

Table des matières

Table des illustrations.....	3
Résumé.....	4
1. Contexte théorique.....	5
1.1 La fragilité	5
1.2 Troubles de la marche	6
1.3 Comment mesurer la fragilité?	8
1.4 Soins pour personnes âgées en Suisse.....	9
1.5 Problématique.....	13
1.6 Objectifs	15
2 Méthode	16
2.1 Echantillons	16
2.2 Lieu.....	16
2.3 Protocole.....	17
2.4 Outils	18
2.5 Traitement des données	19
3 Résultats.....	21
3.1 Corrélation entre TUG et enregistrement activités-marche.....	21
3.2 Comparaison entre les "chuteurs" et "non chuteurs".....	23
4. Discussion	25
4.1 Discussion des résultats.....	25
4.2 Discussion sur l'avancée des travaux de la kinect et ses perspectives...	27
5. Conclusion	30
Bibliographie	31
Remerciements	34
Déclaration personnelle.....	35
Droits d'auteur	35

Table des illustrations

Tableaux:

Tab. 1: Drapeaux rouges au cabinet.....	8
Tab. 2: Activités de base du quotidien.....	9
Tab. 3: Grille d'évaluation pour le test TUG.....	17
Tab. 4: Variables testées pour discriminer les "chuteurs" des "non chuteurs"....	20
Tab. 5: Variables prédictives entre les "non chuteurs" et "chuteurs".....	23

Figures:

Fig. 1: Cycle de marche.....	6
Fig. 2: Causes d'hospitalisation par tranche d'âge.....	10
Fig. 3: Test TUG.....	12
Fig. 4: Kinect v2.....	14
Fig. 5: Activités détectées par la kinect.....	14
Fig. 6: Système ambiant placé dans la chambre.....	18
Fig. 7: Système ambiant.....	19
Fig. 8: Enregistrement "activité".....	19
Fig. 9: Enregistrement "marche".....	19
Fig. 10: Corrélacion entre le test TUG et l'enregistrement activités-marche.....	21
Fig. 11: Corrélacion entre le test TUG et l'enregistrement activités-marche.....	22
Fig. 12: Résumé de la relation entre les variables TUG et milieu écologique....	22
Fig. 13: Exemple de variables révélatrices.....	24
Fig. 14: Exemple de variable non révélatrices.....	24
Fig. 15: Résumé des variables pertinentes et non pertinentes pour l'évaluation de la fragilité.....	24

Résumé

Dans la littérature, la fragilité correspond à un risque à venir tel qu'un déclin fonctionnel, une dépendance et un événement péjoratif qui entraînent une entrée en institution ou un décès. Plus la fragilité est constatée précocement, meilleures sont les chances de stabilisation ou même d'amélioration. La fragilité d'une personne peut être observée à travers sa façon de marcher et en fonction de ses activités. Certains auteurs se sont basés sur cette affirmation pour développer un système qui est capable d'extraire des indicateurs sur la marche de la personne et sur ses activités réalisées. L'objectif de l'étude consiste à tester ce dispositif afin de savoir s'il est utilisable comme indicateur du degré de fragilité d'une personne âgée en milieu écologique.

18 personnes âgées entre 62 ans et 95 ans (12 femmes et 6 hommes) résidant à Fribourg dans une unité de transition nommée " Unité d'Accueil Temporaire et d'Orientation" (UATO) font l'objet de notre travail.

Les participants sont placés devant notre système selon 2 conditions expérimentales: enregistrement clinique et enregistrement dans la chambre. Les 2 enregistrements sont filmés par un système ambiant composé d'un trépied, d'un ordinateur NUC et d'un capteur Kinect v2 (de Microsoft).

Les données sont analysées de 2 façons différentes : à l'aide de corrélation ainsi que de régression sur le programme "R" soit par un « t-Test » si les données sont paramétriques ou par un test de « Wilcoxon » si les données sont non paramétriques.

Une forte corrélation est trouvée entre le test clinique et le test mené en milieu écologique pour la longueur de pas, la vitesse de marche et la vitesse du lever. Les variables qui permettent de distinguer les "chuteurs" des "non chuteurs" en milieu écologique sont le temps passif, le temps d'absence, la vitesse de marche, la longueur du pas et la vitesse du lever. L'observation des résultats nous indique également que la longueur de pas, la vitesse de marche et la vitesse du lever sont les variables qui discriminent entre "chuteur" et "non chuteur" aussi bien dans le milieu écologique que dans le test clinique.

Ce travail a montré que le cadre de l'étude est favorable au dispositif. Toutefois, il est suggéré de repasser les tests avec plus de sujets, d'avoir plus de jours de mesure et si possible des prises de mesure en continu. De plus, il serait essentiel dans les prochaines expériences de tester des variables supplémentaires. Les recherches devraient également être menées au domicile de la personne âgée en vue de créer une échelle de fragilité qui permettrait d'avoir un suivi sur son état de santé.

1. Contexte théorique

1.1 La fragilité

Pour la plupart des gens, "le vieillissement" résonne avec perte d'autonomie corporelle, mentale, maladie et mort. Ces mots ne sont cependant pas une généralité puisque chaque personne vieillit et meurt différemment. En effet, les personnes âgées se distinguent en 3 catégories. On retrouve 65 à 70 % des personnes âgées qui sont en forme grâce à une bonne hygiène de vie et un patrimoine génétique favorable. 15 à 25 % sont confrontées à la fragilité avec une perte plus ou moins importante d'autonomie et 5 % sont touchées par la dépendance (Axa prévention, 2014).

Les personnes appartenant aux deux dernières catégories sont effectivement sujettes à tout moment à des déclin fonctionnels physiques et cognitifs qui peuvent entraîner une hospitalisation ou une éventuelle mort.

Rolland et al. (2011) nous explique dans leur livre l'évolution du terme de "fragilité". Ce dernier à depuis longue date été utilisé par les médecins pour représenter la vulnérabilité de leurs patients. En 1970, ce mot signifiait une entrée en institution ainsi qu'une aide permanente et 10 ans après, on faisait référence à l'incapacité. Plus tard, avec l'arrivée des évaluations gériatriques, celui-ci désignait des situations plus complexes, à la fois médicales et sociales. Actuellement, après des études supplémentaires, la fragilité correspond à un risque à venir tel qu'un déclin fonctionnel, une dépendance et un événement péjoratif qui entraînent une entrée en institution ou un décès. Selon le dictionnaire Robert, une personne fragile est une personne de constitution faible et de fonctionnement délicat qui peut voir sa santé se détériorer facilement. Trivalle (2000) nous précise que ce syndrome constitue un état d'équilibre instable avec impossibilité de répondre de façon adaptée à un stress médical, social ou psychologique. La définition du mot fragilité n'est pas encore totalement stabilisée mais elle se réfère en gérontologie à l'état d'une personne positionnée entre autonomie et dépendance (Finiez & Piotet, 2009).

Selon Nau (2013), l'avancée en âge et le vieillissement sont synonymes de fragilités grandissantes et de pathologies chroniques. Ces dernières sont d'après lui responsables d'une réduction de l'autonomie qui favorisent ainsi «l'entrée en dépendance». L'âge est un déterminant majeur de la fragilité mais n'explique pas à lui seul ce syndrome (Roland et al., 2011).

Winograd (1991) décrit les différents facteurs qui peuvent y contribuer:

- le patrimoine génétique,
- l'immunologie,
- l'absence d'exercice qui favorise la sarcopénie et le risque de chute,
- une alimentation inadaptée qui entraîne une dénutrition,
- les modifications hormonales qui participent à l'ostéopénie,
- les pathologies associées telles que les troubles cognitifs et la dépression,
- les médicaments (iatrogénie),
- le milieu environnemental qui peut amener par exemple à l'isolement social.

La fragilité engendre un état de dépendance pour les activités de base mais aussi une incapacité à la marche ou des difficultés d'équilibration (Clegg et al., 2013). Toutes les études sont d'accord pour dire qu'elle est un marqueur de risque de mortalité et d'événements péjoratifs, notamment d'incapacités, de chutes, d'hospitalisation et d'entrée en institution. Par contre, elle se trouve être réversible (Rolland et al., 2011); c'est pourquoi il est important de la dépister avant que les conséquences ne soient trop lourdes.

1.2 Troubles de la marche

La marche nécessite l'intégrité des voies motrices, cérébelleuses, vestibulaires et des afférences proprioceptives. Trois systèmes sont impliqués dans la marche dont le système anti-gravitaire, le système de production du pas et le système d'équilibre et d'adaptation posturale. La marche normale est une activité inconsciente, automatique et coordonnée qui résulte de l'interaction entre systèmes nerveux et musculo-squelettique. La marche est constituée d'un cycle (figure 1) de deux pas comprenant une phase d'appui unipodal et une phase d'appui bipodal. Chaque pied passe par une période d'oscillation pendant 40% du temps et une phase d'appui de 60% du temps.

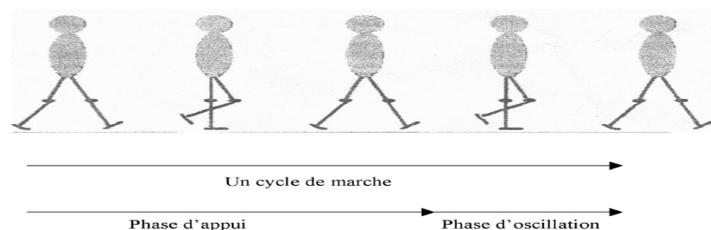


Figure 1: Cycle de marche

D'après Warzee et Petermans (2007), la marche du "vieillard" comme cité dans leur article, est souvent caractérisée par des petits pas ce qui entraîne une diminution de la vitesse de marche, une diminution du ballant des bras, une majoration du temps en station bipodale. Ils mentionnent également que les troubles de la marche sont fréquents avec l'avancée en âge et sont un marqueur important de fragilité. Au-delà de 80 ans, les troubles de la marche concernent 82 % des sujets. En institution, une personne sur deux nécessite une aide à la marche. Une multitude de pathologies peuvent entraîner des troubles de la marche chez les personnes âgées comme par exemple: atteintes neurologiques, musculo-squelettiques cardiovasculaires ou respiratoires. Les médicaments, principalement les psychotropes, peuvent également participer aux troubles de la marche. Auvinet et al. (2002) nous informe que l'identification des troubles de la marche est ignorée dans 49 % des cas par les hospitaliers et dans 56 % des cas par les généralistes. Pourtant, l'évaluation de la marche peut fournir un diagnostic et un pronostic importants (Rocha et Büla, 2008).

Warzee et Petermans (2007) nous disent que les différents paramètres de marche à étudier sont la vitesse de marche, la longueur du pas, la longueur du cycle de marche, le nombre de déviations latérales, la variabilité dans les pas, le temps en station bipodale, la manière d'effectuer un demi-tour sur soi-même. Ils précisent que pour chaque mesure, il existe des valeurs de référence mais qu'elles ne sont que rarement adaptées au grand âge. On sait par Abellan van Kan et al. (2009) que la vitesse de marche est prédictive de la perte d'indépendance, de déclin cognitif, d'entrée en institution, de mortalité et de chute. Il est précisé que les seuils de vitesse de marche compris entre 0,8 et 1 mètre par seconde sur un test de 4 mètres sont proposés pour caractériser une population fragile. Il est indiqué également que d'autres seuils légèrement plus lents comme par exemple 0,6 mètre par seconde ont été proposés mais caractérisent des sujets ayant déjà des incapacités fonctionnelles. Les troubles de la marche sont l'un des principaux facteurs de risque de chute (Warzee et Petermans, 2007). La personne âgée qui a chuté par peur de tomber à nouveau aura tendance à limiter ses déplacements pour diminuer les risques de tomber. De ce fait, elle se mobilisera donc moins et son autonomie régressera. Ceci aura pour effet d'accélérer le déclin fonctionnel, de majorer sa fragilité et sa morbi-mortalité. Un trouble important de la marche peut mettre partiellement ou totalement en jeu l'autonomie de la personne âgée pour l'exécution des gestes de la vie quotidienne (Loï, 2015).

Rocha et Büla (2008) nous disent qu'il est alors important de prendre des mesures pour améliorer la marche et proposent diverses solutions:

- Programme adapté d'exercices physiques
- Séjour hospitalier de réadaptation à la marche
- Adaptation des médicaments à risque
- Voir le traitement des problèmes cardiovasculaires ou pulmonaires
- Prise en charge spécialisée de certaines pathologies neurologiques, ostéo-articulaires ou musculaires
- Prescription de moyens auxiliaires adaptés (cannes, déambulateur, etc.)

1.3 Comment mesurer la fragilité?

Tout d'abord, on retrouve les contrôles de routine qui d'après AXA Prévention (2014) sont recommandés une fois par année même pour les personnes en bonne santé. Durant la visite médicale, le patient doit subir un examen physique complet. Celui-ci concernera la vision, l'équilibre, les os, les articulations, les pieds, le système nerveux, la tension artérielle, le fonctionnement du cœur et l'alimentation, etc. Un bilan sanguin sera également pratiqué, ainsi qu'un bilan des médicaments pris régulièrement. Une étude suisse parle de "drapeau rouge" (tableau 1), facteurs de vulnérabilité, et mentionne que si le patient a plus d'un drapeau rouge, il est considéré comme fragile (Smith et al., 2014)

Tableau 1: Drapeaux rouges au cabinet

- Age \geq 85 ans
- Dépendance fonctionnelle
- Polymédication: \geq 5 médicaments
- Syndromes gériatriques (DOMAINE):
 1. **D**épression: troubles de l'humeur
 2. **Œ**il: troubles visuels
 3. **M**émoire: troubles cognitifs
 4. **A**udition: troubles auditifs
 5. Incontinence urinaire
 6. **N**utrition: dénutrition/malnutrition
 7. **E**quilibre: troubles de la marche et chutes

Dans la même revue, il est précisé que les activités de la vie quotidienne de base et instrumentales (tableau 2) donnent un bon pronostic des trajectoires de santé. Son évaluation systématique est essentielle pour instaurer des mesures de soutien (soins à domicile, soutien aux proches), des traitements et une prévention tertiaire visant à freiner le déclin fonctionnel ultérieur et la perte d'autonomie.

Tableau 2: Activités de base du quotidien

Six AVQ de base	
1. Se laver seul	4. Faire le transfert
2. S'habiller seul	5. Etre continent
3. Aller au WC seul	6. Manger seul
Huit AVQ instrumentales	
1. Utiliser le téléphone	5. Faire la lessive
2. S'occuper des commissions	6. Utiliser les transports publics
3. Préparer les repas	7. Gérer les médicaments
4. Faire le ménage	8. Effectuer les paiements

Dans la littérature scientifique, on distingue un modèle dominant qui permet à soi-même ou à l'entourage de la personne âgée de porter un diagnostic de fragilité. Le modèle du phénotype de fragilité (Fried et al., 2001) conduit à la proposition des 5 critères de fragilité suivants: perte de poids récente, épuisement ou fatigabilité, sédentarité, vitesse de marche réduite et baisse de la force musculaire. Pour être considérée comme fragile, la personne âgée doit présenter au minimum 3 de ces 5 critères.

Il existe aussi deux tests très simples à retenir. Le premier est la station unipodale qui consiste à pouvoir rester plus de cinq secondes sur une jambe. Si le temps n'est pas atteint, le sujet multiplie par plus de deux le risque de chutes avec traumatismes. Le second est la vitesse de marche qui veut qu'un parcours de quatre mètres soit parcouru en quatre secondes. S'il est effectué en plus de temps, le patient augmente le risque de déclin physique, cognitif et de dépendance (Nau, 2013).

Nous retrouvons également différents questionnaires comme par exemple celui sur les activités fonctionnelles de Pfeffer ou encore le questionnaire FRAIL (Fatigue, Resistance, Ambulation, Illnesses, & Loss of Weight), des tests cliniques (Tinetti, Timed Up and Go, etc.) ainsi que des dispositifs (VICON, plaque de force, etc.) qui évaluent l'état de santé de la personne âgée. Les instruments de mesure de la fragilité sont multiples (Fortin *et al.*, 2009).

1.4 Soins pour personnes âgées en Suisse

Les soins commencent pour la plupart lors d'une hospitalisation. Les causes d'entrée varient en fonction de l'âge. D'après le rapport du conseil d'Etat de Fribourg (2008), entre 40 et 44 ans, environ 10 % de la population réalise un séjour hospitalier en soins aigus somatiques. Ce taux augmente progressivement à 20 % entre 60 et 64 ans pour atteindre un seuil maximal de 40 % entre 85 et 89 ans. Les maladies liées au domaine cardio-vasculaire et pneumologique ainsi que notamment les traitements de réadaptation et de gériatrie augmentent avec l'âge

(figure 2). Par contre, la prise en charge psychiatrique est quasiment identique dans les différentes tranches d'âge.

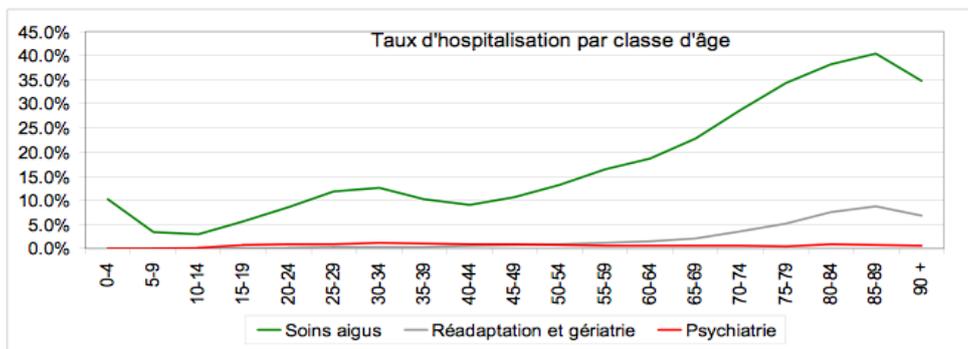


Figure 2: Causes d'hospitalisation par tranche d'âge

Pour la plupart du temps, l'hospitalisation rime avec fragilité et souvent, à la sortie, une prise en charge doit être organisée. Les personnes âgées ont plusieurs possibilités en ce qui concerne le suivi de leur santé. Les 4 possibilités suivantes sont les plus fréquentes:

- Soins à domicile
- Accueil de jour
- Accueil court séjour
- Accueil long séjour

Les soins à domicile sont destinés aux patients qui sont encore plus ou moins autonomes, qui ont un entourage pour les aider ou encore qui n'ont pas envie d'aller dans une maison de retraite. L'accueil de jour et de nuit permet de faciliter le passage en EMS et de décharger la famille proche. Cet établissement prend aussi en charge les courts séjours (maximum 3 mois) prévus à la réadaptation de la personne âgée après un passage à l'hôpital. Il a également comme fonction l'accueil des longs séjours qui correspondent à un encadrement permanent.

Une étude suisse (Dutoit & Pellegrini, 2015) a démontré que le long séjour qui constitue l'activité centrale de l'EMS, voit depuis 2006 une baisse dans le nombre de résidents âgés de 65 ans et plus. Celui-ci est en partie réduit grâce aux autres opportunités de soins (court séjour, soins à domicile, etc.). Entre 2006 et 2013, une progression s'affiche dans l'accueil à court séjour. En 2013, 88,7% des personnes effectuent un court séjour unique, 9,2% effectuent deux séjours et 2,1% trois séjours ou plus.

Les raisons d'entrée en court séjour sont multiples: troubles psychologiques et moteurs, chutes, problèmes cardiaques, anémie, accident vasculaire cérébral, etc. Ces centres offrent les mêmes services proposés par le long séjour: hébergement, soins généraux et soins infirmiers, activation et réadaptation fonctionnelle, activités d'animation et de divertissement,

soutien psychosocial et contacts sociaux avec les autres résidents. Cependant, le court séjour met l'accent sur la réadaptation pour que le patient puisse éventuellement retourner à son domicile. Ce programme cherche à maximiser l'autonomie et à encourager le potentiel physique, cognitif et psychosocial. La réadaptation gériatrique favorise la récupération de l'autonomie.

La personne âgée, dès son entrée, suit les étapes suivantes (Fleury, 2013):

1. Evaluation gériatrique globale
2. Sélection rigoureuse des thérapies
3. Rencontres régulières d'équipe
4. Buts définis spécialement pour la personne
5. Interventions adaptées aux besoins de la personne
6. Evaluation régulière faite par l'équipe, avec l'usager
7. Maillage étroit avec les services en aval

En premier lieu, une évaluation de la personne âgée est réalisée avec l'approche dite holistique. Cette méthode prend chaque patient dans sa globalité en regardant l'état de santé ou de déficience en fonction de ses facteurs physiques, psychologiques, sociaux, écologiques et spirituels. Ensuite, une thérapie est soigneusement choisie pour prévenir, traiter, soigner ou soulager sa déficience. La rencontre régulière entre le personnel pluridisciplinaire est nécessaire afin d'avoir un suivi constant de son état de santé et pour fixer ou revoir les différents objectifs. Le corps médical devra également si nécessaire mettre en place des interventions adaptées aux difficultés de la personne (cane, aide à la toilette, etc.) et lui faire un bilan de santé (discussion, test, etc.).

Le Timed Up and Go (TUG) est l'un des tests les plus utilisés pour contribuer à un examen de santé (figure 3). Il a été conçu pour mesurer l'équilibre dynamique chez les personnes âgées vivant en communauté (Alexandre et al., 2012). Il permet de dépister les personnes à risque de chute (Barry et al., 2014) et d'évaluer la vitesse de marche et la mobilité fonctionnelle (Beauchet et al., 2011). Il est en général effectué à l'entrée et à la sortie clinique du patient pour quantifier les possibles progrès. D'après la littérature, l'épreuve note le temps nécessaire pour se lever d'une chaise avec l'appui-bras ou à l'aide de ses mains sur ses cuisses, faire trois mètres à une vitesse confortable, faire demi-tour, revenir vers la chaise et se rasseoir avec le dos bien appuyé au dossier de la chaise comme au départ. Après démonstration, le patient a droit à un essai non chronométré afin de se familiariser avec l'épreuve. Cependant, il vaut mieux prendre en compte l'essai au cas où le sujet n'aurait plus de force ou l'envie de refaire le

test.

Le matériel pour effectuer le parcours est le suivant:

- Une chaise avec appui-bras; hauteur du siège 46 cm (standard)
- Un chronomètre
- Un trajet d'une longueur de 3 mètres
- Un cône au niveau de la ligne où le sujet doit tourner

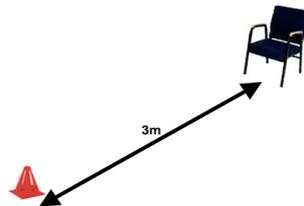


Figure 3: Test TUG

Le sujet doit porter ses chaussures du quotidien et utiliser l'accessoire de marche qu'il prend habituellement pour se déplacer à l'intérieur d'une maison ou d'un établissement.

Selon Shumway-Cook et al. (2000), les aînés vivant à domicile et n'ayant pas de troubles de l'équilibre ou de la marche réalisent le TUG en moins de 14 secondes. Ils précisent également qu'un temps égal ou supérieur à 14 secondes témoigne d'une fragilité posturale et d'un risque de chute élevé. Okumiya (1998) nous dit qu'un temps au-delà de 16 secondes est un bon prédicteur de chutes, et à plus de 17 secondes, prédictif de limitations dans les activités de la vie quotidienne. Plusieurs études ont montré que les sujets âgés ayant des antécédents de chutes mettent en moyenne plus de temps que les autres pour réaliser cette épreuve (Wall, 2000). Dans un autre article, il a été démontré que la performance pour effectuer le test est influencée par la force des membres inférieurs, l'équilibre, le temps de réaction, la vision et la douleur, en plus de la fonction cognitive et de l'état de santé (Kwan et al. 2011). Le TUG requiert peu de temps et de matériel et est facile à exécuter (Alexandre et al., 2012). Il permet de bien identifier les individus ayant des antécédents de chutes. Cependant, il ne permet pas de bien distinguer ceux qui ont un risque élevé ou moindre de chute lorsqu'il est employé seul (Barry et al., 2014). L'ajout de tâches cognitives pendant le parcours améliore considérablement cet aspect (Vance et al., 2015). La littérature nous démontre qu'il existe diverses façons de réaliser le test (position de départ, arrêt du chronomètre lorsque le patient touche le fessier ou le dos au dossier de la chaise, vitesse de marche confortable ou maximale, etc.) et que les barèmes des résultats varient également d'une étude à l'autre (Barry *et al.*, 2014; Beauchet *et al.*, 2011). Les données recueillies par le chronomètre et l'observation du

test sont alors subjectives pour les raisons précitées mais également puisqu'elles dépendent du temps de réaction et de l'interprétation de l'évaluateur.

Pour terminer, la dernière étape du programme de réadaptation en court séjour concerne le contact étroit gardé entre les EMS, les soins à domicile ou encore avec les services de jour afin de pouvoir envisager la suite du séjour. La sortie est dirigée vers deux orientations principales: le retour au domicile avec ou sans soutien médico-social ou le placement en hébergement de longue durée. La décision pour la sortie de la personne se fait en fonction de l'état de santé du patient, l'avis de l'entourage et la volonté personnelle du patient (Coppin & al 2001).

1.5 Problématique

Les personnes âgées sont prises en charge dès leur entrée en milieu clinique. Cependant, en milieu écologique, on retrouve un manque de suivi de leur état de santé. En effet, si la personne âgée est en forme et qu'elle ne prend pas elle-même l'initiative de contacter son médecin, aucun bilan de santé n'est établi. De ce fait, le dépistage de sa fragilité se constatera en milieu clinique suite à un accident ou une maladie.

Roland et al. (2011) nous précise que le dépistage de la fragilité doit être fait avant que les complications ne surviennent puisque si elle est détectée tardivement, la convalescence sera plus longue et incertaine. Plus la fragilité est constatée précocement, meilleures sont les chances de stabilisation ou même d'amélioration (Nau, 2013). De nos jours, il existe plusieurs tests ainsi que différents dispositifs qui évaluent la fragilité. Les tests (TUG, Tinetti, etc.) apportent des indications sur la qualité de l'équilibre et de la marche du patient. Lors des tests, chaque médecin à son propre protocole de sorte que les résultats sont subjectifs. Les dispositifs (VICON, plaque de force, etc.) permettent en revanche l'évaluation de l'activité de la personne ou l'analyse de sa marche. Ceux-ci restent cependant coûteux, contraignants et ne peuvent pour la plupart pas être installés à domicile.

Selon Fried et al. (2001), la fragilité d'une personne peut être observée à travers sa façon de marcher et en fonction de ses activités. Dubois et Charpillet (2013) se sont basés sur cette affirmation pour développer un système qui est capable d'extraire des indicateurs sur la marche de la personne et sur ses activités réalisées. La création de ce dernier s'est fait à partir d'algorithmes sur la Kinect RGB-D.

La Kinect RGB-D a été développée par Microsoft en 2010 (figure 4) et s'est faite connaître au sein du grand public par son usage dans le divertissement (jeux vidéo). L'année suivante, la

version pour PC avec son kit de développement l'a rendue populaire auprès des scientifiques et des développeurs indépendants. Le système a comme fonction la reconnaissance de forme et de mouvement. Elle dispose pour cela d'une caméra RGB, de quatre microphones, d'un émetteur et d'une caméra infrarouge. Elle peut donc capter trois types d'images : une image RGB, une image infrarouge et une image de profondeur. La dénomination RGB correspond à Red (rouge), Green (vert), Blue (bleu), ce qui correspond à un objectif couleur auquel vient s'ajouter une information de profondeur (D pour Depth). La caméra donne une vision en 3D et fonctionne de jour comme de nuit. Le champ de vision de ce dispositif est de 70 degrés à l'horizontal et de 60 degrés à la vertical. Le capteur infrarouge et de couleur sont capables de prendre 30 images par seconde. La reconnaissance physique peut aller jusqu'à 6 personnes et peut observer 20 articulations par squelette. Il est possible de ne pas utiliser la détection de squelettes et de faire soi-même les algorithmes et traitement d'images permettant la reconnaissance de formes.



Figure 4: Kinect v2

Dubois et Charpillat (2013) nous expliquent dans leur article le fonctionnement de la kinect pour obtenir les informations sur l'activité et la marche. Tout d'abord, l'enregistrement fournit une image de profondeur à laquelle on va retirer le fond pour pouvoir différencier les personnes des objets. Ensuite, les activités et la marche filmées se calculent d'après le suivi du centre de masse de la personne. Ce dernier permet d'observer les déplacements verticaux et horizontaux du corps en mouvement, lors de la marche. Le suivi du centre de masse constitue la somme ou le résultat de toutes les forces et mouvements du corps durant la locomotion (Saunders et al., 1953). L'analyse de la marche requiert l'observation des indicateurs suivants: longueur des pas, durée du pas et vitesse de marche. Ceux-ci nous donnent une idée sur la qualité de la marche et de son évolution dans le temps. L'analyse de l'activité se fait à l'aide d'un ensemble de 8 actions (figure 5) et permet de voir les moments inactifs et les différents mouvements effectués.

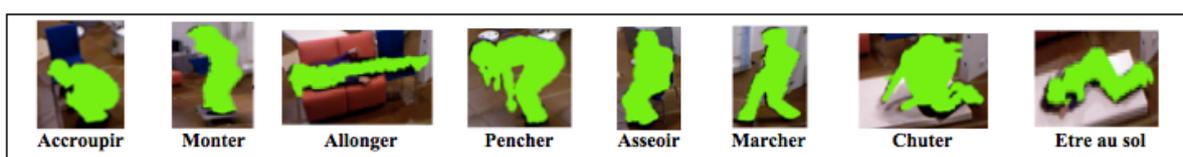


Figure 5: Activités détectées par la kinect

La kinect ne coûte pas cher et est facile à transporter. En plus de pouvoir être installée en milieu écologique ou clinique, elle permet de respecter la vie privée grâce à sa vision de profondeur. Aucun capteur n'est installé sur le sujet et par conséquent, la personne peut vivre sans prêter attention au système. Cependant, ses avantages sont contrebalancés par la faible définition des images, la présence de bruits dans l'image et la basse fréquence d'acquisition entraînant une faible qualité des données (Poulmane, Dauster et Amberg, 2012).

Il s'agit dans ce travail de tester ce dispositif afin de savoir s'il est utilisable comme indicateur du degré de fragilité d'une personne âgée en milieu écologique. Le centre de réadaptation nommé unité d'accueil temporaire et d'orientation (UATO) prévu pour les courts séjours est l'endroit choisi pour mener ces recherches puisqu'il permet de suivre les patients au quotidien dans un environnement ressemblant à leur milieu écologique. De plus, les sujets sont en période transitoire, ce qui permet ainsi de constater plus facilement une progression ou une dégradation dans leur activité et dans l'analyse de leur marche.

1.6 Objectifs

Dans cette étude, nous analysons les données prises dans deux conditions expérimentales qui se trouvent être la "chambre" et le "TUG". A travers ce travail, on cherche des variables pouvant discriminer des personnes "chuteurs" et "non chuteurs" dans la chambre. La même recherche a été effectuée dans un précédent travail pour le test TUG. Les variables qui se sont montrées pertinentes pour distinguer ces différents sujets dans le TUG sont la longueur de pas, la vitesse de marche, la durée du pas, la vitesse du lever et la vitesse de descente. Pour notre étude, les objectifs sont les suivants:

- L'objectif premier consiste à savoir si la personne âgée se comporte de la même manière en milieu clinique et écologique. Plus précisément, nous allons observer si les variables trouvées dans le test TUG sont corrélées à celles en milieu écologique.
- Le deuxième objectif est de découvrir quelles sont les variables qui discriminent les "chuteurs" des "non chuteurs" dans la chambre.

2 Méthode

2.1 Echantillons

18 personnes âgées entre 62 ans et 95 ans (12 femmes et 6 hommes) résidant à Fribourg dans une unité de transition nommée " unité d'accueil temporaire et d'orientation" (UATO) font l'objet de notre travail. Les sujets ont été admis à l'hôpital cantonal en soins aigus avant d'être pris en charge par le Dr Bihl à l'UATO. La durée du séjour varie d'un patient à l'autre, de 7 jours à 3 mois. Sont acceptés dans l'étude les patients avec un niveau de fragilité entre 4 et 7, déterminé par l'échelle de FRAILTY (allant de 1 à 8), et avec des capacités motrices leur permettant de marcher au moins 10 mètres. Les participants ayant des moyens auxiliaires (sauf en fauteuil roulant) peuvent également y participer. Les sujets doivent aussi être en mesure de comprendre le sens de l'étude et de suivre les instructions (être capable de discerner).

Les critères d'exclusion sont:

- Les patients demeurant dans le centre moins de 7 jours
- Les patients avec un niveau de fragilité de 1 à 3 et 8 déterminé par l'échelle de FRAILTY
- Les patients atteints de démence sévère (avec difficulté de compréhension comme l'aphasie, l'alexie, etc.)
- Les patients en fauteuil roulant
- Les patients présentant un état cardio-pulmonaire douteux (insuffisance cardiaque, embolie pulmonaire, oxygénothérapie, etc.)
- Les patients atteints de troubles oculaires et de problèmes de vision non corrigés (dégénérescence maculaire avancée, cécité, etc.)

Tous les sujets sont bénévoles et doivent signer un consentement de participation.

2.2 Lieu

L'étude se déroulera dans le centre d'accueil temporaire de la Providence à Fribourg qui est également un établissement médico-social (EMS). L'UATO accepte pour une période d'environ 3 mois, des personnes âgées qui ne nécessitent plus de soins hospitaliers, mais sont en attente d'une place en EMS ou ont besoin de prestations de soins stationnaires en vue de leur retour à domicile.

Les objectifs de ce centre sont:

- offrir au patient et à son entourage un accueil dans une structure adaptée à ses besoins dans l'attente d'une admission en EMS ou d'un retour à domicile
- offrir au patient une évaluation globale de ses besoins et capacités, afin de l'orienter vers les fournisseurs de prestations sanitaires et sociales les mieux adaptés et organiser la prise en charge à leur domicile
- améliorer la coordination entre fournisseurs de prestations
- diminuer les charges financières dues à des journées inappropriées dans les hôpitaux

L'UATO propose, en plus des prestations de l'EMS, des services soutenus en physiothérapie et en ergothérapie.

2.3 Protocole

Les participants sont placés devant notre système selon 2 conditions expérimentales:

- Enregistrement du test TUG

Au début du séjour, le sujet est filmé lors de l'épreuve Timed Up and Go afin d'avoir des informations sur la qualité de sa marche (vitesse, longueur de pas, etc.) et de ses activités (s'asseoir, se lever, etc.). L'épreuve se déroule conformément aux recommandations de la littérature (voir p. 8) sauf que le cône est remplacé par une ligne de scotch collé au sol. Une autre différence est observée dans l'analyse des résultats. A l'UATO, le corps médical mentionne qu'il y a un risque de chute quand le test est effectué en plus de 15 secondes alors que la littérature note 14 secondes. Le patient est jugé sur le temps qu'il fait pour réaliser le test mais également sur la qualité de ses déplacements selon la grille d'évaluation (tableau 3) de Podsiadlo & Richardson (1991).

Tableau 3: Grille d'évaluation pour le test TUG

Tâches	Observations	Cotation
Se lever	Se rejette en arrière au lieu de se pencher en avant	- 4
	Est obligé d'utiliser les accoudoirs	- 2
	Se lève d'un seul élan	0
	A besoin de 2 ou 3 essais	- 1
	Se penche en avant de manière normale	0
Marcher (3m)	Marche droit devant lui	0
	Fait des méandres	- 1
Faire demi-tour	Fait demi-tour rapidement	0
	Est obligé d'effectuer plusieurs pas successifs	- 3
Retourner s'asseoir	Descend avec un contrôle de la flexion des genoux	0
	Se laisse tomber dès que la flexion atteint 30 degrés	- 4

Comme nous pouvons le lire dans le tableau 3, chaque étape du test est notifiée sur une échelle allant de 0 à -4. Le résultat 0 donne l'indication que le patient n'a pas de problème pour effectuer ce test et correspond alors au groupe des "non chuteurs". Les groupes de "chuteurs" ont un score ≤ -3 qui indique que le patient à des problèmes de mobilité, ou une valeur de -4 qui exige une prise en charge immédiate.

- Enregistrement de la marche et des activités

Le système est placé dans la chambre (figure 6) du patient pendant une journée. L'instruction donnée aux participants est d'agir comme ils le souhaitent et de ne pas prêter attention au dispositif. La Kinect enregistre toutes les données de la marche et des activités.

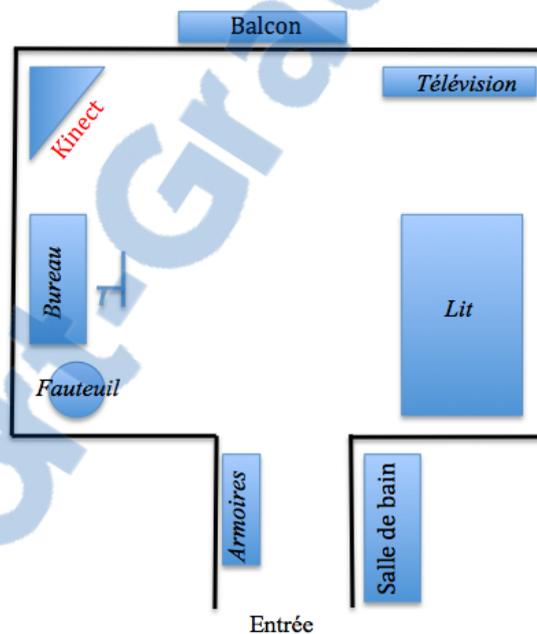


Figure 6: Système ambiant placé dans la chambre

2.4 Outils

Les 2 enregistrements (TUG et marche-activités) sont filmés par un système ambiant (figure 7) composé d'un trépied, d'un ordinateur NUC et d'un capteur Kinect v2 (de Microsoft). Le trépied permet de régler la hauteur du dispositif pour une vue meilleure. L'ordinateur NUC garde les données filmées par la Kinect.



Figure 7: Système ambiant

Concernant les activités (figure 8) et la marche (figure 9), la kinect est placée dans le coin de la chambre du patient afin d'avoir une vue d'ensemble sur le logement de manière à ce que l'on puisse observer ses déplacements dans les différents lieux (chambre, salle de bain, couloir, etc.).

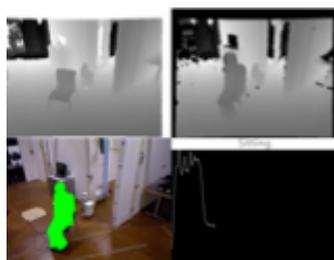


Figure 8: Enregistrement "activité"

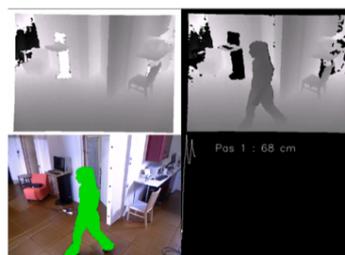


Figure 9: Enregistrement "marche"

2.5 Traitement des données

Dans un premier temps, il s'agira de savoir si les sujets ont les mêmes valeurs entre le milieu écologique et le test clinique (TUG). Cette analyse est réalisée à l'aide de corrélation de Spearman ainsi que de régression sur le programme "R" et représentée par des boxplots ainsi que par des coefficients de corrélation. Ici, on veut savoir si le dispositif (kinect v2) est fiable pour l'enregistrement des données des personnes âgées en milieu écologique.

Dans un second temps, il conviendra de savoir s'il y a une différence significative entre les "chuteurs" et les "non chuteurs" en milieu écologique. Cette comparaison est effectuée sur le même programme précité, soit par un « t-Test » si les données sont paramétriques, soit par le test de « Wilcoxon » si les données sont non paramétriques. Les deux résultats sont ensuite représentés par des boxplots. Grâce à ce test, on pourra savoir quelles sont les variables qui sont pertinentes pour l'évaluation de la fragilité chez les personnes âgées.

Pour répondre à ces 2 questions, différentes variables quantitatives (tableau 4) ont été

sélectionnées. Celles-ci représentent des paramètres de marche et d'activités que nous retrouvons dans les 2 conditions expérimentales (TUG et Activité). De plus, d'autres variables plus générales comme le temps passé à être actif, inactif ou absent dans l'enregistrement des activités sont prises en compte.

Tableau 4: Variables testées pour discriminer les "chuteurs" des "non chuteurs"

Variables		
<i>Activités générales</i>	<i>Marche</i>	<i>Posture assise</i>
Actif (%)	Moyenne de la vitesse (cm/s)	Vitesse moyenne pour s'asseoir (s)
Passif (%)	Moyenne de la longueur des pas (cm)	Vitesse Median pour s'asseoir (s)
Absence (%)	Longueur Median des pas (cm)	Vitesse moyenne pour se lever (s)
Nombre de transition (%)	Moyenne de la durée des pas (s)	Vitesse Median pour se lever (s)
	Durée Median des pas (s)	
	Moyenne des cadences (nombre de pas/s)	
	Cadence Median (nombre de pas/s)	

3 Résultats

3.1 Corrélation entre TUG et enregistrement activités-marche

Cette analyse statistique dévoile la relation entre les différentes variables trouvées dans le test TUG et lors de l'enregistrement activité-marche.

Les corrélations ci-dessous (figure 10) démontrent une relation forte ($r_s=0,72$) pour la variable vitesse de pas, une relation modérée ($r_s=0,68$) pour la variable longueur de pas et une faible relation ($r_s=0,40$) pour la variable durée du pas. Ces 3 variables ont également présenté un r_s significatif.

Les boîtes à moustaches, qui illustrent bien la différence entre les deux conditions expérimentales, nous révèlent que lors du test TUG, les sujets ont des longueurs de pas plus grandes, une vitesse de marche plus rapide et de ce fait une durée plus courte. On constate également qu'il y a une plus grande variabilité dans le TUG pour la longueur de pas et la vitesse de marche.

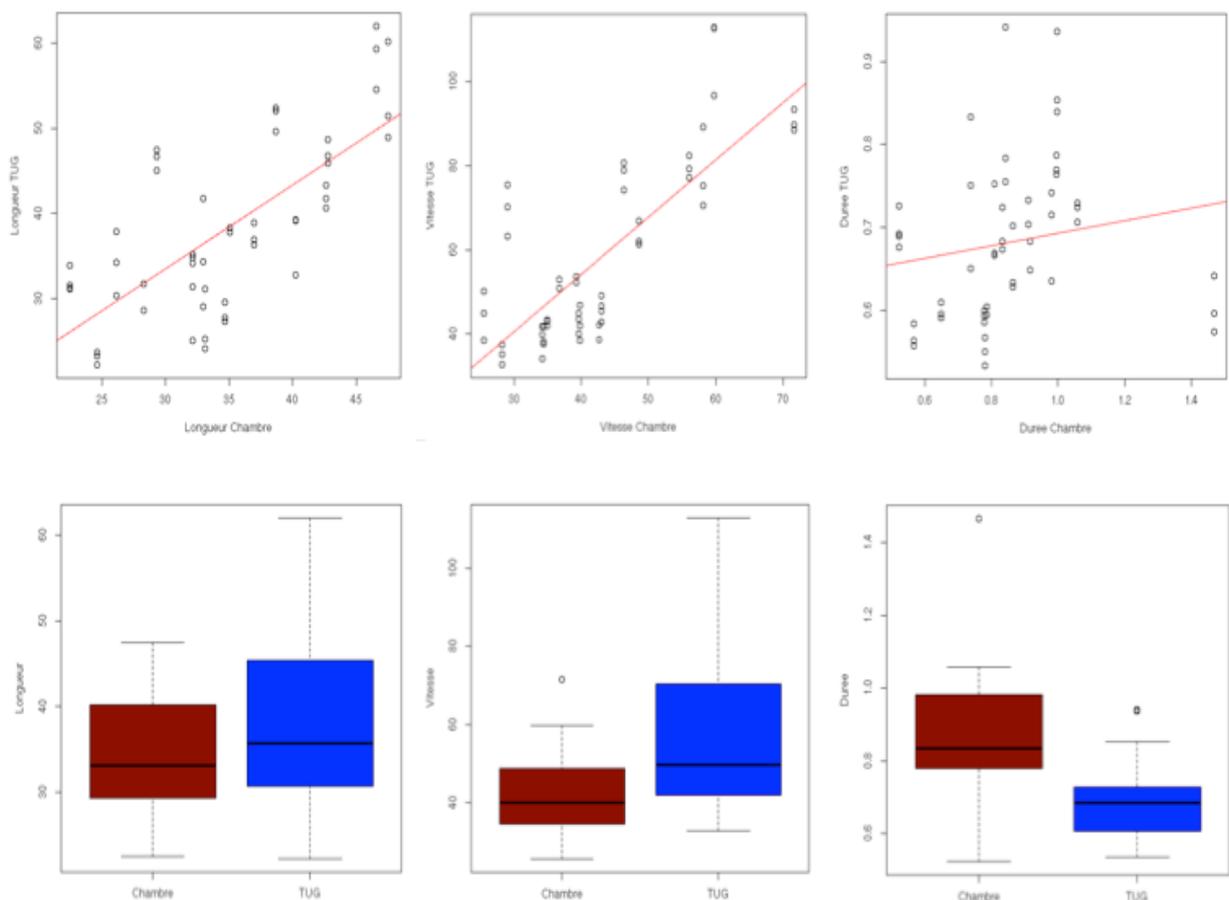


Figure 10: Corrélation entre le test TUG et l'enregistrement activités-marche

Concernant les variables d'activités (figure 11), la vitesse de descente affiche une relation faible ($r_s=0,2$) et un r_s non significatif. La vitesse du lever par contre note une forte relation ($r_s= 0,77$) et un r_s significatif.

Les boîtes à moustaches nous montrent une plus grande variabilité et des valeurs extrêmes plus nombreuses dans le test TUG.

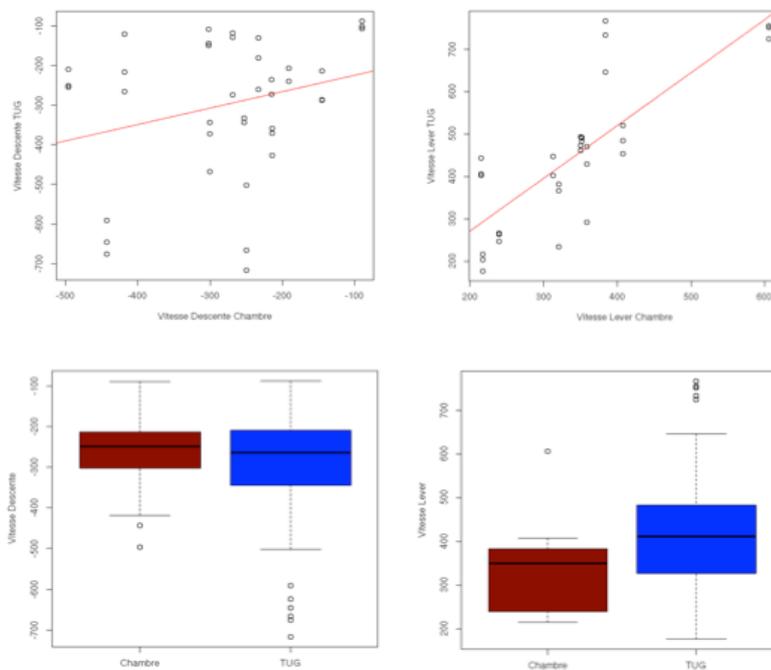


Figure 11: Corrélation entre le test TUG et l'enregistrement activités-marche

Pour simplifier les résultats, voici un schéma (figure 12) qui résume les relations trouvées entre les variables du test TUG et le milieu écologique.

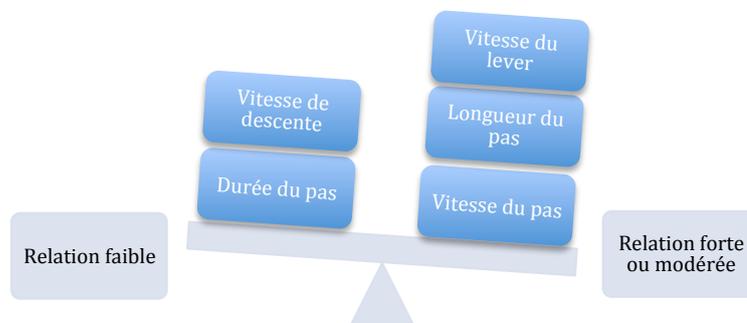


Figure 12: Résumé de la relation entre les variables TUG et milieu écologique

3.2 Comparaison entre les "chuteurs" et "non chuteurs"

Ici, nous regardons l'enregistrement réalisé dans la chambre des sujets et comparons les résultats trouvés pour les sujets "chuteurs" et "non chuteurs" afin de savoir si l'hypothèse nulle est acceptée ou rejetée. L'hypothèse nulle stipule que les résultats des "chuteurs" sont égaux à ceux des "non chuteurs".

Nous pouvons voir dans le tableau ci-dessous (tableau 5) que les valeurs mises en rouge sont celles qui marquent une différence significative ($<0,05$) ou une tendance ($0,05-0,08$) entre les 2 groupes. Ces variables sont celles qui peuvent ainsi prédire la fragilité d'une personne âgée. La variable qui est la plus révélatrice concerne la longueur de pas où nous retrouvons une p-value = 0,01 ce qui revient à dire qu'il y a une très forte présomption contre l'hypothèse nulle. Ensuite, la variable de la vitesse moyenne affiche une p-value entre $0,01 < p > 0,05$ ce qui signifie qu'il y a une forte présomption contre l'hypothèse nulle. La vitesse du lever, le temps d'absence et le temps passif ont une p-value comprise entre $0,05 < p > 0,1$ annonçant une faible présomption contre l'hypothèse nulle. Toutes les valeurs ayant une p-value $>0,1$ ne peuvent pas démentir l'hypothèse nulle.

Tableau 5: Variables prédictives entre les "non chuteurs" et "chuteurs". "Normtest.p" correspond à la normalité des données. "Pr(>F)" correspond à l'homogénéité des variances. "Test" signifie le test utilisé pour l'analyse. "p-value" correspond à l'indicateur de significativité.

Variable testée	Normtest.p. "non chuteur"	Normtest.p "chuteur"	Pr (>F)	Test	p-value
Temps passif	0.483	0.184	0.465	t-test	0.061
Temps actif	0.360	2.25e-04	0.741	Wilcoxon	0.801
Temps absence	0.118	0.250	0.611	t-test	0.052
Vitesse moyenne	0.643	0.934	0.179	t-test	0.039
Longueur pas	0.260	0.805	0.828	t-test	0.013
Longueur pas Median	0.270	0.807	0.644	t-test	0.013
Durée pas	0.038	0.328	0.388	Wilcoxon	0.290
Durée pas Median	0.034	0.891	0.289	Wilcoxon	0.290
Cadence	0.432	0.002	0.570	Wilcoxon	0.335
Cadence Median	0.425	0.217	0.186	t-test	0.558
Vitesse Assis	0.455	0.639	0.728	t-test	0.541
Vitesse Assis Median	0.455	0.639	0.728	t-test	0.541
Vitesse Lever	0.115	0.152	0.652	t-test	0.072
Vitesse Lever Median	0.115	0.152	0.652	t-test	0.072
Nombre de transition	0.060	0.097	0.095	t-test	0.271

A titre d'illustration, voici ci-dessous (figures 13 et 14) des boxplots qui démontrent bien si les "chuteurs" ont les mêmes données que les "non chuteurs". On retrouve la longueur de pas et la vitesse de marche (figure 13) qui se sont révélées comme étant les variables les plus pertinentes pour différencier les 2 groupes. Leurs boîtes à moustaches mettent bien en évidence l'inégalité des médianes. Au contraire, la cadence et le temps actif (figure 14) qui sont apparus comme variables non pertinentes pour discriminer les "chuteurs" de "non chuteurs" affichent une médiane quasi égale.

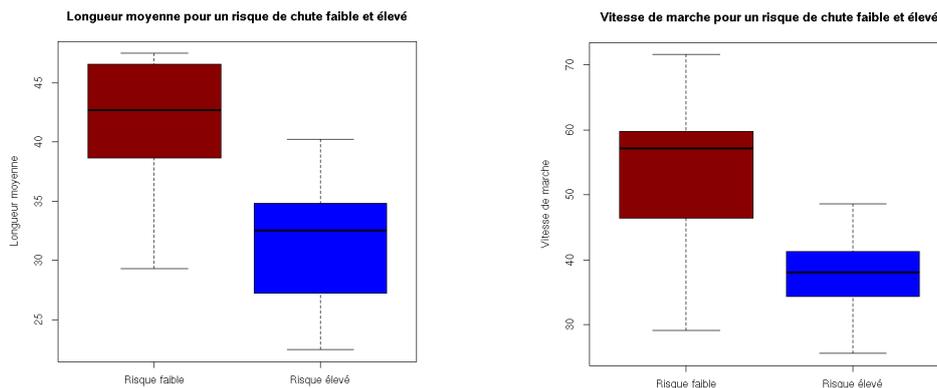


Figure 13: Exemples de variables révélatrices

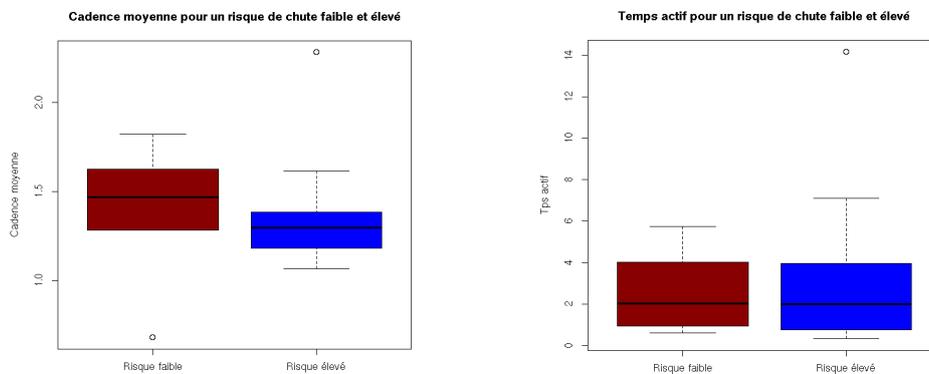


Figure 14: Exemple de variables non révélatrices

Pour résumer les résultats trouvés, voici ci-dessous un schéma (figure 15) qui met en évidence les variables pertinentes et non pertinentes pour l'évaluation de la fragilité.

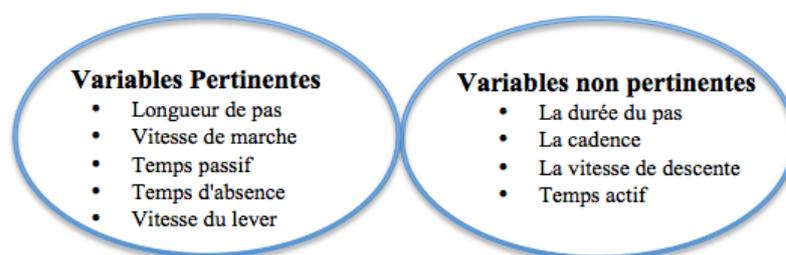


Figure 15: Résumé des variables pertinentes et non pertinentes pour l'évaluation de la fragilité

4. Discussion

4.1 Discussion des résultats

L'objectif premier de ce travail était de comparer différentes variables trouvées dans le test TUG et l'enregistrement dans la chambre. Une corrélation a été trouvée pour la longueur de pas, la vitesse de marche et la vitesse du lever. Par contre, la vitesse de la descente et la durée du pas diffèrent dans les 2 conditions.

Le constat de ce test de corrélation est réjouissant. Les corrélations trouvées prouvent que la kinect v2 est fiable pour analyser les paramètres de marche et ceux qui concernent les activités. Une meilleure performance des sujets est cependant visible dans tous les tests TUG. En effet, les participants, en condition d'épreuve, donnent le meilleur d'eux-mêmes et de ce fait ils obtiennent des résultats supérieurs à ceux trouvés dans la vie de tous les jours. Il y a également plus de variabilité dans les mesures prises lors des tests cliniques. Les variables qui ont une faible relation peuvent être expliquées. La vitesse de descente dans le test TUG est réalisée sur une chaise alors qu'en milieu écologique la vitesse de descente est prise sur une chaise, un fauteuil ou encore sur le lit. Vu que le matériel n'est pas le même, la vitesse de descente ne peut pas être la même. Concernant la durée du pas, on peut observer par la boîte à moustache qu'il y a beaucoup de valeurs extrêmes en milieu écologique et de ce fait la corrélation est faible.

L'objectif second consistait à trouver quelles sont les variables pouvant révéler une fragilité chez les personnes âgées. Le temps passif, le temps d'absence, la vitesse de marche, la longueur du pas et la vitesse du lever se sont montrés pertinents dans ce test. En revanche, le temps actif, la durée du pas, la cadence et la vitesse de descente ne semblent pas être significatifs.

Le bilan des variables prédictives est étonnant pour 2 raisons et était en même temps attendu. Premièrement, le nombre élevé de variables qui figurent comme pertinentes est agréablement surprenant puisque peu de sujets ont été analysés. Deuxièmement, dans les variables qui se sont montrées révélatrices, le temps d'absence n'était pas attendu et par contre, la durée du pas ainsi que la vitesse pour s'asseoir étaient espérées dans les variables significatives. Si la personne n'est pas visible devant la caméra, il n'y a aucune certitude que le sujet soit en mouvement ou encore en meilleure condition physique. De ce fait, le temps d'absence n'aurait pas dû se révéler comme une variable pertinente. Concernant la durée du pas, Kemoun et al. (1999) nous disent que la vitesse de marche apparaît plus faible chez le chuteur et de ce fait la durée du double appui est plus importante. De plus, Maki (1997) précise qu'une personne

âgée qui a peur de chuter se voit augmenter son temps passé en appui bipodal de 5,5%. Par conséquent, la vitesse de marche et la durée du pas sont étroitement liées et devraient présenter une similarité dans les résultats. Pour la vitesse de descente, elle est prise en compte dans le test de la chaise de Matthias (TUG) qui a pour but de révéler si le patient est considéré comme un chuteur ou non. De ce fait, on aurait pu penser que cette tâche aurait été importante.

Les autres variables expliquées ci-dessous étaient cependant attendues puisque nous retrouvons des similitudes avec la littérature.

Dans les variables pertinentes attendues:

- la vitesse et la longueur de pas

Ces 2 variables étaient attendues puisque dans une étude menée par Auvinet et al. (2002), il a été démontré que la vitesse de marche, la fréquence des foulées, la longueur du pas, la symétrie des pas et la régularité des foulées étaient significativement diminuées chez les sujets chuteurs. Cet auteur précise également que la vitesse de marche est étroitement corrélée à la longueur du pas ($r = 0,997$). Les 2 variables précitées évoluent d'une manière semblable. Maki (1997) nous informe que des personnes âgées qui ont peur de chuter présentent une diminution de leur enjambée de 20 cm et une diminution de leur vitesse de marche de 0,2 m/sec.

- le temps passif

Gaxatte et al. (2011) préconise que la peur de tomber peut être aussi invalidante que la chute elle-même, pouvant entraîner une restriction d'activité, voire une perte d'autonomie. La peur de tomber est un facteur chez les chuteurs qui restreignent leur activité et qui augmentent leur temps à être passif.

- la vitesse du lever

Dans le test TUG, le temps que fait le sujet pour se lever est pris en compte et la réalisation de la tâche (avec ou sans accoudeur) est notée. C'est un mouvement de tous les jours et d'après Auvinet et al. (2002), les actes de la vie quotidienne sont significativement inférieurs chez les sujets chuteurs. Se lever est un acte de la vie quotidienne par conséquent une variable importante.

Dans les variables non pertinentes qui étaient attendues:

- le temps actif et le nombre de transition

Il est dit que l'activité physique réduit le déclin de l'aptitude physique lié à l'avancée en âge (Blain et al., 2000). Il est également mentionné que la peur de tomber qu'ont les chuteurs est associée négativement à l'impossibilité de réaliser certaines activités physiques et à la diminution du sentiment d'efficacité personnelle (Bandura, 1977). Etre actif est un signe de bonne santé mais le temps à être actif ou le nombre de déplacements est subjectif puisqu'une personne en bonne santé mettra moins de temps à parcourir un trajet qu'une personne fragile. Son déplacement dépendra également de divers facteurs (visite, toilette, etc).

- la cadence

Kressig (2000) mentionne dans son étude qu'avec l'âge, la longueur de l'enjambée et du pas diminue sans ralentissement de la cadence. Ces changements font que la vitesse diminue et que la durée de l'appui bipodal augmente. C'est peut-être pour cette raison que la cadence ne ressort pas dans le test comme une variable à prendre en compte.

On peut également constater que les variables détectées comme pertinentes dans le test TUG (longueurs de pas, vitesse de marche, durée du pas, vitesse lever et vitesse descente) sont également pertinentes pour discriminer les "chuteurs" et "non chuteurs" en milieu écologique. Les résultats montrent que les variables détectées comme pertinentes dans le test TUG ne sont pas toutes importantes pour discriminer les "chuteurs" et "non chuteurs" en milieu écologique. La longueur de pas, la vitesse de marche et la vitesse du lever sont les variables que le test TUG et l'enregistrement activités-marche ont en commun.

4.2 Discussion sur l'avancée des travaux de la kinect et ses perspectives

Amandine Dubois propose un système sans marquage dont l'objectif est d'aider à prévenir les chutes de la personne âgée à la maison. Ce dispositif est une caméra de microsoft kinect qui permet en même temps d'obtenir une image RGB et une image en profondeur. L'observation de la personne se fait à l'aide du suivi de son centre de masse. Elle a écrit déjà 3 articles à ce sujet:

La première étude (Dubois et Chapillet, 2013) démontre que la kinect est capable d'identifier l'activité d'une personne parmi les huit situations possibles. Une évaluation a été réalisée dans

un environnement réel intelligent avec 26 sujets jeunes qui effectuaient l'une des huit activités (accroupir, s'asseoir, marcher, monter, coucher, chuter, pencher et être au sol).

Le second travail (Dubois et Charpillat, 2014) a prouvé que la kinect peut extraire les trois paramètres de marche suivants: longueur de pas, vitesse de marche et la durée du pas. La validité de ces 3 paramètres de marche a été effectuée en laboratoire (sur un tapis). Les paramètres de marche obtenus par le tapis ont été comparés à ceux de la caméra. Les résultats ont montré que le système est précis lorsque la caméra est fixée perpendiculairement.

Le 3ème document (Dubois et Bresciani, 2015) décrit l'algorithme qui permet de reconnaître la personne d'intérêt parmi d'autres individus. L'expérience confirme que le système peut identifier le sujet parmi des personnes connues (famille, soignants) ou inconnus (personnes de valeur occasionnelle).

La suite des articles susmentionnés se trouve être le présent travail de master. Celui-ci nous révèle que la kinect permet l'évaluation de la marche et celle des activités en milieu écologique. Il nous indique également les variables pertinentes pour distinguer les "chuteurs" et "non chuteurs" en milieu écologique (longueur de pas, vitesse de marche, temps passif, temps d'absence, vitesse de lever).

L'avancée des travaux du développement de la kinect comme indicateur du degré de fragilité d'une personne âgée en milieu écologique est sur une bonne lancée. Grâce à ces 4 études, les algorithmes ont pu être changés ou modifiés permettant ainsi une meilleure évaluation des paramètres de fragilité.

Par contre, il serait tout de même nécessaire de repasser les tests avec les mêmes variables et plus de sujets. En effet, comme nous avons pu le lire dans la discussion des résultats, il est étonnant que la durée du pas et la vitesse de descente ne soient pas pris en compte dans les variables révélatrices et que le temps d'absence soit une variable importante. De plus, il serait conseillé d'avoir plus de jour de mesure et si possible des prises de mesure en continue.

La littérature nous a montré que d'autres variables (ballant des bras, etc) peuvent dévoiler des troubles de la marche. Il serait intéressant de les tester pour voir si d'autres variables peuvent être considérées comme des indicateurs de fragilité chez les personnes âgées. Ayoubi et al. (2013) ont trouvé dans leur travail que la peur de chuter était associée à une augmentation de la variabilité de la marche uniquement chez les chuteurs.

Dans l'une des études susmentionnées (Dubois et Bresciani, 2015), on a pu lire qu'il était possible par un algorithme de reconnaître la personne d'intérêt parmi d'autres individus. Pour

éviter de perdre trop de données, il serait essentiel que cet algorithme figure dans les prochaines recherches.

Les expériences s'étant bien déroulées à l'UATO, il serait maintenant bien de les réaliser au domicile du patient. L'observation de la personne âgée dans sa maison, après son séjour à l'UATO, permettrait d'avoir un suivi de son état de santé sur une longue période et ainsi de créer une échelle de fragilité. A partir des variables qui discriminent les "chuteurs" des "non chuteurs", l'échelle indiquerait les différents seuils de fragilité et pourrait ainsi prévenir un éventuel risque de chute.

La perspective d'avenir serait d'utiliser le dispositif pour contrôler la fragilité des personnes âgées "chuteurs" ou "non chuteurs" à domicile. Le médecin aurait un accès direct aux données du patient par ordinateur depuis son cabinet et serait alerté si celui-ci franchissait négativement le seuil de l'échelle de fragilité. Le personnel des soins à domicile pourraient également lors de sa visite consulter en ligne les données du patient pour avoir un aperçu de son état de santé.

5. Conclusion

Le présent travail a permis de répondre aux 3 objectifs suivants: savoir si les variables trouvées dans le test TUG sont corrélées à celles en milieu écologique, découvrir quelles sont les variables qui discriminent les "chuteurs" des "non chuteurs" dans la chambre et enfin savoir si les variables détectées comme pertinentes dans le test TUG sont également pertinentes pour discriminer les "chuteurs" et "non chuteurs" en milieu écologique.

Concernant le premier objectif, les corrélations qui ont été trouvées entre le test TUG et le test mené en milieu écologique proviennent de la longueur de pas, la vitesse de marche et la vitesse du lever.

S'agissant du deuxième objectif, les tests ont révélé que les variables qui permettent de distinguer les "chuteurs" des "non chuteurs" sont le temps passif, le temps d'absence, la vitesse de marche, la longueur du pas et la vitesse du lever.

On a pu également observer que la longueur de pas, la vitesse de marche et la vitesse du lever sont les variables que le test TUG et la chambre ont en commun.

Ce travail a montré que le cadre de l'étude est favorable au dispositif. Toutefois il est suggéré de repasser les tests avec plus de sujets afin de confirmer les variables pertinentes et non pertinentes trouver dans la chambre. Il serait conseillé d'avoir plus de jours de mesure et si possible des prises de mesure en continu. De plus, il serait essentiel dans les prochaines expériences de tester des variables supplémentaires et d'insérer l'algorithme qui permet de reconnaître la personne d'intérêt parmi d'autres individus. Les recherches devraient également être menées au domicile de la personne âgée en vu de créer une échelle de fragilité qui permettrait d'avoir un suivi sur son état de santé.

Au début de cet écrit, il a été évoqué que les personnes âgées en bonne santé n'avaient pas vraiment, voire pas du tout, de suivi médical et que le dépistage de la fragilité se constatait tardivement. C'est pourquoi il est impératif d'installer à tous les domiciles des personnes âgées ce dispositif afin que leur fragilité soit prise en charge avant qu'il ne soit trop tard.

Bibliographie

- Abellan Van Kan, G., Rolland, Y., Andrieu, S., Bauer, J. & Beauchet, O. (2009) Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people. *International Academy on Nutrition and Aging*, 13, 881-889.
- Alexandre, T., Débora M., Natália, C. & Mizuta, S. (2012). Accuracy of timed up and go test for screening risk of falls among community dwelling elderly. *Revista Brasileira De Fisioterapia*, 16, 381.
- Auvinet, B., Berrut, G., Touzard, C., Moutel, L., Collet, N., Chaleil, D. & Barrey, E. (2002). The Need for teamwork Throug a Network. *Revue médicale de l'assurance maladie*, 33, 183-191.
- Ayoubi, F., Beauchet, O., Launay, C. & Annweiler, C. (2013). Peur de chuter et variations de la marche. Journées annuelles de la Société française de gériatrie et de gérontologie, p.29 : France
- Barry, E., Galvin, R., Keogh, C., Horgan, F. & Fahey, T. (2014). Is the timed up and go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults. *Geriatrics*, 14, 14.
- Beauchet, O., Fantino, B., Allali, G., Muir, S., Montero-Odasso, M. & Annweiler, C. (2011). Timed up and go test and risk of falls in older adults. *The Journal of Nutrition*, 15, 933-938.
- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. New York: General Learning Press.
- Blain, H., Vuillemin, A., Blain, A. & Jeandel, C. (2000). Les effets préventifs de l'activité physique chez les personnes âgées. *Presse Med*, 29, 1240-1248.
- Clegg, A., Young, J., Iliffes, S., Rikkert, MO. & Rockwood, K. (2013) Frailty in elderly people. *Lancet*, 381, 752-762.
- Coppin, A., Fablet, A., Gonsse, M., Bercoff, E., Doucet, J. (2001). Quels critères de décision pour le projet de sortie d'un service de court séjour gériatrique ? *La Revue de Gériatrie*, Tome 26, 463-468
- Dubois, A. & Charpillet F. (2013). Human activities recognition with RGB-Depth camera using HMM. *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2013 35th Annual International Conference of the IEEE*.
- Dubois, A. & Charpillet F. (2014). A gait analysis method based on a depth camera for fall prevention. *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2014 36th Annual International Conference of the IEEE*.
- Dubois, A. & Bresciani, J.-P (2015). Person identification from gait analysis with a depth camera at home. *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2015 37th Annual International Conference of the IEEE*.

- Dutoit, L. & Pellegrini, S. (2015). *Soins de longue durée aux personnes âgées Suisse. Evolution 2006-2013.* (Rapport de recherche non publié). Neuchâtel: Observation Suisse de la santé.
- Finielz, E. et Piotet, E. (2009) La problématique de la notion de « fragilité » au cœur d'une politique de prévention de la dépendance. *Lien social et politiques*, 62, 149-161.
- Fleury, F. (2013). Approche de réadaptation gériatrique. *Recension des écrits*. Longueuil : Agence de santé et des services sociaux de la Montérégie.
- Fortin M., Krolak-Salmon, P. & Bonnefoy M., (2009), Analyse descriptive et comparative des différents modèles de fragilité, In Chassagne P. *La personne âgée fragile*, (pp.11-26). Paris: Springer.
- Fried, L., Tangen, C., Walston, J., Newman, A. & Hirsch, C. (2001) Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 56, 146-156.
- Gaxatte, C., Nguyen, T., Chourabi, F., Salleron, J., Pardessus, V., Delabrière, I., Thévenon, A. & Puisieux, F. (2011). Evaluation de la peur de tomber en consultation multidisciplinaire de la chute. *Annale de réadaptation et de médecine physique*, 54, 248-258.
- Kemoun, G., Benaim, C., Blatt, J., Thevenon, A. & Guieu, J. (1999). Les stratégies de marche peuvent-elles prédire les chutes chez les personnes âgées? *Annale de réadaptation et de médecine physique*, 42, 125-135.
- Kressig, R. (2000). Le rôle de l'analyse de la marche dans la prévention des chutes. *Revue médicale Suisse*, 46.
- Kwan, M., Lin, S. & Chen, C. (2011). *Aging Clinical and Experimental Research, Vol. 23*: Sensorimotor function, balance abilities and pain influence Timed Up and Go performance in older community-living people (pp.196-201).
- Maki, B. (1997). Gait changes in older adults: Predictors of falls of indicators of fear. *Journal of the American Geriatrics Society*, 45, 313-330.
- Nau, Y. (2013). On peut prévenir la dépendance liée à l'âge. *Revue Médicale Suisse*, 46, 850-851.
- Okumiya, K., Matsubayashi, K., Nakamura, T., Fujisawa, M. & Osaki, Y. (1998) The timed "up and go" test is a useful predictor of falls in community-dwelling older people. *J Am Geriatr Soc*, 46. 928-930.
- Poulmane, S., Dauster, G. & Amberg, M. (2012). Reconstruction de scène réaliste via Kinect. Université des sciences de l'Ille 1.
- Rocha, S. & Brûla, C. (2008). Evaluer les troubles de la marche au cabinet. *Revue Médicale Suisse*, 46, 2387-2391.
- Rolland, Y., Benetos, A., Gentric, A., Blanchard, F., Bonnefoy, M., De Decker, L., Ferry, M., Hanon, O., Jeandel, C., Nourhashemi, F., Perret, C., Retornaz, F., Bouvier, H &

- Berrut, G. (2011). *La fragilité de la personne âgée*, Vol. 9, un consensus bref de la société française de gériatrie et de gérontologie. (pp.387-390).
- Saunders, M., Inman, T., Eberhart, D. (1953). Major determinants in normal and pathological gait. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 35, 543-548.
- Shumway-Cook, A., Brauer, S. & Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed "Up & Go" Test. *Physical Therapy*, 80, 896-903.
- Smith, C., Rubli, E., Senn, N., Major, K., Nguyen, S., Marc, H. & Büla, C. (2014). Patients âgées vulnérables au cabinet: comment les identifier et quelles ressources mobiliser? *Revue Médicale Suisse*, 46, 2077-2080.
- Trivall, Ch. (2000). *Le syndrome de la fragilité en gériatrie*: Paris.
- Vance, R., Healy, D., Galvin, R. et French, H. (2015). Dual tasking with the timed "up & go" test improves detection of risk of falls in people with parkinson disease. *Research report*, 1, 95.
- Wall, J., Bell, C., Campbell, S. & Davis, (2000) J. The Timed Get-up-and-Go test revisited. *J Rehabil Res Dev*, 37.109-113.
- Warzee, E. et Pertermans, J. (2007). Les troubles de la marche de la personne âgée. *Revue Médicale Liege*, 62, 713-718.
- Winograd, CH., Gerety, MB et Chung, M. (1991). *Screening for frailty: Criteria and predictors of outcomes*, 39, 778-84.

Références électroniques:

- Axa prévention (Décembre, 2014). Rester en bonne santé pour prévenir les chutes. Consulté le 16 mars 2017. Disponible sur: <https://www.axaprevention.fr/maison/domicile/seniors/prevention-des-chutes-personnes-agees>.
- Conseil d'Etat (août 2008). En faveur des personnes âgées. Consulté le 28 mars 2017. Disponible sur: http://appl.fr.ch/OFL/CST2004/post_295_05_rapport_89_f.pdf.
- Loï, C. (2015, septembre). Pour une santé sereine à tout âge. *Les troubles de la marche*. Consulté le 4 mars 2017. Disponible sur: <http://www.citrage.com/dossiers-scientifiques/troubles-de-la-marche>.

Remerciements

La réalisation de ce travail aurait été difficile sans les appuis dont j'ai pu bénéficier. Je tiens à remercier très sincèrement ici:

- Amandine Dubois, Docteure à l'université de Fribourg et co-référente du présent travail de master, pour son soutien méthodologique, son aide en informatique, ses remarques pertinentes ainsi que le suivi de ce travail.
- Le Dr Bihl ainsi que le personnel soignant pour leur collaboration et leur disponibilité.
- Les personnes âgées pour leur participation à l'étude et leur convivialité.

Je dois aussi une très grande gratitude à Stéphanie Eichenberger pour la correction de mon travail et à ma famille pour son soutien.

Déclaration personnelle

« Je soussignée, Kim Monneron, certifie avoir réalisé le présent travail de façon autonome, sans aide illicite quelconque. Tout élément emprunté littéralement ou mutatis mutandis à des publications ou à des sources inconnues, a été rendu reconnaissable comme tel. »

Lieu, date: Fribourg, le 15.06.2017

Signature:

Droits d'auteur

« Je soussignée, Kim Monneron, reconnais que le présent travail est une partie constituante de la formation en Sciences du Mouvement et du Sport à l'Université de Fribourg. Je m'engage donc à céder entièrement les droits d'auteur - y compris les droits de publication et autres droits liés à des fins commerciales ou bénévoles - à l'Université de Fribourg

La cession à tiers des droits d'auteur par l'Université est soumise à l'accord de la soussignée uniquement.

Cet accord ne peut faire l'objet d'aucune rétribution financière. »

Date: Le 15 juin 2017

Signature: