



Institut régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et Réadaptation Pays

de la Loire.

54, rue de la Baugerie – 44230 SAINT-SÉBASTIEN-SUR-LOIRE

LA SLACKLINE : UTILISATION D'UN NOUVEL OUTIL EN KINÉSITHÉRAPIE
DANS LA PRISE EN CHARGE
DE PATIENTS PRÉSENTANT DES DÉFICITS D'ÉQUILIBRATION.
APPLICATION AUPRÈS DE DEUX CAS CLINIQUES.

Léonore LOPEZ

Travail Écrit de Fin d'Études

En vue de l'obtention du Diplôme d'État de Masseur-Kinésithérapeute

Année scolaire : 2015-2016

RÉGION DES PAYS DE LA LOIRE



AVERTISSEMENT

Les travaux écrits de fin d'études des étudiants de l'Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et de la Réadaptation sont réalisés au cours de la dernière année de formation MK.

Ils réclament une lecture critique. Les opinions exprimées n'engagent que les auteurs. Ces travaux ne peuvent faire l'objet d'une publication, en tout ou partie, sans l'accord des auteurs et de l'IFM3R.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon tuteur de stage qui m'a accompagnée et soutenue tout au cours de la prise en charge des patients présentés dans ce travail et au cours du stage en général.

Ensuite, je remercie mon directeur de mémoire qui a pris le temps de me suivre, et de relire mes différents écrits en y apportant un point de vue critique professionnel.

Enfin, merci aux différentes personnes qui m'ont relue, corrigée et transmis leurs avis.

Résumé

Le slacklining est une discipline récente qui consiste à traverser une sangle tendue entre deux points fixes en marchant dessus sans poser le pied au sol. Ce travail s'intéresse à la place de cet outil dans la rééducation et à ses effets sur les capacités d'équilibration du pratiquant. Les difficultés et avantages rencontrés lors de son utilisation dans la prise en charge kinésithérapique de patients présentant des troubles de l'équilibre sont également approfondis. Une première partie définit l'activité, les conseils et les principes qui s'y rapportent. Sont ensuite présentés les effets d'un entraînement de slackline sur l'équilibre au vu des données de la littérature actuelles. De là, les examens d'évaluation de l'équilibre en lien avec le slacklining sont sélectionnés. Alors, la mise en place d'un programme de slackline auprès de deux patients présentant un contexte de prise en charge différent est développée. L'intérêt de ce travail réside dans la confrontation de l'expérience de terrain aux données de la littérature et la présentation des avantages et limites à l'utilisation de la slackline en rééducation.

Abstract

Slacklining is a recent discipline which consists in crossing a strap tended between two fixed points by walking without putting the foot on the ground. This work cares about the place of this tool in the rehabilitation and its effects on practitioner's balance. The challenges and benefits associated to the using of slackline in the rehabilitation of patients who have balance disorder are also detailed. The first part defines the activity, the councils and principles related to it. The effects of a slackline training on balance founded on the literature are then submitted. From there, balance assessments linked to slacklining are selected. Then, the implementation of a slackline program with two patients presenting different rehabilitation context is developed. The strength of this work is that it confronts field experience and data from the literature and it presents the advantages and the limits of using a slackline for rehabilitation.

Mots clés

- ✓ Slackline
- ✓ Trouble de l'équilibre
- ✓ Système nerveux central

Key Words

- ✓ Slackline
- ✓ Balance disorder
- ✓ Central nervous system

Sommaire

1	Introduction	1
2	Slackline	3
2.1	Historique de la pratique.....	4
2.2	Principes d'utilisation	4
2.3	Conseils de pratique.....	4
3	Systèmes anatomophysiologiques sollicités par le slacklining	5
3.1	Système postural	5
3.2	Apprentissage	6
3.3	Activation musculaire.....	7
4	Apports du slacklining sur l'équilibre	7
4.1	Choix des études	8
4.2	Résultats des études	8
4.3	Synthèse.....	10
5	Utilisation en kinésithérapie	11
6	Outils d'évaluation de l'équilibre.....	12
6.1	Présentation des examens	12
6.2	Sélection des examens adaptés	14
7	Étude de cas cliniques	17
7.1	Présentation des patients.....	17
7.2	Bilan diagnostique kinésithérapique.....	18
7.3	Problématique et objectifs de prise en charge masso-kinésithérapique	22
7.4	Moyens de prise en charge globale.....	22
7.5	Utilisation du nouvel outil : la slackline	23
7.6	Évaluation finale.....	25
8	Discussion	26
8.1	Analyse et interprétation des résultats	26
8.2	Intérêts et limites de l'utilisation de l'outil slackline.....	27
8.3	Points forts et biais de la méthodologie	28
9	Conclusion.....	30

Références bibliographiques et autres sources

Annexes 1 à 5

Travail Écrit de Fin d'Études

1 Introduction

Le slacklining consiste à « traverser une sangle (slackline) en faisant jouer les mouvements de son corps pour s'y maintenir en équilibre » (1). Slackline est un terme anglophone qui signifie littéralement « ligne lâche » (2). La sangle est tendue entre deux points fixes à une distance et une hauteur variables, avec une tension appliquée lui donnant plus ou moins d'élasticité. L'objectif principal est la traversée de la sangle d'un bout à l'autre sans perdre l'équilibre ou poser le pied au sol. Rester concentré sur un point fixe situé à hauteur des yeux à l'extrémité opposée de la sangle est conseillé pour accomplir la tâche (3). Certains pratiquants réalisent des figures grâce à la flexibilité de la sangle. Ceux qui pratiquent cette discipline sont appelés slackliners et la considèrent comme « un art de vivre » (4).

Le film documentaire « I believe i can fly » réalisé par Sébastien Montaz-Rosset (5) en 2011 est la première production française qui présente le slacklining (6), et détient le prix du « meilleur film de sport de montagne » du festival du cinéma de montagne Torelló de 2012 (7). Quarante-deux minutes de film de sport extrême associent le « base jumping » (sport consistant à sauter depuis des objets fixes avec un parachute (8)) et le « highlining » (activité dans laquelle la slackline est installée plus haut qu'elle n'est longue (3)). D'ailleurs, le record du monde de highline est détenu par le français Théo Sanson qui a parcouru une distance de 493 mètres dans le désert de l'Utah (États-Unis) le 15 novembre 2015 (9). Gibbon® est la première marque à proposer un kit de slackline facile d'utilisation, son objectif étant de rendre cette discipline accessible à tous (3). Gibbon® organise de nombreuses compétitions, dans des foires professionnelles, de type « Outdoor » ou « ISPO » (10). D'autres sites internet de vente de slackline existent, mais n'organisent pas de rencontres de slackline.

Après un parcours « arts du cirque » au lycée, surtout dans les agrès du tissu aérien, du monocycle et du funambulisme sur fil (11), la découverte de la slackline a éveillé un intérêt de recherche, notamment sur la nécessité d'équilibration et de concentration permanentes liées à la pratique de cette discipline. Lors des premières expériences avec l'outil, une forte nécessité d'adaptation aux déséquilibres entraînés par la sangle s'est ressentie. Comme l'avance l'article de Keller *et al* (12), « les premiers essais sur la slackline résultent en un balancement latéral incontrôlable du membre inférieur d'appui », mais « l'entraînement permet d'atténuer ces oscillations », améliorant ainsi le contrôle postural. Suite au constat d'une nette amélioration de ses performances dans la pratique du slacklining, et en parallèle avec son investissement dans la formation initiale de kinésithérapie, la réflexion de l'auteur s'est orientée vers l'intérêt de l'utilisation de la slackline en kinésithérapie dans la rééducation de l'équilibre.

Le slacklining est une activité relativement récente, apparue dans les années 1960 (3) et connue depuis peu à travers le monde (12). Comment définir de façon globale et complète la pratique de la slackline ? Les études retrouvées dans les données de la littérature s'intéressent souvent aux apports de la pratique de la slackline sur les capacités d'équilibration (13–18).

Si le slacklining modifie l'équilibre du pratiquant, un questionnement apparaît : quels sont les systèmes anatomophysiologiques sollicités lors du slacklining ? La littérature professionnelle et scientifique met-elle en avant des données probantes sur l'amélioration des systèmes intervenant dans la fonction d'équilibration après un entraînement de slackline ?

Les études s'intéressent aux apports de cette pratique uniquement chez des populations saines (12–21), et non chez des populations présentant des troubles de l'équilibre secondaires à une pathologie initiale. Si le slacklining permet une amélioration des capacités d'équilibration, cette activité peut-elle être utilisée à des fins thérapeutiques en kinésithérapie ? Au cours du stage de formation clinique effectué du 1^{er} septembre au 9 octobre 2015 au « Normandy », établissement de médecine physique, rééducation et réadaptation (EMPR) situé à Granville, l'auteur a découvert l'intervention kinésithérapique dans le domaine de la neurologie (22). Ainsi, la prise en charge (PEC) de patients atteints de lésions neurologiques variées – d'origine centrale ou périphérique – lui a été confiée. Durant sa collaboration à la rééducation, le choix des outils et moyens utilisés était libre, tant est que ces derniers étaient cohérents avec les objectifs de PEC de son tuteur référent, de l'équipe médicale et du patient lui-même. La question suivante a émergé : quels sont les avantages et inconvénients rencontrés lors de l'utilisation d'une slackline auprès de patients pris en charge en centre de rééducation ?

L'ensemble de ces questions fait ressortir à la problématique suivante :

« Quelle est la place de l'utilisation d'un nouvel outil, la slackline, en kinésithérapie, dans la prise en charge de patients présentant des déficits d'équilibration, alors que les données actuelles de la littérature professionnelle et scientifique ne s'accordent pas sur les effets thérapeutiques de cette discipline ? »

Dans un premier temps, nous présenterons le slacklining. Puis nous développerons les systèmes anatomophysiologiques sollicités lors du maintien d'une position debout en appui unipodal. Delà, nous rechercherons l'existence de données probantes sur l'amélioration des capacités d'équilibration par l'entraînement de slackline dans la littérature professionnelle et scientifique. Par ailleurs, nous exposerons les outils d'évaluation de l'équilibre identifiés suite à nos recherches. Ainsi, nous pourrions argumenter la sélection des examens les plus cohérents avec la pratique de la slackline de sorte à évaluer les bénéfices de cette activité d'un point de vue kinésithérapique. À l'issue de l'analyse des données de la littérature, nous nous sommes intéressés à la mise en place d'un entraînement de slackline en complément de la rééducation

déjà proposée chez deux patients présentant des déficits d'équilibration secondaires à des lésions neurologiques. Leur PEC s'est déroulée au cours du stage effectué au sein de l'EMPR « Le Normandy ». Nous pourrions alors interpréter les résultats obtenus, confronter l'expérience de terrain aux données de la littérature, et ainsi exposer les intérêts et limites à l'utilisation de cet outil en kinésithérapie.

Cette démarche nous conduit donc dans un premier temps à identifier clairement l'activité slackline. À partir de la définition de cette pratique et une présentation de son histoire, nous détaillerons les principes et conseils quant à son utilisation.

2 Slackline

Le slacklining est une discipline moderne (12) considérée comme sportive (18), sollicitant des capacités d'équilibration spécifiques (14), qui se pratique sur une slackline ou sangle de nylon, généralement tubulaire (16), plate et étroite (2,5 à 5 cm de large), tendue entre deux points d'ancrage (13,17,18). La distance des points d'ancrage, la hauteur d'attache et la tension de la sangle peuvent être adaptées selon les objectifs. En effet, la variation de ces trois éléments permet d'augmenter ou diminuer la difficulté des tâches réalisées par modification des caractéristiques d'élasticité de la slackline (16,17).

L'étroitesse et l'élasticité de la slackline offrent une base de support instable au pratiquant qui induit une grande oscillation des mouvements du corps, notamment dans l'axe médio-latéral, et sollicite des capacités d'équilibration et d'endurance élevées (13,17,21).

L'activité est semblable au funambulisme sur fil, et de fait, l'objectif est la traversée de la sangle, en marchant d'un bout à l'autre sans poser le pied au sol en conservant son équilibre (19,21). Le maintien de la position debout statique peut également être effectué (16). Cependant, la sangle de slackline est dynamique, souple, relativement large tandis que le fil de funambulisme est fixe, rigide, très étroit (1cm de diamètre) (18).

Plusieurs types de slacklining existent, comme le tricklining qui consiste à réaliser des figures, ou bien le yoga slacklining sur laquelle il est possible de maintenir des positions de yoga. De même, la sangle peut être tendue sur de longues distances (highlining), à une altitude élevée (longlining) ou au-dessus d'un point d'eau (waterlining) (3,23).

Le slacklining est utilisé comme moyen d'entraînement dans de nombreuses disciplines sportives (golf, ski et snowboard, skate et surf, arts martiaux ...), et parfois comme outil de prévention chez les athlètes d'élite (3,19).

La slackline est considérée comme un outil apparu il y a peu (3), mais la pratique en elle-même n'est pas si récente ; les origines de cette discipline vont donc être présentées.

2.1 Historique de la pratique

Se déplacer en équilibre sur une corde, un fil, une sangle existe depuis l'antiquité, mais c'est dans les années 1960 que le slacklining à proprement parler s'est développé (3). Celui-ci prend naissance dans le parc national du Yosemite en Californie (États-Unis) où des grimpeurs professionnels se mettent à utiliser des éléments de leur matériel d'escalade pour se lancer des défis et améliorer leur équilibre (21). L'équipement utilisé n'a cessé d'évoluer depuis pour arriver à des systèmes de poulies et cliquets, en passant par le système primitif, ou « Ellington system » (3). Le funambulisme a suscité l'intérêt des journalistes lorsque Philippe Petit a tendu et traversé une sangle entre les tours jumelles en 1974, sans longe de protection ; épopée décrite dans le film biographique « The Walk – Rêver plus haut » (3). Aujourd'hui, le slacklining est une pratique de plus en plus répandue, et de nombreuses sangles sont présentes dans les parcs publics (23). Pour favoriser l'essor de cette discipline, quelques règles doivent être respectées.

2.2 Principes d'utilisation

Le slacklining est généralement pratiqué dans la nature, en accrochant la sangle à deux arbres. Plusieurs critères sont à prendre en compte pour sélectionner ces points d'ancrage « vivants ». L'arbre doit avoir une écorce épaisse, rugueuse, et ne doit pas présenter de signes douteux (coloration étrange, présence de champignons ...) (3,24). Pour supporter la tension exercée par la sangle – qui peut aller jusqu'à une force de deux tonnes – l'arbre doit avoir un diamètre d'au moins quarante centimètres (25). Pour optimiser la longévité du matériel, et protéger l'arbre, des tapis (ou tout autre élément de rembourrage) doivent être placés entre la slackline et l'arbre. Si le lieu choisi pour installer l'équipement est un lieu de passage (parc public), le slackliner doit respecter les passants et ne pas les mettre en danger (3).

Monter sur la sangle et s'y stabiliser n'est pas aisé. Quelques conseils peuvent être donnés aux débutants afin de favoriser l'aboutissement de l'objectif.

2.3 Conseils de pratique

Pour débiter le slacklining, il est important de connaître quelques notions qui permettront de faciliter la traversée de la sangle ou le maintien d'une position statique. Quatre conseils (3) sont transmis pour favoriser la concentration et l'efficacité gestuelle : respiration profonde, orteils dirigés vers l'avant, mains en l'air et regard fixe (23,26).

Le premier conseil concerne la respiration qui est un élément clé de la réussite. Une respiration naturelle et profonde réduit la pression sanguine et la fréquence cardiaque, favorisant une meilleure stabilité (3). La seconde règle conseille de poser et aligner le pied avec la sangle –

orteils dirigés vers l'avant – puisque la position des pieds affecte celle du bassin qui affecte celle des épaules (26). Un troisième conseil préconise de placer les coudes au-dessus du niveau des épaules avec les poignets souples, relâchés (3). D'ailleurs, fléchir le genou du membre inférieur (MI) en appui permet d'abaisser le centre de gravité et de diminuer les tremblements du MI, ce qui facilite la traversée (26). Fixer un point au loin (3) est le quatrième conseil donné pour marcher sur la sangle, cela permet au slackliner de mieux se concentrer en stabilisant son regard et sa tête dans l'espace ; en effet, l'étude de Schärli *et al* (18) indique une diminution du balancement du sujet au cours d'une tâche d'équilibration spécifique lorsqu'il fixe un point.



Figure 1 - Position conseillée sur la slackline

L'objectif de ces conseils est d'avoir une position optimale (*Fig.1 p.5*) pour le maintien de l'équilibre sur un MI. Ce maintien requiert l'activation et la participation de systèmes anatomiques et physiologiques.

3 Systèmes anatomophysiologiques sollicités par le slacklining

Plusieurs auteurs s'accordent à dire que le slacklining sollicite en synergie les muscles stabilisateurs des membres inférieurs et également du tronc (23). De même, l'une des vertus de cette discipline serait l'affinement de la coordination, et plus précisément de la motricité sensorielle, ainsi qu'une amélioration des capacités de concentration (23,26). Le slacklining associerait ainsi « le travail du corps à celui de l'esprit » (26). Le premier des systèmes entrant en jeu est le système postural qui intervient dans le maintien de l'équilibre ainsi que dans l'exécution de mouvements volontaires (27).

3.1 Système postural

Ce système permet de maintenir l'équilibre, ou de retrouver l'équilibre, par le réajustement de la position relative des segments corporels entre eux après avoir reçu une information sensitivo-sensorielle attestant d'une perturbation de l'équilibre (28–30). Pratiquer la slackline implique de façon conséquente le maintien postural en raison des perturbations d'origine intrinsèque induites par les oscillations liées à la présence du sujet sur la sangle. Le contrôle postural permet alors à l'individu de structurer et organiser ses actes moteurs de façon adaptée en prélevant continuellement des informations sur son environnement (31). Plusieurs structures anatomiques interviennent dans la régulation du contrôle posturale (*Fig.2 p.6*), les récepteurs périphériques étant les systèmes visuel, proprioceptif et vestibulaire qui permettent la mise en place d'ajustements posturaux au niveau de la tête, du tronc, et des membres (30,32–34).

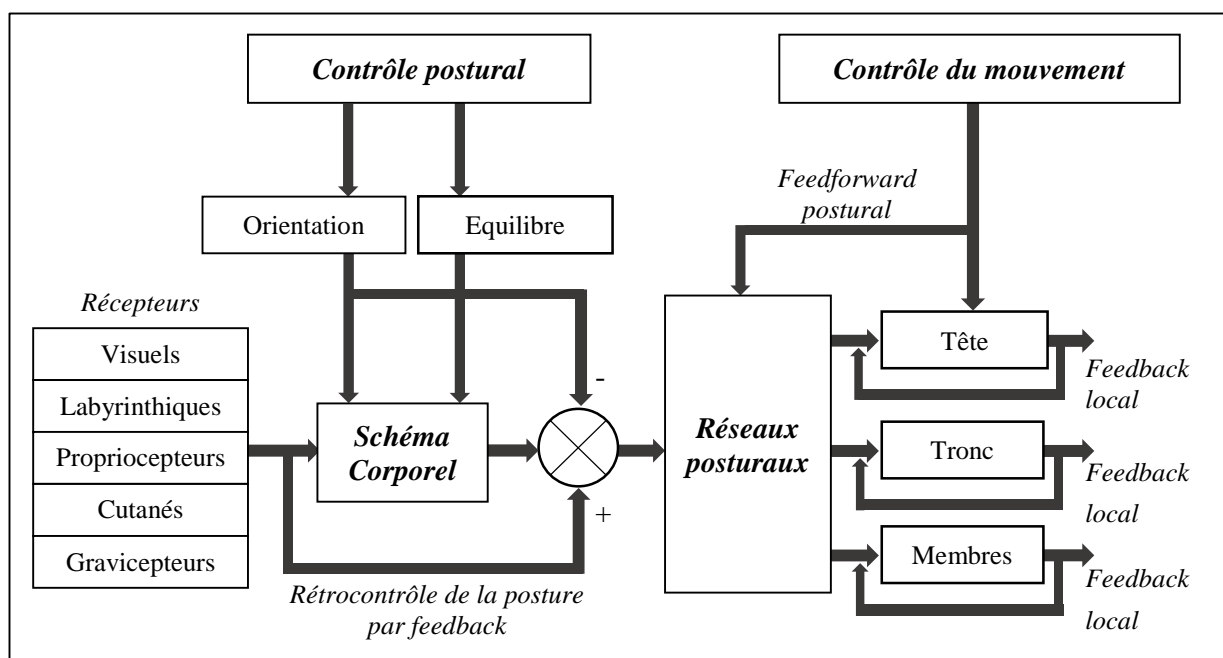


Figure 2 - Représentation figurée de la régulation du système postural selon Massion – Traduction depuis l'anglais (34).

Ainsi, se maintenir debout et marcher sur une slackline sollicitent un ensemble de structures périphériques et centrales (35).

Lors de la pratique répétée d'une tâche, comme le slacklining, des processus de modifications du « comportement habile » surviennent, c'est l'apprentissage sensori-moteur, qui va maintenant être présenté (31).

3.2 Apprentissage

Fleischman définit l'apprentissage comme le « processus neurologique interne supposé intervenir à chaque fois que se manifeste un changement qui n'est dû ni à la croissance ni à la fatigue » (36). Le slacklining est une activité stimulant le développement de l'apprentissage, et plus précisément l'apprentissage sensori-moteur qui lui-même stimule le phénomène d'anticipation (31). Lacour définit l'anticipation comme la capacité du système nerveux central à prévoir les conséquences de l'effet mécanique d'un mouvement sur la posture et à corriger en avance les perturbations posturales que ce mouvement produirait en l'absence de contrôle prédictif (35). Suite à l'entraînement, le slackliner connaît les réactions possibles de la sangle ; son corps a mémorisé les déstabilisations perçues antérieurement et peut donc mettre en place une réadaptation et une réactualisation de ses processus d'anticipation. Le comportement postural du pratiquant s'adapte alors en permanence aux contraintes extérieures et intérieures pour réagir efficacement aux déséquilibres causés par l'instabilité du support (37,38).

Les réponses motrices sont effectuées par les groupes musculaires, qui sont fortement sollicités au cours de l'activité motrice qu'est le slacklining. Ces groupes musculaires vont à présent pouvoir être exposés.

3.3 Activation musculaire

La pratique du slacklining requiert une activation de différents groupes musculaires. Le maintien de l'équilibre debout sur la sangle, en appui sur un seul MI – la majeure partie du temps – implique l'action des muscles stabilisateurs de ce MI (19,39). Plus généralement, les muscles sollicités lors du maintien d'une position debout en appui unipodal sont majoritairement les muscles antigravitaires (40). Bouisset et Maton (30) les considèrent comme les « muscles posturaux principaux » comprenant le triceps sural, les ischio-jambiers, le quadriceps, le grand fessier, les érecteurs du rachis et de la tête. Les muscles stabilisateurs latéraux de chevilles – long et court fibulaires, tibial postérieur – interviennent également au cours de cette activité qui induit de nombreux déséquilibres latéraux (plan frontal). Les muscles abducteurs de l'articulation gléno-humérale sont aussi activés, car ils permettent de maintenir les coudes au-dessus du niveau des épaules et ainsi favoriser un meilleur contrôle postural (Cf. 2.3 *Conseils de pratique p.4*) (3). Le maintien de l'équilibre statique en appui unipodal sur la sangle favorise une contraction de ces muscles « posturaux » sur un mode statique¹. Lors des déplacements dynamiques, la contraction musculaire passe d'un mode statique à une alternance des modes concentrique et excentrique de ces mêmes muscles.

Puisque le slacklining sollicite des structures intervenant dans la régulation du contrôle postural et le maintien de l'équilibre, les apports de cette activité sur la fonction d'équilibration au regard des données actuelles de la littérature vont pouvoir être investigués.

4 Apports du slacklining sur l'équilibre

D'un point de vue mécanique, l'équilibre se définit par une résultante des forces, et une résultante des moments de ces forces appliquées à un solide nulles (27). De là, nous pouvons admettre qu'un corps n'est jamais en « équilibre » à proprement parler puisque des réactions d'adaptations aux perturbations extrinsèques et intrinsèques ont lieu en permanence. Le terme « équilibration » sera à présent utilisé, en considérant qu'il s'agit de l'ensemble des réactions mises en place par l'organisme de façon permanente pour atteindre cette position d'équilibre. L'expression « troubles de l'équilibre » sera utilisée pour désigner les difficultés à réaliser l'équilibration, c'est-à-dire se rapprocher du point d'équilibre (ou stabilité) (37,38).

L'équilibration est une variable souvent analysée dans les études portées sur la slackline, laissant émerger l'hypothèse : « le slacklining améliore les capacités d'équilibration du

¹ Les modes contractiles dépendent du rapport entre le moment moteur généré par le muscle et le moment résistant engendré par la force extérieure appliquée (97). Si le premier prévaut sur le second, l'activité musculaire se fait sur un mode « dynamique concentrique » et se traduit par une diminution de la longueur musculaire. Si le second surpasse le premier, il s'agit d'un mode de contraction « dynamique excentrique », associé à un allongement musculaire. Lorsque les deux moments sont égaux, le mode de contraction est dit « statique isométrique » et n'entraîne aucune modification de la longueur musculaire.

pratiquant ». Ce paragraphe a pour objectif de vérifier cette hypothèse par l'analyse des résultats relevés dans la littérature. Les résultats des études menées par différents auteurs seront succinctement présentés après avoir justifié leur sélection. Cette démarche permettra de dégager une synthèse générale concernant les effets du slacklining sur l'équilibre et le contrôle postural.

4.1 Choix des études

La sélection des articles s'est d'abord faite par la pertinence de leur contenu avec notre sujet ; les études s'intéressant à l'impact d'un entraînement de slackline sur l'équilibre du pratiquant ont donc été sélectionnées. C'est pourquoi, sur treize articles anglophones repérés dans la littérature internationale (12–21,39,41,42), cinq articles étudiant l'équilibre sur une slackline ont été retenus (14–18). Les références bibliographiques, l'impact factor, le score Pedro et le résumé des méthodes utilisées (conditions de réalisation du programme, d'évaluation des variables étudiées et d'analyse des résultats) dans ces cinq études sont présentés en annexe (*Annexe n°1*) ; leurs résultats sont développés dans le paragraphe qui suit. Deux autres critères ont été pris en compte pour le choix des études : le facteur d'impact² (IF) de la revue, considéré comme un indicateur de notoriété des publications scientifiques et le score Pedro de l'étude. Les critères d'inclusion sont un IF supérieur à 1 (indiquant que les articles publiés par une revue ont été cités plus souvent que cette revue n'a publié d'articles (43)) et un score Pedro supérieur à 5 (permettant de considérer la qualité de l'étude comme satisfaisante (44)). Après avoir retenu les études répondant aux critères définis, nous avons recueilli les résultats obtenus dans chacune d'elles.

4.2 Résultats des études

Dans la littérature scientifique, lorsque le degré de signification (**p**) du résultat est inférieur à 5% ($p < 0,05$), alors la différence entre l'évaluation initiale et l'évaluation finale de la variable est considérée comme statistiquement significative (45). Dans ce paragraphe, lorsque les résultats obtenus au cours des études sont dits « statistiquement significatifs », cela sous-entend que leur degré de signification **p** est inférieur à 0,05. Les résultats des cinq études sélectionnées vont être succinctement exposés.

Granacher *et al* analysent l'impact d'un entraînement de slackline sur le contrôle postural dans des conditions statiques et dynamiques chez des adultes sains (16). Les résultats avancés ne sont pas concluants et n'attestent pas d'une amélioration significative du contrôle postural des sujets dans des conditions statiques et dynamiques : une diminution des déplacements du CDP est observable dans les conditions statiques et dynamiques pour le groupe d'intervention comme

² Le facteur d'impact d'une revue J en l'an X est le nombre de citations reçues en l'an X par l'ensemble des articles publiés dans la revue J au cours des 2 années précédentes, divisé par le nombre d'articles publiés par la revue J pendant la même période (43).

pour le groupe contrôle. Cet article n'appuie pas l'hypothèse de départ supposant qu'un entraînement de slackline améliore les capacités d'équilibration lors du slacklining ou au cours d'autres tâches.

Donath et ses collaborateurs présentent dans leur étude les effets d'un entraînement de slackline sur les performances neuromusculaires et le contrôle postural chez des enfants de 10 ans en évaluant, entre autres, leurs capacités d'équilibration (14). Les résultats montrent une amélioration statistiquement significative ($p < 0,001$) de la durée du maintien statique en appui bipodal et unipodal au milieu de la slackline pour le groupe d'intervention, sans différence significative au sein du groupe témoin. L'évaluation de l'équilibre debout en appui unipodal sur plateforme posturométrique n'a relevé aucune variation significative en conditions statiques ($p = 0,15$ sur le MI gauche, $p = 0,54$ sur le MI droit) et dynamiques ($p = 0,06$ sur le MI gauche, $p = 0,31$ sur le MI droit). De là, les auteurs concluent qu'un entraînement régulier de slackline permet une amélioration significative des capacités d'équilibration du sujet dans cette tâche spécifique, mais pas dans les activités d'équilibration plus fonctionnelles et quotidiennes comme la station debout sur sol stable ou instable.

Selon une autre étude de Donath et ses associés, le slacklining est présenté comme une « alternative intéressante et exigeante » en comparaison aux programmes « plus standards d'amélioration de l'équilibre » (15). Ils se sont particulièrement intéressés aux effets du slacklining sur les capacités d'équilibration d'une population âgée après 18 séances d'entraînement. L'étude montre une augmentation du maintien de l'équilibre debout statique sur la sangle pour le groupe d'intervention, aussi bien en position tandem (un pied derrière l'autre sur la sangle) où $p = 0,007$, qu'en appui unipodal ($p = 0,02$ sur le MI gauche, $p = 0,03$ sur le MI droit), sans modification majeure pour le groupe contrôle. Cette amélioration n'est pas retrouvée par l'examen statokinésigraphique mesurant les déplacements du centre de pression (CDP) sur plateforme posturométrique ($p = 0,1$ en position tandem, $p = 0,88$ sur le MI gauche, $p = 0,26$ sur le MI droit). Les résultats relevés dans cette étude vont dans le même sens que ceux retrouvés dans l'étude précédemment exposée (14) : un entraînement de slacklining améliore les capacités d'équilibration au cours de cette activité, mais ces progrès ne sont pas transférables à une dimension plus large, fonctionnelle et quotidienne de la fonction d'équilibration. Le même matériel, des outils d'évaluation identiques et des conditions d'enregistrement des données similaires ont été utilisés pour ces deux études (14,15).

Une autre étude, effectuée par Schärli *et al*, compare les stratégies d'adaptation posturales de l'enfant de huit ans et celle de l'adulte lors de la pratique de slackline (18). Cette étude comparative démontre qu'un minimum d'entraînement permet d'accroître la durée de maintien de l'appui unipodal sur le MI dominant sur la slackline ($p < 0,001$ chez l'enfant et $p = 0,005$ chez l'adulte). De plus les résultats démontrent une plus nette amélioration de la stabilité chez

l'adulte qui réussit à rester en équilibre sur la sangle durant un temps six fois supérieur à celui de l'enfant de huit ans après l'entraînement. Le texte justifie cette différence par une « qualité de proprioception plus développée chez l'adulte que chez l'enfant dans cette tâche spécifique ». Cette étude démontre d'une part l'apport d'un entraînement de slackline sur les capacités d'équilibration et d'autre part, elle montre une meilleure qualité d'adaptation du système de contrôle postural de l'adulte lors de la pratique d'une nouvelle tâche par rapport à l'enfant.

L'article original de Pfusterschmied *et al* cherche à déterminer les effets d'un programme de slackline sur les performances du maintien de la position debout en appui unipodal sur des surfaces stables et instables après quatre semaines d'entraînement régulier (17). Les groupes – expérimental et contrôle – étudiés présentent initialement un maintien de la position debout en appui unipodal sur plateforme stabilométrique aux caractéristiques semblables en conditions stables et instables. Après les quatre semaines d'entraînement, une diminution significative des déplacements du centre de gravité est notée chez les sujets du groupe expérimental sur les deux types de surface ($p < 0,05$) ; tandis qu'aucune modification remarquable n'a été notée chez les sujets du groupe témoin. Cette étude montre ainsi une amélioration de l'équilibre chez le sujet qui pratique le slacklining en dehors de cette activité spécifique. Les auteurs proposent alors d'utiliser l'outil dans le but d'améliorer l'équilibre debout malgré des perturbations extérieures.

Les résultats avancés par les données de la littérature scientifique ne sont pas tous concordants. Certains auteurs avancent que le slacklining permet une amélioration de l'équilibre dans la pratique de l'activité seulement (14–16). D'autres auteurs démontrent une amélioration de l'équilibre dans un cadre plus général et fonctionnel, allant au-delà de la pratique de slackline, puisque les capacités d'équilibration sont également améliorées sur la plateforme stabilométrique (17,18). Cependant, les outils d'évaluation et les programmes d'entraînement mis en place par les différents auteurs diffèrent, pouvant impacter les résultats. Par exemple, Pfusterschmied *et al* (17) enregistrent et analysent précisément les déplacements du centre de gravité des sujets, tandis que Donath, Granacher et leurs collaborateurs s'intéressent aux déplacements du CDP, approche moins précise de l'équilibration corporelle (14–16).

Les vues avancées par ces travaux permettent une synthèse spécifique à notre travail.

4.3 Synthèse

Exprimer une conclusion légitime et valide nous semble délicat compte tenu des éléments cités ci-dessus. Cependant, une cohérence dans les propos des auteurs est relevée dans la majorité des études sélectionnées : « un entraînement de slackline améliore les capacités d'équilibration du sujet sur la slackline » (14,15,17,18). Cette affirmation est fondée d'un point de vue statistique puisque les résultats obtenus dans les études ont des degrés de signification (**p**) inférieurs à 5% (45).

Une deuxième hypothèse apparaît : « un entraînement de slackline améliore les capacités d'équilibration du sujet lors d'activités de la vie quotidienne (AVQ) et activités fonctionnelles autres que le slacklining » et n'est à ce jour pas vérifiée. Cependant, les études sont relativement récentes. Cela leur confère un « caractère préliminaire » dans la recherche. Les auteurs eux-mêmes en sont conscients, ils avancent que « des études plus approfondies sur les apports du slacklining sur l'équilibre pourraient être effectuées » (14–18) afin de déterminer l'intérêt et l'apport d'un entraînement de slackline sur les capacités d'équilibration lors des activités de la vie quotidienne et d'activités fonctionnelles autres que le slacklining. De même, les populations étudiées dans ces cinq articles ne présentent aucune pathologie ou aucun trouble de l'équilibre. C'est pourquoi des recherches plus spécifiques pourraient être effectuées auprès de populations présentant des capacités d'équilibration déficitaires. Ainsi, il serait possible de déterminer si le slacklining est un moyen d'améliorer, ou non, les capacités d'équilibration et donc utilisable dans le contexte d'une PEC kinésithérapique.

L'utilisation de cet outil en kinésithérapie auprès de patients présentant des troubles de l'équilibre va maintenant être argumentée puisque ses apports ont été définis.

5 Utilisation en kinésithérapie

Après avoir exploré la littérature internationale concernant le slacklining, nous n'avons recensé qu'un article présentant cet outil comme moyen de rééducation en kinésithérapie. Il s'agit d'un article à but informatif qui apparaît dans une revue soutenue par la Société Française des Masseurs Kinésithérapeutes du Sport (23). La slackline y est présentée comme outil de rééducation dans le domaine sportif. Le nombre de données scientifiques sur le sujet est faible, nous en déduisons que l'utilisation de la slackline n'est à ce jour pas répandue dans le cadre d'une rééducation kinésithérapique. Dans les cinq articles analysés précédemment (*Cf. 4.2 Résultats des études p.8*), les populations étudiées ne présentent pas de pathologie ni de troubles de l'équilibre. Aucune de ces études ne mesure l'apport de cette pratique chez des personnes présentant des troubles de l'équilibre.

Si la pratique de la slackline améliore l'équilibre du sujet pour cette discipline, ses bénéfices sur les capacités d'équilibration au cours des AVQ ne sont à ce jour ni démontrés ni contestés. De même, aucun effet délétère n'a été avancé par les données de la littérature. De là, nous pouvons supposer que l'utilisation d'une slackline dans le cadre d'une PEC kinésithérapique de patients présentant des troubles de l'équilibre n'est pas contre-indiquée dans le but d'améliorer leur qualité de vie et leurs capacités d'équilibration au cours des AVQ et activités fonctionnelles autres que le slacklining.

Dans le cadre de ce travail, le critère d'inclusion des patients pouvant bénéficier d'un programme de slackline est la présence de capacités d'équilibration déficitaires. Nous avons été

en mesure de mettre en place l'utilisation de la slackline auprès de deux patients répondant à ce critère. Cette PEC a eu lieu au sein de l'EMPR « Le Normandy » durant un stage de formation clinique réalisé sur six semaines du 1^{er} septembre 2015 au 9 octobre 2015. Cette démarche nous a amenés à sélectionner les outils d'évaluation de l'équilibre les plus pertinents quant à la mesure des effets d'un entraînement de slackline sur l'équilibre du patient, afin de déterminer son intérêt comme outil de rééducation kinésithérapique.

6 Outils d'évaluation de l'équilibre

Si un référentiel relatif à l'évaluation du risque de chute chez la personne âgée a été élaboré en 2012 par la Haute Autorité de Santé (46), il est difficile de recenser dans la littérature l'ensemble des outils d'évaluation de l'équilibre dans des situations cliniques différentes. Nous nous proposons ici de présenter les différents examens de l'équilibre rassemblés à partir de quatre sources comportant des revues de la littérature et des recommandations de bonne pratique (47–50). Après avoir classé les examens retenus dans ces données de la littérature, nous argumenterons la sélection de certains d'entre eux qui seraient vraisemblablement susceptibles d'apprécier l'évolution de l'équilibre apportée par la pratique de la slackline.

6.1 Présentation des examens

6.1.1 Examens cliniques

Les examens cliniques se définissent comme des examens évaluant l'aspect « analytique » de l'équilibre (50), et qui n'estiment pas les aspects « plus fonctionnels » de ce dernier au cours de certaines AVQ ou des transferts. Les résultats de ces examens pourraient être pris en compte au titre de « déficits de fonction » lors de la rédaction du bilan diagnostic kinésithérapique. D'après la nomenclature générale des actes professionnels, ce dernier est constitué de l'évaluation initiale des déficiences et des incapacités fonctionnelles (51). Cette catégorie peut se subdiviser en deux sous-catégories : les « modèles d'évaluation posturale » dont la réalisation peut se faire uniquement par l'observation, sans instruments de mesure ; et les « modèles d'évaluation instrumentale » nécessitant l'utilisation d'instruments de mesure (chronomètre, mètre ruban).

Les modèles d'évaluation posturale désignent le « Test de Romberg » (52) et l'évaluation de « l'équilibre postural assis et debout » (53) – connue aussi sous le nom « Indice d'Équilibre Postural de Brun » (50).

Les modèles d'évaluation instrumentale comprennent le « Test simple de station unipodale », ou « One Legged Stance » (OLS) (54), le « Test de l'atteinte », ou « Functional Reach Test » (55), le « Step Test » (56) et le « Clinical Test of Sensory Interaction and Balance », aussi désigné « Sensory Organisation Test » (57).

6.1.2 Examens paracliniques

Le terme « paraclinique » renvoie aux « examens médicaux effectués en ayant recours à des appareils ou à des techniques de laboratoire » qui sont réalisés en complément de l'examen clinique (58). Sont incluses ici la statokinésigraphie et la baropodométrie (59,60). La première consiste en une analyse posturographique – statique ou dynamique – des capacités d'équilibration après avoir enregistré les déplacements du centre de pression (CDP) via un statokinésigramme (59). La seconde est utilisée comme examen d'évaluation de la marche dans le but d'approfondir les « stratégies fonctionnelles utilisées par le système locomoteur » ; l'analyse se fait grâce à des semelles baropodométriques qui permettent d'enregistrer la répartition des pressions plantaires durant la marche (60).

6.1.3 Examens fonctionnels

Ces examens évaluent spécifiquement « l'équilibre » d'un sujet au cours de perturbations d'origine intrinsèque ou extrinsèque dues à un mouvement du patient, ou lors d'une déstabilisation extérieure – poussée du thérapeute par exemple (47). Deux sous-catégories ont été relevées, les modèles d'évaluation posturale « génériques » et les modèles d'évaluation posturale « spécifiques » (50). L'évaluation posturale générique représente les outils d'évaluation de l'équilibre applicables auprès de populations aux pathologies diverses et variées, sans se « limiter » à un type d'affection. L'évaluation posturale spécifique regroupe les outils d'évaluation rédigés et conçus de façon adaptée pour des diagnostics et tableaux cliniques précis.

Les examens fonctionnels génériques regroupent le « Test de Tinetti » (61), la « Berg Balance Scale » (BBS) (62), le « Timed Up and Go – Get Up and Go » test (TUG-GUG) (63) et la « Functional Assessment Classification » (FAC) (64).

Les examens fonctionnels spécifiques rassemblent la « Postural Assessment Scale for Stroke Patients » et la « Postural Control and Balance for Stroke Patients » (65), utilisées auprès de patients ayant subi un accident vasculaire cérébral ; l'« Unified Parkinson's Disease Rating Scale » (66), échelle de référence chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson qui pourrait aussi être classée dans les examens à partir d'échelles composites ; et le « Test Moteur Minimum » (67), principalement utilisé en gériatrie.

6.1.4 Examens à partir d'échelles composites

Cette appellation désigne les échelles incluant une section (des items) de cotation de l'équilibre parmi des items s'intéressant à d'autres activités fonctionnelles. D'après l'ouvrage de Calmels et Béthoux (50), ces échelles composites sont l'indice de Barthel (68), la « Motor Club Assessment » (69), le test de contrôle du tronc (70), la « Motor Assessment Scale » (71),

l'échelle de Fugl-Meyer (72), le « Rivermead Mobility Index » (73) et le test de performances physiques (74).

Cette énumération des examens de l'équilibre retrouvés dans les données de la littérature a pour objectif la sélection des examens qui permettront d'apprécier au mieux les apports d'un entraînement de slackline sur les capacités d'équilibration du pratiquant.

6.2 Sélection des examens adaptés

Lors du slacklining, le pratiquant passe une grande partie de l'activité en appui sur un MI sur la sangle. Pour qu'un examen soit pertinent pour l'évaluation de l'équilibre avant et après un entraînement de slackline, la présence d'un item d'évaluation de l'équilibre unipodal dans l'examen est le critère de sélection principal.

Le test simple de station unipodale ou OLS consiste à chronométrer la durée du maintien de la position debout en appui unipodal sur l'un, puis l'autre MI sans utiliser d'aide technique (AT) (54). Étant cohérent avec la tâche demandée au patient lorsqu'il est sur la sangle, ce test semble adapté et pertinent afin de quantifier de façon relativement précise l'évolution de la durée d'appui du sujet sur un MI. L'un des avantages de cet examen clinique est qu'il ne nécessite qu'un chronomètre. Cependant, cet examen n'est pas suffisant à lui seul pour déterminer de façon objective les apports du slacklining sur l'équilibre, car sa validité et sa fiabilité ne sont pas démontrées à ce jour : aucune étude n'a déterminé sa sensibilité et sa spécificité (75). Les autres examens cliniques (*Cf. 6.1.1 Examens cliniques p.12*) n'ont pas de lien direct avec la pratique ; ils permettent d'apprécier des conditions d'équilibration qui, dans le cadre de cette étude, sont une base minimale prérequis – comme l'équilibre assis (53) – à l'exécution de la tâche demandée : « Monter, se tenir debout sur un MI sur la slackline ». C'est pourquoi ces examens cliniques ne seront pas retenus dans le cadre de ce travail écrit.

Afin d'évaluer l'équilibre dans un autre contexte que le slacklining, utiliser une plateforme de force permet d'avoir une analyse très précise du déplacement du CDP du sujet et donc de « quantifier son trouble de l'équilibre » lors de la station bipède. Il s'agit d'un examen paraclinique validé et reproductible : coefficient de reproductibilité de [0,64-0,70] (59) ; qui est également mis en place par les études scientifiques (14–18). Ainsi, la statokinésigraphie – via une plateforme de force – sera le deuxième examen réalisé afin d'examiner l'évolution des capacités d'équilibration du patient en station bipède.

À ce stade, un examen clinique et un examen paraclinique sont retenus. Utiliser un examen fonctionnel nous semble justifié puisque l'objectif principal, lors d'une PEC kinésithérapique, est l'autonomisation du patient dans les AVQ, et donc, au cours de tâches fonctionnelles. Cet examen fonctionnel permettra également d'affirmer ou contredire l'hypothèse de départ. Les examens fonctionnels spécifiques ne seront pas retenus pour cette sélection puisqu'ils ne sont

pas utilisables auprès de patients aux diagnostics médicaux différents. De même, les examens réalisés à partir d'échelles composites sont ici considérés comme inadaptés pour évaluer l'apport du slacklining sur les capacités d'équilibration : ils présentent peu d'items d'évaluation de l'équilibre et ces derniers ne sont pas suffisamment approfondis par rapport au niveau d'exigence requis. La sélection d'un examen fonctionnel se fera donc parmi les examens « génériques ».

Les critères de sélection statistique de cet examen générique sont sa fiabilité intra et inter-évaluateur et son coefficient de fiabilité³ test-retest qui sont développées dans le tableau I (p.15) pour les quatre examens génériques (Cf. 6.1.3 Examens fonctionnels p.13).

Tableau I – Coefficients de fiabilité des examens fonctionnels génériques

	Coefficient de fiabilité Test-retest	Coefficient de fiabilité Inter-évaluateur	Coefficient de fiabilité Intra-évaluateur
Test de Tinetti (61)	0,86	0,87	0,90
Berg Balance Scale (62)	0,88	0,93	0,97
Times Up and Go, Get Up and Go Test (63)	0,79	0,95	0,96
Functional Ambulation Classification (64)	0,95	0,91	NON DÉTERMINÉE

NB: les données présentées dans ce tableau ont été obtenues sur le site « Rehabilitation Measures Database » (75), après avoir inscrit le nom du bilan dans l'espace dédié à la recherche.

Ces examens possèdent des coefficients de fiabilité élevés, ce qui leur confère une qualité d'application non négligeable et les rend tous pertinents d'un point de vue statistique. Alors, afin d'argumenter au mieux le choix de l'examen fonctionnel, une brève présentation de leur contenu, et leur limite en lien avec le sujet développé dans ce mémoire, va être faite.

La FAC analyse les capacités de déambulation du patient dans plusieurs conditions : sol stable, instable, au cours de la montée et descente des escaliers et de pentes (64). L'examineur note le niveau d'assistance physique ou verbale nécessaire au patient pour marcher. Cet examen évalue le niveau d'indépendance du patient à la marche plutôt que la qualité de son « équilibre ».

³ Le coefficient de fiabilité (F) est le rapport entre la variance du score observé (X_O) et le score réel (X_R) de la mesure étudiée, et s'exprime par l'équation $F=X_O/X_R$. Plus le coefficient obtenu se rapproche de 1, plus la mesure est considérée comme fiable. Le résultat traduit le « degré de cohérence interne de la mesure » (76). Un examen dont le coefficient de fiabilité est proche de 1 peut être considéré comme représentatif de la situation réelle examinée.

Le TUG chronomètre un aller-retour sur une distance de 3 mètres entre le moment où le patient se lève du siège, fait demi-tour au bout des 3m puis se rassoit dans le siège (63). Le GUG détaille les différentes phases du TUG (transfert assis-debout, premier pas, la marche, etc.) en évaluant leur qualité d'exécution. Fonctionnellement, cet examen est intéressant et considéré comme un outil prédictif du risque de chute pertinent (46). Néanmoins, en considérant le niveau de difficulté des exercices demandés (tenir sur la sangle et marcher), le patient doit être en mesure de marcher indépendamment et sans risque de chute majeur. De même, aucun transfert assis-debout ou debout-assis n'est effectué au cours de l'activité. Ces tests ne seront pas retenus comme examens fonctionnels cohérents et pertinents dans l'évaluation des capacités d'équilibration suite à un entraînement de slackline.

Le Test de Tinetti examine de façon détaillée l'équilibre statique et dynamique du patient sur plusieurs critères (61). L'équilibre statique est analysé dans diverses étapes du transfert assis-debout puis debout-assis, l'équilibre dynamique est évalué qualitativement au cours de la marche. Ce bilan permet d'évaluer les capacités d'équilibration d'une personne à un premier niveau de difficulté, qui est cependant facilement atteint puisque les scores totaux des examens statique et dynamique sont respectivement 16 et 12. Or, pour un patient pouvant répondre au niveau d'exigence minimale demandé lors du slacklining, le score obtenu lors de l'examen statique doit être maximal ou presque. Ce dernier point rend le test de Tinetti peu représentatif des capacités réelles du patient, et non adapté pour apprécier l'évolution de ses performances d'équilibration suite à l'entraînement de slackline. De plus, le test de Tinetti ne présente pas d'item évaluant l'équilibre unipodal, qui est pourtant le critère de sélection principal (*Cf. p.14*).

C'est donc la BBS (*Annexe n°2*) qui sera retenue pour apprécier l'impact d'un entraînement de slackline sur l'équilibration au cours de tâches fonctionnelles (62). En outre, ses coefficients de fiabilité sont élevés (test-retest = 0,88 ; inter-évaluateur = 0,87 et intra-évaluateur = 0,97), ce qui atteste de sa fiabilité ; il s'agit d'une échelle considérée « Gold Standard » applicable auprès de tableaux cliniques divers et variés (48). De même, le score total (/56) de cette échelle permet d'évaluer de façon approfondie différentes situations d'intervention des capacités d'équilibration, et un des items examinés concerne la capacité à maintenir la station debout en appui unipodal.

Les outils d'évaluation retenus et qui seront utilisés pour évaluer les capacités d'équilibration du patient avant et après un entraînement de slackline sont les suivants :

- ✓ Test simple de station unipodale (OLS) (54) ;
- ✓ Examen paraclinique posturographique (59) ;
- ✓ Berg Balance Scale (BBS) (62).

Les trois outils permettant d'estimer les effets d'un entraînement de slackline sur les capacités d'équilibration du pratiquant au cours d'activités autres que le slacklining ont été sélectionnés, ce qui permet de présenter la mise en place d'un programme de slackline auprès de deux patients présentant, entre autres, des troubles de l'équilibre.

7 Étude de cas cliniques

Avant de développer la situation clinique des deux patients pris en charge dans le cadre de ce travail, le contexte de leur prise en charge (PEC) va être exposé.

7.1 Présentation des patients

7.1.1 Rencontre et choix les patients

Lors du stage cité supra (*Cf. 5 Utilisation en kinésithérapie p.11*), nous avons participé à la PEC de M. N et M. C. Les premières séances ont consisté à observer la pratique et les techniques du masseur-kinésithérapeute référent à ces deux patients. L'objet de notre travail écrit de fin d'études lui a été exposé et le tuteur a alors proposé de mettre en place un entraînement de slackline auprès de M. N et M. C en complément à la rééducation kinésithérapique initiale. Cette application clinique permettrait de relever les avantages et limites à l'utilisation de ce nouvel outil en kinésithérapie dans un centre de rééducation, et faire bénéficier aux patients d'une deuxième séance de rééducation cohérente avec leur contexte de PEC et leurs capacités, en vivant un aspect plus ludique de la rééducation. Ces deux patients présentaient des capacités d'équilibration imparfaites et déficitaires (*Cf. 7.2.2 Diagnostic kinésithérapique p.20*). Cependant, ces déficits leur permettaient la marche et la réalisation de tâches fonctionnelles plus complexes (montée et descente des escaliers, récupération d'objets au sol) en conditions orthostatiques. Le consentement éclairé des deux patients a été préalablement obtenu (77). Les conditions de rencontre et de sélection de ces deux patients étant précisées, leur histoire va être relatée.

7.1.2 Anamnèse des patients

M. N, né en 1986 (29 ans) est hospitalisé au centre de rééducation le 8 avril 2015, en provenance du service de soins intensifs du Centre Hospitalier Universitaire de Caen, pour une PEC rééducative suite à un traumatisme crânien grave secondaire à une chute à cheval le 25 février 2015. Un œdème cérébral global a été constaté au scanner, causant des lésions en regard du bras postérieur de la capsule interne gauche ; c'est pourquoi le traumatisme crânien est à l'origine d'une hémiparésie globale droite (78). M. N est marié, père d'une fille de 3 ans et vit dans une maison à étage dont il est propriétaire. L'équitation est son loisir et également sa profession puisqu'il est cavalier de saut d'obstacle à niveau national. Aucune allergie, et aucun antécédent médical ou chirurgical ne sont relevés dans le dossier médical du patient (*Tableau II p.18*). Ses souhaits sont : « retrouver son autonomie antérieure à l'accident ; monter à

nouveau à cheval ; pouvoir s'occuper de sa fille ». La prescription médicale indique une PEC en hospitalisation à temps complet, à visée rééducative et d'amélioration de l'ensemble des fonctions déficitaires. Dans le contexte de sa PEC, M. N bénéficie d'une Thérapie par Contrainte Induite du 4 septembre au 2 octobre 2015, avec immobilisation de son membre supérieur (MS) gauche. Le principe de cette thérapie est la stimulation de la motricité du MS déficitaire en forçant son utilisation par immobilisation du MS sain ; elle comporte un entraînement intensif du MS atteint et l'apprentissage de techniques comportementales visant à favoriser le transfert des acquis dans la vie quotidienne (79).

Tableau II – Éléments du dossier médical de M. N et M. C

	<u>M. N</u>	<u>M. C</u>
Poids (kg)	69,2	83
Taille (m)	1,83	1,83
Indice de masse corporelle (kg/m ²)	20,66	54,78
Latéralité	Droitier	Droitier
Antécédents médicaux	AUCUN	Alcoolisme sevré depuis 6 ans
Antécédents chirurgicaux	AUCUN	2007 : arthrodèse C5-C6 après AVP ; 2010 : allongement des fléchisseurs profonds et superficiels des doigts de la main gauche ; 2012 : exérèse d'un abcès fesse droite ; 2013/06 : ablation de kystes sébacés aux fesses ; 2013/12 : ablation d'un abcès fesse gauche.

M. C., né en 1968 (47 ans), présente une tétraplégie incomplète suite à une contusion cervicale et un débord discal au niveau des vertèbres C5-C6, survenue lors d'un accident de la voie publique en mobylette le 1^{er} novembre 2007. Il vit près de Bourges dans une maison de plain-pied depuis plus d'un an. Père de 3 enfants qui sont autonomes, ne vivent plus au domicile familial et sont éloignés géographiquement. Il a cessé son activité professionnelle (peintre en bâtiment) après l'accident de 2007. Il aime le tennis et la voile, activités qu'il aimerait réaliser grâce à des associations une fois que l'installation au nouveau domicile sera stable. Les éléments de son dossier médical sont présentés dans le tableau II (p.18). La prescription médicale précise une PEC pour un entretien des fonctions musculaires, articulaires et des capacités générales de M. C au cours d'un séjour en hospitalisation à temps complet.

7.2 Bilan diagnostic kinésithérapique

7.2.1 Bilan initial

L'objectif de cette application clinique est de mesurer les effets d'un entraînement de slackline sur les capacités d'équilibrations des deux patients. Afin de respecter les recommandations de

bonnes pratiques définies par la législation (51,80), M. N et M. C ont bénéficié d'un bilan initial dont le contenu détaillé est développé en annexe (*Annexe n°3*). Ce chapitre comprendra donc les résultats obtenus aux trois examens des capacités d'équilibration retenus précédemment (Cf. 6.2 *Sélection des examens adaptés p.16*) qui sont :

- ✓ Test simple de station unipodale – “One Legged Stance” (OLS) (54) ;
- ✓ Examen paraclinique posturographique (59) ;
- ✓ Échelle d'équilibre de Berg – Berg Balance Scale (BBS) (62).

Ces examens ont pour but d'apprécier l'évolution des capacités d'équilibration du patient après l'entraînement de slackline en comparant les résultats obtenus avant et après le programme et ont été réalisés initialement le 25 septembre 2015 pour les deux patients. Les résultats obtenus pour chacun d'eux vont maintenant être détaillés.

7.2.1.1 Test simple de station unipodale

Au cours du « OLS », le patient doit se tenir debout avec les yeux ouverts, les poings placés sur les crêtes iliaques. L'objectif est de se tenir sur un membre inférieur (MI) sans aide technique le plus longtemps possible. Le thérapeute chronomètre la durée du maintien de cette position debout en appui unipodal à partir du moment où le pied décolle jusqu'au moment où il est reposé au sol. Une durée inférieure à 5 s est prédictive d'un haut risque de chute (54,75).

Les performances de M. N sont : 8,13 s sur le MI gauche, 1,85 s sur le MI droit.

Les durées accomplies par M. C sont : 2,13 s sur le MI gauche, 1,20 s sur le MI droit.

7.2.1.2 Examen paraclinique posturographique

La posturographie informatisée permet de quantifier les troubles de l'équilibre en décrivant les composantes sensorielles qui interviennent dans le maintien de la stabilité posturale (Cf. 3.1 *Système postural p.5*). Son utilisation est pertinente si elle est réalisée en complément à l'examen initial clinique (59). Le matériel utilisé est la plate-forme de force Win posturo® de chez Medicauteur (81).

Conditions de réalisation : patient debout sur la plateforme de force (*Fig.3 p.19*), face à un mur plan unicolore situé à 50cm de lui, sans point de repère distinctif, pieds écartés de 1cm au niveau du talon avec un angle d'ouverture de 30°, bras le long du corps, genoux déverrouillés (légèrement fléchis) (81).

Les déplacements du centre de pression (CDP) sont mesurés les yeux ouverts, puis fermés (durée d'enregistrement : 51,20 s). Le paramètre retenu ici est la surface de l'ellipse de confiance qui contient 90% des positions échantillonnées du CDP, exprimée en mm² et



Figure 3 –
Conditions de
réalisation de
l'examen
posturométrique

communément appelée « surface » (82). La fréquence d'échantillonnage de la mesure est de 40 Hz, comme dans les études.

La surface parcourue par le CDP de M. N est : 451,0 mm² les yeux ouverts et 910,6 mm² les yeux fermés.

La surface parcourue par le CDP de M. C est : 1246,1 mm² les yeux ouverts et 4445,2 mm² les yeux fermés.

Ces résultats sont nettement supérieurs aux valeurs moyennes des paramètres de surfaces définies par les normes 88 chez l'homme adulte qui sont 96,2 mm² (18,33 mm² → 174,2 mm²) les yeux ouverts, et 260,1 mm² (19,7 mm² → 539,9 mm²) les yeux fermés (83).

7.2.1.3 Échelle d'équilibre de Berg

La BBS est un examen regroupant 14 items cotés sur une échelle de 5 points, allant de 0 à 4 (0 correspondant au niveau de dépendance maximale, et 4 au niveau d'indépendance complète sans mise en danger). Le score maximum est 56 et traduit une parfaite indépendance dans l'exécution des tâches (62,84).

M. N a obtenu un score total de 47/56 et M. C un score total de 44/56. Les items qui leur font défaut sont ceux nécessitant un contrôle et une stabilité des membres inférieurs suffisants pour exécuter la tâche demandée (se pencher en avant ou alterner des pas sur une marche). L'exercice qui représente la plus grande difficulté est le maintien de la station debout unipodale.

De sorte à pouvoir se représenter au mieux la situation clinique de ces deux patients, leur diagnostic kinésithérapique va maintenant être développé.

7.2.2 Diagnostic kinésithérapique

Le diagnostic kinésithérapique met en lien les déficiences mesurées avec les incapacités fonctionnelles et les restrictions de participation qui sont les limitations du patient dans les AVQ voire activités professionnelles (51).

Le premier patient, M. N, 29 ans, est cavalier professionnel de saut d'obstacles. Le 25 février 2015, il chute à cheval au cours d'un entraînement, causant un traumatisme crânien et trois semaines de coma au cours desquelles le retour à la conscience s'est fait progressivement. Le traumatisme est à l'origine d'une hémiplégie globale droite par lésion de la capsule interne gauche (78). L'atteinte centrale affecte l'expression verbale qui demande beaucoup d'efforts et de concentration, rendant les échanges difficiles et fatigants pour M. N. L'atteinte cérébrale est la cause d'un défaut de commande motrice qui reste encore incomplète et imparfaite. L'alitement prolongé au cours des trois semaines d'inconscience a ajouté au défaut de contrôle moteur une perte de force majorée dans l'hémicorps droit. Les amplitudes articulaires passives de l'épaule droite en flexion, abduction, et rotation latérale sont limitées par la présence de

douleurs, ce qui augmente le manque de contrôle moteur et de force au membre supérieur (MS) droit. La commande motrice étant imparfaite, le patient présente des défauts de coordination et de dissociation des mouvements des MS et des MI. Ce déficit, associé à l'atteinte neurologique liée au traumatisme, restreint la fonction de préhension du MS droit, limitant le patient dans les activités manuelles telles que l'écriture. La faiblesse musculaire relevée et le défaut de commande motrice sont à l'origine des « troubles de l'équilibre », observés notamment par les difficultés que présente le patient à maintenir la station debout en appui unipodal. Ce déficit des capacités d'équilibration a un impact sur la stabilité de la position bipède ainsi que sur la qualité de la marche qui est instable, avec un polygone de sustentation légèrement élargi. La marche, réalisée sans aide technique, représente alors un coût énergétique important, avec un fort risque de chute. Les difficultés de préhension, les troubles de l'équilibre, le schéma de marche perturbé ainsi que la réduction du périmètre de marche nécessitent une PEC rééducative en hospitalisation à temps complet, contribuant à un éloignement familial. Les conséquences physiques du traumatisme ne permettent ni la reprise de l'équitation ni la conduite automobile. Les défauts d'équilibration de M. N représentent l'une de ses principales déficiences. L'objectif général est d'améliorer la qualité de la marche, elle-même dépendante du perfectionnement des capacités d'équilibration de M. N.

Le second patient, *M. C*, 47 ans, présente une tétraparésie suite à un accident de la voie publique, le 1^{er} novembre 2007, qui a provoqué une contusion médullaire cervicale aux niveaux C5-C6. L'atteinte du système nerveux central est à l'origine d'un syndrome pyramidal caractérisé notamment par la présence de spasticité aux quatre membres et de syncinésies d'imitation aux membres supérieurs (85). La contusion médullaire a principalement affecté la commande motrice générale qui est imprécise et déficitaire. Aux MS, cette atteinte impacte les prises de forces et de finesses ainsi que la fonction de préhension entraînant des difficultés lors des AVQ et limitant le choix des aides techniques adaptées pour la marche. Aux MI et au niveau postural, le défaut de commande motrice participe aux troubles de l'équilibre statique et dynamique. La station en appui bipodal est stable, mais une stratégie utilisant un large polygone de sustentation est mise en place ; le maintien d'une station debout en appui unipodal est difficile, voire impossible, confirmant la perturbation des capacités d'équilibration. Lors de la marche, l'augmentation du polygone de sustentation est retrouvée et non corrigée par l'utilisation des aides techniques. M. C est autonome dans les déplacements, mais marche de façon désordonnée sur des distances inférieures au demi-kilomètre. La fatigabilité lors d'activités physiques prolongées (telle que la marche) atteste d'un manque d'endurance certainement augmentée par la prise de tabac. Les conséquences de sa tétraparésie sont l'arrêt de son activité professionnelle depuis 2007 et l'impossibilité à la conduite automobile. La prescription médicale indique une prise en charge en hospitalisation à temps complet au « Normandy » dans le but d'entretenir et stimuler ses capacités fonctionnelles. Les souhaits de M. C sont similaires, avec notamment

l'augmentation de son périmètre de marche et l'amélioration de sa qualité de marche. Afin de répondre à ces attentes, l'amélioration des capacités d'équilibration représente un objectif de prise en charge prioritaire.

7.3 Problématique et objectifs de prise en charge masso-kinésithérapique

Dans le cadre de ce travail écrit centré sur l'utilisation de la slackline, en parallèle des objectifs de prise en charge (PEC) de ces deux patient, les diagnostics kinésithérapiques nous amènent à la problématique suivante : « *Quelles sont les modalités d'utilisation de la slackline à mettre en place dans le but d'améliorer les capacités d'équilibration, et par là même, la qualité de la marche de M. N et M. C compte tenu de leurs capacités ?* »

L'objectif de cette application clinique est la présentation d'un programme d'entraînement de slackline, convenu avec le médecin et le kinésithérapeute référents, qui soit adapté aux capacités fonctionnelles de M. N et M. C, mais aussi cohérent avec l'objectif principal de leur PEC, à savoir l'amélioration du schéma de marche, aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif.

7.4 Moyens de prise en charge globale

M. N et M. C présentent des déficits de leurs capacités d'équilibration qui affectent la qualité de leur marche, et limitent leur participation dans la vie sociale et professionnelle. La qualité de leur marche sera améliorée si les capacités d'équilibration sont perfectionnées. De là, ils bénéficient d'une PEC pluridisciplinaire.

Au cours des séances de kinésithérapie, M. N bénéficie principalement de mobilisation passive et active, d'étirements passifs avec temps postural, d'exercices avec maniement d'objets de textures, tailles et formes différentes, d'un renforcement musculaire global et analytique du membre inférieur (MI) droit, de la répétition d'exercices lents visant l'amélioration du contrôle moteur au niveau de la hanche, du genou et du pied droits, de stimulation de la perception corporelle par la concentration ou le feed-back visuel face à un miroir, des mouvements balistiques, etc. (49,78).

Lors de la PEC de M. C, les principaux moyens de traitement mis en place sont la mobilisation passive, les étirements passifs et les temps posturaux, la lutte contre les syncinésies par la prise de conscience, la sollicitation des fonctions motrices des MI dans des conditions de pratique variées (chaîne ouverte ou fermée ; course interne, externe ou moyenne ; contraction sur un mode statique, excentrique ou concentrique), la réalisation d'exercices stimulant les réactions parachutes ou les stratégies de centre de pression et de centre de gravité, le maintien de la station bipède sur des sols de différentes textures et densités, le renforcement musculaire des muscles stabilisateurs de hanches, genoux et chevilles, un réentraînement à l'effort dans le cadre d'un programme d'activité physique adaptée, etc. (86).

7.5 Utilisation du nouvel outil : la slackline

Avant d'exposer le programme d'entraînement mis en place auprès de ces deux patients, les principes liés à l'utilisation d'une slackline en kinésithérapie vont être présentés.

7.5.1 Principes liés à l'activité slackline

7.5.1.1 Principes généraux

- Sécurisation des pratiquants et de l'environnement ;
- Tension de la sangle maximale ;
- Adaptation de l'aide technique (AT) aux capacités du patient ;
- Respect de la fatigue des patients lors de la réalisation des exercices ;
- Pratique infradouloureuse et prévention de la douleur ;
- Pédagogie adaptée, consignes claires et simples avec garantie de la compréhension des explications ;

7.5.1.2 Principes spécifiques à M. N lors de la rééducation

- Utilisation d'une seule AT (le port de la contrainte ne permet pas l'utilisation de deux AT) ;
- Consignes claires tenant compte des légers troubles d'expression liés à l'atteinte centrale (*Annexe n°3*).

7.5.1.3 Principes spécifiques à M. C lors de la rééducation

- Utilisation des AT (cane anglaise à soutien antébrachial) du patient, elles lui sont familières et lui offrent un soutien stable et rassurant ;
- Surveillance de la fatigue du patient (échelle de Borg (87)).

7.5.2 Programme de slackline

Pour mettre en place le protocole le plus adapté aux capacités des patients, nous avons au préalable regroupé les différents niveaux de difficultés des exercices demandés aux différentes populations étudiées dans les cinq articles analysés (*Annexe n°4*) (14–18). Les cinq études proposent toutes une augmentation progressive de la difficulté des exercices. Des exercices définis comme « basiques » sont proposés avant d'effectuer des exercices d'exigence plus élevée. Ces bases sont d'être en mesure de monter sur la sangle, de se tenir sur un MI (puis sur l'autre), de se tenir sur deux MI (position tandem), de saisir, maintenir et marcher avec des bâtons de marche nordique. Dans les études, l'entraînement débute par un échauffement, continue avec la session de slackline à proprement parler et termine par un temps récupération.

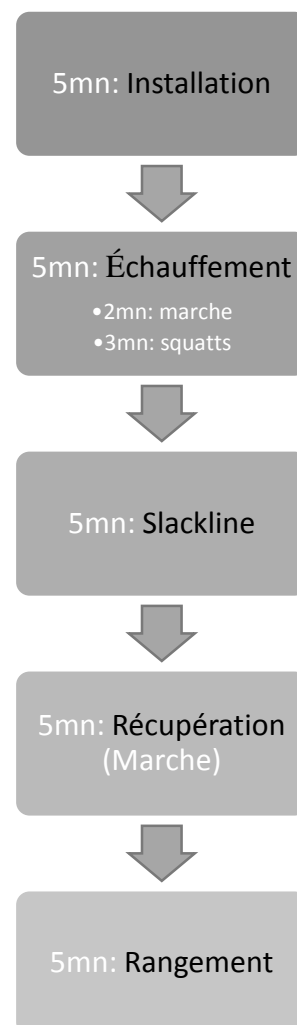


Figure 4 – Organisation chronologique des séances de slackline

Tableau III – Exercices proposés durant les sessions de slackline.

Nom de l'exercice	Durée en mn (')	Description
<i>Appui unipodal</i> (sans la sangle)	2' sur le béton 2' sur l'herbe	Maintenir une position debout en appui unipodal sur un MI puis sur l'autre. Avec AT uniquement pour les 3 premiers jours d'entraînement.
<i>MI dominant sur la sangle</i>	4'	Placer le pied du MI dominant sur la sangle, donner une impulsion avec le MI posé au sol pour monter jusqu'à une position parfaitement érigée puis redescendre directement (permet d'apprécier l'élasticité de la sangle). Reproduire le mouvement autant de fois que possible.
<i>MI non dominant sur la sangle</i>	4'	Mêmes consignes que pour l'exercice précédent.
<i>Stabilisation</i>	4'	Placer le pied du MI dominant sur la sangle, donner une impulsion avec le MI posé au sol pour monter jusqu'à une position parfaitement érigée. Maintenir cette position (appui unipodal) le plus longtemps possible. Si la position est maintenue plus de 5 s, poser le pied opposé sur la sangle (position tandem).
<i>Passage de pas</i>	4'	En partant de la position tandem, transférer le poids du corps du MI arrière vers le MI avant pour pouvoir décharger le MI arrière. Maintenir la nouvelle position (appui unipodal sur le MI controlatéral) le plus longtemps possible. Si le patient s'en sent capable, il peut enchaîner ces passages de pas de sorte à marcher sur la sangle.

Remarque :

- L'ensemble de ces exercices est réalisé en sécurité avec le tuteur présent physiquement à côté du patient, prêt à intervenir en cas de mise en danger ;
- Si le patient est fatigué ou que des changements de son aspect général sont notés, l'exercice est stoppé.
- M. N utilise 1 bâton de marche nordique maintenu dans la main droite ;
- M. C utilise ses cannes anglaises à soutien antébrachial durant les 3 premières séances puis exécute les exercices avec 2 bâtons de marche nordique au cours des dernières séances.

Le programme de slackline mis en place lors de cette application clinique s'inspire de cette distribution (*Fig.4 p.23*) et commence le lundi 28 septembre 2015, avec pour objectif la réalisation d'une séance par jour jusqu'au jeudi 8 octobre (sauf samedi et dimanche), afin de

réaliser les bilans finaux le vendredi 9 octobre 2015, couvrant ainsi un total de 9 séances en proposant différents exercices (*Tableau III p.24*).

Les deux patients bénéficient en première intention de séances de kinésithérapie, d'ergothérapie, d'orthophonie, d'activité physique adaptée et de balnéothérapie. Au « Normandy », les séances de kinésithérapie durent 40 mn. C'est pourquoi la mise en place du programme doit s'adapter à ces éléments pour ne pas empiéter sur l'intervention des autres professionnels de santé. Le tuteur et le stagiaire disposent de 40 mn pour la session de slackline ; l'installation et la désinstallation de la sangle doivent donc être intégrées à la session.

La slackline utilisée est d'une couleur contrastée, mesure 17 m de longueur (dont 2 m pour le système de tension), 50 mm de large, possède un tendeur à cliquet en acier avec cran de sécurité et supporte jusqu'à 4,5 T de tension avant rupture (88). Au cours du programme, les deux points d'ancrage sont situés à une distance de 6 m, et le bord supérieur de la sangle est placé à 40 cm du sol. M. N et M. C ne peuvent tenir plus de 10 s debout en appui unipodal sans aide technique, d'où l'utilisation d'une aide technique minimum pour réaliser les exercices (*tableau III p.24*).

L'objectif de ce travail écrit est de déterminer les effets d'un entraînement de slackline sur les capacités d'équilibration du patient. Maintenant que les exercices demandés ont été développés, les résultats obtenus après le programme vont être rapportés.

7.6 Évaluation finale

Les examens finaux (OLS, posturographie, BBS) ont été réalisés le vendredi 2 octobre 2015.

7.6.1 Test simple de station unipodale

Les performances de M. N sont : 47,38 s sur le MI gauche, 4,00 s sur le MI droit.

Les durées accomplies par M. C sont : 2,44 s sur le MI gauche, 2,23 s sur le MI droit.

7.6.2 Examen paraclinique posturographique

L'examen est réalisé avec le même matériel et dans les mêmes conditions que le 25 septembre 2015 (*Cf. 7.2.1.2 Examen paraclinique posturographique, p.19*) (81).

La surface parcourue par le centre de pression (CDP) de M. N est : 300,3 mm² les yeux ouverts et 582,8 mm² les yeux fermés.

La surface parcourue par le CDP de M. C est : 3292,4 mm² les yeux ouverts et 2732,5 mm² les yeux fermés.

7.6.3 Échelle d'équilibre de Berg

Le score total obtenu par M. N est 55/56 et celui obtenu par M. C est 48/56. Pour M. N, la tâche qui présente encore des difficultés est celle où il doit « se tourner et regarder par-dessus son épaule droite puis gauche debout » : le transfert du poids du corps d'un membre inférieur sur

l'autre ne se fait pas correctement, le mouvement est peu harmonieux. Les items qui font défaut à M. C sont encore ceux nécessitant une stabilité et une bonne synchronisation des membres inférieurs (maintien d'une position debout en appui unipodal, exécution de pas alternés sur une marche).

L'intérêt de ce travail écrit est l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus, pour ensuite confronter les données de terrain aux données de la littérature scientifique.

8 Discussion

8.1 Analyse et interprétation des résultats

Le tableau IV (p.26) expose les résultats obtenus aux trois examens le 25 septembre puis le 5 octobre 2015 : test de station simple unipodale (OLS), échelle d'équilibre de Berg (BBS) et surface parcourue par le centre de pression (CDP) au cours de l'examen posturométrique.

Tableau IV – Résultats obtenus à l'OLS, à l'examen posturométrique et à la BBS avant et après le programme de slackline.

		<u>M. N</u>		<u>M. C</u>	
		25/09/15	05/10/15	25/09/15	05/10/15
One Legged Stance (secondes) (54)	<i>MI gauche</i>	8,13	47,38	2,13	2,44
	<i>MI droit</i>	1,85	4,00	1,20	2,23
Statokinésigraphie Surface parcourue par le CDP (mm ²) (59)	<i>Yeux ouverts</i>	451,0	300,3	1246,1	3292,4
	<i>Yeux fermés</i>	910,6	582,8	4445,2	2732,5
Berg Balance Scale (/56) (62)		47	55	44	48

- À l'examen OLS :
 - M. N : le temps d'appui unipodal est multiplié par 6 sur le MI gauche, et par 3 sur le MI droit, attestant d'une amélioration du contrôle et de la stabilité des deux MI ;
 - M. C : l'évolution du temps d'appui unipodal est minime (+ 0,31 s sur le MI gauche, + 1,03 s sur le MI droit), mais témoigne malgré tout d'une amélioration.
- À l'examen posturométrique :

Pour une meilleure visibilité, les statokinésigraphes initiaux et finaux de M. N et M. C, yeux ouverts et yeux fermés, sont présentés en annexe (Annexe n°5).

 - M. N : la surface parcourue par son centre de pression (CDP) a diminué de 151,3 mm² les yeux ouverts et de 327,8 mm² les yeux fermés, confirmant une amélioration du contrôle de sa stabilité générale debout en appui bipodal ;

- M. C : la surface parcourue par son CDP a diminué de 1712,7 mm² les yeux fermés. Par contre, les yeux ouverts, la surface parcourue par son CDP est plus de deux fois plus grande après l'entraînement ; cet examen avec les yeux ouverts a dû être répété 3 fois avant que M. C n'arrive à maintenir l'équilibre durant les 52,1 s d'enregistrement sans poser les mains sur le déambulateur. M. C évoque la prise d'un nouveau médicament contre la spasticité (Dantrium®) depuis la veille (jeudi 1er octobre 2015) qui serait à l'origine d'une fatigue accrue, expliquant ce résultat.
- À la **BBS**, les scores totaux de M. N et M. C ont respectivement augmenté de 8 et 4 points : les tâches demandées ont été réalisées avec une meilleure qualité d'exécution, plus de facilités et moins de prise de risque. Ces résultats traduisent une augmentation de leur niveau de dépendance.

Les résultats obtenus aux trois examens de l'équilibre sont globalement améliorés après le programme de slackline pour M. N et M. C, permettant d'évoquer une augmentation de leurs capacités d'équilibration. Ces résultats permettent de supposer des bienfaits du slacklining sur les capacités d'équilibration du pratiquant dans un but thérapeutique. Cependant, cette progression n'est pas imputable aux seuls effets du slacklining puisque M. N et M. C ont bénéficié de thérapies associées telles que la prise en charge kinésithérapique, ergothérapique, ainsi que les séances de balnéothérapie et d'activités physiques adaptées, qui ont pu favoriser et optimiser cette amélioration.

8.2 Intérêts et limites de l'utilisation de l'outil slackline

Le slacklining est une discipline récente, peu connue dans le domaine thérapeutique. Son utilisation en kinésithérapie est innovante et permet de proposer une autre approche de la prise en charge (PEC) kinésithérapique. Ses intérêts et limites relevés au cours de l'application clinique sont nombreux (*Fig.5 p.27*).

INTÉRÊTS	LIMITES
Amélioration des capacités d'équilibration ; Activité physique à vocation thérapeutique et divertissante ; Contribution au bien-être physique et mental ; Installation simple et rapide de l'outil ; Coût abordable de la sangle basique (40€) ; Variabilité et niveaux dans les exercices étendus ; Émulation entre les participants si pratiques de groupe ; Pratique en extérieur possible.	Lieu-dépendant ; Installation en intérieur relativement plus onéreuse (150€) ; Installation en extérieur météo-dépendante .

Figure 5 – Intérêts et limites de l'outil slackline

Les intérêts soulignent l'importance à accorder aux bienfaits physiques et mentaux apportés par cette activité physique. Mais cette pratique en extérieur est dépendante des conditions météorologiques.

En effet, le slacklining induit des « mouvements corporels produits par les muscles qui requièrent une dépense d'énergie » ; cette pratique peut donc être considérée comme une activité physique (89). De nombreuses études ont démontré que l'activité physique améliore la santé du pratiquant, définie par l'Organisation Mondiale de la Santé comme « un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consistant pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité » (90). Les activités physiques participent à améliorer l'image et l'estime globale de soi (91–93). De par le niveau d'exigence qu'il requiert, le slacklining confère au pratiquant une certaine assurance et confiance en soi puisqu'il peut constater l'augmentation de son niveau de capacités générales. Les vertus psychologiques de cette activité semblent importantes et contribueraient à un impact positif sur l'investissement du patient dans sa PEC, voire sur le pronostic fonctionnel (78). D'ailleurs, l'enthousiasme et l'adhésion relevés chez M. N et M. C lors des séances laissent à penser que l'estime de soi a été valorisée chez ces deux patients.

La mise en place d'un programme de slackline reste cependant limitée puisque l'installation de la sangle est lieu-dépendant. Pour monter la sangle dans une salle omnisport fermée et couverte, du matériel adapté, spécifique, mais relativement onéreux (150€) est nécessaire (24). Pour cette raison, la sangle a été installée à l'extérieur (*Fig.6 p.28*), ce qui a influencé les caractéristiques de la sangle, notamment sur la distance entre les points d'ancrage, mais aussi les conditions d'utilisation liées aux facteurs météorologiques. En effet, le 5 octobre et les jours suivants se sont avérés être des jours de pluie. Le programme s'est terminé le vendredi 2 octobre 2015 en raison des risques liés à la sécurité et à la santé des patients, qui n'ont bénéficié que de 5 séances au lieu des 9 espérées initialement.

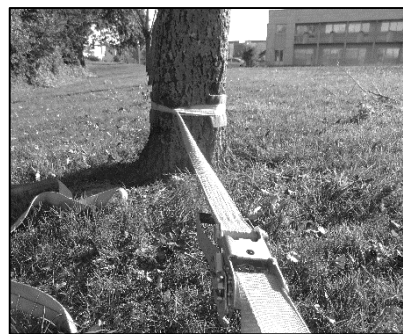


Figure 6 – Installation extérieure

Au regard des avantages exposés, et du faible impact des limites, l'utilisation d'une slackline comme outil de rééducation des déficits d'équilibration semble très intéressante.

8.3 Points forts et biais de la méthodologie

Tout d'abord, la méthode de travail utilisée dans cet écrit a consisté en la sélection d'études s'intéressant aux apports du slacklining sur l'équilibre puis en leur analyse afin d'en déduire une synthèse générale (14–18). L'hypothèse énoncée concernant les apports du slacklining sur l'équilibre (*Cf. 4. Apports du slacklining sur l'équilibre p.7*) : « le slacklining améliore les réactions d'équilibration et le contrôle postural » semble en partie confirmée. En effet, les

études prouvent qu'un entraînement de slackline améliore les capacités d'équilibration dans cette même activité : un pratiquant améliore son équilibre sur la slackline au fur et à mesure des entraînements. Cependant, le transfert de cette amélioration aux activités de la vie quotidienne (AVQ) et à des activités fonctionnelles autres que le slacklining n'est à ce jour pas démontré.

- ✘ Le premier élément pouvant expliquer ce résultat est le caractère novateur des études portées sur le slacklining. En effet, parmi les différents articles obtenus dans la littérature internationale, le plus ancien est celui de Granacher *et al* qui date de 2010 (16). De là, il est possible de supposer que d'autres investigations seraient nécessaires pour confirmer les premiers résultats et démontrer l'apport d'un entraînement de slackline sur les capacités d'équilibration au cours des AVQ et activités fonctionnelles autres que le slacklining.
- ✘ Le deuxième élément permettant de comprendre ce résultat est le faible nombre d'études s'intéressant aux bénéfices d'un entraînement de slackline sur les capacités d'équilibration. Au cours de la recherche d'articles scientifiques étudiant la slackline et ses effets, 11 articles ont été trouvés (12–20,39,41) et seulement 5 d'entre eux analysent les effets d'un entraînement de slackline sur les capacités d'équilibration (14–18). Ce faible nombre de publications est lié à la nouveauté du sujet et peut donc également expliquer les résultats obtenus. En outre, extraire une conclusion générale en se basant sur seulement cinq études scientifiques nous semble insuffisant et impose la nécessité d'approfondir les recherches et se baser sur plus de résultats pour étoffer les hypothèses avec plus de recul et de connaissances. Ainsi, la deuxième hypothèse de travail énoncée dans la synthèse de l'analyse des études (Cf. 4.3 Synthèse p.10) : « un entraînement de slackline améliore les capacités d'équilibration du pratiquant dans les AVQ et activités fonctionnelles autres que le slacklining » reste à démontrer.

De plus, la mise en place d'un programme de slackline auprès de M. N et M. C avait pour objectif de déterminer si les résultats des études sont vérifiables chez des patients présentant des déficits d'équilibration, et permettait de relever les avantages et inconvénients liés à l'utilisation de cet outil dans une PEC rééducative en kinésithérapie (Cf. 8.1 Intérêts et limites de l'outil p.27). Aucune étude n'a, à ce jour, été effectuée dans un cadre rééducatif et les bienfaits thérapeutiques de cette discipline ne sont pas démontrés au regard des publications actuelles. L'utilisation d'une slackline comme moyen de rééducation de « l'équilibre » auprès de M. N et M. C apparaît alors comme un choix personnel à visée novatrice, non appuyé sur des données probantes. À l'avenir, la mise en place d'un entraînement de slacklining dans un contexte thérapeutique nécessite de s'appuyer sur une plus large palette d'études qui aurait déterminé ses bienfaits et qui convergerait vers une conclusion similaire.

Ensuite, plusieurs éléments affectent les résultats obtenus aux trois examens de l'équilibre (test simple de station unipodale, examen posturométrique et échelle d'équilibre de Berg). D'une

part, M. N et M. C ont bénéficié de thérapies associées (balnéothérapie, séances d'activité physique adaptée). D'autre part, ils n'ont réalisé que de 5 sessions en 1 semaine alors que les protocoles des études s'étalent sur 4 à 6 semaines, avec minimum 10 sessions (sauf dans l'étude de Schärli *et al*, où sont effectuées 3 séances de slackline espacée de 10-15 jours (18)). Il est possible ces éléments (thérapies associées, durée du programme et nombre de séances) influencent les résultats qui ne peuvent être imputés aux seuls bienfaits du slacklining.

En somme, les connaissances théoriques et pratiques actuelles ne permettent pas d'attester des bénéfices d'un entraînement de slackline auprès de personnes présentant des déficits d'équilibration. L'un des objectifs de l'intervention kinésithérapique est l'autonomisation et la restitution d'une indépendance maximale au patient (51). Pour vérifier l'évolution de ces deux éléments, et en tenant compte des outils dont le kinésithérapeute dispose, il serait pertinent d'analyser l'impact d'un entraînement de slackline sur les activités fonctionnelles évaluées par l'échelle d'équilibre de Berg. De là, un protocole d'étude clinique expérimentale devrait être établi, et permettrait de démontrer scientifiquement l'intérêt ou non de l'utilisation d'une slackline comme outil de PEC thérapeutique des conséquences fonctionnelles des troubles de l'équilibre.

9 Conclusion

Un programme de slacklining a été mis en place auprès de deux patients présentant des troubles de l'équilibre afin de connaître l'intérêt de l'utilisation de cet outil par le kinésithérapeute. Après cette expérience clinique, les résultats obtenus permettent de proposer le slacklining comme un moyen complémentaire à la prise en charge kinésithérapique puisqu'une amélioration des capacités d'équilibration a été relevée après entraînement. Cependant, les données de la littérature concernant les populations présentant des déficits d'équilibration sont manquantes. Il serait intéressant d'étoffer les résultats par des études supplémentaires avant de confirmer les bienfaits thérapeutiques de cette discipline et de pouvoir l'utiliser comme moyen de rééducation.

La réalisation de ce travail écrit de fin d'études a contribué à développer l'envie de persévérer dans une démarche de recherche et de prise d'information régulière sur les études concernant le slacklining. Elle souligne aussi l'importance de la connaissance des outils d'évaluation de l'équilibre, tant au niveau du contenu, qu'au niveau de leurs spécificités nécessitant un réel travail d'analyse avant toute application, afin d'adapter et optimiser ces outils au patient, ses capacités et aux objectifs. Nos connaissances se doivent aussi d'être régulièrement reconsidérées au regard des fondamentaux que représente la fonction d'équilibration, autour de laquelle a gravité l'ensemble de cette démarche.

Références bibliographiques et autres sources

1. Didier R. La slackline : une pratique en mouvement. *Le Journal International*. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : http://www.lejournalinternational.fr/La-slackline-une-pratique-en-mouvement_a2640.html
2. Larousse É. Traduction : line - Dictionnaire anglais-français Larousse. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.larousse.fr/dictionnaires/anglais-francais/line/592378>
3. Ashburn H. *HOW To Slackline : A comprehensive guide to rigging and walking techniques for tricklines, longlines, and highlines*. Guilford, Connecticut: A Falcon Guide - Rowman & Littlefield; 2013. 227 p.
4. TENDANCE – La slackline, un sport en plein essor. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.lepetitjournal.com/santiago/articles/172174-slacklinesantiago>
5. *I Believe I Can Fly (Flight of the Frenchies)*. Montaz-Rosset Film. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.sebmontaz.com/films/i-believe-i-can-fly-flight-of-the-frenchies>
6. Seckel H. On a marché dans le ciel. *Le Monde sport et forme*. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : http://www.lemonde.fr/sport/article/2012/07/13/on-a-marche-dans-le-ciel_1733355_3242.html
7. Festival de Cinema de Muntanya de Torelló. *Torelló Mountain Film*. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.torellomountainfilm.cat/pagina.php?tipus=lat&idFam=8&idSubFam=148>
8. Base jumping - Urban Dictionary. [Consulté le 10 Avril 2016]. Consultable sur : <http://www.urbandictionary.com/define.php?term=base+jumping>
9. Chavy J. Record du monde de highline : la vidéo de Théo Sanson en Utah ! *Wider*, le magazine outdoor : accueil. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.widermag.com/video-record-monde-highline-video-theo-sanson-utah>
10. Käding R, Engler S. Gibbon slackline - Events photos. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur: <http://www.gibbon-slacklines.com/en/media/photos/events/index.html>
11. Ministère de la ville, de la jeunesse et des sports. *Sports Gouv*; 2012. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.sports.gouv.fr/IMG/pdf/fichpro-cirquedef-2.pdf>
12. Keller M, Pfusterschmied J, Buchecker M, Müller E, Taube W. Improved postural control after slackline training is accompanied by reduced H-reflexes. *Scand J Med Sci Sports*. 2012 août;22(4):471-7.
13. Pfusterschmied J, Stöggl T, Buchecker M, Lindinger S, Wagner H, Müller E. Effects of 4-week slackline training on lower limb joint motion and muscle activation. *J Sci Med Sport Sports Med Aust*. 2013 nov;16(6):562-6.
14. Donath L, Roth R, Ruegge A, Groppa M, Zahner L, Faude O. Effects of slackline training on balance, jump performance & muscle activity in young children. *Int J Sports Med*. 2013 dec;34(12):1093-8.
15. Donath L, Roth R, Zahner L, Faude O. Slackline training and neuromuscular performance in seniors: A randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports*. 2016 mars;26(3):275-83.
16. Granacher U, Iten N, Roth R, Gollhofer A. Slackline training for balance and strength promotion. *Int J Sports Med*. 2010 oct;31(10):717-23.
17. Pfusterschmied J, Buchecker M, Keller M, Wagner H, Taube W, Müller E. Supervised slackline training improves postural stability. *Eur J Sport Sci*. 2013 janvier;13(1):49-57.
18. Schärli AM, Keller M, Lorenzetti S, Murer K, van de Langenberg R. Balancing on a Slackline: 8-Year-Olds vs. Adults. *Front Psychol*. 2013 avril:p.11

19. Gabel CP, Osborne J, Burkett B. The influence of « Slacklining » on quadriceps rehabilitation, activation and intensity. *J Sci Med Sport Sports Med Aust.* 2015 janv;18(1):62-6.
20. Hüfner K, Binetti C, Hamilton DA, Stephan T, Flanagin VL, Linn J, et al. Structural and functional plasticity of the hippocampal formation in professional dancers and slackliners. *Hippocampus.* 2011 août;21(8):855-65.
21. Mahaffey BJ. The physiological effects of slacklining on balance and core strength. Wisconsin : College of Science and Health Exercise and Sports Science; 2009.
22. Lebon F. Le Normandy, Etablissement de Médecine Physique, Rééducation et Réadaptation en Milieu Marin [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.le-normandy.com/>
23. Courtois JR. La slackline: un nouvel outil pour les kinésithérapeutes du sport. *Kinesither Spor Info.* 2015 juin;16-21.
24. Bouchet V, Favier B. La slackline: cahier pédagogique. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.ufolep.org/modules/kameleon/upload/CP-Slackline-6MO.pdf>
25. Giraud C. Slack.fr. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://clubalpintoulouse.fr/attachments/article/496/132085750-Slackline-et-protection-des-arbres.pdf>
26. Volery S, Rodenkirch T. Thèmes du mois : Slackline. *Mobilesport.ch*; 2013 Mars;p19. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : https://www.mobilesport.ch/wp-content/uploads/2013/03/03_13_Slackline_f1.pdf
27. Pérennou D. Physiologie et physiopathologie du contrôle postural. *Lett Médecine Phys Réadapt.* 2012 mai;28(3):120-32.
28. Fourneau M. Reprogrammation sensorimotrice et équilibre. *Kinésithérapie Rev.* 2012 août;12(128-129):61-7.
29. Amblard B. Les descripteurs du contrôle postural. *Ann Réadapt Médecine Phys.* 1998 juillet;41(5):225-37.
30. Bouisset S, Maton B. *Muscles, posture et mouvement.* Paris: Hermann; 1999.
31. Mesure S. Neurophysiologie et stratégies posturales. *Kinesither Sci.* 2007 février;474:23-8.
32. Le Cavorzin P. Neurophysiologie de la fonction proprioceptive et récupération postlésionnelle. *Kinésithérapie Rev.* 2012 août;12(128-129):7-14.
33. Sakka L, Vitte E. Anatomie et physiologie du système vestibulaire: Revue de la littérature. *Morphologie.* 2004 oct;88(282):117-26.
34. Massion J. Postural control systems in developmental perspective. *Neurosci Biobehav Rev.* 1998 juillet;22(4):465-72.
35. Lacour M. Fisiología del equilibrio: de los modelos genéticos a los enfoques cognitivistas. *EMC - Podol.* 2013;15(2):1-8.
36. Fleischman EA. *Human abilities and the acquisition of skill.* Bilodeau. New-York: Press, Academic; 1967.
37. Perrin P, Lestienne F. *Mécanismes de l'équilibration. Exploration fonctionnelle, application au sport et à la rééducation.* Paris: Masson; 1994.
38. Cornu JY, Gagey PM, Weber B. Le concept clinique de stabilité. In: *Posturologie, régulation et dérèglement de la station debout.* Paris: Masson; 2004. p. 13-9.
39. Gabel CP. Slacklining: a novel exercise to enhance quadriceps recruitment, core strength and balance control. *J Novel Physiother.* 2014;4(4):6 pp.
40. Dufour M. *Anatomie de l'appareil locomoteur.* Vol. 1,3. Issy-les-moulineaux: Elsevier-Masson; 2010.

41. Paoletti P, Mahadevan L. Balancing on tightropes and slacklines. *J R Soc Interface R Soc.* 2012 sept;9(74):2097-108.
42. Welter J, Pheneger A, Shim A. Improving proprioception through the use of a slack-line device on college-aged students. *J Sci Med Sport.* 2010 janvier;12:e96-7.
43. Deboin M. CooPIST. Principaux indicateurs de notoriété associés aux publications scientifiques. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://coop-ist.cirad.fr/content/download/4762/35816/version/3/file/Indicateurs-notoriete-publications-janv2013.pdf>
44. Échelle PEDro (Français). PEDro Physiotherapy Database. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.pedro.org.au/french/downloads/pedro-scale/>
45. Mélot C. Que veut dire « statistiquement significatif » ? *Revue des Maladies Respiratoires - EM*[consulte. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.em-consulte.com/rmr/article/143553>
46. HAS. Référentiel concernant l'évaluation du risque de chute chez le sujet âgé autonome, et sa prévention. Paris;2012. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2013-04/referentiel_concernant_levaluation_du_risque_de_chutes_chez_le_sujet_age_autonome_et_sa_prevention.pdf
47. Yelnik A. COFEMER - Evaluation clinique de l'équilibre. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://cofemer.fr/UserFiles/File/EvalCliEqui08.pdf>
48. Pérennou D, Decavel P, Manckoundia P, Penven Y, Mourey F, Launay F, et al. Évaluation de l'équilibre en pathologie neurologique et gériatrique. *Ann Réadapt Médecine Phys.* 2005 juillet;48(6):317-35.
49. HAS. Accident vasculaire cérébral prise en charge précoce - Recommandations. 2006. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2009-07/avc_prise_en_charge_precoce_-_recommandations.pdf
50. Calmels P, Béthoux F. Déficiences de l'équilibre et de la posture. In: *Guide des outils de mesure et d'évaluation en médecine physique et réadaptation.* Frison-Roche. Paris; 2003. p. 61-4.
51. NGAP. L'assurance Maladie. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.ameli.fr/professionnels-de-sante/directeurs-d-etablissements-de-sante/codage/ngap.php>
52. Bohannon RW, Larkin PA, Cook AC, Gear J, Singer J. Decrease in timed balance test scores with aging. *Phys Ther.* 1984 juillet;64(7):1067-70.
53. Brun V, Dhoms G, Henrion G. L'équilibre postural de l'hémiplégique: proposition d'indices d'évaluation. 1991;16:412-7.
54. Hurvitz EA, Richardson JK, Werner RA, Ruhl AM, Dixon MR. Unipedal stance testing as an indicator of fall risk among older outpatients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000 mai;81(5):587-91.
55. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol.* 1990 nov;45(6):M192-7.
56. Hill KD, Bernhardt J, McGann AM, Maltese D, Berkovits D. A New Test of Dynamic Standing Balance for Stroke Patients: Reliability, Validity and Comparison with Healthy Elderly. *Physiother Can.* 1996 oct;48(4):257-62.
57. Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction of balance. Suggestion from the field. *Phys Ther.* 1986 oct;66(10):1548-50.
58. Larousse É. Encyclopédie Larousse en ligne - diagnostic. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/diagnostic/12504>
59. HAS. Analyse de la posture. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/synthese_analyse_de_la_posture.pdf

60. HAS. Synthèse Baropodometrie. 2007. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/synthese_baropodometrie.pdf
61. Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc.* 1986 fevr;34(2):119-26.
62. Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health Rev Can Santé Publique.* 1992 août;83 Suppl 2:S7-11.
63. Podsiadlo D, Richardson S. The timed « Up & Go »: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991 fevr;39(2):142-8.
64. Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR, Nathan J, Piehl-Baker L. Clinical gait assessment in the neurologically impaired. Reliability and meaningfulness. *Phys Ther.* 1984 janv;64(1):35-40.
65. Benaim C, Pérennou DA, Villy J, Rousseaux M, Pelissier JY. Validation of a standardized assessment of postural control in stroke patients: the Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS). *Stroke J Cereb Circ.* 1999 sept;30(9):1862-8.
66. Recent developments in Parkinson's disease. Edited by S. Fahn, C. D. Marsden, P. Jenner, and P. Teychenne New York, Raven Press, 1986 375 pp, illustated. *Ann Neurol.* 1987 nov;22(5):672-672.
67. Camus A, Mourey F, D'Athis P, Blanchon MA, Martin-Hundyadi C, De Rekeneire N, et al. Test moteur minimum. *Rev Geriatr.* 2002;27(8):645-58.
68. Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation: The Barthel Index. *Md State Med J.* 1965 fevr;14:61-5.
69. Ayre R, Mockett S. Reliability of the Motor Club Assessment. *Physiotherapy.* 2000 mars;86(3):150.
70. Collin C, Wade D. Assessing motor impairment after stroke: a pilot reliability study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1990 juill;53(7):576-9.
71. Carr JH, Shepherd RB, Nordholm L, Lynne D. Investigation of a new motor assessment scale for stroke patients. *Phys Ther.* 1985 fevr;65(2):175-80.
72. Duncan PW, Propst M, Nelson SG. Reliability of the Fugl-Meyer assessment of sensorimotor recovery following cerebrovascular accident. *Phys Ther.* 1983 oct;63(10):1606-10.
73. Forlander DA, Bohannon RW. Rivermead Mobility Index: a brief review of research to date. *Clin Rehabil.* 1999 avr;13(2):97-100.
74. Reuben DB, Siu AL. An objective measure of physical function of elderly outpatients. The Physical Performance Test. *J Am Geriatr Soc.* 1990 oct;38(10):1105-12.
75. Rehabilitation Institute of Chicago, Center for Rehabilitation Outcomes Research, Northwestern University Feinberg School of Medicine Department of Medical Social Sciences Informatics group. Rehabilitation Measure Database. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.rehabmeasures.org/default.aspx>
76. El Louadi M. Alpha. Le coefficient de fiabilité et la multidimensionnalité des mesures en système d'information. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.louadi.com/Publications/Alpha.pdf>
77. LOI n° 2002-303 du 4 mars 2002 relative aux droits des malades et à la qualité du système de santé. 2002-303 mars 4, 2002.
78. Rode G, Jacquin-Courtois S, Yelnik A. Cofemer. 2008. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.cofemer.fr/UserFiles/File/SNCLyon08AVC.pdf>
79. Chevignard M, Azzi V, Abada G, Lemesle C, Bur S, Toure H, et al. Intérêt de la thérapie par contrainte induite chez l'enfant hémiplégique après lésion cérébrale acquise. *Ann Réadapt Médecine Phys.* 2008 mai;51(4):238-47.

80. Code de la santé publique - Article R4321-2. Code de la santé publique.
81. Medicauteurs - Podology, posturology and rehabilitation. SAS MF. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://medicauteurs.fr/>
82. Ouaknine - Innovative technology. Le logiciel Posturogame. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://postureetmesure.free.fr/docs/NoticeCyberSabots.pdf>
83. Floirat N, Bares F, Ferrey G, Gaudet E, Kemoun G, Carette P, et al. Aporie Des Normes. Ada posturologie. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://ada-posturologie.fr/AporieDesNormes.pdf>
84. Tableau de bord - Échelle d'équilibre de Berg – Berg balance scale. Kinesither Cah. 2004 août-sept:p50-3.
85. Chauvière C. La spasticité. Kinesither Rev. 2000 mai;29(3):66-71.
86. Thoumie P, Thevenin-Lemoine E, Josse L. Rééducation des paraplégiques et tétraplégiques adultes. Kinesither Med Phys Readapt. 26-460-A-10:36.
87. Wilmore J. H, De Boeck D. L. Cofemer. 1998. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : http://www.cofemer.fr/UserFiles/File/EHELLES%20ADULTES%20TOME%202_page92.pdf
88. Daniel B. Slackline-shop - La boutique de slackline en ligne. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.slackline-shop.fr/kits-slackline-17m/4-slackline-rouge.html>
89. OMS. Activité physique. WHO. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/fr/>
90. OMS. La définition de la santé. [Consulté le 10 avril 2016]. Consultable sur : <http://www.who.int/about/definition/fr/print.html>
91. Rieu M, Guezennec CY, Broustet JP, Monroche A. Aspects bénéfiques de la pratique des activités physiques et sportives. Actual Doss Sante Public. 1996;14:13-9.
92. Carrière AM. Les bienfaits psychologiques de l'activité physique. Psychol Quebec. 2003 juill;15-7.
93. Fox KR. The influence of physical activity on mental well-being. Public Health Nutr. 1999 sept;2(3A):411-8.

ANNEXE 1 – Présentation des méthodes mises en place par les études analysées, de leur impact factor et leur score PEDro.

Référence bibliographique	IF de la revue selon l'année (94)	Score PEDro	Méthode
<p>Donath L, Roth R, Ruegge A, Groppa M, Zahner L, Faude O. Effects of slackline training on balance, jump performance and muscle activity in young children. <i>Int J Sports Med</i> 2013 Mai;34:1093-8.</p>	2,374	6/10	<p>Population</p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupe d'intervention n=21 - Groupe contrôle n=13 <hr/> <p>Programme</p> <p>28 séances, 10 minutes de slackline, 5 fois par semaine, 6 semaines pour le groupe d'intervention. Pas de slackline pour le groupe contrôle. 5 niveaux de difficulté : exercices basiques puis 4 niveaux.</p> <hr/> <p>Outils d'évaluation de l'équilibre</p> <p>Chronométrage de la durée du maintien debout en appui bipodal ou unipodal au milieu de la slackline. Enregistrement des déplacements du centre de pression via une plateforme posturométrique dans des conditions statiques et dynamiques (GK-1000®, IMM et Schwingrahmen, Mittweida, Germany). Trois essais effectués, le meilleur est pris en compte.</p>
<p>Donath L, Roth R, Zahner L, Faude O. Slackline training and neuromuscular performance in seniors: a randomized controlled trial. <i>Scand J Med Sci Sports</i> 2015;doi:10.1111/sms.12423.</p>	2,90	6/10	<p>Population</p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupe d'intervention : n=16 - Groupe contrôle : n=15 <hr/> <p>Programme</p> <p>18 séances, 20 minutes de slackline, 3 fois par semaine, 6 semaines pour le groupe d'intervention. Pas de slackline pour le groupe contrôle. 3 niveaux de difficulté, qui évoluent toutes les 2 semaines.</p> <hr/> <p>Outils d'évaluation de l'équilibre</p> <p>Chronométrage de la durée du maintien debout en appui bipodal ou unipodal au milieu de la slackline. Enregistrement des déplacements du centre de pression via une plateforme posturométrique dans des conditions statiques (GK-1000®, IMM, Mittweida, Germany). Trois essais effectués, le meilleur est pris en compte.</p>

Référence bibliographique	IF de la revue selon l'année (94)	Score PEDro	Méthode
<p>Granacher U, Iten N, Roth R, Gollhofer A. Slackline training for balance and strength promotion. <i>Int J Sports Med</i> 2010;31:717-23.</p>	2.381	6/10	<p>Population Groupe d'intervention : n=13 Groupe contrôle : n=14</p> <p>Programme 12 séances, 45 minutes de slackline, 3 fois par semaine, 4 semaines pour le groupe d'intervention. Pas de slackline pour le groupe contrôle. Niveaux de difficulté évoluant chaque semaine.</p> <p>Outils d'évaluation de l'équilibre Enregistrement des déplacements du centre de pression dans l'axe médio-latéral et antéro-postérieur via une plateforme posturométrique dans des conditions statiques et dynamiques (GK-1000®, IMM, Mittweida, Germany). Trois essais effectués, le meilleur est pris en compte.</p> <p>Caractéristiques de la sangle - Longueur : 6 à 15 mètres - Largeur : 3,5 centimètres - Hauteur : 60 centimètres</p> <p>Âge moyen : 23,4 ans IMC : 22,2kg/m²</p>
<p>Pfusterschmied J, Buchecker M, Keller M, Wagner H, Taube W, Muller E. Supervised slackline training improves postural stability. <i>Eur J Sport Sci</i> 2013 Janvier;13(1):49-57.</p>	1.314	6/10	<p>Population Groupe d'intervention : n=12 Groupe contrôle : n=12</p> <p>Programme 10 séances réparties sur des jours non consécutifs, 90 minutes de slackline, 4 semaines réparties pour le groupe d'intervention. Pas de slackline pour le groupe contrôle. Niveaux de difficulté évoluant chaque semaine.</p> <p>Outils d'évaluation de l'équilibre Enregistrement des déplacements du centre de gravité dans l'axe médio-latéral et antéro-postérieur via une plateforme posturométrique à oscillations libres multiaxiales sur une surface stable et perturbée lors du maintien de la position debout en appui unipodal (Posturomed®, Haider Bioswing, Pullenreuth, Germany).</p> <p>Caractéristiques de la sangle - Longueur : 7 à 18 mètres - Largeur : 2,5 centimètres - Hauteur : 50 à 70 centimètres</p> <p>Âge moyen : 24,5 ans IMC : 22,5kg/m²</p>
<p>Schärli AM, Keller M, Lorenzetti S, Van de Langenberg R. Balancing on slackline: 8-years-old vs adults. <i>Frontiers in psychology</i> 2013 Avril;4(208):11pp.</p>	2,80	4/10	<p>Population Groupe d'enfants : n=20 Groupe d'adultes : n=10</p> <p>Programme 3 sessions de 45 minutes, non consécutives, espacées de 5-10 jours. Les deux premières sessions sont des entraînements réalisées dans une salle de gymnastique ; la dernière est la session d'évaluation effectuée dans un laboratoire du mouvement.</p> <p>Outils d'évaluation de l'équilibre Chronométrage de la durée du maintien debout en appui unipodal sur la jambe « préférée » au milieu de la slackline. Enregistrement des mouvements du corps via des marqueurs réfléchissants de 9 ou 16 mm placés à des endroits stratégiques de la slackline et sur le corps du sujet. Enregistrement vidéo par deux caméras qui ont permis d'obtenir une vidéo tridimensionnelle par la méthode « Direct Linear Transformation ». Système de suivi de la mobilité oculaire (Applied Science Laboratories Mobile Eye System, Bedford MA, USA).</p> <p>Caractéristiques de la sangle - Longueur : 4,11 mètres - Largeur : 3,5 centimètres - Hauteur : 40 centimètres</p> <p>Âge moyen : Enfants : 7,8 ans Adultes : 24,6 ans IMC : Enfants : 15,2 kg/m² Adultes : 21,6 kg/m²</p>

ANNEXE 2 – Échelle d'équilibre de Berg

Échelle d'équilibre de Berg – Berg Balance Scale. Kinésithérapie, les cahiers 2004 Août-Septembre;32-33:50-3. (95)

Nom :		Médecin prescripteur :		
Prénom :		Kinésithérapeute :		
Lieu de réalisation des tâches :		Diagnostic :		
Instructions, items et cotation				
1. Transfert assis-debout. Levez-vous, essayez de ne pas utiliser vos mains pour vous lever.	4 : Capable de se lever sans les mains et se stabilise indépendamment			
	3 : Capable de se lever indépendamment avec les mains			
	2 : Capable de se lever avec les mains après plusieurs essais			
	1 : A besoin d'un minimum d'aide pour se lever ou se stabiliser			
	0 : A besoin d'une assistance modérée ou maximale pour se lever			
2. Station debout sans appui. Restez debout sans vous tenir.	4 : Capable de rester debout en sécurité 2 minutes			
	3 : Capable de rester debout 2 minutes avec une supervision			
	2 : Capable de rester debout 30 secondes sans se tenir			
	1 : A besoin de plusieurs essais pour rester debout 30 secondes sans se tenir			
	0 : Incapable de rester debout 30 secondes sans assistance			
<i>Si le sujet peut rester debout 2 minutes sans se tenir, attribuer le score maximum à l'item 3 et passer à l'item 4.</i>				
3. Assis sans dossier, mais avec les pieds en appuis au sol ou sur un repose-pied. Restez assis les bras croisés pendant 2 minutes.	4 : Capable de rester assis en sûreté et sécurité pendant 2 minutes			
	3 : Capable de rester assis en sûreté et sécurité pendant 2 minutes avec une supervision			
	2 : Capable de rester assis 30 secondes			
	1 : Capable de rester assis 10 secondes			
	0 : Incapable de rester assis sans appuis 10 secondes			
4. Transfert debout-assis. Asseyez-vous.	4 : S'assoit en sécurité avec une aide minimale des mains			
	3 : Contrôle la descente en utilisant les mains			
	2 : Utilise l'arrière des jambes contre le fauteuil pour contrôler la descente			
	1 : S'assoit indépendamment, mais a une descente incontrôlée			
	0 : A besoin d'une assistance pour s'asseoir			
5. Transfert d'un siège à un autre.	4 : Se transfère en sécurité avec une aide minimale des mains			
	3 : Se transfère en sécurité, mais a absolument besoin des mains			
	2 : Se transfère, mais avec des directives verbales et/ou une supervision			
	1 : A besoin d'une personne pour aider			
	0 : A besoin de 2 personnes pour assister ou superviser			
6. Station debout yeux fermés. Fermez les yeux et restez debout 10 secondes	4 : Capable de rester debout 10 secondes en sécurité			
	3 : Capable de rester debout 10 secondes avec une supervision			
	2 : Capable de rester debout 3 secondes			
	1 : Incapable de garder les yeux fermés 3 secondes, mais reste stable			
	0 : A besoin d'aide pour éviter les chutes			
7. Station debout avec les pieds joints. Serrez vos pieds et restez debout sans bouger	4 : Capable de placer ses pieds joints indépendamment et reste debout 1 minute en sécurité			
	3 : Capable de placer ses pieds joints indépendamment et reste debout 1 minute avec une supervision			
	2 : Capable de placer ses pieds joints indépendamment et de tenir 30			
	1 : A besoin d'aide pour atteindre la position, mais est capable de rester debout ainsi 15 secondes			
	0 : A besoin d'aide pour atteindre la position et est incapable de rester debout ainsi 15 secondes			

<p>8. Station debout, atteindre vers l'avant, bras tendus. Levez les bras à 90°. Étendez les doigts vers l'avant aussi loin que vous pouvez.</p>	4 : Peut aller vers l'avant en toute confiance > 25 cm			
	3 : Peut aller vers l'avant > 12,5 cm en sécurité			
	2 : Peut aller vers l'avant > 5 cm en sécurité			
	1 : Peut aller vers l'avant, mais avec une supervision			
	0 : Perd l'équilibre quand essaye le mouvement ou a besoin d'un appui extérieur			
<p>9. Ramassage d'un objet au sol. Ramassez le chausson qui est placé devant vos pieds.</p>	4 : Capable de ramasser le chausson en sécurité et facilement			
	3 : Capable de ramasser le chausson avec une supervision			
	2 : Incapable de ramasser le chausson, mais l'approche à 2-5 cm et garde un équilibre indépendant			
	1 : Incapable de ramasser et a besoin de supervision lors de l'essai			
	0 : Incapable d'essayer ou a besoin d'assistance pour éviter les pertes d'équilibre ou les chutes			
<p>10. Debout. Se tourner en regardant par-dessus son épaule droite et gauche. Regardez derrière vous par-dessus l'épaule gauche. Répétez à droite.</p>	4 : Regarde derrière des 2 côtés et déplace bien son poids			
	3 : Regarde bien d'un côté et déplace moins bien son poids de l'autre			
	2 : Tourne latéralement seulement, mais garde l'équilibre			
	1 : A besoin de supervision lors de la rotation			
	0 : A besoin d'assistance pour éviter les pertes d'équilibre ou les chutes			
<p>11. Tour complet (360°). Faites un tour complet. De même dans l'autre direction</p>	4 : Capable de tourner de 360° en sécurité en 4 secondes ou moins			
	3 : Capable de tourner de 360° d'un côté seulement en 4 secondes ou			
	2 : Capable de tourner de 360° en sécurité, mais lentement			
	1 : A besoin d'une supervision rapprochée ou de directives verbales			
	0 : A besoin d'une assistance lors de la rotation			
<p>12. Debout, placer alternativement un pied sur une marche ou un marchepied. Placez alternativement chacun de vos pieds sur la marche/le marchepied. Continuez jusqu'à ce que chaque pied ait réalisé cela 4 fois.</p>	4 : Capable de rester debout indépendamment et en sécurité et complète les 8 marches en 20 secondes			
	3 : Capable de rester debout indépendamment et complète les 8 marches en > 20 secondes			
	2 : Capable de compléter 4 marches sans aide et avec une supervision			
	1 : Capable de compléter > 2 marches avec une assistance minimale			
	0 : A besoin d'assistance pour éviter les chutes/incapable d'essayer			
<p>13. Debout un pied devant l'autre. Montrer au sujet. Placez un pied directement devant l'autre. Si vous sentez que vous ne pouvez pas le faire, essayez de placer votre talon plus loin que les orteils du pied opposé.</p>	4 : Capable de placer son pied directement devant l'autre (tandem) indépendamment et de tenir 30 secondes			
	3 : Capable de placer son pied devant l'autre indépendamment et de tenir 30 secondes			
	2 : Capable de réaliser un petit pas indépendamment et de tenir 30			
	1 : A besoin d'aide pour avancer le pied, mais peut le maintenir 15 secondes			
	0 : Perd l'équilibre lors de l'avancée du pas ou de la position debout			
<p>14. Station unipodale. Restez sur un pied aussi longtemps que vous pouvez tenir.</p>	4 : Capable de lever un pied indépendamment et de tenir > 10 secondes			
	3 : Capable de lever un pied indépendamment et de tenir entre 5 et 10 secondes			
	2 : Capable de lever un pied indépendamment et de tenir au moins 3			
	1 : Essaye de lever le pied, incapable de tenir 3 secondes, mais reste debout indépendamment			
	0 : Incapable d'essayer ou a besoin d'assistance pour éviter les chutes			
Score total maximal: 56 points				

Annexe 3 – Bilans initiaux de M.N et M. C réalisé le 25/09/2016.

<i>Bilan initial (51)</i>		<u>M. N</u>	<u>M. C</u>	
Observations		Se déplace seul, sans AT. Porte des lunettes. Porte une contrainte au MS gauche pour la mise en place d'une thérapie par contrainte induite.	Se déplace seul avec 2 cannes anglaises à accroche antébrachiale.	
Déficiences	Examen neurologique	Pas de troubles de la compréhension ; L'expression demande une concentration intense et beaucoup d'efforts ; Pas de troubles de la déglutition, de désorientation spatio-temporelle, d'héminégligence ou d'anosognosie.	Pas de troubles des fonctions supérieures ; Pas de troubles de compréhension ou de l'expression ; Pas de trouble vésico-sphinctérien.	
	Examen CTV⁴	Pas de signe de phlébite ; Pas d'hématome, pas d'escarre.	Cicatrice partie postérieure du rachis cervical (cou) ; Pas de signe de phlébite ; Pas d'escarre, pas d'hématome.	
	Évaluation de la douleur	Douleurs provoquées : 3/10 (échelle numérique), par la mobilisation à la hanche et l'épaule droite ; Pas de douleur spontanée ; Pas de signe de syndrome douloureux régional complexe.	Pas de douleur spontanée ; Pas de douleur provoquée ; Pas de signe de syndrome douloureux régional complexe.	
	Fonction sensitive	Sensibilité superficielle (tact grossier, déplacé et sensibilité discriminative) et profonde (kinesthésie, statesthésie) conservées.	Légers troubles de la sensibilité superficielle et algique aux MS ; Pas de trouble majeur de la sensibilité profonde.	
	Fonction articulaire	Pas d'attitude vicieuse ; Amplitudes de l'épaule droite limitées par la douleur : rotation externe 15°, rotation interne 80°, abduction 110°, flexion 120° (mesure goniométrique) ; Amplitudes des autres articulations de l'hémicorps droit comparables à celles de l'hémicorps gauche.	Attitude vicieuse : fermeture des doigts des 2 mains ; Ouverture des mains et extension des doigts limitées.	
	Fonction neuromotrice	Motricité volontaire (Held et Pierrot-Desseilligny)		
		<u>MS droit</u> : 4 globalement ; <u>MI droit</u> : 3 globalement.	<u>MI droit et gauche</u> : 3 globalement (verrouillage des genoux en charge possible) ; <u>MS droit et gauche</u> : 3	
		Motricité involontaire		
	<u>Spasticité</u> évaluée à 1 (échelle d'Ashworth modifiée) : flexion plantaire de cheville, extension de genou, abduction de hanche ; <u>Spasticité</u> évaluée à 2 : flexion de genou, adduction de hanche. <u>Syncinésies</u> de coordination et d'imitation lors des mouvements en flexion des articulations des MI.	<u>Spasticité</u> évaluée à 1+ : fonction de l'hémicorps droit ; <u>Syncinésies</u> d'imitation lors des mouvements volontaires des MS.		

⁴ CTV : cutané trophique vasculaire

(Suite du bilan)

		<u>M. N</u>	<u>M. C</u>
Limitations d'activité	Préhension	Mobilisation d'objets fins ou petits difficile ; Prises de force limitées ; Pas de mise en danger lors du ramassage d'objet au sol ; Mouvements balistiques difficiles, manque de coordination.	Prises fines difficiles, mais écriture possible (nom, prénom) ; Prises pulpo-pulpaire pouce-annulaire et pouce-auriculaire ne sont pas possibles ; Prises de force non possibles, sauf appui sur les AT.
	Transferts	Différentes étapes des séquences de redressement exécutées seul sans prise de risque ; <u>Décubitus</u> : translation, retournements et rehaussements maîtrisés.	Transferts assis-debout, debout-assis réalisés lentement, seul, sans prise de risque ; <u>Décubitus</u> : retournements, translation, rehaussement maîtrisés.
	Contrôle postural et équilibre	<u>PASS</u> : items de la mobilité 21/21, items de l'équilibre 14/15 ; <u>Tinetti</u> : équilibre statique 16/16, dynamique : 10/12 ; <u>BBS</u> : 47/56 ; <u>OLS</u> : MI gauche 8,13 s, MI droit 1,85 s.	<u>Tinetti</u> : équilibre statique 13/16, dynamique : 9/12 ; <u>BBS</u> : 44/56 ; <u>OLS</u> : MI gauche 2,13 s, MI droit 1,20 s.
		Examen quantitatif	
		<u>Test de marche de 6 mn</u> : 471m ; <u>Test de Wade</u> : vitesse de pointe de 6,26 km/h (5,75s/10m) ; <u>TUG</u> : 12,06s, <u>GUG</u> : 12 points (instabilité lors du demi-tour et du transfert debout-assis).	Non testé.
		Examen qualitatif	
	Marche <u>Phase d'appui du MI droit</u> : - Durée d'appui raccourcie ; - Spasticité des releveurs en début de phase ; - Hyperextension du genou lors du « verrouillage » de genou ; - Extension de hanche diminuée ; - Propulsion en fin de phase difficile ; <u>Phase d'appui du MI gauche</u> : steppage du pied droit ; <u>Autre</u> : hypomobilité des ceintures scapulaire et pelvienne, enroulement du tronc vers les côtes basses droites, montée-descente des escaliers en sécurité avec soutien sur la rampe.	Se déplace seul avec 2 cannes anglaises à appui antébrachial, rythme en 2 temps croisés (marche physiologique) ; Polygone de sustentation large ; Montée et descente des escaliers possibles avec difficultés et supervision.	
	Autonomie	Autonome et indépendant dans les AVQ (toilette, habillage, alimentation) ; Conduite automobile non permise.	Autonome et indépendant pour les AVQ.
	Restrictions de participation	Arrêt de l'équitation (activité professionnelle et loisir) ; Hospitalisation à temps complet ; Éloignement familial ; Communication fatigante.	Arrêt de l'activité professionnelle ; Hospitalisation à temps complet ; Éloignement familial ; Fatigabilité.

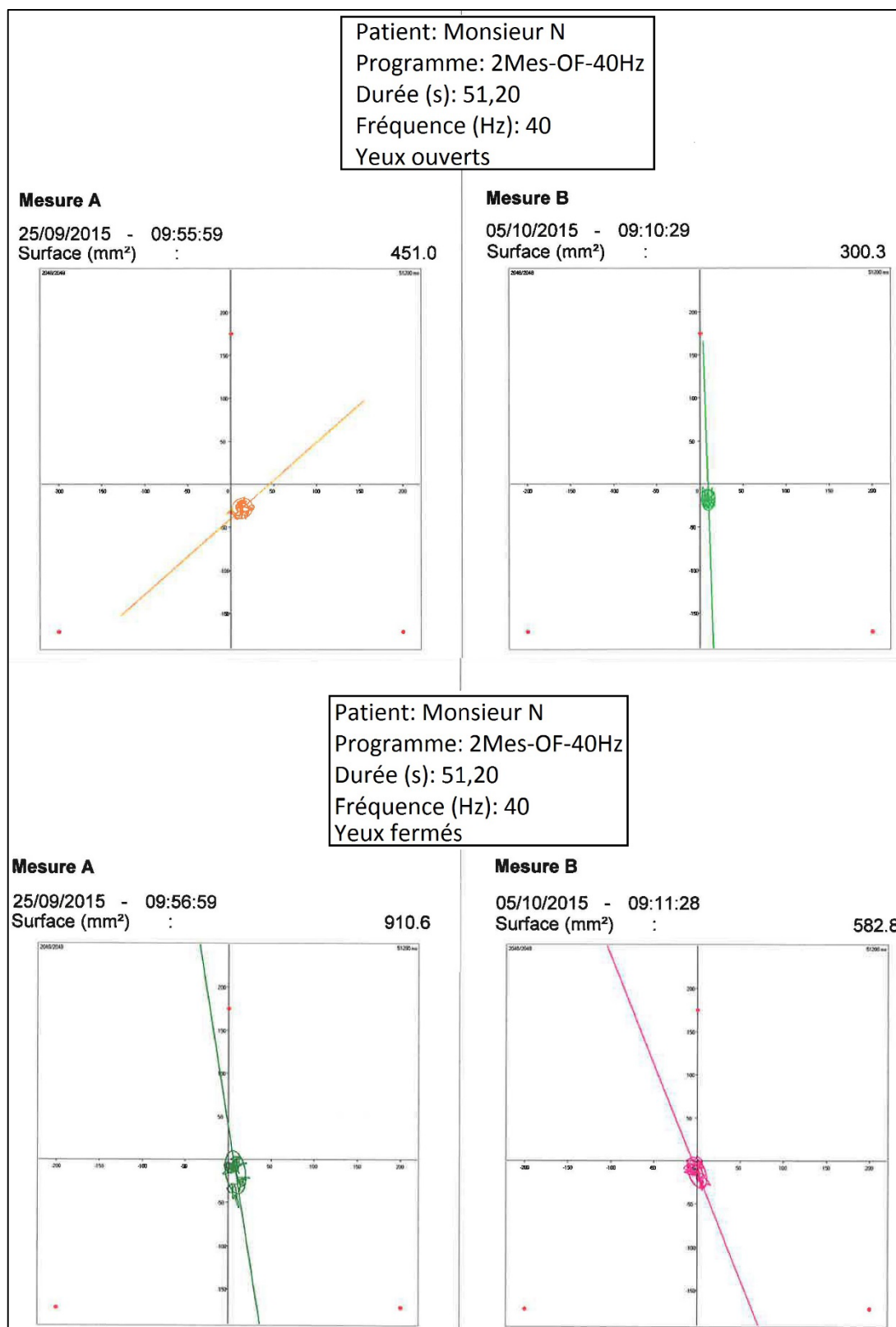
Annexe 4 – Exercices de slackline proposés par les études analysées.

Référenciation bibliographique	Niveau/semaine	Exercices	
<p>Donath L, Roth R, Ruegge A, Groppa M, Zahner L, Faude O. Effects of slackline training on balance, jump performance and muscle activity in young children. Int J Sports Med 2013 Mai;34:1093-8. (14)</p> <p><u>Âge moyen de la population étudiée :</u> 10 ans.</p>	Basiques	Marcher sur la slackline avec des bâtons de marche nordique Monter sur la sangle	Se tenir sur un pied Se tenir sur deux pieds
	Niveau 1	Marcher en avant sans aide technique Squats en position tandem Attraper et lancer une balle	Faire tourner une balle autour de son corps Se balancer de haut en bas avec les deux pieds sur la sangle
	Niveau 2	Maintenir une position stable sans aide technique Jongler avec une balle	Dribbler avec un ballon de basketball à l'arrêt ou en marchant sur la sangle Shoot dans un ballon de football
	Niveau 3	Demi-tour (180°) Se tenir debout les yeux fermés Pas latéraux parallèles et croisés	Atterrir sur les genoux Jouer au ping-pong
	Niveau 4	Monter sur la slackline en sautant Sauter verticalement sur la sangle	Sauter à la corde sur la sangle
<p>Donath L, Roth R, Zahner L, Faude O. Slackline training and neuromuscular performance in seniors: a randomized controlled trial. Scand J Med Sci Sports 2015;doi:10.1111/sms.12423. (15)</p> <p><u>Âge moyen de la population étudiée :</u> 64 ans.</p>	W1 – W2 : L=5m	Se tenir debout et marcher en avant avec un soutien majeur des membres supérieurs sur des barres parallèles.	
	W3 – W4 : L=5m	Même exercice que les semaines 1 et 2, avec un soutien mineur et progressivement réduit des membres supérieures sur les barres parallèles.	
	W5 – W6 : L=5m	Se tenir debout Tourner Se balancer sur la sangle	Marcher Exercices réalisés avec ou sans soutien des membres supérieurs.

Référenciation bibliographique	Niveau/semaine	Exercices	
Granacher U, Iten N, Roth R, Gollhofer A. Slackline training for balance and strength promotion. Int J Sports Med 2010;31:717-23. (16) <u>Âge moyen de la population étudiée :</u> 23 ans.	W1 : L=6m	Tenir sur 1 pied et poser l'autre	Faire quelques pas avec un appui
	W2 : L= 10m	Tenir et marcher seul	
	W3 : L=12m	S'agenouiller et se relever Mains sur les hanches	Pas latéraux Marche arrière
	W4 : L=15m	Jongler Lire le journal	Fermer les yeux
Pfusterschmied J, Buchecker M, Keller M, Wagner H, Taube W, Muller E. Supervised slackline training improves postural stability. Eur J Sport Sci 2013 Janvier;13(1):49-57. (17) <u>Âge moyen de la population étudiée :</u> 24 ans.	W1 : L=7-10m	Se tenir debout et premier pas avec soutien Se tenir debout et premier pas avec soutien mineur	Se tenir debout et premier pas sans soutien
	W2 : L=10-12m	Marcher en avant et en arrière	Attraper et renvoyer une balle
	W3 : L=12-18m	Tourner sur la sangle	Se mettre debout à partir d'une position assise
	W4 : L=12-18m	Jongler Marcher avec des contraintes (mains sur les hanches)	2 personnes sur une sangle
Schärli AM, Keller M, Lorenzetti S, Van de Langenberg R. Balancing on slackline: 8-years-old vs adults. Frontiers in psychology 2013 Avril;4(208):11pp. (18) <u>Âge moyen des populations étudiées :</u> 8 et 25 ans.	Le seul exercice demandé est de tenir le plus longtemps possible sur la sangle debout sur le membre inférieur dominant.		
<u>Légende :</u> W : semaine L : longueur de la sangle			

Annexe 5 – Statokinésigraphes de M. N et M. enregistrés le 5 octobre 2015 et le 23 septembre 2015

Annexe 5 - Figure 1 - Statokinésigraphes de M. N enregistrés le 25 septembre puis le 5 octobre 2015, les yeux ouverts puis les yeux fermés.



Annexe 5 - Figure 2 - Statokinésigraphes de M. C enregistrés le 25 septembre puis le 5 octobre 2015, les yeux ouverts puis les yeux fermés.

