



Avertissement

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

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

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

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

Contact : secretariat@kine-nancy.eu

Liens utiles

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

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

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

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

MINISTÈRE DE LA SANTÉ
RÉGION GRAND EST
INSTITUT LORRAIN DE FORMATION DE MASSO-KINÉSITHÉRAPIE DE NANCY

ÉTUDE PRÉLIMINAIRE DU *iWALK 2.0* :
UNE ALTERNATIVE AUX CANNES ANGLAISES

Sous la direction de Mélanie JAMBEAU

Mémoire présenté par **Camille GIRARD**
Étudiante en 4^{ème} année de masso-kinésithérapie,
en vue de valider l'UE 28
dans le cadre de la formation initiale du
Diplôme d'État de Masseur-Kinésithérapeute

Promotion 2017-2021



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

Je soussigné(e), ...Camille GIRARD.....

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

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

Fait à Nancy, le ~~28/04/2021~~.....

Signature

REMERCIEMENTS

Ce mémoire de fin d'étude s'inscrit dans le cadre de l'UE 28, en vue de l'obtention du Diplôme d'État de Masseur-Kinésithérapeute. Avant de commencer sa présentation, je tiens à remercier l'ensemble des personnes ayant rendu ce travail possible.

Tout d'abord, j'exprime ma profonde reconnaissance à ma directrice de mémoire Mélanie JAMBEAU pour son suivi, sa bienveillance, ses conseils et ses connaissances qui m'ont permis de mener à bien ce projet de mémoire.

Un grand merci à Emmanuelle PACI, ma référente à l'ILFMK, pour son accompagnement, son soutien et sa réflexion au cours de ces quatre années.

Merci à toute l'équipe de l'ILFMK ainsi qu'à mes maîtres de stage de m'avoir formée et transmis leur passion pour le métier de masseur-kinésithérapeute tout au long de ce cursus scolaire. Je souhaite une bonne continuation à tous.

Je tiens également à remercier le Professeur Christian BEYAERT, Constance BILLON, responsable de laboratoire et Marie-Agnès HALDRIC, technicienne d'exploration, pour leur disponibilité et leur savoir, sans qui les analyses au laboratoire du mouvement n'auraient pas été permises.

Mes remerciements vont également à tous mes proches, famille et amis qui m'ont soutenue durant mes études et pour la rédaction de ce mémoire, avec une pensée toute particulière à Anne Royer et Jean Girard.

Étude préliminaire du *iWalk 2.0* : une alternative aux cannes anglaises

INTRODUCTION : De nombreuses alternatives aux cannes anglaises plus ou moins innovantes ont été développées ces dernières années. En s'appuyant sur un concept intéressant, une fixation directement sur le membre inférieur libérant les mains, une alternative se démarque : le *iWalk 2.0*. Ce dispositif est encore peu connu en France. Le but de cette étude est d'évaluer sa fonctionnalité, son impact sur les facteurs spatio-temporels de la marche et sur la cinématique de la hanche dans le cadre d'une nécessité de mise en décharge de la cheville ou du pied. **MÉTHODE :** Une étude préliminaire a été réalisée sur quatre sujets sains volontaires âgés de 22 à 49 ans. Les caractéristiques anthropométriques ont été recueillies. Chaque sujet équipé du *iWalk 2.0*, a réalisé un test fonctionnel de la vie courante ou un test d'analyse de la marche au laboratoire du mouvement. **RÉSULTATS :** Le *iWalk 2.0* permet une indépendance précoce dans les activités bimanuelles de la vie quotidienne et professionnelle nécessitant une station debout prolongée. Avec cette alternative, la marche est alternée avec deux appuis au sol, une vitesse correcte et une mise en charge des deux hanches. Néanmoins, la phase d'appui est plus courte sur le patin du *iWalk 2.0* et l'amplitude de l'articulation coxo-fémorale dans le plan sagittal est inférieure du côté du dispositif. **DISCUSSION ET CONCLUSION :** Le membre inférieur controlatéral compense le membre inférieur équipé rendant la marche avec le *iWalk 2.0* proche de la marche physiologique. Le *iWalk 2.0* apparaît comme une alternative à considérer par le masseur-kinésithérapeute, prescripteur d'aide technique. Alternative peu utilisée en France, il serait intéressant de poursuivre les études pour connaître l'effet de son utilisation lors d'une période, d'une ou plusieurs semaines, de mise en décharge totale de la cheville ou du pied.

MOTS-CLÉS : alternative, analyse de la marche, cannes anglaises, *iWalk 2.0*, mains libres

Preliminary study of the *iWalk 2.0* : an alternative to conventional crutches

INTRODUCTION : In recent years, numerous crutch alternatives have been developed with varying levels of innovation. Based on an interesting concept – a fixation directly on the lower limb to leave both hands free – an alternative stands out: the *iWalk 2.0*. This device is still little-known in France. The aim of this study is to assess its functionality, its impact on spatiotemporal factors of gait and on hip kinematics in the context of a necessity to unload the ankle or the foot. **METHODS :** A preliminary study was conducted on four healthy subjects aged 22 to 49 years. Anthropometric characteristics were collected. Each subject was equipped with the *iWalk 2.0* and performed either a test of functional ability in daily living activities, or a gait analysis test at the laboratory of movement. **RESULTS :** The *iWalk 2.0* enables early independence in bimanual activities of daily and professional living requiring prolonged standing. With this alternative, gait is alternated with two supports on the ground, appropriate speed, and load on both hips. Nevertheless, the stance phase is shorter on the *iWalk 2.0* pad, and the range of amplitude of the hip joint in the sagittal plane is lower on the side of the device. **DISCUSSION AND CONCLUSION :** Walking with the *iWalk 2.0* is close to physiological walking, as the contralateral lower limb compensates for the equipped lower limb. The *iWalk 2.0* appears to be an alternative which should be considered by physiotherapists prescribing ambulatory assistive devices. This alternative being seldom used in France, it would be interesting to further research the effects of its use over longer periods of total discharge of the ankle or the foot.

KEYWORDS : alternative, gait analysis, crutches, *iWalk 2.0*, hands-free

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	1
1.1. Problématique.....	1
1.2. À l'origine des cannes	2
1.2.1. De l'Égypte antique à l'Époque contemporaine	2
1.2.2. Les cannes axillaires du XX ^{ème} Siècle	3
1.2.3. Le XX ^{ème} Siècle et le développement des cannes non-axillaires	4
1.3. Les cannes anglaises : impacts sur la marche	6
1.3.1. Les avantages de la marche avec les cannes anglaises	6
1.3.2. Les inconvénients de la marche avec les cannes anglaises.....	7
1.3.3. Les autres particularités des cannes anglaises	7
1.4. Les différentes alternatives aux cannes	9
1.4.1. Les alternatives du XXI ^{ème} Siècle	9
1.4.2. Les dispositifs « béquilles mains libres ».....	11
1.4.3. Présentation du <i>iWalk 2.0</i>	13
1.4.3.1. <i>Le iWalk 2.0 dans les médias</i>	13
1.4.3.2. <i>Les informations constructeurs</i>	13
1.4.3.3. <i>Les « iWalk » dans la littérature</i>	15
1.4.4. Le masseur-kinésithérapeute en tant que prescripteur d'aide technique	16
2. MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	17
2.1. Recherches documentaires	17
2.2. Achat et prise en main du matériel.....	18
2.2.1. Financement et acquisition du <i>iWalk 2.0</i>	18
2.2.2. Montage et prise en main du <i>iWalk 2.0</i>	18
2.3. Réalisation de l'étude.....	19
2.3.1. Population : aspects réglementaires et éthiques	19
2.3.2. Analyse fonctionnelle	19
2.3.3. Tests fonctionnels et observation du schéma de marche.....	20

2.3.3.1. <i>Test Timed up and go</i>	20
2.3.3.2. <i>Test de marche de six minutes</i>	20
2.3.3.3. <i>Test des dix mètres de marche</i>	21
2.3.4. Analyse de la marche au laboratoire du mouvement.....	21
2.3.4.1. Préliminaires à l'enregistrement	21
2.3.4.2. Enregistrement et analyse	22
3. RÉSULTATS	23
3.1. Population	23
3.2. Montage du <i>iWalk 2.0</i>	24
3.3. Prise en main du <i>iWalk 2.0</i>	26
3.4. Analyse fonctionnelle	27
3.4.1. Activités de la vie quotidienne	27
3.4.2. Journée à l'Institut de formation de masso-kinésithérapie	28
3.4.3. Situation professionnelle.....	29
3.5. Tests fonctionnels et observation du schéma de marche	29
3.6. Analyse au laboratoire du mouvement	31
3.6.1. Les paramètres spatio-temporels	32
3.6.1.1. <i>Sujet C</i>	32
3.6.1.2. <i>Sujet D</i>	33
3.6.2. L'utilisation du logiciel Polygon pour les études de la marche	34
3.6.3. Étude de la force de réaction du sol.....	34
3.6.3.1. <i>Sujet C</i>	36
3.6.3.2. <i>Sujet D</i>	37
3.6.4. Étude de la cinématique de la hanche	38
3.6.4.1. <i>Sujet C</i>	38
3.6.4.2. <i>Sujet D</i>	39
3.6.5. Étude comparative du <i>iWalk 2.0</i> aux cannes anglaises.....	40
4. DISCUSSION	41
4.1. Interprétation des résultats et limites de l'étude	41

4.1.1. Au laboratoire du mouvement	42
4.1.2. Les essais dans la vie courante	44
4.1.3. La marche : alors, <i>iWalk 2.0</i> ou cannes anglaises ?	45
4.2. Le <i>iWalk 2.0</i> en pratique.....	46
5. CONCLUSION.....	48

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Les cannes de l'Égypte antique au Moyen Âge.....	3
Figure 2 : Les différentes cannes axillaires et non-axillaires.	4
Figure 3 : Les alternatives du XXI ^{ème} Siècle.	9
Figure 4 : D'autres alternatives du XXI ^{ème} Siècle.....	11
Figure 5 : Les alternatives « béquilles mains libres ».....	12
Figure 6 : Présentation du <i>iWalk 2.0</i>	14
Figure 7 : Le <i>iWalk 2.0</i> apparaît fonctionnel en permettant de libérer les deux mains pour la réalisation d'activités bimanuelles de la vie quotidienne.....	28
Figure 8 : Lors des tests fonctionnels, le <i>iWalk 2.0</i> n'a pas montré une supériorité par rapport aux cannes anglaises mais il permet un schéma de marche plus proche du schéma de marche physiologique.....	30
Figure 9 : Représentation de la force de réaction du sol (N/kg) en fonction du pourcentage du cycle de marche lors de la marche physiologique du sujet C.....	35
Figure 10 : La force de réaction du sol verticale est modifiée lors de la marche avec le <i>iWalk 2.0</i>	37
Figure 11 : L'amplitude articulaire de la hanche du côté du <i>iWalk 2.0</i> dans le plan sagittal est diminuée.....	39
Figure 12 : L'amplitude articulaire de la hanche controlatérale est plus importante lors de la marche avec le <i>iWalk 2.0</i> qu'avec les cannes anglaises.	40

TABLE DES TABLEAUX

Tableau I : Caractéristiques anthropométriques des sujets de l'étude.	24
Tableau II : Les paramètres spatio-temporels de la marche du sujet C.	33

1. INTRODUCTION

1.1. Problématique

Les cannes existent depuis des millénaires et dans le monde entier. Elles se sont déclinées au fil du temps en une multitude de différents modèles et ont été classées pendant longtemps en deux catégories : les cannes axillaires (appui sous l'aisselle) et les cannes non-axillaires (appui antébrachial) (1).

Aujourd'hui, en France, ce sont essentiellement des cannes non-axillaires qui sont utilisées et notamment les cannes anglaises. Elles sont entrées dans les mœurs et prescrites comme aide fonctionnelle à la marche et à la station debout. Les cannes anglaises visent un large public souffrant de diverses pathologies : troubles neurologiques périphériques, amputations ou traumatismes d'un membre inférieur. Elles sont légères, peu coûteuses et faciles d'utilisation (2,3).

Cependant, nous savons que la marche avec des cannes anglaises demeure plus lente et énergétiquement moins efficace que la marche physiologique. La prise d'appui sur les poignées crée rapidement une fatigue des membres supérieurs entraînant souvent des douleurs et des abrasions sur la paume des mains. Le coût énergétique de l'ambulation avec deux cannes anglaises permettant la décharge totale d'un membre inférieur est supérieur de 33 % à celui de la marche normale (1,4). Lors de la mise en décharge totale de la cheville ou du pied, l'utilisation des cannes anglaises implique aussi la décharge totale du genou et de la hanche. Cette décharge totale modifie le schéma de marche et peut provoquer une perturbation du retour veineux et une fonte musculaire sur le long terme. Par ailleurs, les cannes anglaises ne permettent pas la réalisation d'activités bimanuelles et sont un frein dans la vie quotidienne (2,5).

Pour pallier ces inconvénients, de nombreuses alternatives ont été développées au fil du temps dont la *canne Strutter*, le *Knee walker*, le *FreedomLeg*, le *iWalkFree* et le *iWalk 2.0* (1,6–11). Certaines d'entre elles s'appuient sur un concept intéressant : une fixation directement sur le membre inférieur. Parmi ces alternatives, encore appelées « béquilles mains libres », un

appareil se démarque : le *iWalk 2.0*. Autorisant les activités bimanuelles de la vie quotidienne et l'activité professionnelle, ce dispositif met en décharge la cheville et le pied tout en permettant de conserver un schéma de marche avec deux appuis au sol. De plus, le *iWalk 2.0* est actuellement sur le marché et est commercialisé à travers 35 pays comme l'Australie, la France, le Japon et l'Irak (12).

Le *iWalk 2.0* étant encore méconnu en France, nous nous proposons d'évaluer dans cette étude préliminaire, sa fonctionnalité et ses impacts sur les facteurs spatio-temporels et sur la cinématique de la hanche lors de la marche dans le cadre d'une nécessité de mise en décharge de la cheville ou du pied.

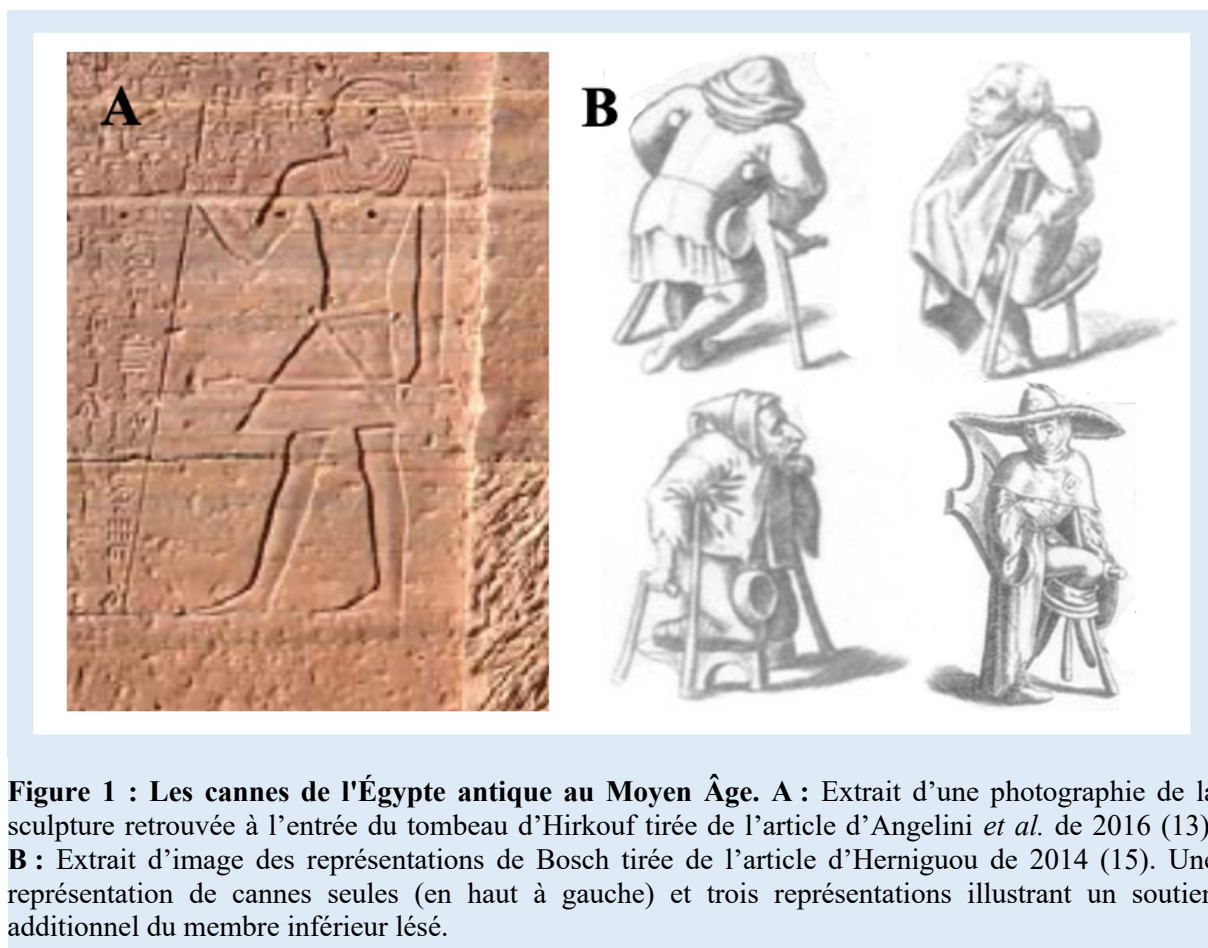
1.2. À l'origine des cannes

1.2.1. De l'Égypte antique à l'Époque contemporaine

Les cannes existent depuis des millénaires. Une gravure sur pierre de l'Égypte antique datant de 2830 avant J.-C. montre un homme appuyé sur un bâton en forme de « T » (Fig. 1A). Cette sculpture a été retrouvée à l'entrée du tombeau d'Hirkouf, nomarque de la Haute-Égypte ayant servi les rois Mérenrê et Pépi II pendant la sixième dynastie (13,14).

L'époque du Moyen Âge est marquée par des disparités sociales importantes. La société est organisée autour de la foi religieuse, définie par l'Église chrétienne. Les artistes de cette époque, encouragés à représenter les Saints et leurs miracles, nous ont laissé des chefs-d'œuvre renversants représentant souvent infirmes et mendiants. Les représentations de Bosch nous montrent en une collection d'images les grandes variétés de déformations possibles, les chirurgies des membres inférieurs et les cannes utilisées, même si nous ne disposons pas de rapports médicaux de cette époque (Fig. 1B). Il s'agissait souvent d'un simple bâton tenu à la main et d'une lanière en cuir ou d'une plateforme en bois attachée avec des sangles. Il est à noter que, déjà à cette époque, des objets en bois étaient utilisés pour soutenir les membres inférieurs lésés ou amputés (15).

Les Temps Modernes et l'Époque contemporaine ont plutôt permis d'améliorer les cannes, à l'aide de nouveaux matériaux et techniques.



1.2.2. Les cannes axillaires du XX^{ème} Siècle

Selon Rasouli *et al.*, l'un des premiers brevets présentant la canne axillaire est celui déposé par Albert Sidney Hargrove, publié en 1908. Il imagine une canne réglable en hauteur, avec un appui axillaire, une fosse pour le bras et une poignée (Fig. 2A). Par la suite, de nombreux brevets seront enregistrés pour améliorer cette canne (1,16).

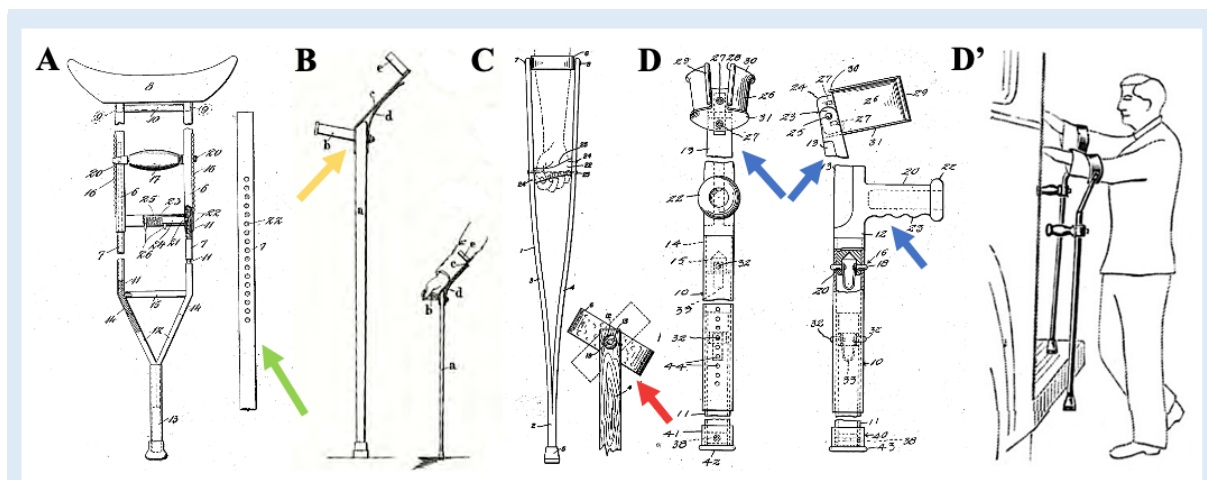


Figure 2 : Les différentes cannes axillaires et non-axillaires. Images modifiées de brevets (16–19). **A** : Canne axillaire d’Hargrove réglable en hauteur (flèche verte). **B** : Canne-soutien de Schlick avec sa poignée légèrement inclinée (flèche jaune). **C** : Variante de la canne canadienne à anneau mobile de Thorssen (flèche rouge). **D et D'** : Canne Lofstrand à poignée fixée à 90° et à embrase circulaire articulée (flèches bleues) permettant de lâcher la poignée tout en conservant la canne autour de l’avant-bras.

Cependant, l’utilisation prolongée des cannes axillaires peut engendrer des complications vasculaires et nerveuses au niveau des membres supérieurs. Parmi les plus courantes, nous pouvons noter l’anévrisme de l’artère axillo-brachiale, la neuropathie compressive des nerfs périphériques de l’aisselle, la paralysie du syndrome de Larsen ou encore la paralysie du nerf radial communément appelée « la paralysie du béquillard » (5).

Les cannes axillaires se retrouvent davantage utilisées dans les pays anglo-saxons. En Europe et en France, en raison des complications associées à leur utilisation, les prescripteurs font, dans la très grande majorité des cas, le choix des cannes non-axillaires (20).

1.2.3. Le XX^{ème} Siècle et le développement des cannes non-axillaires

Émile Schlick, un ingénieur mécanicien résidant à Nancy, dépose une demande de brevet le 7 mai 1915. Il a imaginé une canne-soutien à appui fixe ou flexible de l’avant-bras modifiant totalement le concept des cannes depuis l’Antiquité. Ce brevet lui sera délivré le 13 novembre 1915. C’est une canne, mais « ce qui la caractérise, c’est sa poignée légèrement inclinée » ; ainsi, « le blessé prend point d’appui sur la poignée et sur le ressort, l’avant-bras

étant dans le prolongement du bras, il n'y a pas d'effort perdu. Le soutien est très solide, et la canne ou les deux cannes étant bien parallèles aux membres inférieurs, la marche est facile » (Fig. 2B). La commercialisation de cette invention n'a pas été au rendez-vous en France. Ce n'est que trente ans après, à la fin de la Seconde Guerre mondiale, qu'elle fait son retour sous une autre appellation : « la canne anglaise » (17).

En avril 1940, le brevet déposé un an plus tôt par Albert N. Thorssen – pour une canne où le coussin d'aisselle est remplacé par un anneau mobile autour de l'avant-bras – est publié par le United States Patent Office (Fig. 2C). En octobre 1945, Anders Rudolf Lofstrand propose une canne ressemblant à celle d'Émile Schlick. Les principales modifications concernent une poignée d'appui fixée à angle droit et une embrase articulée formée d'un anneau fendu faisant le tour de l'avant-bras. Cette embrase permet de lâcher la poignée tout en conservant la canne autour de l'avant-bras (Fig. 2D et D') (1,17–19).

Par la suite, de nombreux autres brevets de cannes non-axillaires ont été déposés sous différentes appellations. Ils ne sont pas développés davantage dans cette partie, car ils ont pour but d'améliorer un aspect de la canne, en utilisant un autre matériau par exemple, mais ne modifient pas fondamentalement le concept initial.

Il existe de multiples dénominations pour désigner les cannes. Les termes de canne béquille, canne anglaise, canne antébrachiale, canne canadienne, béquille d'avant-bras et même canne Lofstrand sont utilisés pour désigner la canne soutien de Schlick. Tout au long de ce travail, nous parlons de cannes anglaises faisant référence à la canne de Schlick plutôt que d'employer le terme « béquille », terme normalement réservé à « l'aide de marche à appui axillaire » (17).

1.3. Les cannes anglaises : impacts sur la marche

1.3.1. Les avantages de la marche avec les cannes anglaises

Il existe de nombreuses ambulations avec les cannes anglaises, comme l'ambulation croisée, l'ambulation à l'amble, l'ambulation pendulaire unilatérale et l'ambulation pendulaire bilatérale. Ces types d'ambulation varient en fonction de la personne, de l'atteinte, du positionnement des cannes et de la possibilité d'appui du membre inférieur (4,21).

Dans cette partie, nous nous intéressons uniquement à l'ambulation pendulaire unilatérale, car elle permet la reprise de la marche sans prise d'appui sur le membre inférieur lésé. L'appui ferme bilatéral des membres supérieurs sur les cannes anglaises permet au membre inférieur valide d'accomplir sa phase oscillante. Cette phase peut être raccourcie en raison de l'instabilité antéro-postérieure qu'il existe à ce moment. En effet, le tronc oscille comme une pendule autour d'un axe trans-scapulo-huméral en débutant par un éloignement antérieur des cannes pour terminer par une phase d'appui bimanuel postérieur. Un bon apprentissage et un bon contrôle neuro-musculaire permettent de sécuriser cette période ; puis, le sujet se retrouve en appui unipodal sur son membre inférieur valide avant de déplacer à nouveau les cannes anglaises d'arrière en avant (4,21).

L'ambulation est dite active lorsque le membre inférieur lésé simule le cycle cinématique de la marche sans poser le pied au sol. La hanche va alors réaliser le mouvement de flexion / extension observable lors de la marche sans pour autant subir les contraintes d'appui. L'ambulation est dite passive lorsque le membre inférieur lésé est transporté sans esquisse des phases d'appui et d'oscillation. Le membre inférieur lésé est généralement placé en retrait par flexion du genou (permettant un escamotage postérieur du pied) ou de la hanche (le pied et le segment jambier étant suspendus sous le genou). Il peut également être placé en triple retrait, c'est-à-dire positionné en flexion de hanche et de genou, représentant la garde au sol, ou en protection antérieure (le membre inférieur lésé est alors étendu en avant avec une flexion de hanche). La protection antérieure permet au sujet de garder son membre inférieur lésé dans son champ de vision. Le membre inférieur placé dans ces différentes positions suit des oscillations propres qui peuvent être opposées à celle de l'ambulation pendulaire accentuant

ainsi les défauts spatiaux et temporels de la marche. À chacune de ces marches s'ajoutent d'autres comportements comme l'ambulation « sautillée » ou « en foulée ». Ces différentes possibilités témoignent de l'adaptation par chacun de la marche avec les cannes anglaises (4).

Les cannes anglaises ont l'avantage d'être utilisées quelle que soit la mise en charge autorisée. En effet, elles sont intéressantes en rééducation car elles sont une aide technique majeure à la reprise progressive de l'appui.

1.3.2. Les inconvénients de la marche avec les cannes anglaises

Les cannes anglaises sont trop souvent mal utilisées et deviennent inconfortables à long terme. La marche avec les cannes anglaises est plus lente et augmente le rythme cardiaque en raison d'un coût énergétique plus élevé que la marche normale. L'utilisation des cannes anglaises modifie le schéma de marche. Le coût de l'ambulation avec deux cannes anglaises, en appui partiel sur un membre inférieur, à cadence personnelle confortable, est supérieur de 33 % à celui de la marche normale à même allure (1,4). Les cannes anglaises transfèrent les forces de réaction du sol aux membres supérieurs pendant la phase d'oscillation, portant ainsi tout le poids du corps. 111 % à 120 % du poids du corps peut ainsi leur être appliqué. La force moyenne maximale de réaction verticale du sol au membre inférieur sain est de 1,32 fois le poids du corps lors de l'ambulation pendulaire unilatérale totale, soit 16 % plus élevé que celui rapporté pour la marche normale. Les utilisateurs ont besoin de plus de temps pour se balancer avec des cannes anglaises, ce qui entraîne une augmentation de 11 % de la phase d'appui sur une seule jambe (1,2,5).

1.3.3. Les autres particularités des cannes anglaises

En France, les cannes anglaises sont disponibles à la vente et à la location, leurs premiers prix sont aux alentours de dix euros et elles sont prises en charge à hauteur de 12,20 euros par la Sécurité Sociale (22). Le remboursement de ces produits d'assistance est attribué selon le prix indiqué dans la liste des produits et des prestations (LPP) fournie par l'assurance maladie. Les produits d'assistance sont définis par la norme ISO 9999 (Organisation internationale de normalisation) datant de 2016 comme « tout produit (y compris tout dispositif, équipement,

instrument et logiciel) fabriqué spécialement ou généralement sur le marché, utilisé par ou pour les personnes en situation de handicap, destiné à favoriser la participation ; protéger, soutenir, entraîner, mesurer ou remplacer les fonctions organiques, les structures anatomiques et les activités ; ou prévenir les déficiences, les limitations d'activité et les restrictions de la participation » (23).

Les cannes anglaises sont prescrites comme aide fonctionnelle à la marche et à la station debout (3). Elles sont les aides techniques les plus couramment utilisées en France. Elles visent un large public souffrant de diverses pathologies allant des troubles neurologiques périphériques, à l'amputation ou encore à des traumatismes d'un membre inférieur (20). Faciles à régler et à utiliser, elles conviennent à des personnes mesurant entre 135 cm et 200 cm et pesant moins de 140 kg. Légères (entre 420 g et 1 kg), elles sont faciles à transporter (24).

Malgré des aspects pratiques et financiers intéressants, l'utilisation des cannes anglaises est associée à certains inconvénients, surtout quand leur durée d'utilisation doit se prolonger dans le temps. Même sur le court terme, des complications comme une fatigue des membres supérieurs ainsi que des abrasions, des callosités et des phlyctènes sur les paumes de main peuvent se développer. À long terme, la prise d'appui sur les poignées des cannes anglaises, en position d'hyperextension du poignet, peut provoquer des compressions des nerfs médian et ulnaire. De plus, l'utilisation des cannes anglaises lors de la mise en décharge totale de la cheville ou du pied implique, par conséquent, la décharge totale du genou et de la hanche. Cette décharge de tout le membre inférieur peut créer, sur le long terme, une perturbation du retour veineux, une diminution d'amplitude articulaire et une fonte musculaire. En effet, le membre inférieur suspendu se retrouve souvent en flexion permanente du genou au cours de la marche (2,4,5).

Par ailleurs, la limitation des activités de la vie quotidienne concerne 47,7 % des utilisateurs de cannes anglaises. Une personne utilisant des cannes anglaises est soixante fois plus susceptible de rencontrer une difficulté dans ses activités de la vie quotidienne. Les cannes anglaises ne permettent pas la bonne réalisation d'activités bimanuelles (2,5). Pour pallier ces inconvénients, d'autres alternatives ont été créées.

1.4. Les différentes alternatives aux cannes

1.4.1. Les alternatives du XXI^{ème} Siècle

En 2001, Shortell imagine une canne flexible en une seule pièce possédant une courbe en « S ». Cette canne agit comme un ressort en absorbant les chocs, diminuant le bruit à l'impact au sol et restituant l'énergie emmagasinée au cours du cycle de marche. Son support d'avant-bras est incliné de 30° et rembourré pour offrir un soutien et un confort à l'utilisateur (Fig. 3A) (1,25).

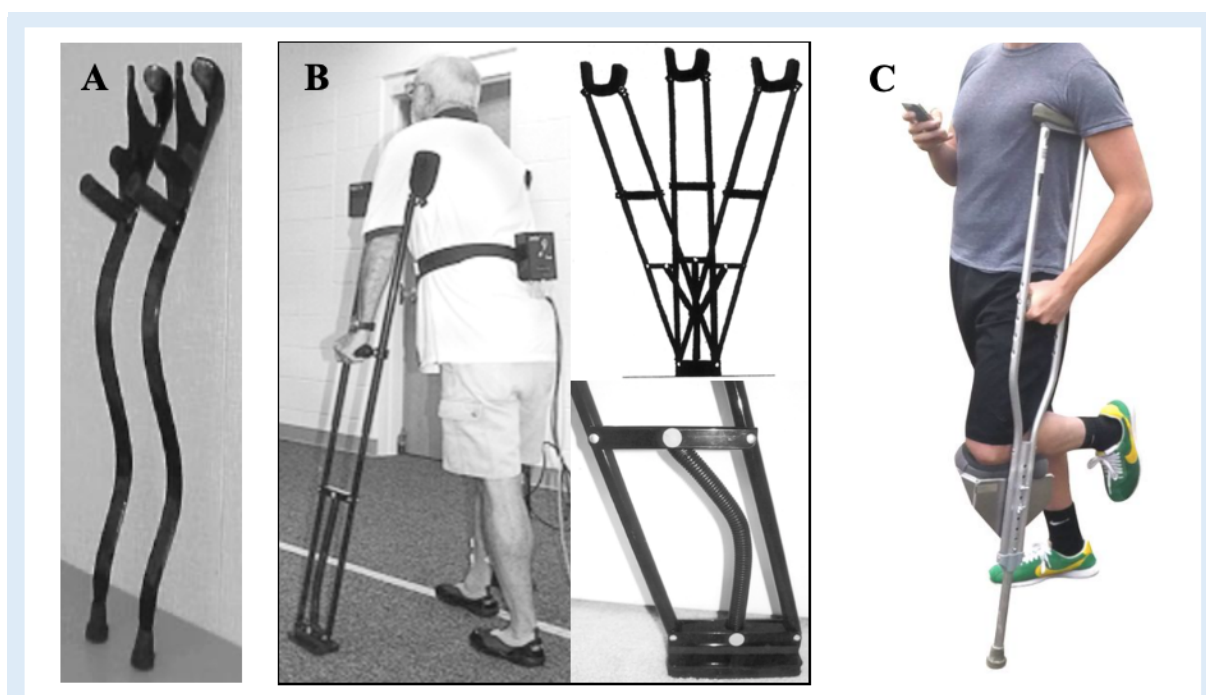


Figure 3 : Les alternatives du XXI^{ème} Siècle. **A :** Image tirée de l'article de Shortell *et al.* d'une canne flexible absorbant les chocs (25). **B :** Images tirées de l'article de Nyland *et al.* d'une canne axillaire à large appui matelassé et à la base en parallélogramme articulé facilitant la propulsion et la stabilité (26). **C :** Image d'une canne axillaire comprenant une plateforme permettant de faire reposer le membre inférieur lésé, tirée du compte Pinterest de Gloria Vinck, image retouchée (27).

En 2004, c'est au tour de l'Easy Strutter Functional Orthosis SystemTM (ESFOS), autrement dit la canne Strutter, de faire son apparition. Cette canne vise à réduire les dommages neurovasculaires provoqués par l'utilisation prolongée de la canne axillaire. Pour diminuer les contraintes exercées sur le creux axillaire du sujet, la canne Strutter propose un appui matelassé

environ trois fois supérieur en surface par rapport aux cannes axillaires classiques, permettant ainsi un appui mieux réparti. De plus, la configuration en parallélogramme articulé de la base du dispositif permet d'absorber les chocs, de faciliter la propulsion vers l'avant et de garder le contact au sol plus longtemps favorisant ainsi la stabilité (Fig. 3B) (1,6,26).

En 2014, James Arnold Keck propose une canne axillaire avec une poignée et une plateforme fixée à la partie centrale de la canne. Cette plateforme permet de soutenir le membre inférieur lésé. Cette canne se tient du côté du membre lésé afin de pouvoir le faire reposer sur la plateforme (Fig. 3C) (28).

D'autres alternatives placent directement le membre inférieur lésé sur une plateforme ou une selle évitant ainsi de transférer le poids de l'appui aux membres supérieurs. Parmi ces conceptions, un brevet déposé par Tilsley *et al.* intitulé « Knee crutch » est délivré en 1998. Cette alternative est composée d'une plateforme montée sur quatre embouts de cannes, d'un montant et d'une poignée. Cette conception permet de marcher en saisissant la poignée et en soulevant la canne où se trouve le membre inférieur lésé pour le déplacer vers l'avant. À l'arrêt, il est possible de poser l'abdomen contre le montant pour avoir les mains libres (Fig. 4A) (1,29).

En 2010, Hoepner *et al.* proposent une « trottinette de marche », le « Knee walker », où le membre inférieur lésé repose sur une selle positionnée au-dessus de quatre roues. Le pied du membre sain pousse le sol pour avancer et les membres supérieurs permettent de diriger grâce à un guidon (Fig. 4B) (7). Puis, en 2018, Philip Smith reprend les concepts des alternatives sorties auparavant. L'alternative est moins encombrante que la trottinette de marche et pliable (Fig. 4C) (30).

Ces différentes alternatives se rapprochent du concept du *iWalk 2.0*, en reposant le membre inférieur lésé sur une plateforme. Cependant, elles sont encombrantes et ne permettent pas toujours de libérer les mains, notamment au cours de la marche.



Figure 4 : D'autres alternatives du XXI^{ème} Siècle. **A :** Image modifiée du brevet de Tilsley *et al.* intitulé « Knee crutch » (29). **B :** Image d'un dispositif « Knee walker », tirée du compte Pinterest de Mathew Siddall (31). **C :** Image d'un dispositif « Knee walker », tirée du compte Pinterest de DEMAND Design & Manufacture Fr Disability, image retouchée (32).

1.4.2. Les dispositifs « béquilles mains libres »

En 2015, Joel N. Smith a imaginé une alternative « béquille mains libres » : le *FreedomLeg* et son brevet intitulé « Leg Brace » a été publié. Les attaches de ce dispositif se font au niveau de la cuisse et de la cheville par des bandes auto-agrippantes. Ce dispositif permet la décharge du genou, de la cheville et du pied (Fig. 5A et A'). Cependant, le membre inférieur est maintenu en flexion de hanche et de genou, limitant ainsi les capacités cinématiques de la hanche au cours de la marche, normalement présentes lors de la marche physiologique. Cette alternative n'est pas commercialisée en France sauf sur commande, par internet, sur le site du constructeur. Le produit coûte près de deux fois le prix du *iWalk 2.0*, soit environ 350 euros (8,33,34).

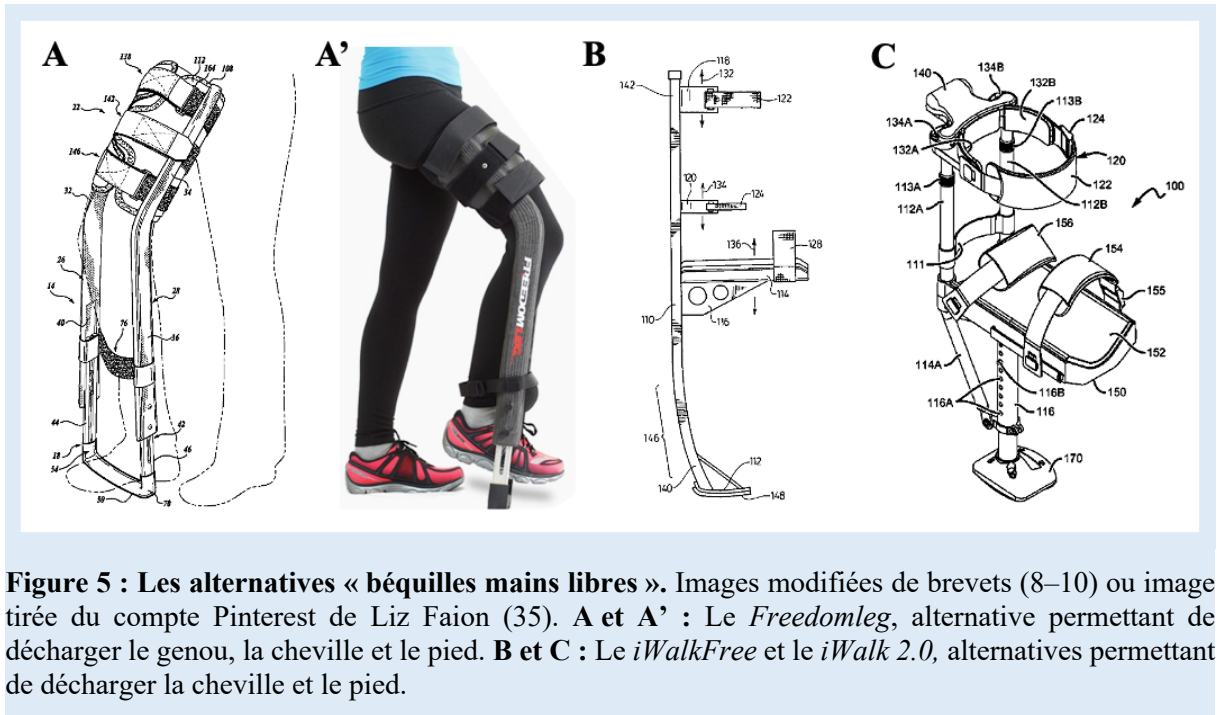


Figure 5 : Les alternatives « béquilles mains libres ». Images modifiées de brevets (8–10) ou image tirée du compte Pinterest de Liz Faion (35). **A et A'** : Le *Freedomleg*, alternative permettant de décharger le genou, la cheville et le pied. **B et C** : Le *iWalkFree* et le *iWalk 2.0*, alternatives permettant de décharger la cheville et le pied.

Lance Mattews, un agriculteur de l'Ontario au Canada et très bon menuisier, construit le premier prototype du *iWalkFree* en bois. Après une fracture du pied, il se rend vite compte que les cannes classiques l'empêchent de continuer ses activités quotidiennes. Il conçoit donc une « béquille mains libres » pour laquelle il obtient vite un brevet. En juin 2000, le *iWalkFree* est commercialisé au Canada, et peu de temps après, il est enregistré comme dispositif médical de classe I auprès de la Food and Drug Administration (FDA) des États-Unis et reçoit la certification CE en Europe (12).

En septembre 2013, le *iWalkFree* est révisé et amélioré afin de créer la nouvelle génération de « béquilles mains libres » : le *iWalk2.0*. Bradley Hunter, président de l'entreprise *iWalkFree, Inc* fondée en 1999, dépose une demande de brevet qui lui est délivré en 2013 puis révisé en 2016. Celui-ci est plus confortable, moins cher et plus facile à appréhender (9,11,12). Cette alternative dispose de plusieurs brevets ayant contribué à sa conception, ceux-ci se retrouvent sous le nom de « Crutch device » en 2000 ou « Hands-free crutch » en 2013 (ce dernier a été révisé en 2016) (Fig. 5B et C) (9–11).

1.4.3. Présentation du *iWalk 2.0*

1.4.3.1. *Le iWalk 2.0 dans les médias*

Au Medtrade Show, un salon professionnel des dispositifs médicaux en Amérique du Nord, le *iWalk 2.0* a reçu, selon le site internet du constructeur, le prix du produit le plus innovant ou encore du meilleur nouveau produit en 2013, 2014 et 2015. Le *iWalk 2.0* est visible à la télévision américaine, mais aussi dans les journaux et les magazines (12). Par exemple, le magazine *People* a écrit un article en juin 2020 intitulé « *Une infirmière retourne en première ligne contre la COVID seulement quelques jours après avoir été opérée : nous intensifions nos efforts pour nous en sortir* ». Cet article est illustré par la photo d'une infirmière en service avec un membre inférieur équipé du *iWalk 2.0* (36).

1.4.3.2. *Les informations constructeurs*

Le *iWalk 2.0* peut être décomposé en deux parties. Une partie supérieure, composée d'une plateforme permettant de maintenir fléchi à 90° le membre inférieur lésé, avec une attache supérieure réglable en hauteur et une poignée souvent utilisée lors des longues distances ou pour se relever de la position assise. Cette partie supérieure permet d'assurer un maintien du membre inférieur lésé tout en déchargeant la cheville et le pied. Nous retrouvons également une partie inférieure, destinée à remplacer la jambe, composée d'une barre rigide réglable en hauteur (tibia) et d'un patin (pied) (Fig. 6A et B) (12).

Selon les indications fournies par le constructeur sur son site internet, le *iWalk 2.0* ne s'adapte pas à tous. Pour l'utiliser, il faudrait peser moins de 125 kg, mesurer entre 147 cm et 198 cm, être blessé sous le genou d'un seul membre inférieur. Il n'existe pas de limite d'âge, mais plutôt une limite de capacité fonctionnelle et physique. Avant son utilisation, il fallait être capable de fléchir le membre inférieur lésé à 90°, monter et descendre les escaliers sans prendre appui sur la main courante, rester en équilibre pendant 30 secondes sur un pied et marcher sans boiter. Le *iWalk 2.0* nécessite une hanche et un genou sains, ainsi qu'une bonne coordination et un bon équilibre (12).

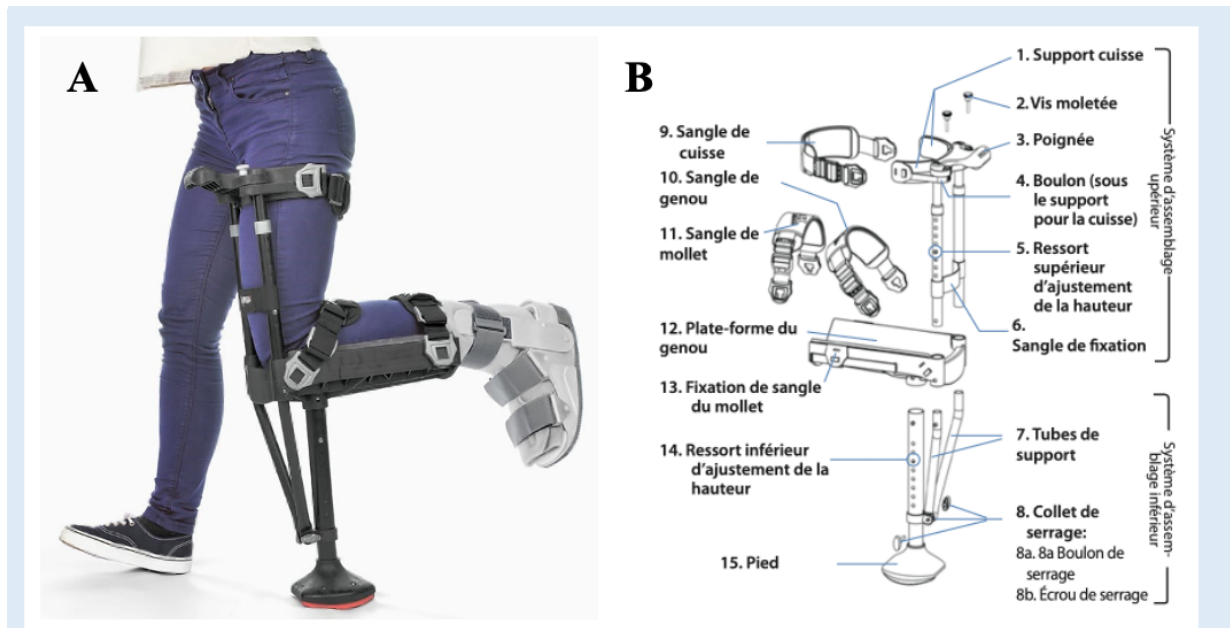


Figure 6 : Présentation du *iWalk 2.0*. Images tirées du site internet du constructeur (12). **A** : Image montrant l'utilisation du *iWalk 2.0*. **B** : Image descriptive du kit d'assemblage du *iWalk 2.0*.

Toujours selon le constructeur, les pathologies les plus courantes amenant à l'utilisation de cette alternative sont : les fractures de la cheville ou du pied, les ruptures du tendon d'Achille, les entorses graves de la cheville, et les autres pathologies obligeant la mise en décharge de la cheville ou du pied (12).

D'un point de vue financier, le *iWalk 2.0* est pris en charge par des compagnies d'assurance dans différents pays. Par exemple, les compagnies américaines United Healthcare, Cigna et Aetna remboursent entièrement ce dispositif. En revanche, les systèmes Medicare et Medicaid ne le prennent pas en charge. En France, le *iWalk 2.0* est commercialisé par La Centrale médicale (12). Ce dispositif ne figure pas dans la liste des produits et des prestations de la Sécurité Sociale, il n'est donc pas remboursé par l'Assurance maladie ni par les complémentaires santé (22). Son prix avoisine les 200 euros.

1.4.3.3. Les « *iWalk* » dans la littérature

Quatre études cliniques ont été répertoriées dans la littérature, deux d'entre elles ont étudié le *iWalkFree* et deux autres le *iWalk 2.0*. Dalton *et al.* ont effectué en 2002 une étude pilote sur six patients pour guider, par la suite, le perfectionnement des futurs modèles de « béquilles mains libres ». Dans cette étude, le *iWalkFree* a été comparé aux cannes axillaires sur une période de quinze jours. Différents critères comme la préférence générale, la sécurité, le confort et la fonctionnalité ont été évalués par les questionnaires *Short Form 36* (SF-36) et *Musculoskeletal Function Assessment* (MFA). Cette étude a mis en évidence un enthousiasme général des utilisateurs envers ce dispositif grâce à une meilleure déambulation et une meilleure fonctionnalité dans les activités de la vie quotidienne. Cependant, deux patients ont ressenti un sentiment d'insécurité avec les deux alternatives (37).

En 2007, Rambani *et al.* se sont intéressés à une population polytraumatisée des membres supérieurs et inférieurs empêchant l'utilisation des cannes axillaires. 80 patients ont répondu aux questionnaires SF-36 et MFA trois à six semaines après leur hospitalisation. Cette étude a montré une indépendance et une sortie d'hospitalisation précoces des patients polytraumatisés grâce à l'utilisation du *iWalkFree*. Cinq patients ont ressenti des douleurs au niveau du dos et du genou qui se sont atténuées rapidement sans intervention (38).

Martin *et al.* ont été les premiers à s'intéresser au *iWalk 2.0* en 2019. Cette étude a été réalisée sur 44 patients ayant une obligation de quatre semaines de mise en décharge de la cheville ou du pied. Le test de marche de six minutes a été utilisé pour comparer la distance parcourue, la vitesse de marche ainsi que la préférence des sujets entre le *iWalk 2.0* et les cannes axillaires. La fatigue, la dyspnée et la fréquence cardiaque étaient les autres paramètres étudiés. La préférence des sujets s'est révélée en faveur du *iWalk 2.0* à 86 %, son utilisation a nécessité une demande physiologique inférieure et a entraîné moins de fatigue et d'inconfort. Néanmoins, il faut être mesuré sur l'interprétation des résultats, car les sujets de cette étude étaient des jeunes militaires (32 ans en moyenne), ne reflétant pas forcément la population générale (39).

En 2020, Dewar *et al.* ont réalisé une analyse électromyographique des muscles grand fessier, droit fémoral, vaste latéral et gastrocnémien latéral (du membre inférieur équipé) lors

de la marche avec le *iWalk 2.0*. Les données ont été comparées à celles obtenues lors de la marche avec les cannes axillaires. 21 sujets sains ont participé à cette étude en marchant en ligne droite sur une distance de 30 mètres. Quinze secondes ont été enregistrées pour évaluer l'activité musculaire et la contraction isométrique volontaire maximale. Cette étude a révélé que le *iWalk 2.0* permettait de maintenir une contraction musculaire cyclique cohérente en condition de non-port de poids, tout en gardant une marche avec deux appuis au sol. Cependant, les résultats ont été limités dans leur généralisation car il s'agissait majoritairement d'hommes, tous militaires (40).

Le *iWalk 2.0* n'a pas encore été comparé aux cannes anglaises et le schéma de marche avec le *iWalk 2.0* n'a pas été étudié en détail. L'articulation coxo-fémorale étant la première articulation « libre » au-dessus du dispositif, son étude cinématique pourrait être un élément intéressant lors de l'analyse du cycle de marche.

1.4.4. Le masseur-kinésithérapeute en tant que prescripteur d'aide technique

Pour un patient devant poursuivre sa vie professionnelle avec une activité bimanuelle, une station debout prolongée et la contrainte d'une cheville ou un pied à décharger, le *iWalk 2.0* peut apparaître comme une alternative à considérer. Alors que le *iWalk 2.0* est absent des médias et des magazines français et peu connu des professionnels de santé, ce dispositif est très présent sur internet. Des vidéos attractives, visibles de tous, présentent un concept innovant et à première vue intéressant qui peut susciter la curiosité et l'intérêt des patients (41). Ce dispositif reste toutefois un dispositif médical nécessitant des analyses robustes, approfondies et objectives pour en connaître ses avantages et limites d'un point de vue purement professionnel.

Depuis l'arrêté du 9 janvier 2006, les masseurs-kinésithérapeutes sont autorisés à prescrire, dans le cadre de l'exercice de leurs compétences, des dispositifs médicaux tels que les aides à la déambulation : cannes, béquilles, déambulateurs et embouts de cannes (42).

Le rôle du masseur-kinésithérapeute lors de la prescription est de proposer au patient l'aide technique qui rendra la convalescence la plus confortable possible et qui entraînera le moins de limitations d'activités et de restrictions de participation dans la vie quotidienne. Il est aussi important d'informer et de préparer sérieusement le patient à la bonne utilisation de cette aide de marche. Le professionnel doit donc être en mesure de répondre et d'exposer au mieux les alternatives au patient.

Le *iWalk 2.0* étant encore méconnu en France, nous nous proposons d'évaluer dans cette étude préliminaire, sa fonctionnalité et ses impacts sur les facteurs spatio-temporels et sur la cinématique de la hanche lors de la marche dans le cadre d'une nécessité de mise en décharge de la cheville ou du pied.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1. Recherches documentaires

Afin d'avoir une première vue d'ensemble des aides techniques à la marche existant dans le monde, nous avons débuté notre quête par une recherche visuelle sur Google Images. Nous avons ensuite organisé ce travail en trois catégories : les cannes anglaises (comme nous savons qu'elles sont les aides techniques les plus couramment utilisées en France), les alternatives existantes dans le monde, en Europe et en France et la marche humaine. Plusieurs bases de données ont été interrogées comme MEDLINE®, ScienceDirect, Kinédoc, Google Scholar, PEDro et Cochrane Library. Nos recherches se sont étendues sur Google Patents pour avoir accès aux brevets des différentes alternatives et à la littérature grise en interrogeant des sites commerciaux. Par la suite, les sites commerciaux, les avis des utilisateurs et les études comparant les différentes alternatives nous ont permis de mieux les analyser et de sélectionner celles qui paraissaient les plus pertinentes.

Nous avons combiné différents mots-clés comme *forearm or axillary crutches*, *hands-free crutch*, *crutch alternatives*, *safety*, *comfort*, *functionality*, *gait cycle* et *kinematic gait analysis* en fonction des bases de données consultées. Seules les littératures anglophone et

francophone ont été étudiées. La recherche documentaire a été effectuée entre février 2020 et le 3 mai 2021.

Voici une équation de recherche entrée sur PubMed :

(((hands-free crutch) OR (assistive ambulation[Title/Abstract])) OR (walking assistance[Title/Abstract])) OR (assistive devices[Title/Abstract])) AND (crutches) AND ("2007"[Date - Publication] : "2021"[Date - Publication])

2.2. Achat et prise en main du matériel

2.2.1. Financement et acquisition du *iWalk 2.0*

Nous avons pris contact avec une dizaine de pharmacies et magasins distributeurs de matériel médical de Meurthe-et-Moselle et des Vosges, en appelant ou en nous rendant directement sur place, afin de savoir lesquels d'entre eux connaissaient et commercialisaient le *iWalk 2.0*. Seuls deux magasins avaient déjà entendu parler de ce dispositif et un seul pouvait le commander. Un distributeur médical localisé dans le département des Vosges a passé commande à La Centrale Médicale, apparemment le seul distributeur français du *iWalk 2.0* en août 2020. Le délai d'obtention était de quinze jours. Le *iWalk 2.0* a été acheté 180 euros et a été financé à 100 % grâce à une cagnotte en ligne et physique que nous avons mis en place.

2.2.2. Montage et prise en main du *iWalk 2.0*

Le *iWalk 2.0* a été fourni en pièces détachées avec une notice explicative. Nous étions deux personnes à prendre connaissance de la notice en anglais, réaliser le montage et le réglage de l'appareil. Ces différentes étapes ont été chronométrées pour l'étude. Ensuite, le produit a été testé sur sol plat en intérieur, dans les escaliers et sur sol bétonné et pentu en extérieur. Cette prise en main a été chronométrée et filmée afin de l'analyser pour l'étude.

2.3. Réalisation de l'étude

2.3.1. Population : aspects réglementaires et éthiques

L'étude a été menée sur quatre personnes volontaires : moi-même, un membre de ma famille et deux étudiants de l'Institut Lorrain de Formation en Masso-Kinésithérapie (ILFMK) de Nancy, sur une période d'août 2020 à mars 2021. Les sujets étaient des sujets sains et ne présentaient pas d'atteintes des membres inférieurs. Chacun des sujets sélectionnés a donné son consentement écrit pour participer à cette étude (ANNEXE I).

2.3.2. Analyse fonctionnelle

Pour analyser fonctionnellement le *iWalk 2.0*, l'aide technique a été testée dans les activités de la vie courante. J'ai réalisé des tâches ménagères comme le ménage, la cuisine et les courses de première nécessité, ceci dans le but de vérifier que le dispositif permettait la réalisation d'activités bimanuelles en toute sécurité.

Pour monter et descendre les escaliers, de multiples stratégies ont été essayées. J'ai testé à de nombreuses reprises plusieurs combinaisons pour monter : membre sain ou membre inférieur reposant sur le *iWalk 2.0* en premier, avec ou sans main courante, montée alternée ou non. Pour descendre, j'ai également testé plusieurs combinaisons : descendre en premier le membre inférieur sain ou le membre inférieur reposant sur le *iWalk 2.0*, face à la pente, sur le côté ou en arrière, descente alternée ou non.

Par la suite, le *iWalk 2.0* a été testé par une coiffeuse professionnelle dans son salon en conditions réelles afin de déterminer s'il permettait de poursuivre certaines activités professionnelles. Nous avons réglé ensemble le dispositif, puis la coiffeuse a commencé son activité. J'étais placée à côté d'elle afin d'assurer sa sécurité et observer cette situation.

2.3.3. Tests fonctionnels et observation du schéma de marche

2.3.3.1. Test *Timed up and go*

Ce test est utilisé dans de nombreuses pathologies, il évalue les compétences de base en matière de mobilité, de force, d'équilibre et d'agilité. Dans notre étude, il a servi à vérifier les capacités du sujet à se lever d'une chaise, marcher sur une distance de trois mètres, faire un demi-tour et venir se rasseoir sur la chaise. Une chaise sans accoudoirs, un chronomètre et un plot placé à trois mètres de la chaise ont été mis en place sur un sol plat en extérieur en amont de la réalisation du test *Timed Up and Go* (TUG). Le test a été réalisé par le sujet B, dans les trois conditions suivantes : sans aide technique, avec le *iWalk 2.0* et avec les cannes anglaises. Le chronomètre a été déclenché et stoppé au début et à la fin du test une fois le sujet assis au fond de la chaise. Une caméra Gopro nous a permis de filmer la réalisation du test afin d'observer les capacités du sujet dans la réalisation de ces quatre étapes (43,44).

2.3.3.2. Test de marche de six minutes

Le test de marche de 6 minutes (TDM6) évalue la capacité fonctionnelle globale à un niveau sous-maximal faisant référence à la plupart des activités de la vie quotidienne. Une étude récente des tests fonctionnels a conclu que « le TDM6 est facile à administrer, mieux toléré, et plus représentatif des activités de la vie quotidienne que les autres tests de marche » (45). Nous avons suivi les recommandations de l'American Thoracic Society (ATS) de mars 2002 expliquant précisément le matériel nécessaire, l'intérêt de ce test et son protocole de réalisation (46,47).

Le sujet B a réalisé le test sur un sol plat en extérieur long de 30 mètres balisé par des marquages au sol à la craie. La distance a été mesurée à l'aide d'un ruban gradué type double décimètre. Le sujet B a réalisé le test de marche de six minutes avec le *iWalk 2.0*, puis sans aide technique et pour finir avec les cannes anglaises. Le test a démarré à l'activation du chronomètre et s'est terminé au bout de six minutes. Le nombre d'allers-retours de (2 x 30 m) effectués par le sujet a été noté afin de calculer la distance parcourue. Le sujet avait pour

consigne de rester sur place à la fin du test afin de mesurer manuellement les derniers mètres parcourus.

2.3.3.3. Test des dix mètres de marche

Un sol plat en extérieur de dix mètres de long a été balisé par des marquages à la craie. La distance a été mesurée à l'aide d'un ruban gradué type double décamètre. Une bande d'un mètre a été marquée au sol pour calibrer la distance sur les vidéos enregistrées. Une caméra GoPro et une poussette ont été utilisées pour filmer le sujet en vue « travelling », c'est-à-dire en suivant le sujet marchant. Plusieurs vidéos de face, de dos et de profil ont été prises du sujet B marchant avec le *iWalk 2.0* ou les cannes anglaises. Les périodes d'accélération et de ralentissement n'étaient pas comprises dans ces dix mètres de marche.

De la peinture a été appliquée sous les chaussures du sujet B, le patin de l'*iWalk 2.0* et les embouts des cannes anglaises afin de recueillir les empreintes sur de larges bandes de papier blanc scotchées au sol. La bande de papier blanc nous permettait de mesurer la longueur moyenne du cycle de marche et d'autres paramètres. Ayant eu ensuite accès au laboratoire du mouvement nous fournissant des résultats très précis, nous n'avons pas exploité les données recueillies sur la bande de papier dans la suite de notre étude.

À la fin de chaque test, nous avons scrupuleusement noté les difficultés rencontrées par le sujet ainsi que son ressenti.

2.3.4. Analyse de la marche au laboratoire du mouvement

2.3.4.1. Préliminaires à l'enregistrement

Le projet de mémoire a été présenté au médecin responsable du service d'explorations fonctionnelles de l'Institut Régional de Réadaptation (IRR) – Louis Pierquin de Nancy. Une convention a été élaborée pour assurer l'enregistrement au laboratoire du mouvement. L'étude a été supervisée par une technicienne d'exploration, formée et expérimentée, et nous a permis de recueillir des données précises et chiffrées des paramètres spatio-temporels de la marche et

de la cinématique de la hanche. Par la suite, nous nous sommes intéressés plus précisément à l'angle de l'articulation coxo-fémorale dans le plan sagittal et à la force de réaction du sol verticale. Nous avons choisi d'effectuer cette analyse sur deux sujets de sexe opposé, de taille et poids différents afin de diversifier notre population. Les premières mesures ont été effectuées sur moi-même, habituée à la marche avec le *iWalk 2.0* (sujet C). Le deuxième sujet, marchant pour la seconde fois avec l'alternative, était moins entraîné (sujet D).

Avant l'enregistrement, et pour des raisons de modélisations, la technicienne d'exploration a mesuré sur les deux sujets les paramètres anthropométriques individuels (taille, poids, distance entre les épines iliaques antéro-supérieures, épaisseur de la main, largeur du poignet et du coude, décalage des épaules) pour le calcul de la biomécanique articulaire par le logiciel (ANNEXE II). Des marqueurs réfléchissants ont été fixés à l'aide de ruban adhésif hypoallergénique double face sur la tête, le tronc, le bassin, les membres supérieurs et inférieurs de chaque sujet selon le modèle Plug-In-Gait de ViconTM (ANNEXE II) (48). D'autres marqueurs réfléchissants ont été placés sur les aides techniques utilisées (*iWalk 2.0* ou cannes anglaises) lors des différents passages afin de pouvoir les modéliser par la suite. Chaque sujet s'est ensuite placé debout, sur deux plateformes de force, permettant l'enregistrement d'étalonnage du sujet statique et l'application du modèle Plug-In-Gait.

2.3.4.2. Enregistrement et analyse

Pour l'enregistrement, le sujet D et moi (sujet C) avons effectué chacun plusieurs passages dans chacune des conditions (sans aide technique, avec les cannes anglaises et avec le *iWalk 2.0*) afin d'obtenir trois passages validés par la technicienne d'exploration. Le passage devait comporter au moins un double appui sur les plateformes de force pour être validé. Si un double appui complet n'était pas enregistré par la plateforme, le sujet était sollicité pour réaliser un ou plusieurs passages supplémentaires.

L'équipement du laboratoire nécessaire à cette étude comporte un système d'analyse de mouvements en trois dimensions VICON. Développé par la société Oxford Metrics en Angleterre et distribué en France par la société Biometrics, il utilise un système de capture de mouvement VERO à dix caméras optiques. L'utilisation de marqueurs réfléchissants et de

caméras avec éclairage infrarouge permet de calculer la position tridimensionnelle des différents marqueurs dans un couloir d'environ 6 m de long, 2,5 m de large et 2 m de haut. Un enregistrement vidéo de profil et de face ou de dos de la marche est réalisé à l'aide de deux caméras numériques VICON VUE. Le laboratoire est équipé d'une grande plateforme (longueur 121,9 cm et largeur 61 cm) placée parallèlement à deux petites plateformes (longueur 50,8 cm et largeur 146,4 cm). Grâce à cette disposition, une marche où les pieds posent chacun sur une plateforme peut être enregistrée facilement. Quant aux plateformes AMTI (Advanced Mechanical Technology, Inc.), elles mesurent simultanément en temps réel les trois composantes de force le long des axes xyz (coordonnées cartésiennes) et les trois composantes de moment (force de torsion) autour des axes xyz .

Après la calibration des enregistrements par la technicienne d'exploration du laboratoire, l'unité Lock Lab associée au logiciel VICON Nexus 2.11 offre un affichage multifenêtre pour visualiser de façon synchrone la vidéo, l'animation de la reconstruction tridimensionnelle et les différents signaux analogiques numérisés. Sept après-midis au laboratoire du mouvement ont été nécessaires à l'analyse de ces enregistrements et à la création de graphiques et tableaux sur les logiciels VICON Nexus 2.11 et VICON Polygon 4.4.6.

3. RÉSULTATS

Après avoir réalisé une longue recherche documentaire sur les cannes anglaises et les alternatives existantes, nous nous sommes intéressés plus spécifiquement aux sites commerciaux et aux avis des utilisateurs de certains dispositifs « béquilles mains libres ». Un d'entre eux se démarquait : le *iWalk 2.0*. En prenant contact avec les pharmacies et magasins distributeurs de matériel médical de Meurthe-et-Moselle et des Vosges, nous avons décidé de nous procurer ce dispositif afin de réaliser une analyse fonctionnelle et une analyse de la marche.

3.1. Population

Pour tester la fonctionnalité et évaluer le schéma de marche avec le *iWalk 2.0*, quatre sujets sains volontaires (moi-même, un membre de ma famille et deux camarades de l'ILFMK

de Nancy) ont été sélectionnés pour participer à cette étude. Trois femmes (sujets A, B et C) et un homme (sujet D), d'âge, de taille et de poids différents. Leurs caractéristiques anthropométriques sont reprises dans le Tableau I ci-dessous. Tous répondaient aux critères requis pour une bonne utilisation du *iWalk 2.0* mentionnés par le constructeur. Chacun des sujets a eu le choix concernant le membre inférieur droit ou gauche qu'il souhaitait reposer sur le *iWalk 2.0*.

J'ai essayé puis testé moi-même (sujet C) le *iWalk 2.0* dans les activités de la vie quotidienne puis au laboratoire du mouvement. Le deuxième sujet sélectionné est un membre de ma famille (sujet A) pratiquant une activité professionnelle bimanuelle avec une station debout prolongée. Le sujet B a réalisé les tests fonctionnels (test Timed up and go, test de marche de six minutes, test des dix mètres de marche) et le sujet D a participé à l'analyse au laboratoire du mouvement. Tous deux sont des camarades de l'ILFMK de Nancy.

Tableau I : Caractéristiques anthropométriques des sujets de l'étude.

	Âge (année)	Taille (cm)	Poids (kg)	Genre	Membre inférieur reposant sur le <i>iWalk 2.0</i>	Test réalisé
Sujet A	49	155	65	Femme	Gauche	Activité professionnelle
Sujet B	22	168	55	Femme	Gauche	Tests fonctionnels
Sujet C	23	153	55	Femme	Droit	Vie quotidienne et laboratoire du mouvement
Sujet D	24	179	71	Homme	Droit	Laboratoire du mouvement

3.2. Montage du *iWalk 2.0*

Nous nous sommes procuré le *iWalk 2.0* par le biais d'un distributeur français. À la réception, le *iWalk 2.0* se présentait en kit, avec une notice de montage et d'utilisation en anglais. Ce mode d'emploi de 31 pages comporte trois parties : assemblage, ajustement et utilisation. Les deux premières pages rappellent les conditions physiques et les capacités indispensables à la bonne utilisation du produit.

La partie « Assemblage » se décompose en cinq étapes clés. Elle comporte de nombreuses illustrations suivies du texte explicatif. Dans cette partie, nous avons remarqué quelques erreurs dans le texte comme « lkjkj ;lj jhgf gf » et avons rencontré des difficultés face au choix des unités « inches » ou encore « 1/2" – 1" ». Seul un tournevis est nécessaire pour le montage de l'appareil et cet assemblage ne requiert pas de force particulière. Nous étions deux personnes pour découvrir et assembler l'appareil. Le premier assemblage a été réalisé sans trop de difficultés en seize minutes.

La partie « Ajustement » comporte dix étapes. Vingt-cinq minutes supplémentaires ont été nécessaires pour régler l'appareil. L'ajustement s'est fait en position debout. Nous avons commencé par adapter la hauteur de la partie inférieure puis celle de la partie supérieure grâce aux ressorts d'ajustement. Deux niveaux de réglage ont été testés sur le même individu, en statique, afin de trouver lequel lui semblait être le plus adapté. Le support de cuisse ainsi que les trois sangles ont ensuite été réglés pour obtenir un serrage de la cuisse, du genou et du mollet adéquat (c'est-à-dire selon le constructeur : « très très serré ») (Fig. 6B). Une fois ces étapes réalisées, le *iWalk 2.0* peut être mis et retiré facilement seul en moins d'une minute, en position debout.

La partie « Utilisation » débute par une liste de vérifications à effectuer avant de commencer à marcher avec le dispositif. Elle se compose de cinq étapes recommandant des positions à adopter et proposant des petits exercices pratiques pour se familiariser avec le dispositif (comme faire un pas en avant et un en arrière, tenir la poignée du dispositif et se pencher en avant pour induire le premier pas et monter et descendre les escaliers).

Par la suite, nous avons retrouvé la notice explicative traduite en français sur le site du constructeur, parue en mars 2019, mais il n'en était pas fait mention dans la notice fournie avec l'appareil que nous avons reçu (49). Il existe également sur internet des vidéos explicatives, certes en anglais mais compréhensibles et faciles à appréhender par leur contenu visuel très détaillé (50–52).

3.3. Prise en main du *iWalk 2.0*

Le *iWalk 2.0* a été essayé immédiatement en intérieur, durant vingt minutes, dans un large espace d'une dizaine de mètres de long sur un sol plat en revêtement plastique (type Linoleum). J'ai réalisé mes premiers pas prudemment, entourée d'une tierce personne pour ma sécurité. Au départ, la dissociation des ceintures était faible, les membres supérieurs étaient davantage horizontaux pour assurer l'équilibre et la marche était peu assurée et lente. Assez rapidement, j'ai pris de l'assurance et la marche est devenue plus naturelle, fluide et les demi-tours, réalisables facilement.

Une vigilance particulière doit être portée sur le passage du pas. En effet, si le patin raccroche le sol, ceci peut entraîner une déstabilisation rapide en avant, avec un risque de chute important. À vitesse lente, la marche était moins facile et fluide, car il fallait faire un effort supplémentaire pour passer le pas avec le *iWalk 2.0* alors qu'à vitesse confortable, le déroulement du pas se faisait plus naturellement. Précautionneusement et à vitesse confortable, chez le jeune sujet ayant de bons réflexes parachutes, le risque de chute est limité.

Le *iWalk 2.0* a ensuite été testé dans les escaliers (Fig. 7A et 7B). Le premier était un escalier droit, assez large avec des marches standards et deux mains courantes. Le second était un escalier en colimaçon, plus étroit avec des marches moins hautes et une main courante. La montée et la descente ont nécessité quelques adaptations. La montée a été réalisée facilement, à l'aide de la main courante. La descente s'est effectuée de profil afin d'éviter que la pointe du pied du membre inférieur reposant sur le *iWalk 2.0* ne raccroche dans la marche. Elle pouvait aussi s'effectuer en arrière et toujours avec la main courante pour plus de sécurité.

De plus, la montée et la descente à pas alternants était impossible, dangereuse et douloureuse car le *iWalk 2.0* ne permet pas la flexion de genou et dispose d'une fixation proche du pli de l'aîne. Ces deux étapes se sont effectuées marche par marche, à l'aide de la main courante, en montant avec le membre inférieur sain et en descendant le membre inférieur reposant sur le *iWalk 2.0* en premier, comme le mentionne le mode d'emploi.

Enfin, le *iWalk 2.0* a été essayé sur sol bétonné et relativement pentu, en extérieur pendant quinze minutes. Comme lors de la marche normale, en montée, mon tronc était penché en avant du centre de gravité et inversement, en arrière, en descente. Cette situation requiert plus d'énergie et de concentration que sur sol plat. J'étais plus essoufflée qu'en temps normal lors de la marche en pente.

À la fin de chacun de ces tests, j'ai noté à l'écrit mes ressentis. D'une manière générale, j'ai éprouvé une sensation de surutilisation des muscles quadriceps, psoas et tibial antérieur du membre inférieur sain. De légères douleurs, sans rougeur apparente, au niveau du quart supérieur du tibia (tubérosité tibiale antérieure) sont apparues. Au-dessus du genou du membre inférieur reposant sur le *iWalk 2.0*, une rougeur était présente, certainement due aux frottements du dispositif contre la peau (absence de tissu). En effet, j'étais en short lors de l'essayage de l'appareil.

3.4. Analyse fonctionnelle

Pour tester l'autonomie et l'indépendance dans diverses situations de la vie courante, le sujet A et moi (sujet C) avons participé à l'analyse fonctionnelle du *iWalk 2.0*.

3.4.1. Activités de la vie quotidienne

Nous avons décidé de commencer les tests par des activités bimanuelles de la vie quotidienne comme le ménage (passer l'aspirateur et la serpillière), la cuisine (préparer le repas, mettre la table et vider le lave-vaisselle), le linge (étendre une lessive et repasser) et se rendre dans une grande surface pour réaliser les courses de première nécessité.

Le *iWalk 2.0* m'a permis d'effectuer les tâches ménagères sans grande difficulté (Fig. 7E et 7F). Cependant, vider le lave-vaisselle et effectuer une heure de ménage m'ont demandé plus de concentration, d'adaptation et de souplesse au niveau du rachis et du complexe lombo-pelvi-fémoral qu'en temps normal. En effet, certaines positions ne sont pas faciles à prendre avec le *iWalk 2.0*, comme ranger les assiettes en bas d'un placard par exemple. Lors d'une sortie

courses d'une heure (Fig. 7C et 7D), l'appui sur le Caddie a permis une déambulation dans le magasin plus facile et moins fatigante qu'avec les cannes anglaises.



Figure 7 : Le *iWalk 2.0* apparaît fonctionnel en permettant de libérer les deux mains pour la réalisation d'activités bimanuelles de la vie quotidienne. Images prises lors de l'analyse fonctionnelle du *iWalk 2.0* dans les activités de la vie quotidienne telles que la montée et la descente d'escaliers (A et B), les courses (C et D), la cuisine (E), le ménage (F) et lors d'une activité professionnelle (G et H).

3.4.2. Journée à l'Institut de formation de masso-kinésithérapie

J'ai également testé le *iWalk 2.0* lors d'une journée à l'ILFMK de Nancy. Les déplacements au sein de l'établissement ont été réalisés en toute sécurité et confiance, c'est-à-dire sans perte d'équilibre, ni chute. Ils ont été effectués en totale autonomie, y compris pour le transport du sac à dos. Au restaurant universitaire, le plateau repas a pu être transporté comme habituellement, sans l'aide d'une tierce personne.

Lors de cette journée, l'inconvénient majeur a été la position assise durant les enseignements. En effet, soit le *iWalk 2.0* devait être retiré pour prendre place dans

l'amphithéâtre, soit il fallait une table permettant de faire passer le dispositif en dessous. L'alternative était encombrante dans cette situation. En moins de 30 secondes, il était donc possible de le retirer ou de le raccrocher.

Au cours de cette journée de dix heures où le dispositif a été enlevé et repositionné sur le membre inférieur une dizaine de fois, je me suis sentie plus fatiguée que lors d'une journée habituelle. J'ai ressenti une légère douleur au niveau de l'appui sur la tubérosité tibiale antérieure en début de journée, mais cette douleur s'est atténuée au fil de la journée.

3.4.3. Situation professionnelle

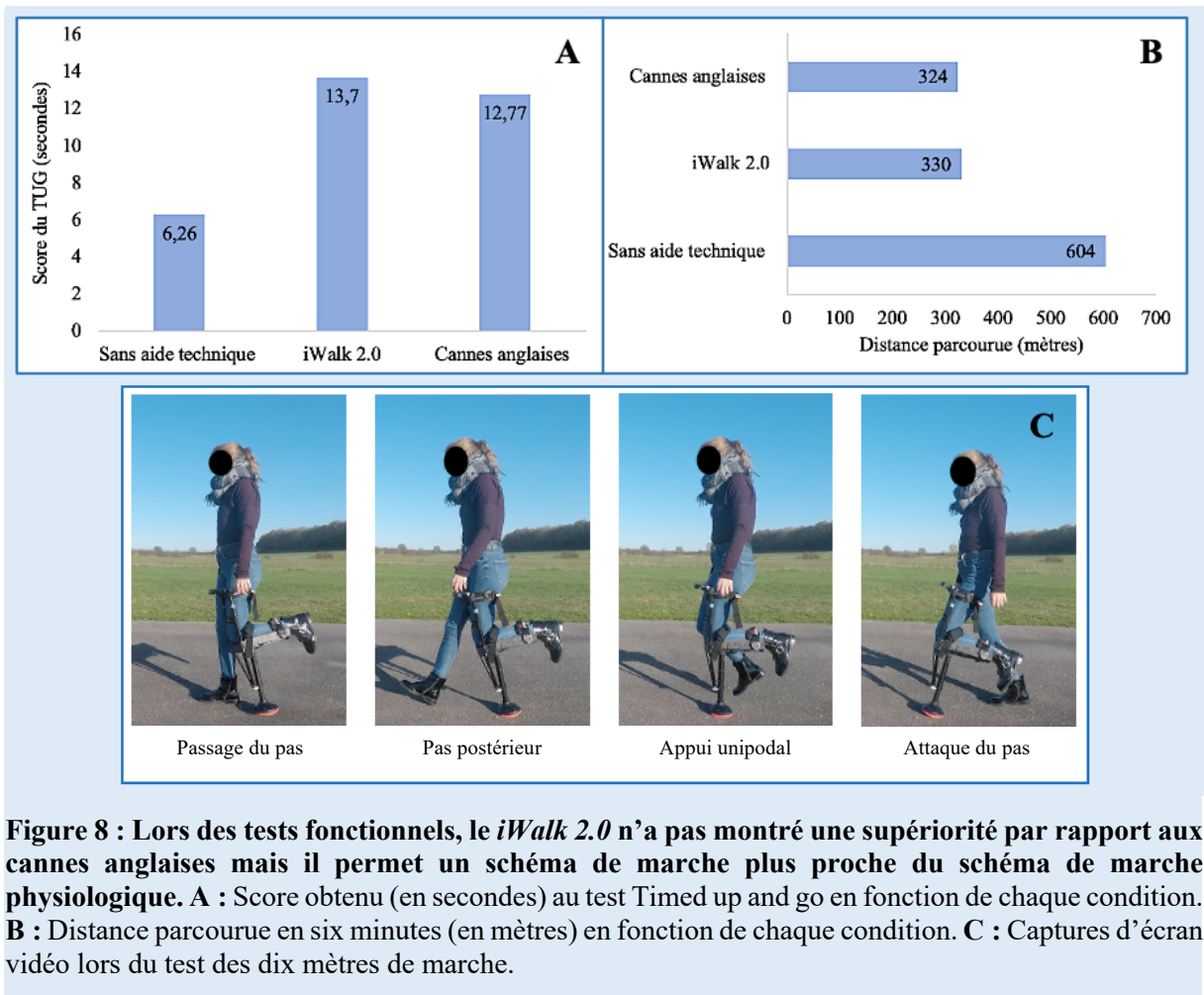
Une coiffeuse professionnelle (sujet A) a testé le *iWalk 2.0* dans son salon de coiffure sur une période d'une heure. Elle a réalisé un shampoing ainsi qu'une coupe de cheveux (Fig. 7G et 7H). Le dispositif lui a permis de pratiquer son activité professionnelle bimanuelle en toute sécurité. À la fin de ce test, nous avons encouragé le sujet à relater par écrit son ressenti et ses remarques. Au début, elle a eu de l'appréhension, elle n'arrivait pas à répartir son poids équitablement entre le membre inférieur sain et celui reposant sur l'aide technique. Ce déséquilibre a rapidement créé une sensation d'étirement et de surutilisation des muscles moyen fessier, ischio-jambier (à son insertion distale) et tenseur du fascia lata (sur toute sa bandelette) au niveau du membre inférieur sain. Plus tard, une douleur est apparue au niveau de l'appui sur la tubérosité tibiale antérieure. Après 30 minutes, le sujet s'est familiarisé avec l'appareil et a pris de l'assurance. Les douleurs se sont atténuées et le poids a été mieux réparti.

3.5. Tests fonctionnels et observation du schéma de marche

Le sujet B, une jeune femme en bonne santé, a participé à un après-midi d'analyse du schéma de marche et des tests fonctionnels. Cet après-midi a débuté par une phase de prise en main de l'appareil, sous notre surveillance active. Après quinze minutes, le sujet B était capable de marcher seul et en toute sécurité sur un sol plat bétonné.

Le test Timed up and go a été réalisé en 13,7 s avec le *iWalk 2.0* contre 12,8 s avec les cannes anglaises et 6,3 s sans aide technique (Fig. 8A). Nous avons demandé au sujet de nous

rapporter à l'écrit ses remarques et son ressenti à la suite de ce test. Il a mentionné se sentir en sécurité avec les aides de marche ; cependant, il a trouvé plus difficile et moins rapide de se lever et s'asseoir sur la chaise avec le *iWalk 2.0*.



Après un temps de repos de cinq minutes, le sujet B a réalisé le test de marche de six minutes avec le *iWalk 2.0*, sans aide technique puis avec les cannes anglaises. Il a parcouru en six minutes une distance similaire avec le *iWalk 2.0* et les cannes anglaises, inférieure de moitié à la distance parcourue sans aide technique (Fig. 8B). Nous pouvons calculer à partir de ces résultats une vitesse de marche équivalente de 0,9 m/s avec le *iWalk 2.0* et les cannes anglaises contre 1,7 m/s sans aide technique. À la fin de ce test, nous avons encouragé le sujet à relater par écrit son expérience, c'est-à-dire ses impressions positives et négatives. Il a mentionné être plus vite fatigué avec les cannes anglaises et ressentir plus de lourdeurs dans les membres

supérieurs. Des douleurs au niveau des mains l'ont obligé à faire des pauses pour repositionner les cannes anglaises correctement dans ses mains. Le sujet a également mentionné ressentir des douleurs à la fin du test avec le *iWalk 2.0* au niveau de la tubérosité tibiale antérieure, néanmoins, sans blessure ou rougeur apparente.

Le test des dix mètres de marche nous a permis d'analyser de manière qualitative la marche du sujet B selon huit critères définis par Viel (ANNEXE III). Si l'observateur est déjà très averti, l'évaluation peut être instantanée, sinon une prise de vue peut être nécessaire et utile à des fins pédagogiques (43).

Nous avons réalisé des séquences vidéo, analysées par la suite. Nous avons observé une marche avec le *iWalk 2.0* composée de mouvements fluides, synchrones, sans perte d'équilibre. La dissociation des ceintures est présente, accompagné d'un léger balancement des membres supérieurs. Cependant, le membre inférieur gauche reposant sur le *iWalk 2.0* semble ne pas dépasser la verticale pendant la phase d'appui, c'est-à-dire que l'articulation coxo-fémorale semble ne pas réaliser d'extension. Le sujet a tendance à regarder ses pieds (Fig. 8C). Selon les critères définis par Viel, nous avons obtenu un score de 5/24, considéré comme « bon ».

3.6. Analyse au laboratoire du mouvement

Le sujet D et moi (sujet C) avons participé à l'analyse au laboratoire du mouvement. Le sujet C a réalisé auparavant l'analyse fonctionnelle avec le *iWalk 2.0*, il est donc plus expérimenté que le sujet D marchant pour la seconde fois avec le *iWalk 2.0*. Pour faciliter la compréhension de la suite, il est à noter que le membre inférieur droit est celui reposant sur le *iWalk 2.0*. Il est nommé dans cette section « membre inférieur droit ». Le membre inférieur gauche est celui non équipé, dans cette section, il est nommé « membre inférieur controlatéral ».

3.6.1. Les paramètres spatio-temporels

3.6.1.1. Sujet C

Les paramètres spatio-temporels de la marche avec le *iWalk 2.0*, sans aide technique et avec les cannes anglaises, sont présentés dans le Tableau II. Ils sont calculés à partir de données recueillies par les plateformes de force et l'analyse cinématique.

Nous observons une cadence et une vitesse de marche très légèrement inférieures avec le *iWalk 2.0* par rapport à la marche sans aide technique (respectivement 100 pas/min *versus* 104 pas/min et 1,08 m/s *versus* 1,23 m/s).

Le cycle de marche commence au moment où le talon touche le sol pour la première fois (0 % soit le début du cycle) et se termine lorsque ce même talon entre à nouveau en contact avec le sol (100 % soit la fin du cycle). Nous observons une distance du cycle de marche avec le *iWalk 2.0* similaire entre le membre inférieur droit (1,29 m) et le membre inférieur controlatéral (1,28 m). Ces valeurs sont néanmoins inférieures à celles du cycle de marche sans aide technique pour ce même sujet (1,41 m – 1,43 m). En termes de durée, le cycle de marche avec le *iWalk 2.0* est équivalent en temps pour les deux membres inférieurs (1,20 s – 1,22 s) mais légèrement plus long que le cycle chronométré lors de la marche sans aide technique (1,14 s – 1,17 s).

L'appui correspond à la phase où le pied est en contact avec le sol. Cette phase se décompose en double appui (les deux pieds touchent le sol) et simple appui (un pied touche le sol et le membre inférieur controlatéral est en phase oscillante). La phase d'appui d'un membre inférieur lors de la marche physiologique est typiquement décrite comme représentant 60 % du cycle de marche. Lors de la marche avec le *iWalk 2.0*, nous observons une phase d'appui plus courte du côté droit (50 %) et plus longue du côté controlatéral (66 %). Le différentiel entre les deux phases d'appui est relativement conséquent.

La durée du double appui est comparable pour les deux membres inférieurs équipé ou non (0,20 s) mais inférieure de presque 0,10 s à la marche sans aide technique. Le simple appui

sur le membre inférieur gauche est plus long de presque 0,20 s à celui du membre inférieur équipé et des membres inférieurs droit et gauche lors de la marche normale.

En termes de durée et de distance du pas, un déséquilibre entre les deux membres est relevé. La durée et la distance du pas du membre inférieur droit sont supérieures à celles du membre inférieur controlatéral et à celles de la marche normale.

Tableau II : Les paramètres spatio-temporels de la marche du sujet C.

Condition de marche	Sans aide technique		<i>iWalk 2.0</i>		Cannes anglaises
	Gauche	Droit	Gauche	Droit (équipé)	Gauche
Cadence (pas/min)	102	104	98	100	93
Vitesse de marche (m/s)	1,22	1,23	1,05	1,08	1,25
Durée du cycle (s)	1,17	1,14	1,22	1,20	1,28
Distance du cycle (m)	1,43	1,41	1,28	1,29	1,60
Durée du pas (s)	0,59	0,58	0,53	0,67	
Distance du pas (m)	0,72	0,70	0,54	0,74	
Phase d'appui (%)	63	62	66	50	66
Durée du simple appui (s)	0,44	0,43	0,60	0,40	
Durée du double appui (s)	0,30	0,28	0,20	0,20	

3.6.1.2. Sujet D

Les paramètres spatio-temporels de la marche avec le *iWalk 2.0*, sans aide technique et avec les cannes anglaises sont présentés en annexe (ANNEXE IV). Nous observons une cadence et une vitesse de marche nettement inférieures avec le *iWalk 2.0* en comparaison avec la marche normale. Le sujet étant débutant, il marche moins vite avec le dispositif que le sujet C.

Là où nous observons des valeurs similaires chez le sujet C (distance et durée du cycle), des différences entre les deux membres inférieurs sont relevées chez le sujet D. La distance

ainsi que la durée du cycle du membre inférieur controlatéral sont inférieures aux mesures du membre inférieur droit. L'asymétrie du pas est plus importante chez le sujet débutant.

3.6.2. L'utilisation du logiciel Polygon pour les études de la marche

À l'aide du logiciel Polygon, les résultats obtenus au laboratoire du mouvement lors des sept après-midis d'analyse ont été présentés sous forme de graphiques (Fig. 10A et 11A). La marche est une alternance de phases d'appui (stance) et de phases oscillantes (swing). Afin de comparer visuellement la phase d'appui sous différentes conditions expérimentales (force verticale de réaction du sol et cinématique de la hanche dans le plan sagittal), nous avons superposé les valeurs correspondant aux phases d'appui du membre inférieur droit (porteur du *iWalk 2.0*) et du membre inférieur controlatéral (non équipé) et/ou les phases d'appui des deux membres inférieurs lors de la marche sans aide technique. Chaque profil de courbes représente un membre dans une situation. Les traits verticaux caractérisent la délimitation entre les deux phases « stance » et « swing », ou plus simplement la fin de la phase d'appui. La phase oscillante ne présente pas de mesures sur les représentations graphiques de la force de réaction du sol car le pied n'est pas en contact avec le sol et donc pas en appui sur les plateformes.

3.6.3. Étude de la force de réaction du sol

La force de réaction du sol, la gravité, l'énergie cinétique et les forces exercées par les muscles et les ligaments agissent sur le corps humain au cours de la marche. La force de réaction du sol est la force opposée à la force d'appui au sol. La force de réaction du sol peut s'étudier selon trois axes : réaction d'appui antéro-postérieure, latéro-latérale et verticale. Seule la réaction d'appui verticale a été étudiée dans la suite de ce projet.

Cette étude a été réalisée pour nous aider à comprendre certains paramètres spatio-temporels comme le pourcentage de la phase d'appui et la durée de simple et double appui. Corréler les résultats obtenus à ceux de la cinématique de la hanche nous a aidé à analyser la marche.

Comme attendu chez le sujet sain marchant sans aide technique, nous observons lors de la phase d'appui du sujet C une phase frénatrice, une phase monophasée et une phase de propulsion. La phase frénatrice commence au moment de l'attaque du talon au sol et est visualisée sur la figure ci-dessous (Fig. 9, flèche bleue) par un premier pic compris entre 0 et 19 % du cycle de marche. La phase monophasée est la période entre ces deux pics (Fig. 9, flèche jaune) correspondant à la réaction minimale au moment où le centre de gravité du corps est le plus élevé. Elle est due au soulagement engendré par l'énergie cinétique liée à l'oscillation du membre inférieur controlatéral. Pour finir, nous observons une phase de propulsion, toujours chez le sujet C, se produisant avant que les orteils ne quittent le sol. Sur la figure, cette phase correspond au second pic (entre 33 et 50 % du cycle de marche) (Fig. 9, flèche grise). À la fin de la phase de propulsion, l'extension de l'articulation coxo-fémorale est maximale.

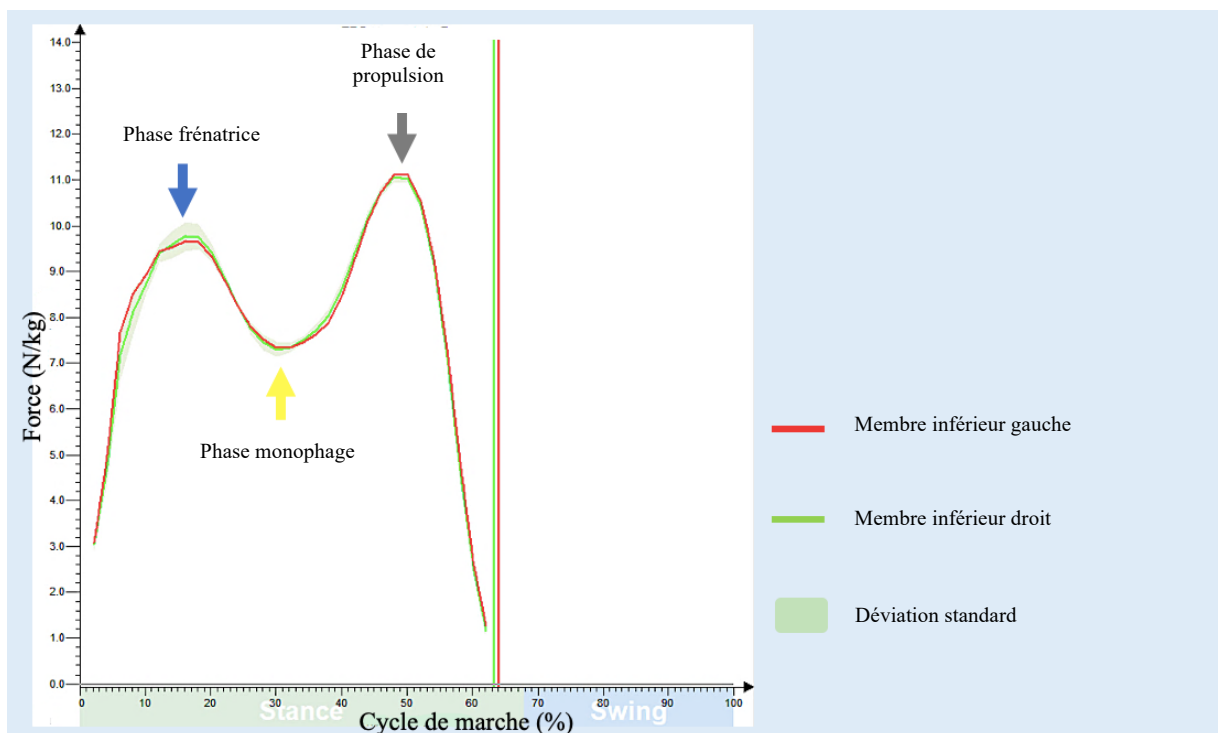
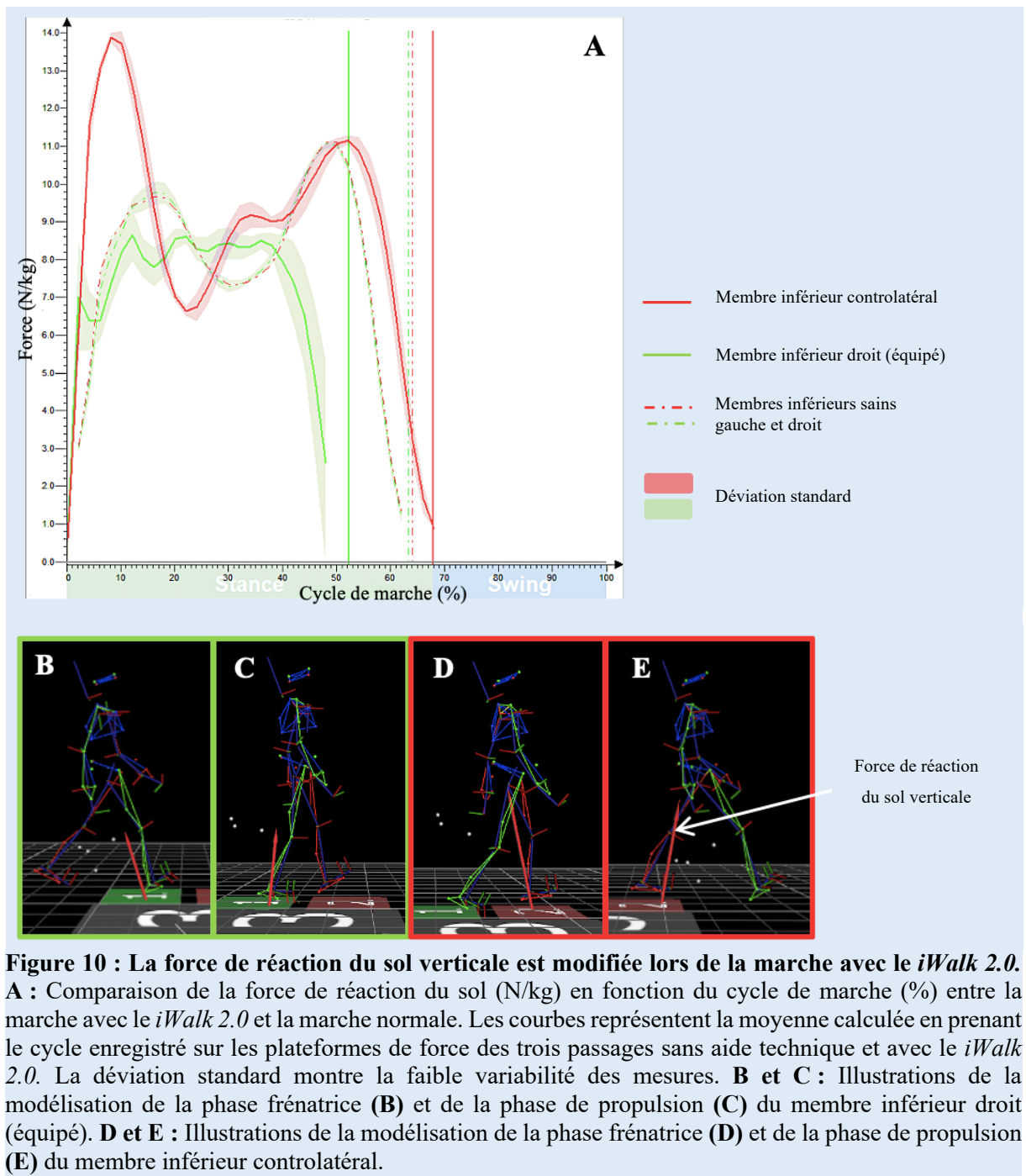


Figure 9 : Représentation de la force de réaction du sol (N/kg) en fonction du pourcentage du cycle de marche lors de la marche physiologique du sujet C. Les courbes représentent la moyenne calculée en prenant le cycle enregistré sur les plateformes de force des trois passages sans aide technique. La déviation standard montre la faible variabilité de ses trois passages.

3.6.3.1. Sujet C

La phase d'appui du membre inférieur droit représente 52 % du cycle de marche contre 64 % lors de la marche normale. Cet aspect confirme les valeurs obtenues préalablement (Tableau II). Cependant, il n'existe pas de distinction claire des phases lors de cet appui. Nous observons un léger décrochage lorsque le patin attaque le sol. En revanche, nous n'observons ni une réelle phase frénatrice (Fig. 10B) ni une réelle phase de propulsion (Fig. 10C) avec le *iWalk 2.0* mais plutôt un plateau aux alentours de 8,5 N/kg sur toute la durée de cette phase d'appui (Fig. 10A). En effet, le patin convexe du dispositif permet de dérouler l'appui, mais il ne permet pas de réaliser une véritable phase frénatrice et de propulsion verticale du pas.

Concernant la phase d'appui du membre inférieur controlatéral, nous observons une phase de freinage, aussi appelée phase de réception, plus courte (10 % du cycle de marche contre 19 % lors de la marche physiologique) mais plus forte (13,8 N/kg contre 11,1 N/kg lors de la marche physiologique) (Fig. 10A et D). La phase de propulsion est plus longue que celle de la marche normale (28 % du cycle contre 17 % lors de la marche normale). Elle se compose de deux paliers et atteint la même intensité que lors de la marche normale (11,1 N/kg) (Fig. 10A et E). Le palier pourrait correspondre à la force supplémentaire à fournir pour passer le pas avec le *iWalk 2.0* et transférer son poids sur le dispositif.



3.6.3.2. Sujet D

Les résultats obtenus lors de l'étude de la force de réaction du sol sans aide technique et avec le *iWalk 2.0* du sujet D sont présentés en annexe (ANNEXE IV). Comme chez le sujet C, la phase d'appui du membre inférieur droit est plus courte et la phase d'appui du membre

inférieur controlatéral est divisée en une phase frénatrice plus forte et plus courte et une phase de propulsion plus longue.

Là où nous observons des résultats similaires chez le sujet C (force de réaction du sol égale entre la phase de propulsion du membre inférieur controlatéral (non-équipé) et celle de la marche normale), ces résultats sont différents chez le sujet D. En effet, la force de réaction du sol de la phase de propulsion avec les membres inférieurs équipé et non équipé est similaire (aux alentours de 9,4 N/kg) mais inférieure à celle de la marche normale (10,6 N/kg).

3.6.4. Étude de la cinématique de la hanche

Les paramètres cinématiques caractérisent les mouvements mis en jeu lors de la marche dans les trois plans de l'espace sans se préoccuper des forces à l'origine de ces mouvements. Cela correspond aux trajectoires des différents segments corporels, leurs mouvements ainsi que leurs variations angulaires en fonction du temps. Ici, nous nous focalisons sur l'étude de la cinématique de la hanche dans le plan sagittal (flexion / extension), c'est-à-dire l'angle de l'articulation coxo-fémorale au cours du cycle de marche.

3.6.4.1. Sujet C

Concernant la cinématique de la hanche, l'écart entre la flexion et l'extension entre les deux membres inférieurs est très important. Il est de 43° pour le membre inférieur équipé et de 61° pour le membre inférieur non équipé. Dans la marche normale, l'amplitude est de 54° . Ces valeurs montrent une compensation d'une hanche (côté non équipé) par rapport à l'autre.

Lors de la marche avec le *iWalk 2.0*, le membre inférieur droit reste en flexion durant tout le cycle de marche, avec une flexion maximale supérieure comparée à la marche normale (57° versus 45°) et se produisant à la fin de la phase oscillante. Lorsque le patin du dispositif quitte le sol, c'est-à-dire à la fin de la phase d'appui, la flexion est minimale (14°) (Fig. 11).

Le membre inférieur controlatéral atteint une flexion maximale de hanche de 50° lors de la phase de freinage (attaque du talon au sol). La hanche est en extension (-11°) lors de la phase de propulsion, comme lors de la marche normale (-9°) (Fig. 11).

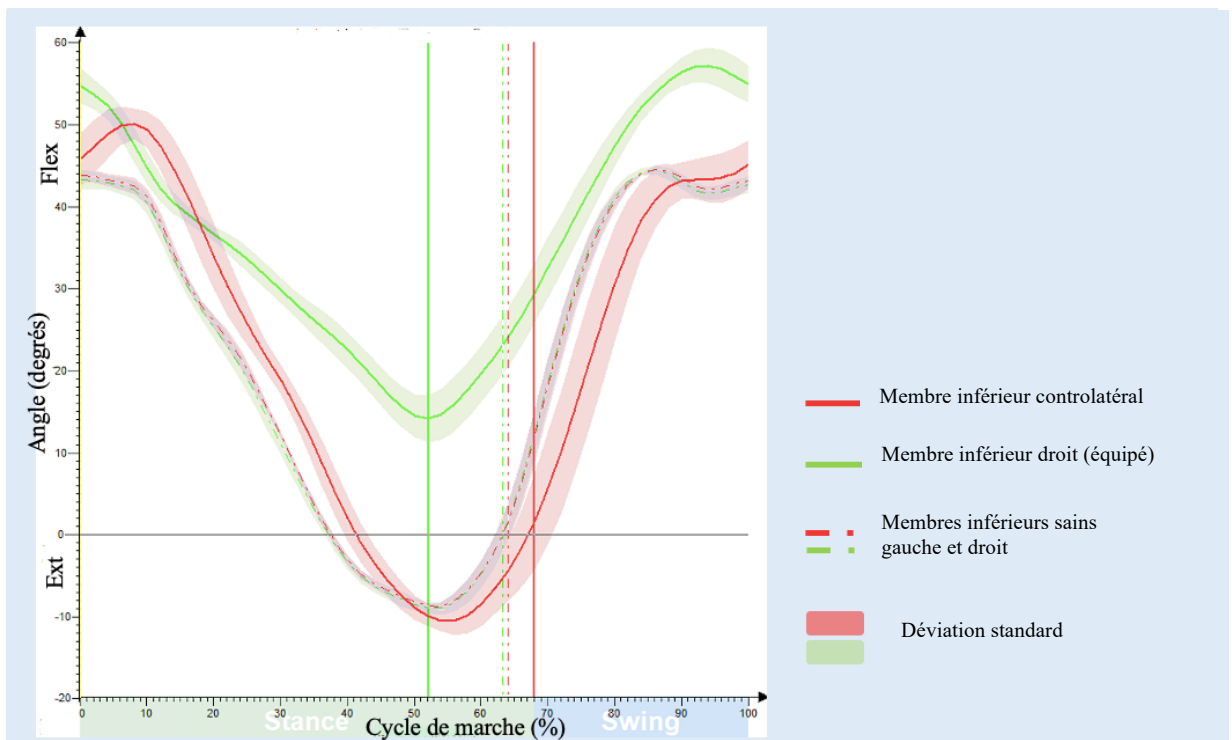


Figure 11 : L'amplitude articulaire de la hanche du côté du *iWalk 2.0* dans le plan sagittal est diminuée. Comparaison de l'angle de flexion / extension de l'articulation coxo-fémorale (en degrés) en fonction du cycle de marche (%) entre la marche avec le *iWalk 2.0* et la marche normale. Les courbes représentent la moyenne calculée en prenant le cycle enregistré sur les plateformes de force des trois passages sans aide technique et avec le *iWalk 2.0*. La déviation standard montre la faible variabilité des mesures enregistrées durant les trois passages.

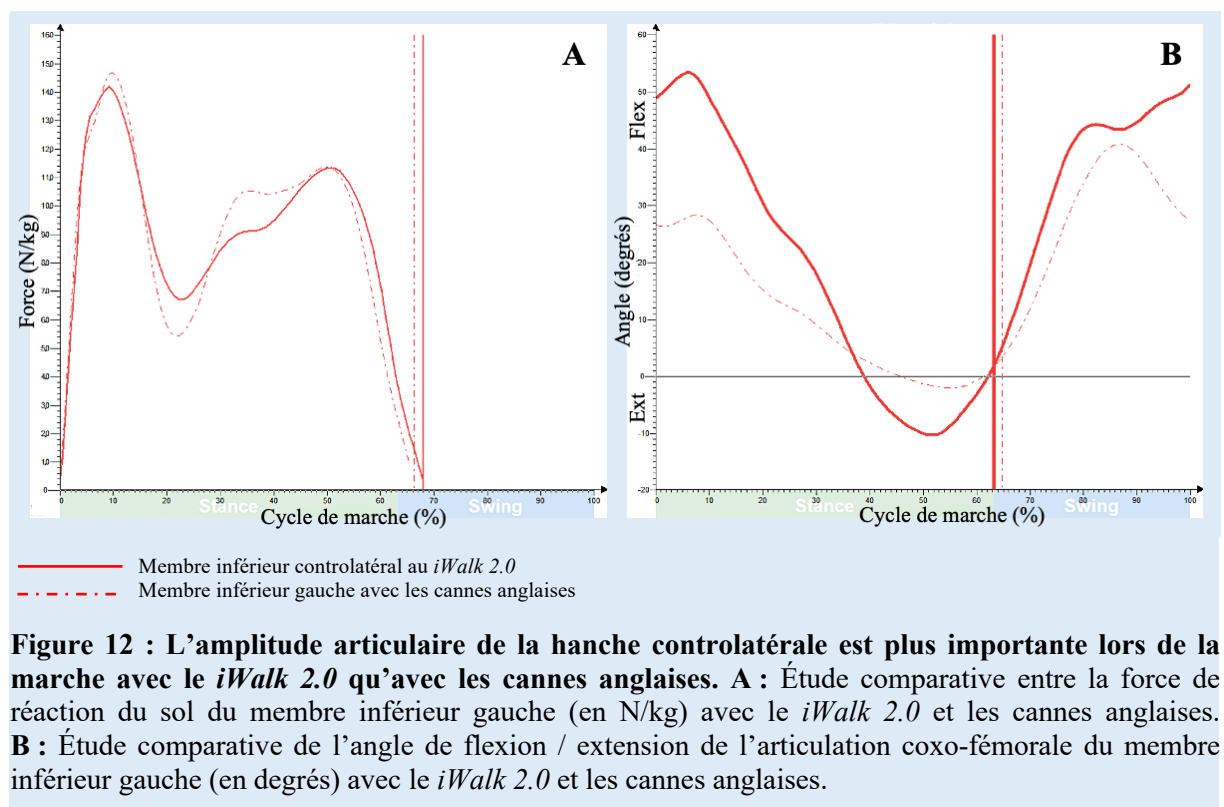
3.6.4.2. Sujet D

Les résultats obtenus sont présentés en annexe (ANNEXE IV). Comparativement au sujet C, le sujet débutant présente lors de la marche normale une extension de hanche inférieure (-4° contre -9° pour le sujet C). Cette différence se retrouve lors de la marche avec le dispositif. En effet, durant tout le cycle de marche du membre inférieur droit et du membre inférieur controlatéral, les articulations coxo-fémorales du sujet D restent en position de flexion (respectivement 21° et 2°).

Malgré cela, comme chez le sujet C, nous observons une extension maximale au moment où le patin du dispositif quitte le sol. La flexion de hanche est supérieure avec le *iWalk 2.0* à 55° , contre 46° pour le membre inférieur controlatéral et 40° lors de la marche normale.

3.6.5. Étude comparative du *iWalk 2.0* aux cannes anglaises

Nous avons étudié la force de réaction du sol et la cinématique de la hanche lors de la marche avec le *iWalk 2.0* et les cannes anglaises. Seul le membre inférieur controlatéral a été pris en compte dans cette étude, celui-ci correspondant au seul membre inférieur en contact avec le sol lors de la marche avec les cannes anglaises. L'autre membre inférieur étant en décharge totale, il ne présente pas d'intérêt pour cette question.



Nous observons des profils de courbes de la force de réaction du sol lors de la phase d'appui du membre inférieur gauche similaires entre le *iWalk 2.0* et les cannes anglaises (Fig. 12A). La phase de freinage est courte (10 % du cycle de marche) mais forte (aux alentours de 14,4 N/kg). La phase de propulsion est longue (aux alentours de 26 % du cycle de marche) et

atteint une force de même intensité avec les deux conditions. Par ailleurs, le balayage articulaire de la hanche dans le plan sagittal est plus faible avec les cannes anglaises qu'avec le *iWalk 2.0* (43° versus 65°) (Fig. 12B).

Cette étude de la marche avec le *iWalk 2.0* a révélé une mise en charge et une meilleure amplitude des deux hanches comparativement à la marche avec les cannes anglaises.

4. DISCUSSION

Le *iWalk 2.0* apparaît fonctionnel dans les activités bimanuelles de la vie quotidienne et professionnelle, notamment pour une station debout prolongée ou un retour rapide au travail. Les escaliers et les différents types de terrains ne sont pas un obstacle à son utilisation. Le *iWalk 2.0* permet une marche alternée avec deux appuis au sol, où le pas postérieur est conservé et les membres supérieurs suspendus, avec une vitesse correcte et une mise en charge des deux hanches. Néanmoins, la distance du pas avec le *iWalk 2.0* est supérieure à celle du membre inférieur non équipé. La phase d'appui est plus courte sur le patin du *iWalk 2.0*. Le débattement de l'articulation coxo-fémorale dans le plan sagittal est inférieur du côté du dispositif. La compensation de ces phénomènes par le membre inférieur controlatéral rend la marche avec le *iWalk 2.0* proche de la marche physiologique, contrairement aux cannes anglaises.

4.1. Interprétation des résultats et limites de l'étude

Ce projet a été réalisé pendant la crise sanitaire liée à la COVID-19, limitant la possibilité des tests et le choix des sujets. Mon exclusion du projet aurait réduit mon étude à une analyse simple de l'expérience d'autres sujets. Aussi, analyser, tester et évaluer moi-même le *iWalk 2.0* m'a permis d'émettre un avis personnel et une analyse critique du produit.

La population retenue ne reflète pas l'hétérogénéité du grand public car elle comprend principalement des étudiants de l'ILFMK de Nancy présentant peu de comorbidités médicales, un bon équilibre et une bonne coordination. Il faut donc être prudent dans l'application de nos résultats à la population générale.

Le *iWalk 2.0* a été testé sur un petit échantillon composé uniquement de sujets sains. Par la suite, il serait judicieux de tester ce dispositif sur une plus large population ou sur une population présentant une réelle obligation de mise en décharge de la cheville ou du pied lors d'une immobilisation prolongée, post entorse ou fracture par exemple. Cela permettrait d'obtenir plus d'informations et d'être au plus proche de la réalité, en testant le dispositif en période de convalescence (rôle premier).

Nous avons laissé l'opportunité à chaque sujet de choisir le membre inférieur qu'il souhaitait faire reposer sur le *iWalk 2.0*. Cependant, imposer le membre inférieur à équiper du dispositif aurait sûrement modifié certains paramètres spatio-temporels car chaque personne a un pied « fort ».

4.1.1. Au laboratoire du mouvement

Un seul niveau de réglage du *iWalk 2.0* a été testé pour chaque sujet lors de l'analyse au laboratoire du mouvement. Tester différents niveaux de réglage aurait peut-être montré que celui-ci influe sur les caractéristiques de la marche. Il existe quinze niveaux de réglage tous séparés de 1,1 cm, autorisant une adaptation à une majorité d'individus. Comme le mentionne la notice d'utilisation, régler l'appareil un cran plus bas serait plus facile pour s'accoutumer à l'appareil et adapter son schéma de marche. Au contraire, régler l'appareil un cran plus haut augmenterait la difficulté du passage du pas (absence de flexion de genou). Ce réglage accentuerait les compensations lors du passage du pas en fauchage ou en élévation du bassin homolatéral.

Nous observons que l'entraînement du sujet à la marche avec le *iWalk 2.0* favorise une meilleure adaptation. Le *iWalk 2.0* engendre une modification de certains paramètres spatio-temporels. À cycle de marche égal, les pas sont différents. La longueur du pas du membre inférieur équipé est supérieure à celle du membre inférieur controlatéral. La volonté d'avancer rapidement entraîne un long pas du côté du membre inférieur équipé, compensé par une longueur réduite du côté controlatéral pour retrouver une stabilité.

La phase d'appui, qui représente habituellement 60 % du cycle de marche diminue à 49 % à l'appui du membre inférieur équipé du *iWalk 2.0*. Le patin du *iWalk 2.0*, bien que légèrement incurvé, ne présente pas les caractéristiques d'un pied anatomique : longueur, largeur, activité musculaire et mobilisation articulaire. Il n'est pas non plus composé de matériaux restituants d'énergie. La phase d'appui se résume en un plateau où la même force est appliquée au sol. La forme incurvée vise à représenter le déroulement du pied lors des trois phases (freinage, monophasage, propulsion) composant la phase d'appui avec cependant moins de stabilité. Avec le membre inférieur équipé, la force de réaction du sol verticale est inférieure à celle de la marche normale lors du freinage et de la propulsion du pas. Seule la force de réaction du sol verticale a été analysée, il aurait peut-être été intéressant d'observer la force de réaction du sol antéro-postérieure pour la corréler aux résultats obtenus.

En parallèle à la phase d'appui sur le patin du *iWalk 2.0*, le membre inférieur controlatéral effectue sa phase oscillante. Également plus courte, la longueur du pas en est réduite et la force appliquée au sol lors de l'attaque du talon est nettement plus intense. Ce phénomène pourrait s'expliquer par un mauvais contrôle postural et un léger déséquilibre.

La phase d'appui du membre inférieur controlatéral est plus longue, entièrement due à la phase d'oscillation du membre inférieur équipé du *iWalk 2.0*. L'appareil est peut-être trop lourd ou trop rigide. La flexion du genou, habituellement produite à ce moment du cycle favorisant le passage du pas vers l'avant, n'est pas possible. Le transfert du poids sur le membre inférieur équipé est plus difficile, expliquant peut-être la propulsion en deux temps.

L'étude de Dewar *et al.* de 2020 sur l'activité musculaire du grand fessier, du droit fémoral, du vaste latéral et du gastrocnémien latéral confirme la présence d'une activité musculaire du côté du dispositif (moindre que dans la marche normale mais inexistante avec les cannes anglaises) et vient corroborer nos résultats (40).

Concernant la cinématique, nous avons fait le choix de nous intéresser à la hanche dans le plan sagittal car la hanche est la première articulation « libre » au-dessus du dispositif. Il aurait été intéressant d'analyser les autres mouvements induits lors de la marche tels que : la cinématique du genou et de la cheville du côté controlatéral, la dissociation des ceintures, la

bascule de bassin et le complexe lombo-pelvi-fémoral qui, comme nous le savons, accepte de nombreuses compensations.

Le membre inférieur « lésé » repose sur la plateforme du *iWalk 2.0* en position figée à 90° de flexion de genou. La partie inférieure du *iWalk 2.0* et son patin remplacent le segment tibial et le pied, sans articulation de cheville. Le dispositif installé, plus aucune mobilité articulaire du membre inférieur n'est possible, hormis la hanche. L'amointrissement du débattement articulaire de l'articulation coxo-fémorale en flexion / extension en serait peut-être la conséquence.

J'ai analysé l'enregistrement au laboratoire du mouvement grâce à mon niveau de connaissance d'étudiante et à partir de la littérature scientifique. Des analyses d'experts auraient peut-être approfondi certains résultats.

L'analyse du schéma de marche avec le *iWalk 2.0* pourrait être comparée à celle d'un sujet amputé appareillé d'une prothèse fémorale à genou fixe, dite « jambe de bois ». Cependant, de nos jours, ce type de prothèse est rare et l'évolution des technologies a permis de créer un genou prothétique mobile. En 2021, Jules DIDIERLAURENT a réalisé un mémoire intitulé « Conception et analyse du prototype *Canopée* : une alternative aux cannes anglaises » analysant un prototype avec une attache au niveau fémoral et un genou articulé.

4.1.2. Les essais dans la vie courante

Nous avons testé le *iWalk 2.0* sur terrains plats, pentus ou escaliers mais toujours sur des surfaces lisses. Les résultats auraient peut-être été différents sur sol accidenté (pelouse, cailloux, sable).

Nous observons que l'utilisation du *iWalk 2.0* dans les escaliers nécessite quelques adaptations. Comme le mentionne la notice, la montée et la descente s'effectuent marche par marche, en montant avec le membre inférieur sain et en descendant le membre inférieur reposant sur le *iWalk 2.0* en premier (49). Cette logique est celle utilisée avec les cannes anglaises lorsque l'appui partiel est autorisé. Les masseurs-kinésithérapeutes apprennent à leurs

patients la mnémotechnique « monter au paradis et descendre en enfer » pour leur permettre de réaliser au mieux cette étape fonctionnelle de la vie courante.

La réalisation des tests fonctionnels (test Timed up and go, test de marche de six minutes et test des dix mètres de marche) s'est déroulée sur un après-midi et a demandé au sujet de l'endurance, de la concentration et de l'adaptation. Il aurait été plus judicieux d'effectuer ces différents tests séparément afin que la fatigue n'influe pas sur les résultats notamment pour le test de marche de six minutes. De même l'ordre de passage avec les alternatives a peut-être une importance dans les conclusions.

Le test Timed up and go a été le premier réalisé. La chaise utilisée lors de ce test ne comportait pas d'accoudoirs et l'assise était trop basse (43 cm). En accord avec les réflexions émises par le sujet B et en corrélation avec les recommandations de la littérature scientifique, il aurait été préférable d'utiliser une chaise avec accoudoirs et une assise standard (environ 46 cm) pour faciliter la réalisation du ce test avec le *iWalk 2.0* (53).

Au cours du test de marche de six minutes, le ressenti du sujet B et les résultats obtenus auraient pu être modifiés si nous avions incité le sujet à commencer par la marche avec les cannes anglaises. Malgré quelques douleurs notables au niveau de la tubérosité tibiale antérieure, la marche avec le *iWalk 2.0* semblerait plus confortable et moins fatigante, y compris sur une longue distance, qu'avec les cannes anglaises. L'étude de Martin *et al.* de 2019 comparant le *iWalk 2.0* avec les cannes axillaires, a rapporté des résultats similaires à ceux que nous avons obtenus (39).

4.1.3. La marche : alors, *iWalk 2.0* ou cannes anglaises ?

Lors de l'ensemble de nos expériences, nous constatons que tous les sujets ont éprouvé une douleur au niveau de la tubérosité tibiale antérieure. L'étude de Rambani *et al.* de 2007 signalait déjà ce ressenti (38).

Nous observons que le membre inférieur controlatéral compense les impacts engendrés par l'usage des alternatives, quelle que soit l'alternative. Les profils de courbes de la force de

réaction du sol du membre inférieur controlatéral sont similaires entre le *iWalk 2.0* et les cannes anglaises. Par ailleurs, le débattement articulaire du membre inférieur controlatéral est supérieur lors de la marche avec le *iWalk 2.0* par rapport à la marche avec les cannes anglaises.

Bien que le membre inférieur équipé ne présente pas d'extension de hanche, le pas postérieur est conservé, tout comme la mise en charge des deux hanches. Les membres supérieurs sont suspendus, contrairement aux cannes anglaises où les rôles sont inversés : membre inférieur en décharge et membres supérieurs porteurs. La marche avec le *iWalk 2.0* est composée de deux appuis au sol permettant peut-être de favoriser le retour veineux, réduire l'atrophie musculaire et prévenir les complications liées à la mise en décharge d'un membre inférieur et faciliter ainsi la récupération.

Barth *et al.* en 2019 étudient l'utilisation du *iWalk 2.0* dans la réadaptation précoce post-opératoire d'un patient diabétique amputé du pied. Ce patient présente également une paralysie du nerf fibulaire commun du membre inférieur controlatéral. Le *iWalk 2.0* combiné à un déambulateur, a permis une verticalisation du patient et une déambulation autonome et sécurisée en une semaine. Son état général s'est très rapidement amélioré. Généralement, des complications apparaissent à la suite du maintien prolongé en position couchée ou assise (fauteuil roulant) (54).

4.2. Le *iWalk 2.0* en pratique

Selon nous, le *iWalk 2.0* serait une alternative à prendre en compte dans la prescription d'une aide technique à la marche lors d'une obligation de mise en décharge de la cheville ou du pied. En effet, le *iWalk 2.0* permettrait une indépendance précoce, la réalisation d'activités bimanuelles et un schéma de marche proche de celui de la marche physiologique.

Lors d'un traumatisme il existe différents traitements et différents délais de consolidation en fonction de la gravité de la blessure ou des objectifs de chacun. Par exemple, pour le membre inférieur, l'un des objectifs principaux est la reprise totale de l'appui. Le *iWalk 2.0* peut être l'aide technique envisagée lors de la phase de mise en décharge totale de la cheville ou du pied. Cependant, il n'est pas conçu pour la phase de retour à l'appui partiel et progressif.

Les cannes anglaises restent effectivement la seule aide technique intéressante pour la rééducation, l'apprentissage du schéma de marche et la reprise progressive de l'appui.

Par ailleurs, le *iWalk 2.0* a un coût conséquent et il n'est pas disponible dans toutes les pharmacies ni magasins distributeurs de matériel médical. Il nous a fallu un délai de deux semaines pour la livraison du *iWalk 2.0*. Ce délai peut être un frein à l'utilisation du dispositif. Par exemple, lors d'une entorse de la cheville, la mise en décharge est instantanée et de courte durée. De même lors d'un traumatisme soudain, même si la période de mise en décharge est relativement longue, le patient aura sûrement du mal à s'adapter à deux alternatives consécutives. Lors d'une opération programmée de la cheville ou du pied, la commande du *iWalk 2.0* peut, en revanche, être anticipée.

Avant de prescrire le *iWalk 2.0*, il est important d'évaluer les capacités physiques du patient comme les réactions parachutes, l'équilibre, la proprioception et la force musculaire des membres inférieurs. Il faut aussi connaître ses facteurs psycho-sociaux et ses besoins lors de la période de mise en décharge. En effet, les enjeux sont différents entre continuer à travailler, entretenir la maison et s'occuper de ses animaux domestiques ou rester en repos à domicile.

Si la pathologie et les caractéristiques du patient le permettent, le *iWalk 2.0* me semble être l'alternative à prescrire, surtout s'il n'est pas sédentaire et a besoin d'une forte indépendance. Nous recommanderions au masseur-kinésithérapeute de commander, monter et régler le dispositif en présence du patient, puis de l'accompagner lors de la première utilisation de l'appareil pour le conseiller et le sécuriser.

Une fois le patient familiarisé avec le *iWalk 2.0*, quelques étapes clés sont importantes à vérifier avant de le laisser repartir avec l'alternative, comme : Est-il capable de mettre et de retirer le dispositif seul en toute sécurité ? Arrive-t-il à marcher sur une distance d'au moins 3 m sur terrain plat et faire demi-tour sans se mettre en danger ? A-t-il retenu les précautions à prendre pour monter et descendre les escaliers ?

Il faut savoir que depuis peu (2021), il existe une nouvelle version du *iWalk 2.0*, appelée « *iWalk 3.0* ». Le *iWalk 3.0* est en vente en France sur le catalogue 2021 de La Centrale

Médicale. Peu d'éléments semblent changés, seuls certains points ont été améliorés pour augmenter le confort, la durabilité, la stabilité et faciliter le réglage. Par exemple, la plateforme du genou a intégré une cavité et un coussin plus épais avec une mousse haute résilience pour accueillir la tubérosité tibiale antérieure et améliorer le confort. Le patin, plus large de 35%, augmenterait la stabilité de 54% et faciliterait l'apprentissage de la marche avec le dispositif.

5. CONCLUSION

Le *iWalk 2.0* offre une autonomie précoce. Le schéma de marche avec le *iWalk 2.0* est proche de celui de la marche physiologique. Dans certaines pathologies nécessitant une décharge totale de la cheville ou du pied, le *iWalk 2.0* est une alternative intéressante aux cannes anglaises en termes de confort et d'autonomie.

Pour conclure, ce travail nous a permis de découvrir, d'analyser et de tester le *iWalk 2.0* : une alternative aux cannes anglaises. Les résultats obtenus, même s'ils doivent être approfondis et élargis, semblent démontrer l'intérêt de cette alternative.

Le *iWalk 2.0* est encore peu connu et utilisé en France, il serait donc intéressant de poursuivre les investigations. En effet, analyser le *iWalk 2.0* sur un plus large échantillon ou sur des patients présentant une réelle obligation de mise en décharge de la cheville ou du pied consécutive à une immobilisation, post entorse ou fracture par exemple, permettrait d'obtenir plus d'informations et d'être au plus proche de la réalité. Élaborer des directives de pratique clinique et comparer le *iWalk 2.0* à d'autres alternatives permettrait aux professionnels de santé de connaître davantage de dispositifs et de prescrire l'appareil le plus adapté en fonction des besoins physiologiques et environnementaux de chaque patient.

BIBLIOGRAPHIE

1. Rasouli F, Reed KB. Walking assistance using crutches: A state of the art review. *J Biomech.* janv 2020;98:109489.
2. Jappé V. Indications des cannes axillaires et des cannes antébrachiales dans la décharge d'un membre inférieur : analyse des publications à ce sujet. [Rennes]: IFMK; 2011.
3. Garnier, Delemare. Dictionnaire illustré des termes de médecine. 31^e éd. Maloine; 2012. 1046 p.
4. Berthe A, Dotte P. Les ambulations et les aides de marche en traumatologie. Paris: Masson; 1987. 95 p.
5. Love C. Using assisted walking devices. *J Orthop Nurs.* févr 2001;5(1):45-53.
6. Haslach HW, Borrelli JR. Crutch-like mobility assist device with rotatable footer assembly [en ligne]. US20070144568A1, 2007 [consulté le 5 avr 2021]. Disponible sur: <https://patents.google.com/patent/US20070144568A1/en?q=US20070144568A1>
7. Hoepner JM, Lin C-H. Knee walker [en ligne]. US7780180B2, 2010 [consulté le 13 mars 2021]. Disponible sur: <https://patents.google.com/patent/US7780180B2/en?q=US7780180B2>
8. Smith JN. Leg Brace [en ligne]. US9180037B1, 2015 [consulté le 6 mars 2021]. Disponible sur: <https://patents.google.com/patent/US9180037B1/en?q=US9180037B1>
9. Hunter B. Hands-free crutch [en ligne]. US9408443B2, 2016 [consulté le 9 mars 2021]. Disponible sur: <https://patents.google.com/patent/US9408443B2/en?q=US9408443B2>
10. Matthews L. Crutch device [en ligne]. US6494919B1, 2002 [consulté le 9 mars 2021]. Disponible sur: <https://patents.google.com/patent/US6494919B1/en?q=US6494919B1>
11. Hunter B. Hands-free crutch [en ligne]. US20130152986A1, 2013 [consulté le 29 avr 2021]. Disponible sur: <https://patents.google.com/patent/US20130152986A1/en?q=US20130152986A1>
12. The Best Crutch Alternative | iWALK 2.0 [Free Next Day Shipping] [en ligne]. iWALK Free. [consulté le 9 janv 2021]. Disponible sur: <https://iwalk-free.com/>

13. Angelini A, Capriotti Vittozzi G, Baldi M. The high official Harkhuf and the inscriptions of his tomb in Aswan (Egypt). An integrated methodological approach. sept 2016;71-9.
14. Epstein S. The classic. Art, history and the crutch. Clin Orthop. 1972;89:4-9.
15. Hernigou P. Crutch art painting in the Middle Ages as orthopaedic heritage (part II: the peg leg, the bent-knee peg and the beggar). Int Orthop. juill 2014;38(7):1535-42.
16. Hargrove AS. Adjustable crutch [en ligne]. US885339, 1908 [consulté le 5 mars 2021]. Disponible sur: <https://patents.google.com/patent/US885339A/en?q=US885339>
17. Petitdant B, Gouilly P. Canne anglaise? ... Origine France! (www.clystère.com). 2015;(40):39-52.
18. Thorssen AN. Crutch [en ligne]. US2197279, 1940 [consulté le 6 mars 2021]. Disponible sur: <https://patents.google.com/patent/US2197279A/en?q=US2197279>
19. Lofstrand AR. Crutch [en ligne]. US2453632, 1948 [consulté le 6 mars 2021]. Disponible sur: <https://patents.google.com/patent/US2453632A/en?q=US2453632>
20. Martin C. Étude comparative de la marche unipodale en cannes anglaises et béquilles axillaires chez des femmes âgées de 60 à 75 ans. [Nancy]: ILFMK; 2000.
21. Péliissier J, Brun V. La marche humaine et sa pathologie. Paris: Masson; 1994. 399 p.
22. Liste des produits et prestations (LPP) [en ligne]. [consulté le 21 janv 2021]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/pharmacien/exercice-professionnel/facturation-remuneration/bases-codage-lpp-medicaments/liste-produits-prestations-lpp>
23. ISO 9999:2016(fr), Produits d'assistance pour personnes en situation de handicap — Classification et terminologie [en ligne]. [consulté le 28 janv 2021]. Disponible sur: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9999:ed-6:v1:fr>
24. Canne anglaise bi-matière Advance Herdegen [en ligne]. Bastide le confort médical. [consulté le 4 avr 2021]. Disponible sur: <https://www.bastideleconfortmedical.com/canne-anglaise.html>
25. Shortell D, Kucer J, Neeley W, Leblanc M. The design of a compliant composite crutch. J Rehabil Res Dev. févr 2001;38(1):23-32.

26. Nyland J, Bernasek T, Markee B, Dundore C. Comparison of the Easy Strutter Functional Orthosis System and axillary crutches during modified 3-point gait. *J Rehabil Res Dev*. 2004;41(2):195.
27. Knee crutch [en ligne]. Pinterest. [consulté le 2 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.pinterest.fr/pin/628463322982362887/>
28. Keck JA. Mobility apparatus for person with lower leg injury [en ligne]. US20140096804A1, 2014 [consulté le 9 mars 2021]. Disponible sur: <https://patents.google.com/patent/US20140096804A1/en?q=US20140096804A1>
29. Tilsley D, Tilsley R. Knee crutch [en ligne]. US5746236A, 1998 [consulté le 13 mars 2021]. Disponible sur: <https://patents.google.com/patent/US5746236A/en?q=US5746236A>
30. Smith P. Combination crutch and knee walker device [en ligne]. US10092475B2, 2018 [consulté le 13 mars 2021]. Disponible sur: <https://patents.google.com/patent/US10092475B2/en?q=US10092475B2>
31. Knee walker [en ligne]. Pinterest. [consulté le 2 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.pinterest.fr/pin/708191110137967523/>
32. Knee walker [en ligne]. Pinterest. [consulté le 2 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.pinterest.fr/pin/52846995607847648/>
33. Freedom Leg brace [en ligne]. Freedom Leg brace. [consulté le 6 mars 2021]. Disponible sur: <https://www.freedomleg.com>
34. Schwabe C, Kraus M, Wasserman TK. Hands-Free Wearable Crutch [en ligne]. Bioeng Sr Theses. [consulté le 3 mars 2021]. Disponible sur: https://scholarcommons.scu.edu/bioe_senior/76
35. Freedomleg [en ligne]. Pinterest. [consulté le 2 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.pinterest.fr/pin/328340629081408078/>
36. Nurse Practitioner Returns to COVID Frontlines Days After Getting Surgery: « You Step Up and Do It » [en ligne]. PEOPLE.com. [consulté le 28 mars 2021]. Disponible sur: <https://people.com/human-interest/er-nurse-practitioner-returns-to-work-days-after-surgery-coronavirus-pandemic-iwalk/>

37. Dalton AJ, Maxwell DG, Kreder HJ, Borkhoff CM. Prospective clinical evaluation comparing standard axillary crutches with the hands free crutch. *Physiother Can.* 2002;110-5.
38. Rambani R, Shahid MS, Goyal S. The use of a hands-free crutch in patients with musculoskeletal injuries: randomized control trial: *Int J Rehabil Res.* déc 2007;30(4):357-9.
39. Martin KD, Unangst AM, Hug J. Patient preference and physical demand for hands-free single crutch vs standard axillary crutches in foot and ankle patients. *Am Orthop Foot Ankle Soc.* 2019;1-6.
40. Dewar C, Martin KD. Comparison of Lower Extremity EMG Muscle Testing With Hands-Free Single Crutch vs Standard Axillary Crutches. *Foot Ankle Orthop.* juill 2020;5(3):247301142093987.
41. RageofMars. iWalk 2.0 Review - Achilles Tendon Rupture (ATR) [en ligne]. 2016 [consulté le 11 avr 2021]. Disponible sur: <https://www.youtube.com/watch?v=LbG9Dqf8bBM>
42. Article 1 - Arrêté du 9 janvier 2006 fixant la liste des dispositifs médicaux que les masseurs-kinésithérapeutes sont autorisés à prescrire - Légifrance [en ligne]. Légifrance. [consulté le 16 janv 2021]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000001908523
43. Viel É. La marche humaine, la course et le saut : Biomécanique, explorations, normes et dysfonctionnements. Paris: Masson; 2000. 280 p.
44. Bennell K, Dobson F, Hinman R. Measures of physical performance assessments: Self-Paced Walk Test (SPWT), Stair Climb Test (SCT), Six-Minute Walk Test (6MWT), Chair Stand Test (CST), Timed Up & Go (TUG), Sock Test, Lift and Carry Test (LCT), and Car Task. *Arthritis Care Res.* nov 2011;63(S11):S350-70.
45. Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A Qualitative Systematic Overview of the Measurement Properties of Functional Walk Tests Used in the Cardiorespiratory Domain. *Chest.* janv 2001;119(1):256-70.
46. Abdel Kafi S, Deboeck G. Question 3-7. Le test de marche de six minutes en réhabilitation respiratoire. *Rev Mal Respir.* nov 2005;22(5):54-8.

47. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *Am J Respir Crit Care Med.* juill 2002;166(1):111-7.
48. VICON N. Plug-in gait reference guide [en ligne]. Beyond motion; 2020 [consulté le 28 févr 2021]. Disponible sur: <https://docs.vicon.com/display/Nexus211/Plug-in+Gait+Reference+Guide>
49. iWALK2.0 User Manual French [en ligne]. Dropbox. [consulté le 11 avr 2021]. Disponible sur: https://www.dropbox.com/sh/nmex5sxdvegrvad/AADXUzx-179Q6AQ4pE1JVU_Ca?dl=0
50. iWalk-Free (Official Youtube Channel). Assemble Your iWALK2.0 [en ligne]. 2020 [consulté le 14 avr 2021]. Disponible sur: <https://www.youtube.com/watch?v=4--iIufXpJ0&t=4s>
51. iWalk-Free (Official Youtube Channel). Fitting Your iWALK2.0 [en ligne]. 2020 [consulté le 14 avr 2021]. Disponible sur: https://www.youtube.com/watch?v=senyF-5_U3I
52. iWalk-Free (Official Youtube Channel). First Time Walking On Your iWALK2.0 [en ligne]. 2020 [consulté le 14 avr 2021]. Disponible sur: <https://www.youtube.com/watch?v=VB7maQ0Q7fM&t=1s>
53. Podsiadlo D, Richardson S. The Timed "Up & Go": A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *J Am Geriatr Soc.* févr 1991;39(2):142-8.
54. Barth U, Wasseroth K, Halloul Z, Meyer F. Alternative Mobilization by Means of a Novel Orthosis in Patients after Amputation. *Z Für Orthop Unfallchirurgie.* févr 2020;158(01):75-80.

ANNEXES

ANNEXE I : Consentements éclairés.

ANNEXE II : Préliminaires à l'enregistrement au laboratoire du mouvement.

ANNEXE III : Observation du schéma de marche.

ANNEXE IV : Résultats obtenus au laboratoire du mouvement du sujet D.

ANNEXE I : Consentements éclairés.

**ÉTUDE PRÉLIMINAIRE DU iWALK 2.0 :
UNE ALTERNATIVE AUX CANNES ANGLAISES**

Formulaire de consentement éclairé

Je soussigné(e), ~~M~~, Mme. [redacted] né(e) le 08/06/1971


- ⇒ Reconnaiss avoir reçu **oralement** toutes les informations nécessaires précisant les modalités de déroulement de cette étude.
- ⇒ J'ai eu la possibilité de poser toutes les questions qui me paraissaient utiles pour la bonne compréhension et j'ai reçu des réponses claires et précises.
- ⇒ J'ai disposé d'un délai de réflexion suffisant avant de prendre ma décision.
- ⇒ J'accepte librement et volontairement de participer à cette étude.
- ⇒ Je suis conscient(e) que je peux arrêter à tout moment ma participation sans supporter aucune responsabilité.

Je donne mon accord pour participer à cette étude dans les conditions ci-dessous.

- ⇒ Cet accord ne décharge en rien les organisateurs de l'étude de leur responsabilité.
- ⇒ Toutes les données et informations qui me concernent resteront strictement confidentielles.
- ⇒ Je pourrai à tout moment demander toute information complémentaire à l'organisateur de l'étude.

Fait à St Remenant, le 13/11/2020

Signature de l'investigateur



Signature du Volontaire
précédée de la mention « lu et approuvé »

lu et approuvé
[redacted]

Formulaire de consentement élaboré dans le cadre d'un mémoire de fin d'étude (Camille GIRARD)

Figure 1 : Consentement éclairé du sujet A.

ÉTUDE PRÉLIMINAIRE DU iWALK 2.0 :
UNE ALTERNATIVE AUX CANNES ANGLAISES

Formulaire de consentement éclairé

Je soussigné(e), ~~M~~, Mme... [redacted]né(e) le.. 27.08./1998

- ⇒ Reconnaiss avoir reçu **oralement** toutes les informations nécessaires précisant les modalités de déroulement de cette étude.
- ⇒ J'ai eu la possibilité de poser toutes les questions qui me paraissaient utiles pour la bonne compréhension et j'ai reçu des réponses claires et précises.
- ⇒ J'ai disposé d'un délai de réflexion suffisant avant de prendre ma décision.
- ⇒ J'accepte librement et volontairement de participer à cette étude.
- ⇒ Je suis conscient(e) que je peux arrêter à tout moment ma participation sans supporter aucune responsabilité.

Je donne mon accord pour participer à cette étude dans les conditions ci-dessous.

- ⇒ Cet accord ne décharge en rien les organisateurs de l'étude de leur responsabilité.
- ⇒ Toutes les données et informations qui me concernent resteront strictement confidentielles.
- ⇒ Je pourrai à tout moment demander toute information complémentaire à l'organisateur de l'étude.

Fait à St Remimont, le... 06/11/2020

Signature de l'investigateur



Signature du Volontaire
précédée de la mention « lu et approuvé »

Lu et approuvé



Formulaire de consentement élaboré dans le cadre d'un mémoire de fin d'étude (Camille GIRARD)

Figure 2 : Consentement éclairé du sujet B.

ÉTUDE PRÉLIMINAIRE DU iWALK 2.0 :
UNE ALTERNATIVE AUX CANNES ANGLAISES

Formulaire de consentement éclairé

Je soussigné(e), M, Mme... [redacted]né(e) le 03/02/1997

- ⇒ Reconnaiss avoir reçu **oralement** toutes les informations nécessaires précisant les modalités de déroulement de cette étude.
- ⇒ J'ai eu la possibilité de poser toutes les questions qui me paraissaient utiles pour la bonne compréhension et j'ai reçu des réponses claires et précises.
- ⇒ J'ai disposé d'un délai de réflexion suffisant avant de prendre ma décision.
- ⇒ J'accepte librement et volontairement de participer à cette étude.
- ⇒ Je suis conscient(e) que je peux arrêter à tout moment ma participation sans supporter aucune responsabilité.

Je donne mon accord pour participer à cette étude dans les conditions ci-dessous.

- ⇒ Cet accord ne décharge en rien les organisateurs de l'étude de leur responsabilité.
- ⇒ Toutes les données et informations qui me concernent resteront strictement confidentielles.
- ⇒ Je pourrai à tout moment demander toute information complémentaire à l'organisateur de l'étude.

Fait à Nancy....., le 02/02/2021

Signature de l'investigateur



Signature du Volontaire

précédée de la mention « lu et approuvé »

lu et approuvé



Formulaire de consentement élaboré dans le cadre d'un mémoire de fin d'étude (Camille GIRARD)

Figure 3 : Consentement éclairé du sujet D.

ANNEXE II : Préliminaires à l'enregistrement au laboratoire du mouvement.

RENSEIGNEMENTS PATIENT

DIRECTORY : _____ MEDECIN PRESCRIPTEUR : _____

NOM : _____ **Prénom :** _____

Date : _____ Session : _____

Adresse : _____

Téléphone : _____

Date de Naissance : _____

Gaucher **Droitier**

Diagnostic, type de prothèse : _____

Poids : _____ Kg Taille : _____ mm

Distance inter ASI : _____ mm

Longueur épine iliaque, malléole interne **Gauche :** _____ mm **Droit :** _____ mm

Largeur des genoux **Gauche :** _____ mm **Droit :** _____ mm

Largeur des chevilles **Gauche :** _____ mm **Droit :** _____ mm

Tibiale torsion **Gauche :** _____ ° **Droit :** _____ °

Epaule **Gauche :** _____ mm **Droit :** _____ mm

Largeur coude **Gauche :** _____ mm **Droit :** _____ mm

Epaisseur poignet **Gauche :** _____ mm **Droit :** _____ mm

Epaisseur main **Gauche :** _____ mm **Droit :** _____ mm

Longueur pieds (pointure) **Gauche :** _____ **Droit :** _____

Modèle utilisé : Habituel Complet Autre :

EMG : oui non

LABORATOIRE D'ANALYSE CLINIQUE DU MOUVEMENT ET DE LA POSTURE, INSTITUT REGIONAL DE READAPTATION DE NANCY

Figure 1 : Fiche renseignements.



Figure 2 : Photographies de l'installation des marqueurs réfléchissants selon le modèle Plug-In-Gait de ViconTM.

ANNEXE III : Observation du schéma de marche.

Tableau I : Analyse qualitative de la marche selon huit critères définis par Viel.

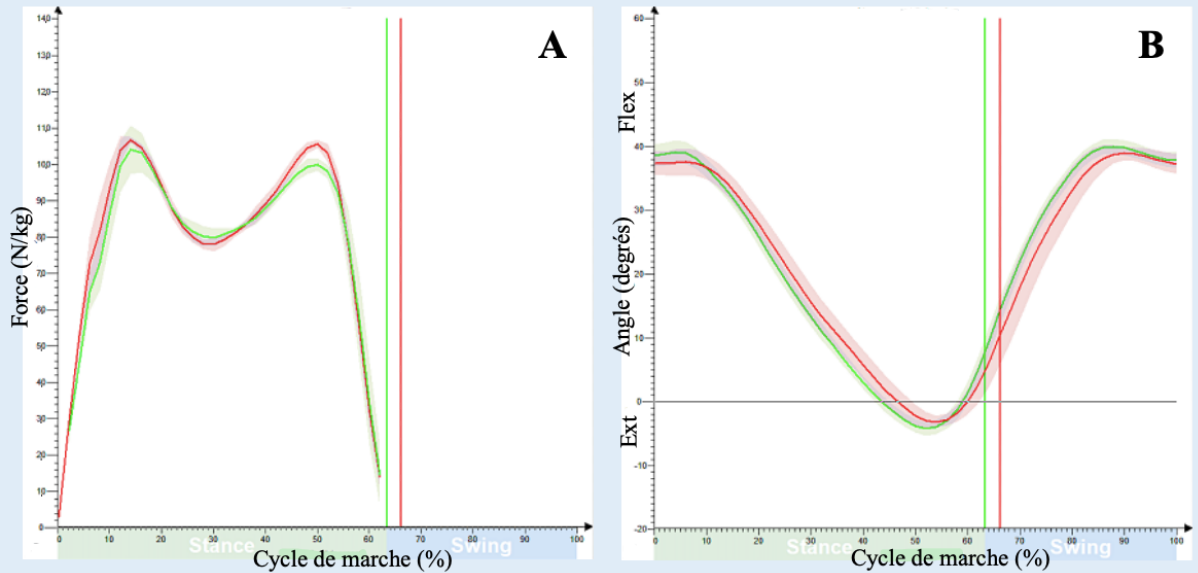
Critères	Codification	Score
Attitude générale du corps pendant la marche	0 = Aspect décidé, pas d'appréhension 1 = centre de gravité tête-bras-tronc (TBT) un peu avant au décolllement du talon, coordination satisfaisante 2 = TBT en permanence vers l'avant, un peu d'incoordination jambes / bras 3 = TBT en permanence en arrière du pied d'appui, pas très hésitants	1
Variabilité de la démarche et de la progression	0 = mouvements fluides, égaux en longueur et en rapidité 1 = interruption occasionnelle du rythme 2 = rythme imprévisible, rythmicité perturbée du balancement des membres supérieurs 3 = mouvements totalement erratiques au cours du déplacement	0
Équilibre et pertes d'équilibre soudaines	0 = pas de perte d'équilibre brutale, déviation minime de la rectitude admise 1 = une seule déviation latérale sur 30 m 2 = deux déviations latérales sur 30 m 3 = trois ou plus déviations latérales sur 30 m	0
Netteté de la pose du talon au sol	0 = angle marqué de la cheville et impact direct 1 = contact talon/sol à peine visible 2 = le pied se pose directement à plat au sol 3 = l'avant-pied se pose avant l'arrière-pied	1
Extension de hanche observable pendant la déambulation	0 = extension de hanche visible au moment du contact du talon controlatéral 1 = angulation à peine visible 2 = la cuisse reste verticale pendant la phase d'oscillation 3 = la hanche reste en flexion pendant l'appui et au moment du contact talon/sol	2
Synchronie entre le membre supérieur et le membre inférieur	0 = synchronisation satisfaisante 1 = bras et jambes asynchrones pendant 25 % de la distance de 30m 2 = bras et jambes observés hors de la phase pendant 50% de la distance 3 = absence presque totale de synchronie entre bras et jambes	0
Distance observée entre les pieds d'appui	0 = le talon du pied avant attaque le nettement en avant (15 à 20 cm) de l'avant-pied opposé 1 = le talon du pied avant attaque le sol à moins de 10 cm de l'avant-pied opposé 2 = le talon du pied avant se place au niveau de l'avant-pied 3 = le talon du pied avant est reposé à côté de l'autre pied, ou en arrière de celui-ci	0
Durée du double contact	0 = durée du double contact brève, aucune hésitation 1 = hésitation perceptible et fréquente mais non constante 2 = hésitation constante et longue avant de passer d'un pied d'appui à l'autre 3 = les temps de double contact sont longs et erratiques, comme si le marcheur réfléchissant avant de faire le pas suivant	1
Résultats	Score : désastreux > ou = 20, mauvais = 16 à 18, passable = 14	5

ANNEXE IV : Résultats obtenus au laboratoire du mouvement du sujet D.

Tableau I : Les paramètres spatio-temporels de la marche du sujet D.

Condition de marche	Sans aide technique		<i>iWalk 2.0</i>		Cannes anglaises
	Gauche	Droit	Gauche	Droit (équipé)	Gauche
Cadence (pas/min)	108	107	94	92	82
Vitesse de marche (m/s)	1,25	1,23	0,91	0,92	1,36
Durée du cycle (s)	1,12	1,13	1,27	1,31	1,46
Distance du cycle (m)	1,39	1,39	1,15	1,21	1,98
Durée du pas (s)	0,55	0,58	0,59	0,72	
Distance du pas (m)	0,68	0,71	0,54	0,66	
Phase d'appui (%)	64	62	67	52	60
Durée du simple appui (s)	0,41	0,40	0,58	0,42	
Durée du double appui (s)	0,31	0,31	0,27	0,25	

Sans aide technique



Avec le *iWalk 2.0*

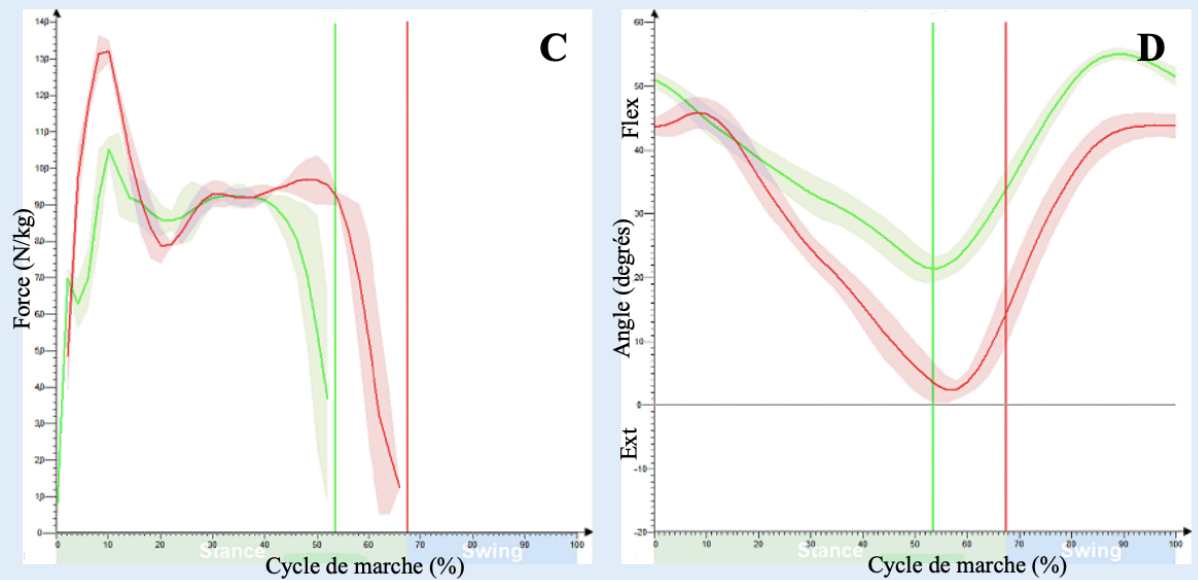


Figure 1 : Présentation des résultats obtenus au laboratoire du mouvement du sujet D. A et B : Analyse de la force de réaction du sol (N/kg) en fonction du pourcentage du cycle de marche (A) et de la cinématique en flexion / extension de l'articulation coxo-fémorale (angle en degrés) en fonction du pourcentage du cycle de marche (B) lors de la marche sans aide technique. C et D : Analyse de la force de réaction du sol (N/kg) en fonction du pourcentage du cycle de marche (C) et de la cinématique en flexion / extension de l'articulation coxo-fémorale (angle en degrés) en fonction du pourcentage du cycle de marche (D) lors de la marche avec le *iWalk 2.0*.

Étude préliminaire du *iWalk 2.0* : une alternative aux cannes anglaises

INTRODUCTION : De nombreuses alternatives aux cannes anglaises plus ou moins innovantes ont été développées ces dernières années. En s'appuyant sur un concept intéressant, une fixation directement sur le membre inférieur libérant les mains, une alternative se démarque : le *iWalk 2.0*. Ce dispositif est encore peu connu en France. Le but de cette étude est d'évaluer sa fonctionnalité, son impact sur les facteurs spatio-temporels de la marche et sur la cinématique de la hanche dans le cadre d'une nécessité de mise en décharge de la cheville ou du pied. **MÉTHODE :** Une étude préliminaire a été réalisée sur quatre sujets sains volontaires âgés de 22 à 49 ans. Les caractéristiques anthropométriques ont été recueillies. Chaque sujet équipé du *iWalk 2.0*, a réalisé un test fonctionnel de la vie courante ou un test d'analyse de la marche au laboratoire du mouvement. **RÉSULTATS :** Le *iWalk 2.0* permet une indépendance précoce dans les activités bimanuelles de la vie quotidienne et professionnelle nécessitant une station debout prolongée. Avec cette alternative, la marche est alternée avec deux appuis au sol, une vitesse correcte et une mise en charge des deux hanches. Néanmoins, la phase d'appui est plus courte sur le patin du *iWalk 2.0* et l'amplitude de l'articulation coxo-fémorale dans le plan sagittal est inférieure du côté du dispositif. **DISCUSSION ET CONCLUSION :** Le membre inférieur controlatéral compense le membre inférieur équipé rendant la marche avec le *iWalk 2.0* proche de la marche physiologique. Le *iWalk 2.0* apparaît comme une alternative à considérer par le masseur-kinésithérapeute, prescripteur d'aide technique. Alternative peu utilisée en France, il serait intéressant de poursuivre les études pour connaître l'effet de son utilisation lors d'une période, d'une ou plusieurs semaines, de mise en décharge totale de la cheville ou du pied.

MOTS-CLÉS : alternative, analyse de la marche, cannes anglaises, *iWalk 2.0*, mains libres

Preliminary study of the *iWalk 2.0* : an alternative to conventional crutches

INTRODUCTION : In recent years, numerous crutch alternatives have been developed with varying levels of innovation. Based on an interesting concept – a fixation directly on the lower limb to leave both hands free – an alternative stands out: the *iWalk 2.0*. This device is still little-known in France. The aim of this study is to assess its functionality, its impact on spatiotemporal factors of gait and on hip kinematics in the context of a necessity to unload the ankle or the foot. **METHODS :** A preliminary study was conducted on four healthy subjects aged 22 to 49 years. Anthropometric characteristics were collected. Each subject was equipped with the *iWalk 2.0* and performed either a test of functional ability in daily living activities, or a gait analysis test at the laboratory of movement. **RESULTS :** The *iWalk 2.0* enables early independence in bimanual activities of daily and professional living requiring prolonged standing. With this alternative, gait is alternated with two supports on the ground, appropriate speed, and load on both hips. Nevertheless, the stance phase is shorter on the *iWalk 2.0* pad, and the range of amplitude of the hip joint in the sagittal plane is lower on the side of the device. **DISCUSSION AND CONCLUSION :** Walking with the *iWalk 2.0* is close to physiological walking, as the contralateral lower limb compensates for the equipped lower limb. The *iWalk 2.0* appears to be an alternative which should be considered by physiotherapists prescribing ambulatory assistive devices. This alternative being seldom used in France, it would be interesting to further research the effects of its use over longer periods of total discharge of the ankle or the foot.

KEYWORDS : alternative, gait analysis, crutches, *iWalk 2.0*, hands-free