisable (excepté relever du sol) (fatigue, malaise, douleur, impossibilité pour le patient de se maintenir en position debout ou de marcher sur 10m)
- Patients en fauteuil roulant.
- Patients avec syndrome extrapyramidal, syndrome pyramidal, sclérose en plaques et/ou Spina bifida.
- Patients avec neuropathie périphérique touchant le membre inférieur (Guillain barré, polynévrite,...).
- Patients avec opération(s) orthopédique(s) récente(s) sur les membres inférieurs (de moins de 6 mois).
- Patients avec arthrose sévère (classification radiologique stade IV) d'un membre inférieur.
- Patients avec maladie auto-immune (polyarthrite rhumatoïde, spondylarthrite ankylosante,...) en période inflammatoire.



### 2.3.4. Méthodologie expérimentale de mesure



**Figure 12** : Schéma du protocole simplifié.

Réalisation des tests d'équilibre: Durée maximum de 1h (**protocole détaillé en ANNEXE II**).

#### Origine des données :

- Dossier médical du patient pour l'âge, le sexe et les antécédents médicaux (pour vérification des critères de non inclusion).
- Les résultats de l'évaluation clinique seront utilisés pour évaluer les différents scores (MMSE, EquiMoG, Tinetti).

### 2.3.5. Analyses statistiques :

Le nombre de sujets nécessaire pour l'objectif principal de l'étude est calculé à l'aide du site «powerandsamplesize.com», il est défini comme «*le nombre minimum de sujets à inclure permet de garantir un certain niveau de **précision** et de **reproductibilité** des estimations produites à partir de données recueillies sur l'échantillon.*» (85). En considérant les estimations des moyennes et écart types des différents groupes ( voir ci-dessous) prédit à l'aide des données du mémoire de M.Brika (44). Un nombre de 25 sujets est requis par groupe, **soit un total de 50 patients.**

- Moyenne et écart-type probable du test Equimog (score global) chez les patients avec TNC (MMSE < 24) : 13,81 (ET = 2,54)
- Moyenne et écart-type probable du test Equimog (score global) chez les patients sans TNC (MMSE ≥ 24) : 16,27 (ET = 4,15)

Dans un premier temps, les caractéristiques de la population d'étude seront décrites au travers de pourcentages (variables qualitatives) et de moyennes (+ écart-type) ou médianes (+ valeurs extrêmes) selon la nature de la distribution (variables quantitatives).

Dans un second temps, il conviendra de vérifier la normalité de la distribution dans les différents échantillons à l'aide de la distribution graphique via histogramme et/ou via le test statistique de **Shapiro-Wilk** si un doute subsiste (possède une grande puissance pour les petits effectifs) (86).

La comparaison des scores (globaux ou par dimension du test EquiMog) entre patients avec ou sans TNC est réalisée au travers du test d'hypothèse non paramétrique **U de Mann et Whitney** (non-normalité probable de l'échantillon et effectifs faibles ( $n < 30$ ) (87) avec **un risque alpha de 5% et une puissance de 80%**. Le risque alpha de 5% signifie que nous accordons une différence significative entre la distribution des deux échantillons lorsque  $p < 0,05$ , une différence significative est définie comme une différence qui a moins de 5 chances sur 100 de se produire au hasard. La puissance statistique est définie comme la probabilité de révéler une différence lorsqu'il en existe vraiment une (88).

Ce test d'hypothèse permet de comparer la distribution de deux échantillons indépendants de petite taille (ici  $n=24$ ) ne suivant pas une loi normale, il permet de tester l'hypothèse nulle  $H_0$  selon laquelle les médianes de chacun des deux groupes de données sont identiques.

La nature de la relation existant entre le résultat du test MMSE chez les patients avec TNC et les résultats du test EquiMoG est explorée au moyen d'un coefficient de **corrélation Spearman**, la corrélation de Spearman est un test non-paramétrique nous permettant d'apprécier la dépendance statistique entre deux variables, son coefficient de corrélation n'est pas lié aux valeurs des deux variables mais par les rangs de ces valeurs. Un coefficient de corrélation proche de 1 signifie une forte corrélation positive, à l'inverse un coefficient proche de 0 fait état d'une faible corrélation (89).

La concordance entre le score total du test EquiMog et le score total du test Tinetti est évaluée dans un premiers temps à partir d'un coefficient de Spearman, puis ensuite à partir du **graphique de Bland Atman** puisque les deux tests utilisent une échelle différente. Il a été choisi un graphique de Bland Altman puisque nous voulons mesurer une concordance entre 2 échelles différentes mesurant le même concept. Nous gardons la mesure du coefficient de corrélation afin de comparer le résultat obtenu par Bivert ( $Rho = 0,81$ ) lors de son étude mono-centrique avec EquiMoG (78).

La relation linéaire est en effet évidente sur des instruments mesurant la même valeur (ici l'équilibre), le principe du graphique de Bland Altman est le fait d'apprécier l'écart observé (la différence) entre les deux valeurs obtenues pour la même mesure et de déduire pour l'ensemble de l'échantillon : le biais systématique et les limites de l'intervalle de confiance à 95% qui nous permettront de statuer sur la concordance des deux séries de valeurs (90).

Les analyses statistiques ont été réalisés avec l'aide d'un méthodologiste de la PARC, Mr Remen. Nous utilisons le site internet «[powerandsamplesize.com](http://powerandsamplesize.com)» pour calculer le nombre de sujet de nécessaire, ainsi que «[biostatgv.com](http://biostatgv.com) » pour procéder à des tests statistiques. Le logiciel Excel et le logiciel XlStat sont ont aussi utilisés pour réaliser les statistiques.

### III. RESULTATS

#### 3.1. Flux de la population

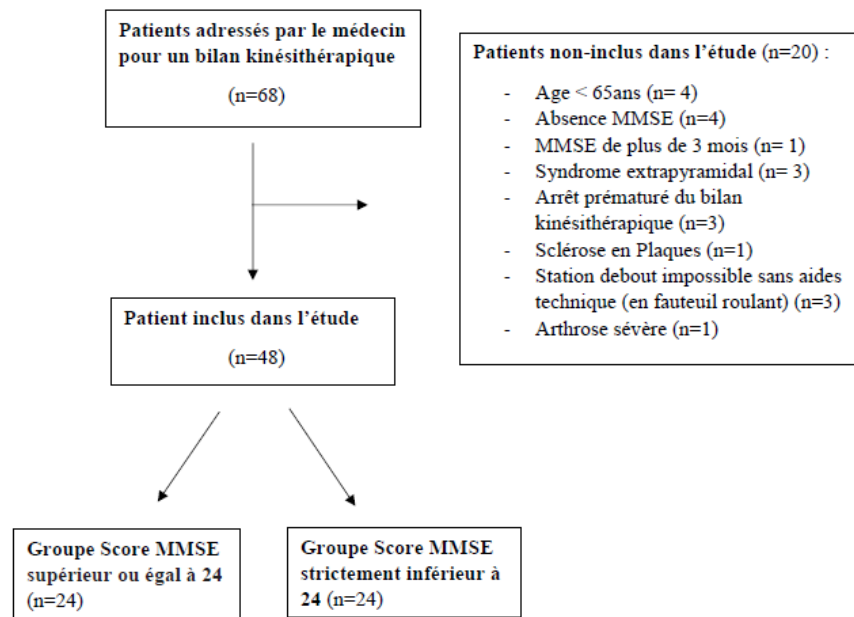


Figure 13 : Diagramme de flux de la population de l'étude.

#### 3.2. Description de la population

Tableau I : Description démographique de l'échantillon total (n=48)

	<u>N</u>	<u>%/moy</u>	<u>ET*</u>	<u>médiane</u>	<u>Q1</u>	<u>Q3</u>	<u>min</u>	<u>max</u>
<b>Sexe</b>								
Masculin	17	35,4 %						
Féminin	31	64,6 %						
<b>Age (en années)</b>	48	81,3	6,4	82,0	78,5	85,0	68,0	97,0

Nous observons ici une **proportion plus élevée de patients de sexe féminin** au sein de l'étude, l'âge moyen de l'échantillon est de 81,3 ans avec des valeurs extrêmes allant de 68 à 97 ans.

**Tableau III** : Score MMSE des patients de l'étude.

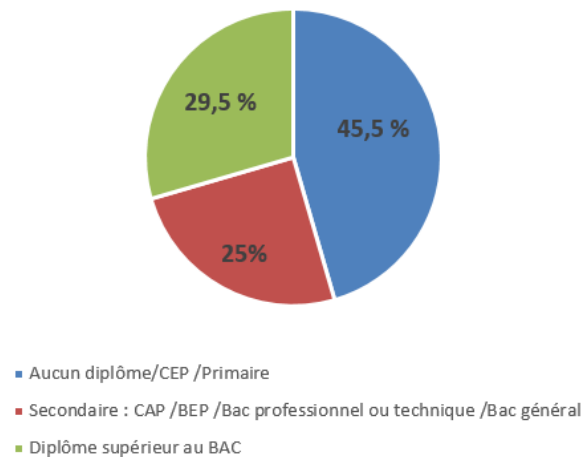
	N	%/moy	ET*	médiane	Q1	Q3	min	max
Score MMSE (sur 30)	48	22,4	5,2	23,5	19,0	27,0	9,0	30,0
Score MMSE								
< 24	24	50,0						
> ou = 24	24	50,0						

\* écart-type

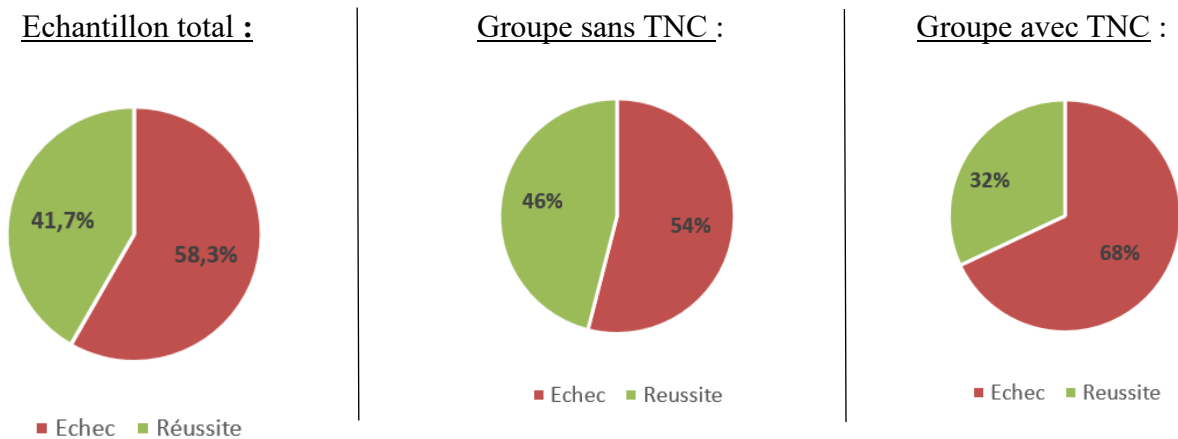
Consultation de Méthodologie et Statistiques, TR, 09/04/2019

Nous constatons ici **une parfaite équité** dans la distribution des 2 groupes. Les valeurs extrêmes du score MMSE dans l'échantillon sont de 9 et 30 avec une moyenne de 22,4.

Niveau d'étude de la population

**Figure 14** : Répartition du niveau d'étude dans l'échantillon total, (4 données manquantes).

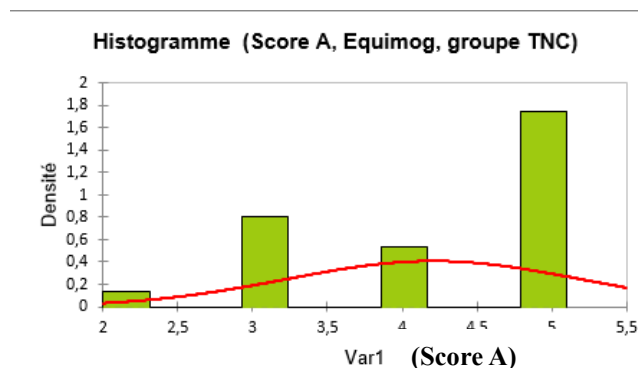
Ce diagramme illustre la plus grande proportion (45,5%) de patients n'excédant pas un niveau d'étude supérieur au certificat d'étude primaire (CEP). Les diplômés du secondaire et de l'enseignement supérieur représentent 54,5% de l'échantillon.



**Figures 15,16 et 17 :** Représentations graphiques du pourcentage de réussite/d'échec du relever du sol en fonction de l'échantillon.

Ces différents diagrammes montrent **un pourcentage d'échec** concernant la situation du relever du sol **plus important dans le groupe avec TNC (68%)**.

### 3.3. Comparaison des composantes EquiMoG selon la présence de troubles cognitifs.



**Figure 18 :** Histogramme des valeurs, exemple d'une vérification de la non-normalité d'une distribution (ici Score A, EquiMoG, groupe TNC).

**Tableau IV :** Test de Shapiro-Wilk pour la distribution des valeurs du score A du test EquiMoG (groupe TNC)

W	0,759
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

Ha : La variable dont provient l'échantillon ne suit pas une loi normale.

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification  $\alpha = 0,05$ , on doit rejeter l'hypothèse nulle

H0 et retenir l'hypothèse alternative Ha.

A travers **la méthode graphique** (visualisation d'une potentielle distribution normale sur un histogramme) et **le test de Shapiro-Wilk**, il est admis que les distributions des valeurs des tests EquiMoG et des différentes valeurs utilisés pour les analyses statistiques ne suivent pas la loi normale (exception faite de la Partie C d'EquiMoG dans le groupe MMSE<24). Il convient alors de réaliser **des tests non-paramétrique**.

**Tableau V** : Comparaison des résultats EquiMoG selon la présence ou non de TNC.

	< 24 N=24 (50,0%)				> ou = 24 N=24 (50,0%)				p**
	N	%/med*	Q1	Q3	N	%/med*	Q1	Q3	
Score A du test EquiMoG (sur 5)	24	4,0	3,0	4,5	24	5,0	3,0	5,0	0,0983
Score B du test EquiMoG (sur 2)	24	1,0	1,0	2,0	24	2,0	1,0	2,0	0,1259
Score C du test EquiMoG (sur 6)	24	4,0	3,0	4,5	24	4,0	4,0	6,0	<b>0,0253</b>
Score D du test EquiMoG (sur 3)	24	3,0	2,0	3,0	24	3,0	3,0	3,0	0,0645
Score <i>équilibre</i> EquiMoG (A+B+C+D)	24	11,5	9,0	13,0	24	13,5	12,0	15,0	<b>0,0125</b>
Score E du test EquiMoG (sur 6)	24	5,0	3,0	5,0	24	4,0	3,0	5,0	0,4091
Score F du test EquiMoG (sur 4)	24	4,0	4,0	4,0	24	4,0	4,0	4,0	0,4435
Score total du test EquiMoG (sur 26)	24	20,5	15,0	22,5	24	22,0	18,5	24,0	0,2473
Score Tinetti ( sur 28)	24	22,4	19,75	26	24	23,8	23,5	28	0,2044
Vitesse de marche (en m/s)	24	0,84	0,65	1,25	24	0,95	0,65	1,25	0,9587

\* médiane

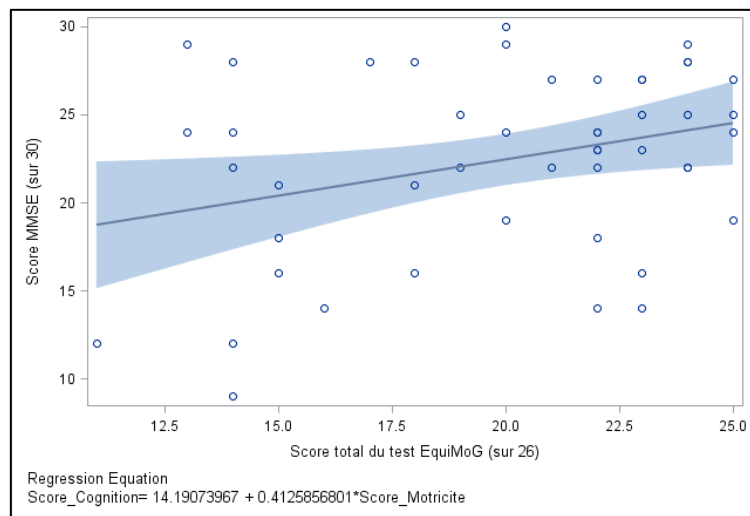
\*\* Test de Wilcoxon

Consultation de Méthodologie et Statistiques, TR, 09/04/2019

Ce tableau illustre la présence ou non de différence significative à l'aide du test **U de Mann et Whitney** (appelé ici Wilcoxon) dans chaque composante du test EquiMoG, On remarque ainsi deux  $p < 0,05$ , nous devons rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$ , et **retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  dans le Score C** (Mobilité et relever du sol) et pour l'addition des scores A+B+C+D (contrôle postural/équilibre) du test EquiMoG. Nous constatons au niveau du score A et du score D, une p value assez proche du seuil de significativité. Il existe une médiane plus faible dans le score total EquiMoG et Tinetti mais pas de différence significative. Nous

remarquons que le secteur E (contraintes biomécaniques) a une médiane plus élevée dans le groupe avec TNC. La vitesse de marche propose des quartiles similaires dans les 2 groupes avec un  $p=0,9587$ .

### 3.4. Nature de l'association entre le résultat du test MMSE et les résultats du test EquiMoG dans la population totale et dans le groupe avec TNC.



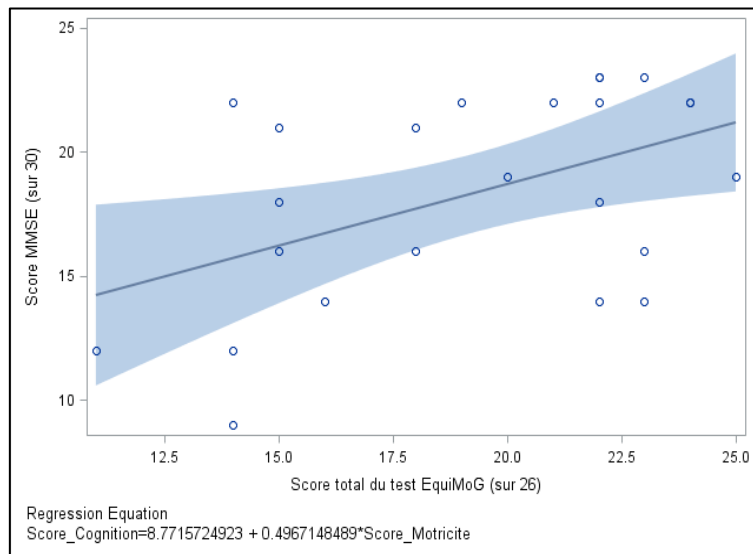
**Figure 19 :** Nuage de points avec l'équation de régression de l'association entre les résultats des test MMSE et EquiMoG dans l'ensemble de l'échantillon (n=48).

**Tableau VI :** Corrélation de la variable MMSE par rapport à la variable EquiMoG dans l'ensemble de l'échantillon.

Coefficients de corrélation de Spearman, N = 48		
Proba >  r  sous H0: Rho=0		
	Score MMSE	Score EquiMoG
Score MMSE (sur 30)	1.00000	0.23036
<b>p value</b>		0.1152
Score EquiMoG (sur 26)	0.23036	1.00000
<b>p value</b>	0.1152	

L'hypothèse H0 (Rho=0) est ici retenue avec un  $p > 0,05$ . L'association entre le score total EquiMoG et le score MMSE est statistiquement nulle. De plus, le graphique et la valeur du Rho illustrent une faible association (Rho : 0,23).





**Figure 20 :** Nuage de points avec l'équation de regression de l'association entre les résultats des test MMSE et EquiMoG chez les patients avec TNC (MMSE < 24) ( n=24) :

**Tableau VII :** Corrélation de la variable MMSE par rapport à la variable EquiMoG chez les patients avec TNC (MMSE < 24) :

<b>Coefficients de corrélation de Spearman, N = 24</b>		
<b>Proba &gt;  r  sous H0: Rho=0</b>		
	Score MMSE	Score EquiMoG
Score MMSE (sur 30)	1.00000	0.44009
<b>p value</b>		0.0314
Score EquiMoG (sur 26)	0.44009	1.00000
<b>p value</b>	0.0314	

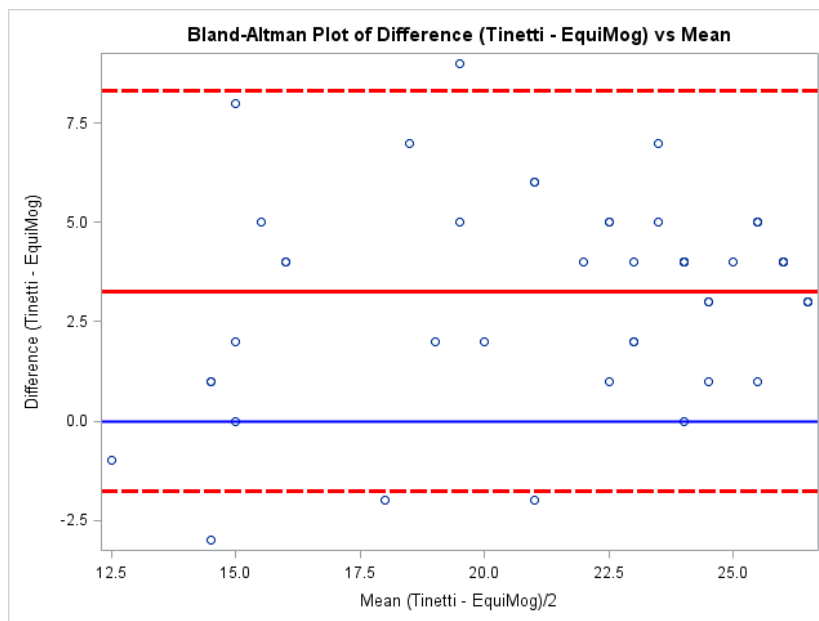
Dans le groupe avec MMSE < 24, il existe une corrélation modéré (rho= 0,44) avec p <0,05 (signifiant l'acceptation de l'hypothèse de Rho différent de 0).

### 3.5. Concordance EquiMoG-Tinetti

**Tableau VIII :** Matrice de corrélation entre le score total EquiMoG et le score Tinetti (Spearman).

Variables	EquiMoG	Tinetti
EquiMoG	1	0,84696343
Tinetti	0,84696343	1

Avec  $Rho=0,85$  et  $p<0,001$ . Intervalle de confiance 95% =] 0,719 ; 0,920[.



**Figure 22 :** Graphique de Bland-Altman évaluant la concordance entre l'échelle Tinetti et l'échelle EquiMoG.

**NB :** Certains patients ayant des valeurs identiques (= 16 « doublettes »), leurs points se superposent, ce qui explique que seulement 32 points soient visibles.

Sur ce graphique (fig. 22), l'abscisse désigne la moyenne des scores EquiMoG et Tinetti obtenus et l'ordonnée indique la différence numérique observée entre les deux scores. La moyenne des différences (**biais systématique**) est environ égale à 3. **Les limites d'agrément** sont de -2 et +8 (limites au sein desquelles il y a 95% de chances qu'une différence se situe). Ces limites sont calculées avec l'aide de l'écart-type (ET) des différences (Limites =  $\pm 1,96$  ET).

## **IV. DISCUSSION :**

### **4.1. Analyse des résultats**

#### 4.1.1. Objectif principal

Notre premier objectif est de comparer les résultats du test EquiMoG chez des patients avec et sans troubles neurocognitifs, aussi bien par le score total que par les différentes composantes. Nous observons premièrement dans les résultats au test de Mann et Whitney (tab. V), **l'absence de différence significative sur le test total du score EquiMoG, de même que sur le score Tinetti**. Cette absence de différence significative est peut-être liée à notre échantillon numériquement faible et à l'absence de différence notable dans le secteur de l'analyse de la marche et des contraintes biomécaniques. La notion de significativité est à relativiser, une différence significative au niveau statistique n'est pas forcément une différence significative clinique. Il convient dans ce cas, d'avoir une vision d'ensemble des résultats pour réaliser une analyse la plus juste possible (91).

En analysant le test EquiMoG sur 3 composantes (analyse de la marche, contrôle postural et contraintes biomécaniques), nous remarquons **une différence significative dans les 2 groupes sur le secteur du contrôle postural** (tab. V). Un bon nombre d'items évaluant ces secteurs d'EquiMoG (Score A+B+C+D) sont réalisés sans aide technique ce qui peut avoir pénalisé les patients habitués à en utiliser une. Cette différence est aussi à nuancer avec le nombre d'items important pour évaluer celui-ci comparé à l'analyse de la marche qui ne comporte qu'une évaluation limitée étant donné sachant que c'est uniquement la symétrie des pas qui est objectivée. Cette remarque vaut aussi pour l'analyse de marche du test de Tinetti qui comporte beaucoup d'items sur cette symétrie des pas et ne prend pas en compte une potentielle asymétrie du haut du corps.

**Il n'y a pas de différence significative dans le domaine du contrôle postural proactif**,  $p = 0,0983$  (tab. V). Une étude présentée aux JFK 2019 sur la fiabilité inter évaluateur de l'évaluation du contrôle postural proactif met en évidence un coefficient de kappa  $> 0,6$  sauf pour celui de l'évaluation de la préparation du demi-tour (0,478) (92). Dans la préparation du demi-tour, il est très difficile de distinguer une différence dans la temporalité entre l'orientation du pied vers la direction du demi-tour et la rotation du tronc. Lors des tests, nous constatons aussi une difficulté à évaluer la planification des transferts. Les consignes présentes dans l'EMC

EquiMoG manquent un peu de précision et la population d'HDJ étant relativement autonome, nous n'avons que très rarement constaté des déficiences sur l'inclinaison du tronc avant le passage assis-debout ou debout-assis, ce qui explique le score assez élevé dans les 2 populations comparé à d'autres études utilisant le test Equimog (43). Autre point ayant pu perturber les APA, il arrive parfois que l'évaluateur réalise le geste demandé devant un patient atteint d'hypoacousie, ce qui occasionne **un biais d'évaluation** par la participation très active des neurones miroirs dans une population avec trouble cognitif dans la réalisation du geste (93).

**La partie C du test EquiMoG (mobilité et relever du sol) a une distribution significativement différente entre les 2 groupes ( $p=0,0253$ )** (tab. V), cette partie est constitué d'items évaluant plusieurs aspects de l'équilibre et de la motricité (la double tâche, la rotation cervicale, le changement d'allure, le demi-tour, la descente au sol et le relever du sol), il n'est pas surprenant de retrouver une différence significative dans cette partie au vue des données de la littérature, en effet la double tâche et le relever du sol comme nous l'avons vu sont plus difficile à réaliser chez des patients avec TNC (20). Cette différence significative obtenue dans le secteur de la mobilité et du relever du sol doit être pondérée avec la relative faible reproductibilité inter-examineur de cette sous-partie (coefficient de de corrélations intra-classe à 0,70) (43).

Le relever du sol est réussi dans l'ensemble par environ 42% des patients, **on dénombre 32% de réussite du relever du sol dans le groupe avec TNC et 46% dans le groupe sans TNC** (fig. 15,16,17). Le relever du sol est un marqueur important de conservation des planifications motrices chez la personne âgée mais sa non réussite peut aussi être lié à d'autres facteurs exposés durant l'étude effectuée (gonalgies, asthénie, anxiété, matériel prothétique douloureux).

Il est difficile de porter une conclusion sur la partie B et D, ces parties ne comportant que 2 et 3 variables quantitatives respectivement (fig. 7). La recherche de différence significative est difficile avec un faible nombre de valeurs.

Nous ne notons pas de différence significative pour la vitesse de marche, la moyenne est même plus élevée dans le groupe avec TNC (tab. V), l'utilisation plus fréquente d'aide technique dans la population avec TNC peut être un élément de réponse à cette vitesse comparable à la population sans TNC.

Il est intéressant de noter que les contraintes biomécaniques ont une médiane plus avantageuse chez le groupe avec TNC bien qu'avec absence de différence significative constatée. Ce résultat peut être expliqué par **l'inclusion de personnes présentes pour bilan oncogériatrique** or celles-ci sont souvent asthéniques avec une force musculaire amoindrie et une capacité respiratoire faible. Les items concernant **la puissance musculaire et l'adaptation à l'effort** peuvent donc être fortement influencés par ce type de population.

#### 4.1.2. Objectif secondaires

L'objectif est d'explorer la nature de l'association entre le score total du test EquiMoG et le score MMSE, le nuage de point (fig. 19) laisse apparaître une disposition assez difficile à interpréter positivement. **La possible corrélation est rejetée** avec un risque alpha de 5% ( $p=0,12$ ), l'hypothèse retenue est une valeur de Rho nulle. Il n'y a donc pas d'association statistique retrouvée entre ces 2 paramètres. Cette possible absence de corrélation statistique peut être liée à **un biais inter-évaluateur** concernant le score MMSE (réalisé par plusieurs opérateurs) ou bien à son manque de sensibilité pour les TNC légers. Par ailleurs, le score MMSE est un test qui évalue de façon globale la cognition et la littérature expose plus majoritairement des liens entre **les fonctions exécutives** et l'équilibre (18). Pour l'analyse de l'association au sein de la population avec TNC, **une relation statistiquement significative est présente** ( $Rho=0,44$  avec  $p < 0,05$ ) (Tab. VII). Ce coefficient de corrélation est relativement faible mais il apparaît contrairement à l'analyse dans l'échantillon total. Cette association positive peut être expliquée par une meilleure évaluation de l'état cognitif dans cette population et par une perte d'équilibre et de motricité linéaire en fonction du score cognitif dans cette partie de la population.

Le coefficient de corrélation de Spearman retrouvé entre le score total EquiMoG et le score total Tinetti est de 0,85 avec  $p < 0,05$ , il s'agit d'un **coefficient similaire** ( $Rho=0,81$ ) à celui retrouvé par Bivert lors de son étude mono-centrique (75).

La concordance entre le test EquiMoG et le test Tinetti évaluée à l'aide du graphique de Bland Altman (fig. 22) laisse apparaître quelques tendances. Le biais systématique (moyenne des différences) est environ égal à 3, ce biais peut sembler logique du fait de la plus grande échelle de valeurs pour le test de Tinetti (28 vs 26 pour EquiMoG). Les limites d'agrément vont de -2 à +8 (limites au sein desquelles il y a 95% de chances qu'une différence se situe). La

différence entre les 2 valeurs tend à se rapprocher du biais systématique lorsque la moyenne des 2 valeurs est haute et, à l'inverse la différence tend à s'éloigner du biais systématique lorsque la moyenne des 2 valeurs est basse. Nous pouvons penser que ces deux tests sont assez fidèles pour objectiver l'équilibre «dans les normes ». A l'inverse lorsque l'équilibre est précaire, les deux échelles ne sont plus en adéquation. **Nous rappelons que ces tests ont des objectifs différents et sont complémentaires**, le test Tinetti ayant plus un rôle dans le dépistage du risque de chute et le test EquiMoG dans la recherche de déficience spécifique.

## 4.2. Proposition de rééducation

Ce paragraphe a pour but d'évoquer **plusieurs pistes de rééducation** des différents secteurs de l'équilibre en ciblant prioritairement les secteurs plus touchés apparaissant dans nos résultats au sein du groupe avec TNC (le secteur de la mobilité et du relever du sol est le plus touché par un niveau cognitif mesuré par le score MMSE).

### 4.2.1. Secteur C EquiMoG

#### 4.2.1.1. Double tâche, rotation cervicale

Dans ce secteur est compris la double tâche. La rééducation de la double tâche chez des personnes âgées consiste en **une répétition de mises en situations mettant en jeu les fonctions exécutives et le mouvement**, ce processus a pour but d'essayer de ré-autonomiser les fonctions motrices comme la marche qui ne sont plus réalisées de façon automatiques. Une étude conduite par Hagovska *et al.*(94) a montré que la combinaison d'un entraînement de l'équilibre avec un entraînement cognitif pendant 10 semaines donnaient des résultats supérieurs au niveau du résultat du TUG réalisé en double tâche par rapport à un entraînement d'équilibre seul.

Une instabilité lors de la rotation cervicale pendant la marche peut être dûe à une déficience au niveau de l'oreille interne ou bien à un déficit d'amplitude au niveau du rachis cervical, la rééducation vestibulaire peut être proposée dans ce premier cas et des exercices actifs et de thérapie manuelles dans le second cas (95).

#### 4.2.1.2. Rééducation du relever du sol – Concept d'apprentissage implicite

L'apprentissage du relever du sol **peut être débuté assez rapidement** dans la prise en charge, il ne s'agit pas d'attendre que le patient devienne parfaitement autonome avant de pouvoir débiter cette rééducation.

Chez des patients sans TNC ou avec TNC léger, il est possible d'utiliser l'imagerie motrice. On parle ici d'apprentissage **explicite**, c'est un type d'apprentissage où le patient réfléchit consciemment à une technique précise dans le but de réaliser le mouvement demandé. Ce sont par exemple des consignes sur la posture ou la position d'un membre à adapter pour être efficient sur le mouvement (96).

Cette rééducation dans une population avec TNC peut commencer par des exercices de types **implicites**. L'apprentissage implicite doit faire en sorte que le patient réalise le mouvement sans réflexion consciente du schéma moteur. L'attention n'est plus fixée sur l'apprentissage de la technique mais sur une tâche de «distraction» (96).

L'avantage de cet apprentissage est qu'il ne dépend pas de la mémoire de travail et qu'il a une bonne observance chez des patients atteints de déclin cognitifs (physiologique ou pathologique) et **les capacités d'apprentissage par le biais de l'implicite sont préservées dans les stades avancés de la MA**. On peut ainsi proposer des exercices d'imitation de situations spécifique (transferts) à l'aide des neurones miroirs ou bien un travail de remise en ordre chronologique d'images (figure ci-dessous).



**Figure 22** : Résolution d'un puzzle chronologique des différentes étapes du relever du sol. Visuelle provenant de Physio4frail.com (97).

Cette approche implicite est aussi utilisée par le Pr France Mourey à travers son projet **MAAMI** (Maladie Alzheimer Apprentissage Moteur Implicite) (94). Ce projet consiste à rééduquer la fonction motrice à travers **la réalité virtuelle**. Des études préliminaires chez une population avec une fragilité cognitive et/ou motrice évoquent une amélioration de la vitesse de marche et un recouvrement partiel des APA seulement pour les patients ayant eu un entraînement sous réalité virtuelle (99).

La rééducation du relever du sol doit aussi tenir compte de l'anxiété liée à cet exercice et aux douleurs engendrées par les positions d'exécution de l'exercice. **L'apprentissage du relever du sol permet aussi chez des patients Alzheimer une amélioration des capacités posturo motrices après plusieurs semaines d'entraînements** (14).

**Le langage non-verbal** à travers l'activation des neurones miroirs est un paramètre dans la rééducation qui peut être proposé chez des patients Alzheimer, ce langage non verbal peut être associé à un langage verbal (lexique simple) pour potentialiser les effets (lecture sur les lèvres) (96).

#### 4.2.2. Rééducation des APA

Au niveau des résultats, une plus grande déficience au niveau du secteur de l'équilibre et du contrôle postural (score A+B+C+D) est présente chez les patients avec TNC, notons qu'il s'agit d'un abus de langage, en effet le secteur C d'EquiMoG n'est pas une approche stricto-sensu de l'équilibre et du contrôle postural, on y retrouve en effet des situations de double tâche et de descente/relever du sol. Ce secteur de l'équilibre comprend en premier lieu les APA (Score A). Si l'on remarque une déficience des APA au niveau de la gestion **des déséquilibres intrinsèques rapides**, nous essaierons de proposer des exercices en respectant plusieurs paramètres. Les mouvements du patient devront être effectués le plus vite possible, le thérapeute veillera aussi à varier les gestes demandés et à prévenir le patient de la consigne le plus tard possible.

Lorsqu'une déficience au niveau **des déséquilibres intrinsèques lents** est constatée, c'est-à-dire lorsque les APA ont un rôle focal (transferts), il conviendra de proposer au patient des exercices de rééducation **de la planification du mouvement**, à l'instar de la rééducation du relever du sol, il conviendra de proposer aux patients avec TNC, une approche implicite (14).



#### 4.2.3. Secteur B – Contrôle moteur réactif et Secteur D

La rééducation du contrôle moteur réactif passe d'abord par l'instauration d'**un climat de confiance** pour permettre de relâcher un sujet trop souvent rigidifié dans un contexte d'examen. Par la suite, il convient parfois de passer par une étape de **contrôle volontaire** pour faire émerger l'avancée du membre inférieur vers l'avant (dans le cadre des réactions parachutes). Ensuite, c'est **la répétition** des situations et de l'entraînement qui va automatiser le geste lors des poussées moins prévisibles.

Pour le contrôle postural statique, deux stratégies de rééducation sont possibles. Si le patient en est capable, il peut être proposé au sujet d'entraîner le secteur sensoriel déficitaire afin de lutter contre les compensations. Par exemple, en cas de polygodépendance, on demandera au patient de réduire au maximum son polygone de sustentation, que ce soit en position statique ou en situation dynamique lors de la marche (14).

#### 4.2.4. Contraintes biomécaniques

Concernant les contraintes biomécaniques, bien que n'ayant pas trouvé de différences significative lors de l'étude, les éléments de rééducation des différents items proposés sont connus pour la plupart. Nous constatons cependant en pratique courante que le renforcement musculaire de la personne âgée est souvent basé sur des programmes en endurance, or les transferts nécessitent prioritairement une **puissance** musculaire satisfaisante. Cette baisse de puissance musculaire liée à la sarcopénie et à la plus forte diminution des fibres type II par rapport aux fibres de type I nous sensibilise sur l'importance du travail de la puissance chez la personne âgée pour améliorer les transferts et l'équilibre (42).

Une étude de Suzuki *et al.* (100) indique qu'un programme multimodal d'exercices incluant exercice aérobie, renforcement musculaire et travail de l'équilibre améliore une partie des capacités cognitives dans une population avec troubles cognitifs léger (Mild Cognitive Impairment). **L'exercice physique** est une bonne manière d'optimiser les fonctions cognitives et ainsi de pouvoir réduire le risque de chute lié à cette baisse des fonctions exécutives.

### 4.3) Limites de l'étude

Le choix du test MMSE est critiquable, en effet il n'est pas sensible pour les TNC légers et peut être très variable selon le niveau de fatigue du patient. Par ailleurs, le test MMSE a été réalisé durant l'étude par de nombreux thérapeutes (neuropsychologues et étudiants du second cycle médical). Le MMSE n'est qu'un score évaluant les fonctions cognitives de manière générale et assez peu les fonctions exécutives. La littérature montre que les tests évaluant **la fonction exécutive** sont beaucoup plus reliés à des fonctions comme la vitesse de marche (53,101). Il était prévu d'inclure dans notre étude des tests d'attention visuelle (Trail Making Test), comme utilisés dans l'étude de Tangen *et al.* (18) mais ces tests n'ont pas pu être réalisés chez beaucoup de patients du fait de la fatigabilité mentale importante de notre population. La durée de passation des tests kinésithérapiques semblait aussi assez longue pour certains patients, il est donc possible que certains items soient sous évalués dû fait de la fatigue accumulée.

Les contraintes des différentes batteries de tests en hôpital de jour ont parfois nécessité de scinder l'évaluation kinésithérapique en deux parties. L'évaluation du contrôle moteur réactif a été réalisé en début de test, les créateurs du test EquiMoG montrent une préférence dans l'évaluation de cette catégorie à la fin du test. Le test EquiMoG a été réalisé majoritairement par **un seul opérateur** (étudiant en 4<sup>ème</sup> année de masso-kinésithérapie) assisté d'un masseur-kinésithérapeute D.E, quelques mesures du test ont été réalisées en son absence par le masseur-kinésithérapeute D.E formé au test EquiMoG par cet opérateur. Bien que disposant de beaucoup d'informations pour la passation du test EquiMoG, nous avons remarqué que certains items étaient difficiles à interpréter. Sans la formation réalisée à l'IFMK, il nous semble difficile pour un masseur-kinésithérapeute D.E de procéder à certaines évaluations du test EquiMoG.

La mise en place du cadre légal de l'étude a été longue et a comporté beaucoup d'écueils. La réalisation du mémoire s'en est donc retrouvé un peu retardée. Néanmoins, ces différentes démarches mise en place pour la réalisation du protocole ont renforcé mon expérience dans le domaine de la recherche clinique et de son application en secteur hospitalier.

## V) CONCLUSION

Ce mémoire a pour but d'explorer les liens entre les troubles cognitifs et les troubles de l'équilibre chez une population âgée. La méthodologie utilisée pour le triage de l'échantillon n'est peut-être pas la plus fiable, le score MMSE étant un test généraliste de première intention. Néanmoins, cette étude permet de révéler plusieurs **tendances**. Les situations de double tâche et de relever du sol sont les plus touchées chez une population présentant un score MMSE < 24.

Ce mémoire a aussi pour objectif de proposer à la suite de ces résultats, des pistes encore plus ciblées de rééducation et de prévention pour la prise en charge de la population de plus de 65 ans avec troubles cognitifs. Des situations de rééducation ont été proposées (apprentissage moteur implicite, rééducation des APA...). Cependant, il convient d'être modeste vis-à-vis de ces généralisations. Le test EquiMoG n'a pas été créé pour dépister des déficiences posturales ou motrices spécifiquement pour un groupe de personnes. Le test EquiMoG, comme les tests systémiques, sont pensés avant tout **pour une prise en charge individualisée**. La personne âgée fragile n'a pas de profil type, elle possède ses **propres caractéristiques bio-psycho-sociales**. Les tests fonctionnels conservent toutefois un intérêt, ils assurent un suivi dans le temps permettant ainsi d'objectiver l'évolution du patient.

La concordance du test EquiMoG avec le test de Tinetti est relativement irrégulière selon les scores de ces 2 échelles. Les objectifs d'évaluation de ces 2 tests étant différents et complémentaires, il est difficile d'émettre un jugement de valeur sur le test EquiMoG. Cependant, le test EquiMoG présente l'avantage de construire rapidement et efficacement un **raisonnement clinique** individualisé.

Les données collectées lors de ce mémoire feront l'objet d'une analyse ultérieure par un médecin gériatre. Son objectif sera de comparer la vitesse de marche et les différentes parties du score EquiMoG, pour des groupes de patients avec **différentes pathologies neurodégénératives** (maladie d'Alzheimer, démence à corps de Lewy...).

## BIBLIOGRAPHIE

1. CartoSanté (ARS). Rapports et portraits de territoires [En ligne]. [Page consultée le 2 février 2019] <<https://cartosante.atlasante.fr/#c=report&chapter=kine&report=r01&selgeo1=reg.44&selgeo2=fra.99>>.
2. Blum D; Buée L; Pasquier F; Alzheimer (maladie d') [En ligne]. [Page consultée le 2 janvier 2019] <<https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/alzheimer-maladie>>.
3. France-Alzheimer. La maladie d'Alzheimer en chiffres [En ligne]. France Alzheimer. [Page consultée le 7 janvier 2019] <<https://www.francealzheimer.org/maladie-dalzheimer-vos-questions-nos-reponses/maladie-dalzheimer-chiffres/>>.
4. Jacqmin-Gadda H, Alperovitch A, Montlahuc C, Commenges D, Leffondre K, Dufouil C, et al. 20-Year prevalence projections for dementia and impact of preventive policy about risk factors. *Eur J Epidemiol.* juin 2013;28(6):493-502.
5. Collège des Enseignants de Neurologie. Confusion, démences — Troubles cognitifs du sujet âgé — État confusionnel et trouble de la conscience chez l'adulte et chez l'enfant [En ligne]. 2016 [Page consultée le 13 février 2019] <<https://www.cen-neurologie.fr/deuxieme-cycle%20/confusion-demences-troubles-cognitifs-du-sujet-age-etat-confusionnel-trouble>>.
6. Faupin B. Efficacité de la kinésithérapie chez des patients atteints de démences de type Alzheimer. Étude bibliographique. *Kinésithérapie, la Revue.* 1 août 2016;16(176):515.
7. Mourey F, Taroux M, Kubicki A, Manckoundia P. Étude observationnelle de l'efficacité de la kinésithérapie chez des patients souffrant d'une maladie d'Alzheimer en début d'évolution. *Kinésithérapie Rev.* 1 févr 2013;13:8.
8. Riviere JP. Aricept, Ebixa, Exelon et Reminyl: Agnès Buzyn annonce leur déremboursement, premières réactions [En ligne]. 2018 [Page consultée le 2 janvier 2019]. <[https://www.vidal.fr/actualites/22723/aricept\\_ebixa\\_exelon\\_et\\_reminyl\\_agnes\\_buzyn\\_annonce\\_leur\\_deremboursement\\_premieres\\_reactions/](https://www.vidal.fr/actualites/22723/aricept_ebixa_exelon_et_reminyl_agnes_buzyn_annonce_leur_deremboursement_premieres_reactions/)>.
9. Anstey KJ, von Sanden C, Luszcz MA. An 8-year prospective study of the relationship between cognitive performance and falling in very old adults. *J Am Geriatr Soc.* août 2006;54(8):1169-76.
10. Muir SW, Gopaul K, Montero Odasso MM. The role of cognitive impairment in fall risk among older adults: a systematic review and meta-analysis. *Age Ageing.* 1 mai 2012;41(3):299-308.

11. HAS. Évaluation et prise en charge des personnes âgées faisant des chutes répétées [Internet] 2009 [page consultée le 17 novembre 2008] <[https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c\\_793371/fr/evaluation-et-prise-en-charge-des-personnes-agees-faisant-des-chutes-repetees](https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_793371/fr/evaluation-et-prise-en-charge-des-personnes-agees-faisant-des-chutes-repetees)>.
12. Sollaci LB, Pereira MG. The introduction, methods, results, and discussion (IMRAD) structure: a fifty-year survey. *J Med Libr Assoc JMLA*. juill 2004;92(3):364-7.
13. Mancini M, Horak FB. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *Eur J Phys Rehabil Med*. juin 2010;46(2):239-48.
14. Kubicki A, Mourey F. Rééducation gériatrique : approche systémique. *EMC - Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation* 2015;0(0):1-9 [Article 26-590-A-10].
15. Kubicki A, Mourey F. Evaluation de la fonction d'équilibration en gériatrie : comment évaluer cliniquement les activités posturales anticipées. *Kinésithér Scient*. 2014 ; 0551:51-54.
16. Robinovitch SN, Feldman F, Yang Y, Schonnop R, Lueng PM, Sarraf T, et al. Video capture of the circumstances of falls in elderly people residing in long-term care: an observational study. *Lancet*. 5 janv 2013;381(9860):47-54.
17. Mourey F, Brika M. Le relever du sol chez des patients présentant une démence de type Alzheimer. *Kinésithér Scient*. 2014,0554:53-56.
18. Tangen GG, Engedal K, Bergland A, Moger TA, Mengshoel AM. Relationships between balance and cognition in patients with subjective cognitive impairment, mild cognitive impairment, and Alzheimer disease. *Phys Ther*. août 2014;94(8):1123-34.
19. Contreras D, Heim J, Nelson J. Gait and Balance in Alzheimer's Disease: A Retrospective Analysis Across Varying Levels of Cognitive Impairment. :42.
20. Saimpont A, Mourey F, Manckoundia P, Pfitzenmeyer P, Pozzo T. Aging affects the mental simulation/planning of the « rising from the floor » sequence. *Arch Gerontol Geriatr*. déc 2010;51(3):41-45.
21. Péninou G, Colné P. Chapitre d'introduction, La posture debout: Biomécanique fonctionnelle, de l'analyse au diagnostic. Elsevier Masson, 2018.p. 7- 9.
22. Paillard T. Introduction : approche de la posture et de l'équilibration humaines. In Paillard T. *Posture et équilibration humaine*. De Boeck supérieur, 2016.p. 5-8.
23. Dupui P. Bases neurophysiologiques du contrôle postural. In: *posture et équilibration humaine*. De Boeck supérieur; 2016. p. 23.

24. Société Internationale de Réhabilitation Vestibulaire. Equilibration : systèmes récepteurs. [En ligne] [Page consultée le 13 novembre 2018] <<http://www.vestib.org/equilibration.html>>.
25. Dupui P. Techniques d'analyse des activités posturo-cinétiques - ppt télécharger [En ligne]. [Page consultée le 13 février 2019] <<https://slideplayer.fr/slide/5200607/>>.
26. Adams JA. A closed-loop theory of motor learning. *J Mot Behav.* juin 1971;3(2):111-49.
27. Noé F. Les ajustements posturaux anticipés. In Thierry Paillard. *Posture et équilibration humaine.* De Boeck supérieur, 2016.p. 113.
28. Bouisset S, Zattara M. Biomechanical study of the programming of anticipatory postural adjustments associated with voluntary movement. *J Biomech.* 1987;20(8):735-42.
29. Massion J. Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. *Prog Neurobiol.* 1992;38(1):35-56.
30. Bazalgette D, Zattara M, Bathien N, Bouisset S, Rondot P. Postural adjustments associated with rapid voluntary arm movements in patients with Parkinson's disease. *Adv Neurol.* 1987;45:371-4.
31. Pozzo T, Ouamer M, Gentil C. Simulating mechanical consequences of voluntary movement upon whole-body equilibrium: the arm-raising paradigm revisited. *Biol Cybern.* juill 2001;85(1):39-49.
32. Morasso PG, Baratto L, Capra R, Spada G. Internal models in the control of posture. *Neural Netw.* oct 1999;12(7-8):1173-80.
33. Ng THB, Sowman PF, Brock J, Johnson BW. Premovement brain activity in a bimanual load-lifting task. *Exp Brain Res.* janv 2011;208(2):189-201.
34. Viallet F, Massion J, Massarino R, Khalil R. Coordination between posture and movement in a bimanual load lifting task: putative role of a medial frontal region including the supplementary motor area. *Exp Brain Res.* 1 janv 1992;88(3):674-84.
35. Traub MM, Rothwell JC, Marsden CD. Anticipatory postural reflexes in Parkinson's disease and other akinetic-rigid syndromes and in cerebellar ataxia. *Brain J Neurol.* juin 1980;103(2):393-412.
36. Almeida QJ, Wishart LR, Lee TD. Bimanual coordination deficits with Parkinson's disease: the influence of movement speed and external cueing. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc.* janv 2002;17(1):30-7.

37. Schmitz C, Jenmalm P, Ehrsson HH, Forssberg H. Brain activity during predictable and unpredictable weight changes when lifting objects. *J Neurophysiol.* mars 2005;93(3):1498-509.
38. Paillard T. Effets du vieillissement sur la fonction d'équilibration. *Posture et équilibration humaines. De Boeck supérieur*,2016. p. 167.
39. Chiacchiero M, Dresely B, Silva U, DeLosReyes R, Vorik B. The Relationship Between Range of Movement, Flexibility, and Balance in the Elderly. *Top Geriatr Rehabil.* 1 avr 2010;26:148–155.
40. A. Nolan M, Rothman J, J. Nelson A. A Comparison of Ankle Range of Motion and Flexibility in Older Women, Fallers, and Nonfallers. *Top Geriatr Rehabil.* 1 sept 1996;12:70-6.
41. Nashner LM, McCollum G. The organization of human postural movements: A formal basis and experimental synthesis. *Behav Brain Sci.* mars 1985;8(1):135-50.
42. Marin L, Bardy BG. Les coordinations posturales : Approches neuromusculaire et dynamique. *Mov Sport Sci.* 2011;n° 74(3):39-52.
43. Granacher U, Muehlbauer T, Zahner L, Gollhofer A, Kressig RW. Comparison of traditional and recent approaches in the promotion of balance and strength in older adults. *Sports Med Auckl NZ.* 1 mai 2011;41(5):377-400.
44. Brika M. Contrôle postural statique et orientation sensorielle lors du vieillissement. 2017. 41 p. Master 2 STAPS Activité Physique Adaptée : Université de Bourgogne, Dijon.
45. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* mars 2001;56(3):M146-156.
46. Michel J-P, Lang P-O, Zekry D. Le processus de fragilité : mise à jour du phénotype et stratégies préventives. *Ann Gériatrie.* 1 oct 2008;1(1):7-13.
47. Sirven N, Bourgueil Y. La prévention de la perte d'autonomie la fragilité en questions. La fragilité : une diminution des réserves physiologiques. In IRDES [En ligne]. 2016 [Page consultée le 02 décembre 2018] <<https://www.irdes.fr/recherche/rapports/563-la-prevention-de-la-perde-d-autonomie-la-fragilite-en-questions.pdf>>.
48. HAS. Guide parcours de soins des patients présentant un trouble neurocognitif associé à la maladie d'Alzheimer ou à une maladie apparentée. [Internet] Mai 2018 [consulté le 2 février 2019] <[https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2018-05/parcours\\_de\\_soins\\_alzheimer.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2018-05/parcours_de_soins_alzheimer.pdf)>.

49. HAS. Maladie d'Alzheimer et maladies apparentées : diagnostic et prise en charge [Internet]. Decembre 2011 [consulté le 3 février 2019] <[https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2011-12/recommandation\\_maladie\\_d\\_alzheimer\\_et\\_maladies\\_apparentees\\_diagnostic\\_et\\_prise\\_en\\_charge.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2011-12/recommandation_maladie_d_alzheimer_et_maladies_apparentees_diagnostic_et_prise_en_charge.pdf)>.
50. Delacourte A., Campion D., Davous P. Maladie d'Alzheimer. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Neurologie, 17-056-A-15, 2007.
51. Rigaud A.-S., Duron E., Seux M.-L., Hugonot-Diener L. Troubles cognitifs et principales « démences » ou maladies dégénératives non Alzheimer. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Psychiatrie, 37-540-B-50, 2010.
52. Borel L, Alescio-Lautier B. Interactions équilibrations et cognition. In: Paillard T Posture et équilibrations humaines. De Boeck supérieur, 2016 p. 39.
53. Mirelman A, Herman T, Brozgol M, Dorfman M, Sprecher E, Schweiger A, et al. Executive function and falls in older adults: new findings from a five-year prospective study link fall risk to cognition. *PLoS One*. 2012;7(6):e40297.
54. Mazoteras Muñoz V, Abellan van Kan G, Cantet C, Cortes F, Ousset P-J, Rolland Y, et al. Gait and balance impairments in Alzheimer disease patients. *Alzheimer Dis Assoc Disord*. mars 2010;24(1):79-84.
55. Gras L, Kanaan S, McDowd J, Colgrove Y, Burns J, Pohl P. Balance and gait of adults with very mild Alzheimer's disease. *J Geriatr Phys Ther* 2001. 2015;38(1):1-7.
56. Montero-Odasso M, Bergman H, Phillips NA, Wong CH, Sourial N, Chertkow H. Dual-tasking and gait in people with mild cognitive impairment. The effect of working memory. *BMC Geriatr*. 1 sept 2009;9:41.
57. Kanekar N, Aruin AS. The effect of aging on anticipatory postural control. *Exp Brain Res*. avr 2014;232(4):1127-36.
58. Kubicki A, Fautrelle L, Bourrelier J, Rouaud O, Mourey F. The Early Indicators of Functional Decrease in Mild Cognitive Impairment. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 12 août 2016;8.
59. Manckoundia P, Mourey F, Pfitzenmeyer P, Papaxanthis C. Comparison of motor strategies in sit-to-stand and back-to-sit motions between healthy and Alzheimer's disease elderly subjects. *Neuroscience*. 1 févr 2006;137:385-92.



60. OMS. Les chutes [En ligne] janvier 2018 [Page consultée le 19 Novembre 2018] <<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/falls>>.
61. HAS. Recommandations pour la pratique clinique Prévention des chutes accidentelles chez la personne âgée.[Internet] Novembre 2005 [Consulté le 20 octobre 2018] <[https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/Prevention\\_chutes\\_recos.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/Prevention_chutes_recos.pdf)>.
62. Piirtola M, Era P. Force platform measurements as predictors of falls among older people - a review. *Gerontology*. 2006;52(1):1-16.
63. Desai A, Goodman V, Kapadia N, Shay BL, Szturm T. Relationship Between Dynamic Balance Measures and Functional Performance in Community-Dwelling Elderly People. *Phys Ther*. 1 mai 2010;90(5):748-60.
64. Lord SR, Ward JA, Williams P, Anstey KJ. An epidemiological study of falls in older community-dwelling women: the Randwick falls and fractures study. *Aust J Public Health*. 1993;17(3):240-5.
65. Hill K, Schwarz J, Flicker L, Carroll S. Falls among healthy, community-dwelling, older women: a prospective study of frequency, circumstances, consequences and prediction accuracy. *Aust N Z J Public Health*. févr 1999;23(1):41-8.
66. Uemura K, Yamada M, Nagai K, Ichihashi N. Older adults at high risk of falling need more time for anticipatory postural adjustment in the precrossing phase of obstacle negotiation. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. août 2011;66(8):904-9.
67. 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*. févr 2012;35(2):282-6.
68. HAS. Masso-kinésithérapie dans la conservation des capacités motrices de la personne âgée fragile à domicile. Argumentaire. [Consulté le 05 février 2019] Avril 2005. <<https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/argumentaire.pdf>>.
69. Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc*. févr 1986;34(2):119-26.
70. Mourey F, Camus A, d'Athis P, Blanchon M-A, Martin-Hunyadi C, de Rekeneire N, et al. Mini motor test: a clinical test for rehabilitation of patients showing psychomotor disadaptation syndrome (PDS). *Arch Gerontol Geriatr*. avr 2005;40(2):201-11.

71. Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health Rev Can Sante Publique*. août 1992;83 Suppl 2:S7-11.
72. Mathias S, Nayak US, Isaacs B. Balance in elderly patients: the « get-up and go » test. *Arch Phys Med Rehabil*. juin 1986;67(6):387-9.
73. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol*. nov 1990;45(6):M192-197.
74. Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to Differentiate Balance Deficits. *Phys Ther*. mai 2009;89(5):484-98.
75. Potter K, Brandfass K. The Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest). *J Physiother*. 1 oct 2015;61(4):225.
76. Padgett PK, Jacobs JV, Kasser SL. Is the BESTest at its best? A suggested brief version based on interrater reliability, validity, internal consistency, and theoretical construct. *Phys Ther*. sept 2012;92(9):1197-207.
77. Lord SR, Menz HB, Tiedemann A. A Physiological Profile Approach to Falls Risk Assessment and Prevention. *Phys Ther*. 1 mars 2003;83(3):237-52.
78. Bivert G, Validation de l'échelle EquiMoG dans une population communautaire ambulatoire de personnes âgées de 65 ans et plus: Etude prospective monocentrique. 2016. 40 p. These Med. Université de Bourgogne Franche Comté. Dijon.
79. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. « Mini-mental state ». A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*. nov 1975;12(3):189-98.
80. Monroe T, Carter M. Using the Folstein Mini Mental State Exam (MMSE) to explore methodological issues in cognitive aging research. *Eur J Ageing*. 15 juin 2012;9(3):265-74.
81. Anthony JC, LeResche L, Niaz U, von Korff MR, Folstein MF. Limits of the « Mini-Mental State » as a screening test for dementia and delirium among hospital patients. *Psychol Med*. mai 1982;12(2):397-408.
82. Délibération n° 2018-155 du 3 mai 2018 portant homologation de la méthodologie de référence relative aux traitements de données à caractère personnel mis en œuvre dans le cadre des recherches n'impliquant pas la personne humaine, des études et évaluations dans le domaine de la santé (MR-004). *JORF* n°0160 du 13 juillet 2018.

83. Recherche CHRU Nancy. Les structures - DRI [En ligne]. [page consultée le 10 février 2019] <<http://recherche.chru-nancy.fr/index.php/les-structures/chru/dri>>.
84. Commission nationale de l'informatique et des libertés. Recherches n'impliquant pas la personne humaine, études et évaluations dans le domaine de la santé Méthodologie de référence MR-004 [En ligne] 2018 [page consultée le 21 décembre 2018]. <<https://www.cnil.fr/fr/declaration/mr-004-recherches-nimpliquant-pas-la-personne-humaine-etudes-et-evaluations-dans-le>>.
85. L'Ecole de Santé Publique (Nancy). Chapitre 3 - L'enquête descriptive simple - Introduction [En ligne] [Page consultée le 29 mars 2019]. < [http://www.sante-pub.u-nancy.fr/presentation/ILLUSTRATIONS/UE2\\_Chap3/co/Module\\_Chapitre\\_3\\_10.html](http://www.sante-pub.u-nancy.fr/presentation/ILLUSTRATIONS/UE2_Chap3/co/Module_Chapitre_3_10.html)>.
86. Rakotomalala R. Tests de normalité: techniques empiriques et tests statistiques [En ligne] 2008 [Page consultée le 30 mars 2019] <[http://www.math.univ-angers.fr/~loustau/Test\\_Normalite.pdf](http://www.math.univ-angers.fr/~loustau/Test_Normalite.pdf)>.
87. Assistance MiniTab18. Test de Mann-Whitney - Généralités [En ligne]. [Page consultée le 30 mars 2019] < <https://support.minitab.com/fr-fr/minitab/18/help-and-how-to/statistics/nonparametrics/how-to/mann-whitney-test/before-you-start/overview/>>.
88. Mélot C. Que signifie la puissance d'une étude ? Comment la calculer ? Comment calculer le nombre de sujets nécessaires ?. Rev Mal Respir 2003;20(4):602-603.
89. Grasland C (Université Paris VII). Chapitre 6 : La Corrélacion [En ligne] [Page consultée le 02 Avril 2019] <[http://grasland.script.univ-paris-diderot.fr/STAT98/stat98\\_6/stat98\\_6.htm](http://grasland.script.univ-paris-diderot.fr/STAT98/stat98_6/stat98_6.htm)>.
90. Grenier B, Dubreuil M, Journois D. Comparaison de deux méthodes de mesure d'une même grandeur : méthode de Bland et Altman. Ann Fr Anesth Réanimation. 1 févr 2000;19(2):128-35.
91. Amrhein V, Greenland S, McShane B. Scientists rise up against statistical significance. Nature. mars 2019;567(7748):305.
92. Kubicki A, Brika M, Mourey F. Tests d'anticipations posturales chez les patients fragiles : fiabilité inter-évaluateurs. [Communication orale] JFK 2019.
93. Beauseigneur M. Maladie d'Alzheimer : communication par le langage non verbal. Kinesithérapie Rev. mars 2019;19(207):53-60.
94. Hagovská M, Olekszyová Z. Relationships between balance control and cognitive functions, gait speed, and activities of daily living. Z Gerontol Geriatr. juill 2016;49(5):379-85.

95. Reid SA, Rivett DA, Katekar MG, Callister R. Comparison of mulligan sustained natural apophyseal glides and maitland mobilizations for treatment of cervicogenic dizziness: a randomized controlled trial. *Phys Ther.* avr 2014;94(4):466-76.
96. Bourrelier J. Utilisation de l'apprentissage moteur implicite comme outil thérapeutique chez les personnes âgées fragiles. 2016. 168p. Thèse de doctorat en neurosciences: Université de Bourgogne Franche Comté – UFR STAPS Dijon.
97. Kubicki A. How to.... Rééduquer le relever du sol chez la personne âgée fragile ? | *Physio 4 Frail* [En ligne] 5 Octobre 2018 [page consultée le 25 mars 2019] < <https://physio-4-frail.com/how-to-reeducuer-le-relever-du-sol-chez-la-personne-agee-fragile/>>.
98. Mourey F. Projet MAAMI « Maladie d'Alzheimer Apprentissage Moteur Implicite ». *Kinésithérapie Rev.* 1 févr 2018;18(194):32.
99. Bourrelier J, RYARD J, Dion M, Merienne F, Manckoundia P, Mourey F. Use of a Virtual Environment to Engage Motor and Postural Abilities in Elderly Subjects With and Without Mild Cognitive Impairment (MAAMI Project). *IRBM.* 1 mars 2016;37.
100. Suzuki T, Shimada H, Makizako H, Doi T, Yoshida D, Tsutsumimoto K, et al. Effects of multicomponent exercise on cognitive function in the older adults with amnesic mild cognitive impairment: A randomized control trial. *BMC Neurol.* 31 oct 2012;12:128.
101. Pedroso RV, Coelho FG de M, Santos-Galduróz RF, Costa JLR, Gobbi S, Stella F. Balance, executive functions and falls in elderly with Alzheimer's disease (AD): a longitudinal study. *Arch Gerontol Geriatr.* avr 2012;54(2):348-51.

# ANNEXES

ANNEXE I : Explications et consignes du test EquiMoG.

ANNEXE II : Test de Tinetti (version HAS).

ANNEXE III : Bilan kinésithérapie HDJ réalisé au CHRU Nancy.

ANNEXE IV : Exemple du Test MMSE réalisé au CHRU Nancy.

ANNEXE V : Schéma récapitulant les différentes démarches inhérentes à la recherche clinique; SFAR (Société française d'Anesthésie et de Réanimation) + Circuit des données selon la MR004.

ANNEXE VI : Attestation méthodologique de la PARC du CHRU Nancy.

ANNEXE VII : Déroulement détaillé du protocole.

ANNEXE VIII : Lettre d'information aux patients rédigé selon les dispositions MR004.

ANNEXE IX : Autres analyses statistiques

## ANNEXE I

### Explications et consignes du test EquiMoG

**Tableau 1.**

Système A : contrôle moteur proactif.

Contrôle moteur proactif			
	Conditions de passation	Consignes	Critères de réussite
Test de pointe des pieds	Le thérapeute est en face du patient et saisit ses mains pour lui offrir un appui des membres supérieurs	« Donnez-moi vos mains. Montez sur la pointe de vos pieds puis redescendez. Faites cela 3 fois de suite »	Le patient ne tire pas sur les mains du thérapeute pendant la montée ou la descente. Pas d'instabilité visible dans l'enchaînement des mouvements
Pas alternés sur une marche	Le patient se tient devant une marche ( <i>stepper</i> ), les pieds écartés de la largeur des épaules. Le thérapeute se tient derrière le patient, ses deux mains sont placées sur les crêtes iliaques du patient	« Montez votre pied droit sur la marche. Redescendez-le. Faites de même avec le pied gauche. Faites cela 3 fois de suite »	Pas d'instabilité dans les transferts de masse. L'enchaînement des mouvements est harmonieux. La prise de contact entre les pieds et le support est contrôlée
Préparation du demi-tour	Conditions du TUG : le patient fait demi-tour devant le mur	Consignes du TUG	L'un des deux pieds (en général celui de l'intérieur du virage) s'oriente en direction du demi-tour avant que la rotation du tronc n'intervienne
Transfert assis-debout (TAD)	Conditions du TUG : le patient est assis sur une chaise d'une hauteur standard (45 cm) et avec accoudoirs. Il est libre de les utiliser ou non	Consignes du TUG	L'inclinaison du tronc semble optimale pour la bonne réalisation du mouvement
Transfert debout-assis (TDA)	Conditions du TUG	Consignes du TUG	L'inclinaison du tronc semble optimale pour la bonne réalisation du mouvement. De plus, la prise de contact avec l'assise est effectuée délicatement

TUG : Timed Up And Go Test.

**Tableau 2.**

Système B : contrôle moteur réactif.

Contrôle moteur réactif			
	Conditions de passation	Consignes	Critères de réussite
Adaptation posturale	Le patient est placé latéralement au sujet se tenant debout, pieds écartés de la largeur des épaules. Il place une main sur le manubrium sternal, l'autre main en parade derrière les omoplates du patient. La perturbation est rapide et de faible amplitude	« J'observe vos réactions »	Le patient s'adapte par une modification rapide de son tonus musculaire en revenant à la position initiale, sans réaction parachute associée
Réaction parachute	Même placement initial du patient et du thérapeute. La perturbation est rapide et de grande amplitude	« J'observe vos réactions »	Le patient réagit en déplaçant un membre inférieur ou les deux. Cette réaction permet, à la seule, d'éviter une chute vers l'arrière

**Tableau 6.**

Système F : symétrie de la marche.

Analyse de la marche			
Test	Conditions de passation	Consignes	Critères de réussite
Symétrie de la marche	Analyse de la marche pendant le test de vitesse de marche initial	Pas de consigne spécifique	L'analyse de marche montre une longueur des pas égale
Douleur à l'appui pouvant être impliquée dans l'asymétrie	Le thérapeute repère une esquivance d'appui lors de la marche	Pas de consigne spécifique	Pas d'esquivance d'appui visible
Déficit de force musculaire pouvant être impliqué dans l'asymétrie	En comparant au côté controlatéral, le thérapeute constate une faiblesse musculaire pouvant entraîner une boiterie à la marche	Pas de consigne spécifique	Pas de déficit de force musculaire unilatéral
Déficit d'amplitude articulaire pouvant être impliqué dans l'asymétrie	En comparant au côté controlatéral, le thérapeute constate un déficit d'amplitude articulaire pouvant entraîner une boiterie à la marche	Pas de consigne spécifique	Pas de déficit d'amplitude articulaire unilatéral

**Tableau 3.**

Système C : mobilité et relevé de sol.

Mobilité et relevé de sol			
Test	Conditions de passation	Consignes	Critères de réussite
Delta de vitesse de marche double tâche	Test de vitesse de marche en double tâche : dans les conditions d'un test de marche sur 10 m	« Marchez au fond du couloir et, en même temps que vous marchez, énumérez à voix haute des noms de ville de France »	L'addition de la tâche cognitive ne diminue pas de façon importante la vitesse de marche du patient
Changement de vitesse de marche	Le patient est en train de marcher à vitesse naturelle	« Pouvez-vous accélérer et marcher plus vite, svp, ok, maintenant, ralentissez et marchez très lentement »	Le patient modifie la vitesse de son <i>pattern</i> de marche, à la fois vers une accélération et une décélération
Qualité du demi-tour	Conditions du TUG : le patient fait demi-tour devant le mur		Le demi-tour est effectué en moins de 4 pas et ne majore pas l'instabilité du patient
Rotation cervicale	Le patient marche à vitesse habituelle	« Regardez-moi tout en continuant à marcher. Bien, maintenant, regardez le mur en face. Parfait, regardez-moi encore et encore le mur en face »	Le patient tourne la tête de plus de 30°, sans ralentir la vitesse de marche, sans modifier la trajectoire
Descente au sol	Le patient dispose d'un tapis de mousse dense et d'un appui stable d'une hauteur de 45 cm (chaise ou autre)	« Pourriez-vous maintenant aller vous asseoir sur le tapis de la manière qui vous semble la plus adaptée »	La descente au sol est effectuée sans nécessité d'une intervention du thérapeute. En cas d'échec, la descente est effectuée passivement (par le thérapeute)
Relevé de sol	Le patient est assis. Le thérapeute place son genou derrière les omoplates du patient pour stabiliser cette position	« Maintenant relevez-vous en vous aidant de cet appui stable »	Le relevé est effectué par le patient sans intervention physique du thérapeute

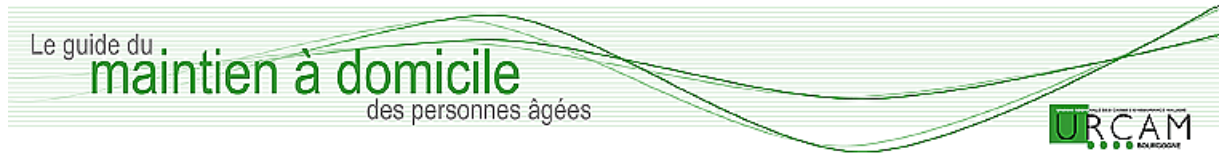
TUG : Timed Up And Go Test.

**Tableau 4.**

Système D : contrôle postural statique.

Contrôle postural statique			
Test	Condition de passation	Consigne	Critères de réussite
Pieds joints/yeux ouverts/sol dur (polygo-dépendance)	Le thérapeute se tient debout à côté du patient. Il montre au patient la position de ses pieds : joints par le bord interne	« Faites comme moi, serrez vos pieds l'un contre l'autre. Maintenez cette position pendant 15 secondes »	L'instabilité n'est pas majorée par la perturbation
Pieds écartés/yeux fermés/sol dur (visuo-dépendance)	Le thérapeute se tient toujours à côté du patient	« Vous pouvez écarter les pieds à nouveau. Maintenant fermez les yeux. Très bien, maintenez les yeux fermés pendant 15 secondes »	L'instabilité n'est pas majorée par la perturbation
Pieds écartés/yeux ouverts/mousse (podo-dépendance)	Le thérapeute aide le patient à monter sur une mousse dense, les pieds écartés de la largeur des épaules	« Montez sur cette mousse. Maintenez cette position pendant 15 secondes. Gardez bien vos yeux ouverts »	L'instabilité n'est pas majorée par la perturbation

ANNEXE II  
**Test de Tinetti (version HAS)**



► Le Test de Tinetti

Le test ou score de Tinetti est un moyen simple, reproductible, d'évaluer le risque de chute chez le sujet âgé. La durée de passation est d'environ 5 minutes. Le test est réalisé en plusieurs étapes, détaillées dans le tableau ci-après. L'interprétation est expliquée après le tableau.

<b>Le patient est assis sur une chaise sans accoudoirs :</b>	
1. Equilibre assis sur la chaise 0 = se penche sur le côté, glisse de la chaise 1 = sûr, stable	<input type="checkbox"/>
<b>On demande au patient de se lever, si possible sans s'appuyer sur les accoudoirs :</b>	
1. Se lever 0 = impossible sans aide 1 = possible, mais nécessite l'aide des bras 2 = possible sans les bras	<input type="checkbox"/>
2. Tentative de se lever 0 = impossible sans aide 1 = possible, mais plusieurs essais 2 = possible lors du premier essai	<input type="checkbox"/>
3. Equilibre immédiat debout (5 premières secondes) 0 = instable (chancelant, oscillant) 1 = sûr, mais nécessite une aide technique debout 2 = sûr sans aide technique	<input type="checkbox"/>
<b>Test de provocation de l'équilibre en position debout :</b>	
4. Equilibre lors de la tentative debout pieds joints 0 = instable 1 = stable, mais avec pieds largement écartés (plus de 10 cm) ou nécessite une aide technique 2 = pieds joints, stable	<input type="checkbox"/>
6. Pousées (sujets pieds joints, l'examineur le pousse légèrement sur le sternum à 3 reprises) 0 = commence à tomber 1 = chancelant, s'agrippe, et se stabilise 2 = stable	<input type="checkbox"/>
7. Yeux fermés 0 = instable 1 = stable	<input type="checkbox"/>
<b>Le patient doit se retourner de 360° :</b>	
8. Pivotement de 360° 0 = pas discontinus 1 = pas continus	<input type="checkbox"/>
9. Pivotement de 360° 0 = instable (chancelant, s'agrippe) 1 = stable	<input type="checkbox"/>



Le patient doit marcher au moins 3 mètres en avant, faire demi-tour et revenir à pas rapides vers la chaise. Il doit utiliser son aide technique habituelle (cane ou déambulateur) :	
10. Initiation de la marche (immédiatement après le signal du départ 0 = hésitations ou plusieurs essais pour partir 1 = aucune hésitation	<input type="checkbox"/>
11. Longueur du pas : le pied droit balance 0 = ne dépasse pas le pied gauche en appui 1 = dépasse le pied gauche en appui	<input type="checkbox"/>
12. Hauteur du pas : le pied droit balance 0 = le pied droit ne décolle pas complètement du sol 1 = le pied droit décolle complètement du sol	<input type="checkbox"/>
13. Longueur du pas : le pied gauche balance 0 = ne dépasse pas le pied droit en appui 1 = dépasse le pied droit en appui	<input type="checkbox"/>
14. Hauteur du pas : le pied gauche balance 0 = le pied gauche ne décolle pas complètement du sol 1 = le pied gauche décolle complètement du sol	<input type="checkbox"/>
15. Symétrie de la marche 0 = la longueur des pas droit et gauche semble inégale 1 = la longueur des pas droit et gauche semble identique	<input type="checkbox"/>
16. Continuité des pas 0 = arrêt ou discontinuité de la marche 1 = les pas paraissent continus	<input type="checkbox"/>
Ecartement du chemin (observé sur une distance de 3 m) 0 = déviation nette d'une ligne imaginaire 1 = légère déviation, ou utilisation d'une aide technique 2 = pas de déviation sans aide technique	<input type="checkbox"/>
Stabilité du tronc 0 = balancement net ou utilisation d'une aide technique 1 = pas de balancement, mais penché ou balancement des bras 2 = pas de balancement, pas de nécessité d'appui sur un objet	<input type="checkbox"/>
Largeur des pas 0 = polygone de marche élargi 1 = les pieds se touchent presque lors de la marche	<input type="checkbox"/>
Le patient doit s'asseoir sur la chaise :	
17. S'asseoir 0 = non sécuritaire, juge mal les distances, se laisse tomber sur la chaise 1 = utilise les bras ou n'a pas un mouvement régulier 2 = sécuritaire, mouvement régulier	<input type="checkbox"/>
<b>SCORE MAXIMUM = 28 points</b>	

**Interprétation :**

Total inférieur à 20 points	: risque de chute très élevé
Total entre 20-23 points	: risque de chute élevé
Total entre 24-27 points	: risque de chute peu élevé, chercher une cause comme une inégalité de longueur des membres
Total à 28 points	: normal

ANNEXE III

Bilan kinésithérapie HDJ réalisé au CHRU

**BILAN DE KINESITHERAPIE**

BILAN FONCTIONNEL		OBSERVATIONS
<b>TRANSFERTS AU LIT</b>		
* Se tourner à droite		
* Se tourner à gauche		
* Remonter dans le lit		
* Soulever le bassin		
* Passage couché -assis		
* Passage assis-couché		
<b>EQUILIBRE ASSIS</b>		
* Réaction parachute à droite		
* Réaction parachute à gauche		
* Réaction parachute en avant		
* Réaction parachute en arrière		
* Rétropulsion (absence)		
<b>STATION DEBOUT</b>		
* Passage assis-débout		
* Passage debout-assis		
* Passage lit- siège		
* Passage siège-siège		
<b>EQUILIBRE DEBOUT</b>		
* Rétropulsion (absence)		
* Réaction parachute à droite		
* Réaction parachute à gauche		
* Réaction parachute en avant		
* Réaction parachute en arrière		
* Station unipodale à gauche (5 secondes)		
* Station unipodale à droite (5 secondes)		
* Base de sustentation		
* Equilibre debout yeux ouverts		
* Equilibre debout yeux fermés		

DEPLACEMENTS		
* Marche aidée (avec quoi?)		
DEFAUT(S) DE LA MARCHE		
Locomoteur(s): - douleur(s)		
- raccourcissement(s)		
- rétraction(s)		
- raideur(s) articulaire(s)		
- Insuffisance(s) musculaire(s)		
Neurologique(s)		
Autre(s): - chaussage		
- peur		
- refus		
MARCHE		
* Périmètre		
* demi-tour (3 pas)		
* signe(s) de fatigue		
* monter des escaliers		
* descendre des escaliers		
* marche en terrain varié (sur tapis)		
* fauteuil roulant		
RELEVER DU SOL		

**CONCLUSION**



**RAPPEL**

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

- 19. cigare  coter 0 ou 1
- 20. fleur
- 21. porte  sous total 3 / 3

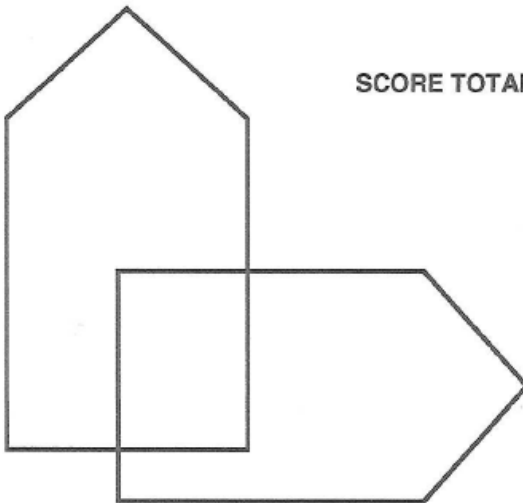
**LANGAGE**

- 22. Montrer un crayon. Quel est le nom de cet objet  coter 0 ou 1
- 23. Montrer une montre. Quel est le nom de cet objet ?
- 24. Ecoutez bien et répétez après moi : "pas de mais, de si, ni de et"
  
- 25. Poser une feuille de papier sur le bureau, la montrer au sujet en lui disant : "écoutez bien et faites ce que je vais vous dire :  
prenez cette feuille de papier avec la main droite,
- 26. Pliez-la en deux
- 27. Et jetez la par terre
- 28. Tendre une feuille de papier sur laquelle est écrit en gros caractère : "FERMEZ LES YEUX" et dire au sujet "faites ce qui est écrit"
- 29. Tendre au sujet une feuille de papier et un stylo en disant : "voulez-vous m'écrire une phrase, ce que vous voulez, mais une phrase entière"  sous total 7 / 8

**PRAXIES CONSTRUCTIVES**

- 30. Tendre au sujet une feuille de papier et lui demander "voulez-vous recopier ce dessin ?"  sous total 1 / 1

**SCORE TOTAL (0 à 30) : 2.8 / 30**

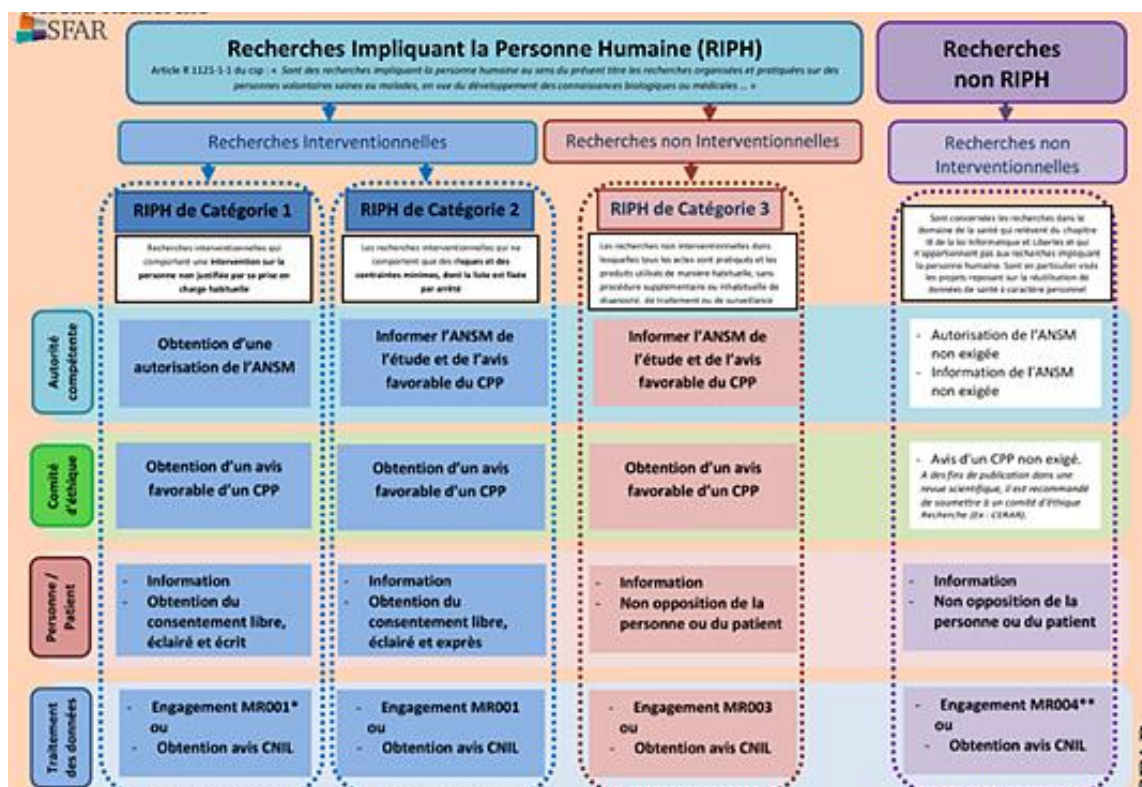


**EVOLUTION AU COURS DU SEJOUR**

Date	Score	Effectué par	Validé par

## ANNEXE V :

### Schéma récapitulant les différentes démarches inhérentes à la recherche clinique; SFAR (Société française d'Anesthésie et de Réanimation) + Circuit des données selon la MR004



### Support et circuit des données selon la MR004:

Dossier informatisé du patient : logiciel DXCare (accessible via intranet CHRU Brabois)

Les données médicales personnelles du patient seront rassemblées sous un identifiant codé sans mention du nom ou prénom (initiales et numéro patient spécifique à l'étude). Cette base de données permettra le regroupement des données sous forme d'un tableau permettant l'analyse statistique ultérieure

Une liste de correspondance entre l'identité du patient et son identifiant codé sera établie. Les coordonnées complètes du patient qui auront été récupérées seront stockées dans une base séparée de la base de données de santé qui elle sera désidentifiée.

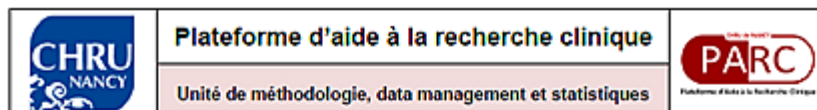
Seul le(s) médecin(s) investigateur(s) et l'étudiant chargé de l'étude auront accès à cette correspondance de manière sécurisée. Cette table de correspondance stockée uniquement sur un ordinateur du CHRU de Nancy sous la responsabilité du Pr PERRET-GUILLAUME sera détruite après publication du mémoire.

Les données des patients seront conservées jusqu'à deux ans après la dernière publication des résultats de la recherche ou, en cas d'absence de publication, jusqu'à la signature du rapport final de la recherche.



## ANNEXE VIII :

### Attestation de méthodologie de la PARC du CHRU de Nancy



#### ATTESTATION DE METHODOLOGIE (Résumé du projet)

Nom et Prénom du méthodologiste	REMEN Thomas
Service / Unité	PARC / UMDS
Pôle	S2R

Je soussigné, Thomas REMEN, Méthodologiste, certifie : (1) avoir élaboré la méthodologie de l'étude intitulée « Les troubles cognitifs chez la personne âgée et leurs impacts sur les troubles de l'équilibre évalués à travers le test EquiMoG » dont l'investigateur principal/coordonnateur est M. CROCI Lionel et (2) avoir validé la version du résumé du projet datée du 06/03/2019, en particulier le (les) objectif(s), le design de l'étude, la méthode d'échantillonnage, les critères de jugement et la stratégie d'analyse.

- Objectif principal : Comparer les résultats du test Equimog chez des patients avec et sans troubles cognitifs.
- Objectifs secondaires : 1) Etudier la nature de l'association entre le résultat du test MMSE chez les patients avec TNC et les résultats du test Equimog ; et 2) Evaluer la concordance entre le score total du test EquiMog et le score total du test Tinetti.
- Design de l'étude : étude de cohorte de patients (personnes âgées de plus de 65 ans consultant au service de gériatrie), observationnelle et prospective.

Dans ce cadre, je m'engage à apporter toute précision utile qui serait demandée par le comité scientifique de la DRCL.

Attestation faite à Vandoeuvre les Nancy, le 06/03/2019.

Signature du Méthodologiste



ANNEXE VI :  
**Déroulement détaillé du protocole**

**Chambre du patient**

Patient assis au bord du lit :

- Interrogatoire du patient (douleur, habitudes de vies, périmètre de marche, aide/ famille à la maison, métiers actuels ou antérieurs, vérification présence de prothèses ou de dispositif médical, antécédents de chutes).
- Vérifiez présence ou non d'aides techniques de marche, à notifier sur le test si présence ou non.
- Vérification du capteur podal (état cutané, trophique et plantaire)
- Mesure de l'amplitude de cheville.
- Testing musculaire assis : Membre inférieur (psoas, quadriceps, ischios jambiers, releveurs de pied, triceps sural)
- Testing musculaire membre supérieur (Epaule : FLE/ABD/ EXT ; Coude : FLE/EXT, force de préhension globale)
- Sans accoudoirs, équilibre assis (item Tinetti et bilan CHRU)

Sur le lit :

- Transfert assis-couché, rehaussement dans le lit, pont fessier.
- Vérification amplitude hanche, genou et cheville.
- Transfert en latérocubitus D et G, testing musculaire dans cette position MI (Grand fessier, moyen Fessier, adducteurs de hanches).
- Transfert couché- assis

Patient debout :

- Pieds écartés/ yeux fermés / sol dur
- Pieds écartés, poussées sur le sternum (Contrôle postural réactif (Système B) et multidirectionnelle (bilan CHRU).
- Pieds joints/ yeux ouverts/ sol dur + 3 poussées en arrière du thérapeute sur le sternum ( item Tinetti).



## Couloir du service

### Couloir du service balisé en amont sur 10m.

- Vérifiez présence ou non d'aides techniques de marche, à notifier sur le test si présence ou non.
- Vitesse de marche en double tâche
- Rotation cervicale
- Changement de vitesse de marche

### Escaliers du service :

- Pas alternés sur une marche
- *Escaliers, bilan CHRU*

### Couloir du service balisé en amont sur 10m.

- Détermination de la vitesse de marche sur 10m en chronométrant le temps pour effectuer cette distance de 10m ( $V = D/T$ ) V en m/s.
- Analyse de la marche ( Système F / EquiMog)

## Salle de rééducation

### Patients assis sur une chaise du plateau de rééducation :

- Fonctionnal reaching test , limite de stabilité antérieure
- *On demande au patient de se lever, si possible sans s'appuyer sur les accoudoirs ( item Tinetti)*
- Puissance des membres inférieurs à travers, « levez-vous puis asseyez-vous, faites cela trois fois de suite »
- Pieds écartés / yeux ouverts / sol en mousse. Contrôle postural statique (Système D)
- Marche en terrain varié sur tapis d'une dizaine de mètres ( avec aides techniques) ;
- Get Up and Go Test, *item Tinetti* : - Transfert assis-débout, transfert debout-assis ; préparation du demi-tour, qualité du demi-tour.

### Patient debout :

- Pivotement 360 ° ( item Tinetti)
- Descente du sol/ Relevé du sol
- Détermination adaptation à l'effort : essoufflement notoire lors des enchaînements d'ateliers ?
- Retour en chambre
- Remerciements aux patients.

Sécurité : être vigilant sur l'état du patient étant donné le contexte de la journée (batterie de test soutenus sur une journée), tenir compte du moment de la journée lors de la réalisation du test.

ANNEXE VII :

**Lettre d'information aux patients rédigé selon les dispositions MR004**

CHRU Nancy

Service Gériatrie

Rue du Morvan, 54500 Vandœuvre-lès-Nancy

**Objet : Méthodologie de référence MR004, lettre d'information au patient.**

Le Lundi 21 Janvier 2019

Madame, monsieur

Dans le cadre d'un mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'état de masseur kinésithérapeute, des données issues des tests kinésithérapiques (équilibre, motricité) et des tests neuropsychologiques (mémoire, attention) sont susceptibles d'être utilisées pour la réalisation d'une étude portant sur les liens entre les troubles cognitifs et les troubles de l'équilibre sur une population de personnes âgées de plus de 65 ans. Ces données à caractère personnel feront l'objet d'une anonymisation.

Concernant vos droits, il est possible de demander l'accès aux données personnelles utilisées pour cette étude ou l'effacement de celles-ci. La collecte de ces données ne modifiera pas votre prise en charge. **Vous avez le droit de vous opposer à l'analyse de ces données, le droit de les récupérer au format informatique et le droit d'effectuer une réclamation auprès d'une autorité de contrôle des données (CNIL (Commission nationale de l'informatique et des libertés), INDS (Institut National des Données de Santé)).** Les données proviennent du logiciel médical « DxCare » accessible uniquement depuis le réseau sécurisé du CHRU Nancy-Brabois.

Professeur C. PERRET- GUILLAUME

Chef de service de médecine gériatrique aigüe.

## ANNEXE IX

### Autres analyses statistiques

Tableau : Score EquiMog des patients de l'étude (N=48)

	N	%/moy	ET*	médiane	Q1	Q3	min	max
<b>Score A du test EquiMoG (sur 5)</b>	48	4,0	1,0	4,0	3,0	5,0	2,0	5,0
<b>Score B du test EquiMoG (sur 2)</b>	48	1,6	0,5	2,0	1,0	2,0	0,0	2,0
<b>Score C du test EquiMoG (sur 6)</b>	48	4,1	1,3	4,0	3,0	5,0	1,0	6,0
<b>Score D du test EquiMoG (sur 3)</b>	48	2,5	0,8	3,0	2,0	3,0	0,0	3,0
<b>Score équilibre EquiMoG (A+B+C+D sur 16)</b>	48	12,2	2,8	13,0	10,5	14,0	6,0	16,0
<b>Score E du test EquiMoG (sur 6)</b>	48	4,1	1,4	4,0	3,0	5,0	1,0	6,0
<b>Score F du test EquiMoG (sur 4)</b>	48	3,7	0,8	4,0	4,0	4,0	0,0	4,0
<b>Score total du test EquiMoG (sur 26)</b>	48	19,9	4,0	21,5	16,5	23,0	11,0	25,0

\* écart-type

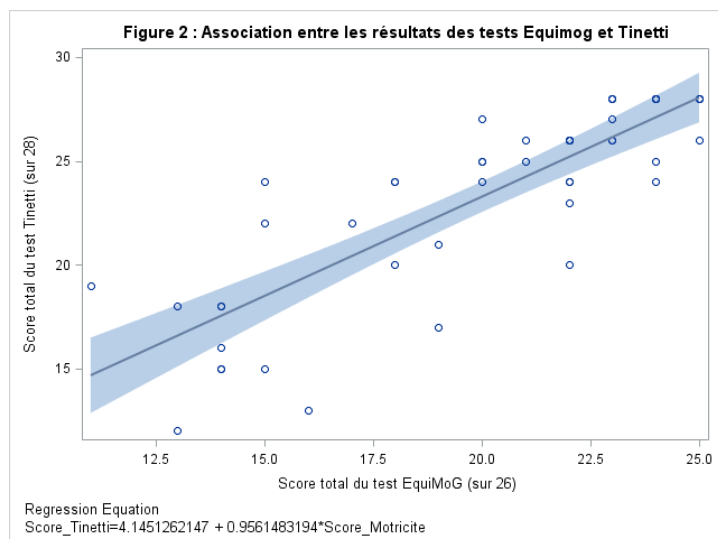
Consultation de Méthodologie et Statistiques, TR, 09/04/2019

Tableau : Résultats des autres tests réalisés chez les patients de l'étude (N=48)

	N	%/moy	ET*	médiane	Q1	Q3	min	max
<b>Vitesse (en m/s)</b>	48	1,0	0,4	0,9	0,6	1,3	0,2	1,7
<b>Score total du test Tinetti (sur 28)</b>	48	23,2	4,6	24,5	20,0	26,5	12,0	28,0
<b>Test du relevé du sol</b>								
Echec	28	58,3						
Réussite	20	41,7						

\* écart-type

Consultation de Méthodologie et Statistiques, TR, 09/04/2019



## RÉSUMÉ / ABSTRACT

### Les liens entre les troubles cognitifs et les troubles de l'équilibre chez une population gériatrique à travers le test EquiMoG.

**Introduction :** Les kinésithérapeutes ont un rôle important dans la prévention des chutes chez les personnes âgées avec le travail de l'équilibre. L'objectif principal de cette étude est d'observer la relation entre les troubles cognitifs et les différents mécanismes d'équilibration chez la personne âgée en utilisant une échelle d'évaluation (EquiMoG) de l'équilibre par système. Les autres intentions de cette étude sont de rechercher une corrélation entre le score MMSE (Mini Mental State Examination) et le score total du test EquiMoG, et d'évaluer la concordance entre ce test et le test de Tinetti, reconnu et utilisé en pratique courante.

**Matériel/Méthode :** Il s'agit d'une étude transversale et non interventionnelle. Quarante-huit patients nous ont été adressés pour un bilan kinésithérapique en hôpital de jour au service de gériatrie du CHRU de Nancy. Le bilan inclut une évaluation par les échelles de Tinetti et EquiMoG, complété par un bilan kinésithérapique. Les patients ont été divisés en deux groupes à partir du score MMSE : un groupe «avec trouble neuro-cognitif (TNC)» (n =24) pour un score MMSE < 24 et un groupe «sans TNC» (n = 24) pour un score MMSE ≥ 24.

**Résultats :** La partie «mobilité et relever du sol» a une médiane plus faible dans le groupe TNC avec une différence significative ( $p = 0,0253$ ). Il n'a pas été trouvé d'autre différence significative dans les autres composantes du test EquiMoG. La relation entre le score MMSE et le score total EquiMoG est relativement faible dans le groupe TNC ( $Rho=0,4$  avec  $p < 0,05$ ) et nulle avec l'ensemble de l'échantillon. Une concordance satisfaisante entre le test de Tinetti et le test EquiMoG est présente lorsque les valeurs des tests sont élevées.

**Discussion :** Le score MMSE n'étant pas le plus adapté pour catégoriser les patients avec des troubles cognitifs légers, ces résultats sont à interpréter avec du recul. Les résultats de cette étude nous montrent néanmoins la nécessité de prendre en charge avec attention la rééducation du relever du sol et la situation de double tâche. Des pistes de rééducation comme l'apprentissage moteur implicite sont ainsi proposées pour une meilleure prise en charge de ces troubles de l'équilibre au sein de cette population.

**Mots clés :** équilibre, évaluation, personne âgée, rééducation gériatrique, trouble cognitif.

---

### The relationship between cognitive impairment and balance impairment in elderly patients by using the Frail-BESTest.

**Background :** Physiotherapists have a key role in the prevention of falls in the elderly through the postural balance rehabilitation. The main objective of the study is to explore the relationship between cognitive impairment and the different aspects of the postural balance in the elderly by using EquiMoG. This balance evaluation system test is designed for the frail elderly person (Frail-BESTest). Other aims are to search for a correlation between the MMSE score and the total score of the EquiMoG test and also to assess the concordance between the EquiMoG test and the Tinetti test.

**Material / Method:** This is a cross-sectional and non-interventional study. Forty-eight patients were referred to us for a physical exam during day hospital at the geriatric ward of CHRU Nancy, the assessment included an evaluation with the Tinetti and EquiMoG scales, completed by a specific geriatric physiotherapy assessment. Patients were divided into two groups based on the Mini Mental State Examination (MMSE) score, a group with cognitive impairment (n = 24) for a MMSE score < 24 and a group without cognitive impairment (n = 24) for a MMSE score ≥ 24.

**Results:** The «mobility (with double task situation) and rising from the floor» part of the EquiMoG have a lower median in the cognitive impairment group with a significant difference ( $p = 0.0253$ ). There is no significant difference with the others subscales of EquiMoG test. The other results show that the relationship between the MMSE score and the EquiMoG total score is relatively low with the cognitive impairment group ( $Rho = 0.4$  with  $p < 0,05$ ) and negligible with the total sample. An agreement between the Tinetti test and the Equi-MoG test is more present when the test values are high.

**Discussion:** The MMSE is not the most suitable score for categorizing patients with mild cognitive impairment, that's why these results should be taken with precaution. The results nevertheless show us the need to be sensitized with cognitive impairment patient to the double task and the « rising from the floor » situation. Rehabilitation approaches such as implicit motor learning are proposed for better management of these balance impairment in this population.

**Key words :** postural balance, assessment, elderly, geriatric rehabilitation, cognitive impairment.







