



## Avertissement

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

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

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

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

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

## Liens utiles

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122. 4.

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

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

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

MINISTÈRE DE LA SANTÉ

RÉGION GRAND EST

INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE DE NANCY

**Mesure du niveau d'activité physique de patients  
présentant un pied varus-équin suite à un accident  
vasculaire cérébral, avec et sans appareillage,  
en conditions écologiques**

Sous la direction de Gilles ARENO

Mémoire présenté par **Pauline REGNERI**  
étudiant en 4<sup>ème</sup> 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 2016-2020



## UE 28 – MÉMOIRE

### DECLARATION SUR L'HONNEUR CONTRE LE PLAGIAT

Je soussignée, **Pauline REGNERI**

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 01/05/2020

Signature :

## Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier Gilles ARENO pour son implication et son aide pour la réalisation de ce mémoire. Un grand merci pour l'accompagnement tant dans la réalisation du mémoire que pour m'avoir rassurée lors des périodes de doutes et d'incertitudes concernant les échéances.

Je tiens également à remercier Mme Mélanie JAMBEAU pour sa disponibilité et ses conseils qui m'ont apporté énormément de réponse lors de mes interrogations.

Je remercie Renée KLEIN pour la relecture de mon travail qui ne fut pas sans difficultés surtout quand le milieu scientifique est un domaine méconnu pour la personne.

Enfin j'aimerais remercier mes proches qui m'ont soutenue tout au long de la réalisation de ce mémoire et qui ont su supporter mon stress et mes doutes.

## **RÉSUMÉ/ABSTRACT**

### **Mesure du niveau d'activité physique de patients présentant un pied varus-équin suite à un accident vasculaire cérébral, avec et sans appareillage, en conditions écologiques**

**Introduction :** Une des principales conséquences après un accident vasculaire cérébral est la présence d'un pied varus-équin chez le sujet hémiplégique. Pour compenser le trouble de la marche qu'il entraîne, les sujets utilisent différents types d'orthèses, dont la Stimulation Electrique Fonctionnelle (SEF). Alors que les tests en laboratoire n'ont montré aucune supériorité entre les différentes orthèses, le but de cette étude est d'évaluer l'impact de la SEF sur l'activité et la participation des patients après un AVC, en conditions écologiques.

**Matériels et Méthode :** Les sujets inclus dans l'étude ont effectué trois week-ends avec un actimètre positionné sur la cheville non-parétique : le premier et troisième week-ends avec leur orthèse classique et le deuxième week-end avec leur SEF. Les critères d'évaluation principaux sont le nombre de pas effectués par le sujet au cours de ces périodes ainsi que les données d'accélération recueillies par l'Actigraph GT3X®.

**Résultats :** Suite à la crise sanitaire, sur les neuf sujets initiaux, trois sujets ont pu participer entièrement à l'étude et trois autres ont pu effectuer les deux premiers week-ends. Les différents critères analysés ont été : nombre de pas, accélération moyenne au cours du week-end, temps passé en activité et temps à pratiquer une activité physique modérée et/ou intense. Sur les six participants, trois ont montré une amélioration sur au moins 3 critères d'évaluation lors du week-end avec la SEF comparé au(x) week-end(s) sans. A l'inverse, les trois autres participants ont diminué leurs mesures sur au moins trois des quatre critères.

**Discussion :** Le nombre de sujets participant à l'étude est trop faible pour tirer des conclusions sur l'impact de la SEF sur l'activité et la participation des patients présentant un pied varus-équin après un AVC. Il est possible que la SEF ait un impact positif sur les sujets avec une activité physique initiale modérée et/ou importante. En plus de l'activité physique, l'utilisation ou non d'aides techniques avec la SEF est également un élément à prendre en compte.

**Mots clés :** Accéléromètre, Accident Vasculaire Cérébral, Activité physique, Stimulation Electrique Fonctionnelle

---

### **Measurement of physical activity level of patients presenting foot drop following a stroke, with and without appliances, in ecological conditions**

**Introduction:** One of the main consequences following a stroke is the presence of foot drop for the hemiplegic subject. To compensate for the gait disorder it causes, subjects use different types of orthoses including Functional Electrical Stimulation (FES). While laboratory tests showed no superiority between the orthoses, the aim of this study is to evaluate the impact of FES on patient activity and participation after stroke in ecological conditions.

**Materials and Method:** Subjects included in the study carried out three weekends with an actimeter positioned on the non-paretic ankle: the first and third weekend with their conventional orthosis and the second weekend with their SEF. The main evaluation criteria were the number of steps taken by the subject during these periods and the acceleration data collected by the Actigraph GT3X®.

**Results:** As a result of the health crisis, of the nine initial subjects, three were able to participate fully in the study and three others were able to participate on the first two weekends. The following criteria were analyzed: number of steps, average acceleration over the weekend, time spent in activity and time spent in moderate and/or intense physical activity. Out of the six participants, three showed an improvement on at least 3 evaluation criteria during the weekend with FES compared to the weekend(s) without. In contrast, the other three participants decreased their measurements on at least three of the four criteria.

**Discussion:** The number of subjects participating in the study is too small to make conclusions about the impact of FES on the activity and participation of patients with foot drop following a stroke. It is possible that FES has a positive impact on subjects with moderate and/or high initial physical activity. Beside physical activity, the use or non-use of technical aids with FES is an element to be taken into account when choosing an orthosis.

**Keywords:** Accelerometer, Stroke, Physical Activity, Functional Electrical Stimulation

## SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Problématisation.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. L'accident vasculaire cérébral.....</b>	<b>3</b>
1.2.1. Etiologie.....	3
1.2.2. Physiopathologie .....	5
1.2.3. Tableaux cliniques.....	6
<b>1.3. La marche.....</b>	<b>7</b>
1.3.1. Conséquences de l'AVC sur la marche .....	8
1.3.2. Prise en charge du pied varus-équin pour améliorer la marche .....	9
1.3.3. Bilan de la marche chez le patient AVC .....	12
<b>1.4. L'actimétrie .....</b>	<b>13</b>
<b>2. MATERIELS ET METHODE .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. Caractéristiques de l'étude .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2. Stratégie de recherche .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3. Population .....</b>	<b>15</b>
2.3.1. Recrutement de la population.....	15
2.3.2. Critères d'inclusion et de non-inclusion de la population .....	16
2.3.3. Critères d'exclusion de la population .....	16
2.3.4. Présentation des sujets .....	16
<b>2.4. Méthode de l'étude .....</b>	<b>17</b>
2.4.1. Déroulement global de l'étude .....	17
2.4.2. Temps 1 et prérequis.....	18
2.4.3. Temps 2 .....	19
2.4.4. Temps 3 .....	19
<b>2.5. Critères d'évaluation .....</b>	<b>19</b>
<b>2.6. Matériels .....</b>	<b>20</b>
2.6.1. Actigraph GT3X® .....	20
2.6.2. Les différents logiciels utilisés .....	21
<b>2.7. Anonymat de la population.....</b>	<b>21</b>
<b>2.8. Analyse des données statistiques .....</b>	<b>22</b>

<b>3. RESULTATS</b> .....	<b>24</b>
<b>3.1. Analyse podométrique</b> .....	<b>25</b>
3.1.1. Temps 1 versus Temps 2.....	25
3.1.2. Temps 1 versus Temps 3.....	26
3.1.3. Temps 2 versus Temps 3.....	26
<b>3.2. Analyse accélérométrique</b> .....	<b>26</b>
3.2.1. Analyse des tests 6MWT.....	26
3.2.2. Analyse de l'ensemble du week-end.....	26
3.2.3. Analyse des périodes d'activité des sujets.....	28
<b>4. DISCUSSION</b> .....	<b>29</b>
<b>4.1. Interprétation des résultats</b> .....	<b>30</b>
4.1.1. Comparaison entre Temps 1-Temps 2-Temps 3.....	30
4.1.2. Comparaison Temps 1-Temps 2.....	31
4.1.3. Intérêt de la SEF dans l'activité physique.....	32
4.1.4. Autre intérêt de la SEF.....	33
<b>4.2. Comparaison avec la littérature</b> .....	<b>34</b>
<b>4.3. Application clinique et intérêt pour la pratique professionnelle</b> .....	<b>36</b>
<b>4.4. Qualités et limites de cette étude</b> .....	<b>37</b>
4.4.1. Qualités méthodologiques.....	37
4.4.2. Limites méthodologiques.....	37
4.4.2.1. Biais de sélection et de recrutement.....	38
4.4.2.2. Biais d'attrition.....	38
4.4.2.3. Biais méthodologiques.....	38
4.4.2.4. Biais de mesure.....	39
<b>4.5. Perspective d'approfondissement et de réorientation du travail par rapport aux résultats obtenus</b> .....	<b>39</b>
<b>5. CONCLUSION</b> .....	<b>41</b>

## **BIBLIOGRAPHIE**

## **ANNEXES**

## LISTES DES ABREVIATIONS

**AIT** : Accident Ischémique Transitoire

**AQM** : Analyse Qualitative de la Marche

**AVC** : Accident Vasculaire Cérébral

**BBT** : Berg Balance Test

**CIF** : Classification Internationale Fonctionnelle

**CNRFR** : Centre National de Rééducation Fonctionnelle et de Réadaptation

**HAS** : Haute Autorité de Santé

**HLH** : Hémianopsie Latérale Homonyme

**HTA** : Hyper Tension Artérielle

**INSERM** : Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale

**MAS** : Motor Assessment Scale

**MI** : Membre Inférieur

**MK** : Masseur-Kinésithérapeute

**NSU** : Négligence Spatiale Unilatérale

**PIADS** : Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale

**QUEST** : Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology

**SCED** : Single Cased Experimental Design

**SEF** : Stimulation Electrique Fonctionnelle

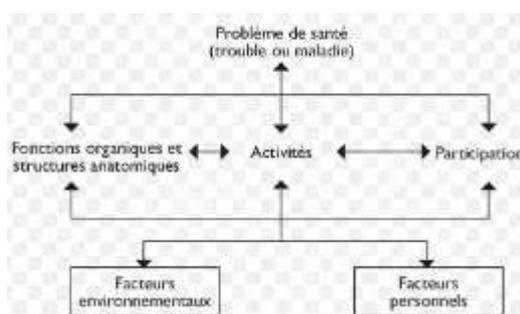
**TUG** : Timed Up and Go

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. Problématisation

Les maladies cardio-vasculaires sont la première cause de mortalité dans le monde (1). Concernant plus particulièrement l'accident vasculaire cérébral (AVC), dans le Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire (BEH) numéro 2 de 2019, les auteurs mettent en avant dans la discussion le taux d'incidence annuel d'AVC dans la population européenne de plus de 35 ans qui est de 214 pour 100 000 habitants (2). En 2019 en France, l'Institut Nationale de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM) estime à 140 000 le nombre de nouveaux cas par an, soit environ un AVC toutes les quatre minutes (3).

75 % des AVC surviennent après 65 ans et cette pathologie reste la première cause d'handicap non traumatique (3,4). L'AVC est également la deuxième cause de mortalité en France (et même la première cause chez la Femme) avec 44,7 décès pour 100 000 habitants en 2013 (5). Ces chiffres montrent ainsi l'enjeu majeur de santé publique que représente l'AVC. Il est donc nécessaire que le modèle de santé actuelle développe la prévention de cette pathologie mais également des solutions pour améliorer la qualité de vie des patients post-AVC.



*Figure 1 : Diagramme de la CIF*

Le masseur-kinésithérapeute (MK) est un acteur majeur de la réhabilitation des personnes ayant subi un AVC. Il s'appuie sur la classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF) pour évaluer le patient selon trois niveaux d'expertise : la fonction, l'activité et la participation (Fig. 1)(6). En 1995, Perry et *al.* ont par ailleurs créé une classification du handicap (restriction de la participation) chez l'AVC en fonction du niveau d'indépendance de marche de la personne montrant la place prépondérante de la marche dans la qualité de vie du patient (7).

Après un AVC, la position du pied en varus-équin est généralement une atteinte résiduelle diminuant la stabilité de l'appui. Pour pallier cette déficience, les patients peuvent utiliser des orthèses de cheville de type liberté, statique, dynamique mais également des dispositifs de stimulation électrique fonctionnelle (SEF). Le choix de l'orthèse se fait à l'aide de la réalisation de tests fonctionnels tels que les tests de 6 minutes (6MWT), des 10 mètres (10MWT), le *Berg Balance Test* (BBT), le *Time Up and Go* (TUG) et également d'une analyse qualitative de la marche (AQM) qui permettent de quantifier les déficiences secondaires à l'AVC (8). Ainsi, de nombreuses études ont été effectuées pour comparer l'efficacité des orthèses corrigeant la déformation en pied varus-équin par rapport aux SEF. Elles n'ont montré aucune différence significative sur la vitesse de marche en utilisant l'un ou l'autre des dispositifs (8–12). Cependant, les critères secondaires de ces études ont permis de mettre en évidence une supériorité de la SEF sur les autres orthèses au niveau de la satisfaction des patients (8,10,11,13). Mais dans le cadre d'études réalisées en laboratoire tout ceci ne reste que des suppositions. L'inconvénient majeur de ces études est que les tests sont réalisés en laboratoire, il y a donc un manque d'interactions avec la société, ainsi que l'absence des conditions environnementales réelles dans lesquelles les patients évoluent à leur domicile, sur leur lieu de travail et dans leur quotidien.

Ces dernières années une nouvelle technologie est apparue pour permettre le bilan des patients en milieu écologique : l'actimétrie (14–19). Cette technique permet d'estimer le degré d'activité physique des patients en mesurant la quantité d'accélération générée par le patient lors du mouvement, sur une période donnée. Son utilisation a notamment été testée et validée sur des patients AVC (20–22). Cependant aucune étude utilisant les accéléromètres n'a été utilisée pour comparer l'activité physique des patients avec une orthèse classique ou un dispositif de SEF.

**L'objet de cette étude est donc d'évaluer quel est l'impact de la SEF sur l'activité et la participation en conditions écologiques chez un patient AVC en phase chronique.**

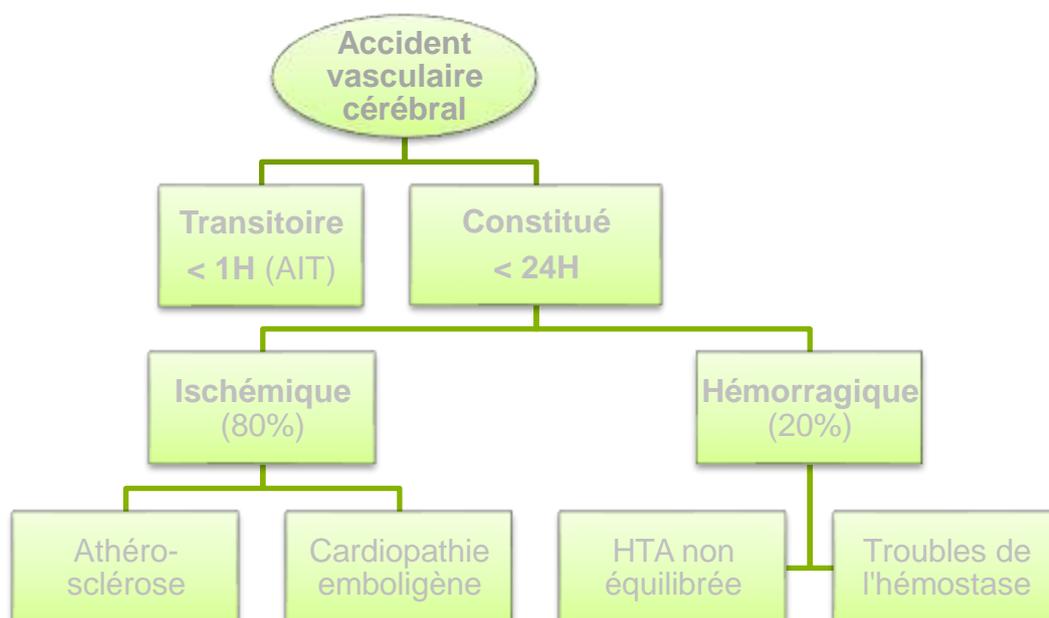
L'hypothèse de l'étude est que l'utilisation de la SEF après un AVC, en phase chronique, aurait un impact bénéfique sur le niveau d'activité permettant également une meilleure participation sociale, professionnelle, familiale, etc...

Après avoir défini plus en détails la problématique, une seconde partie portera sur la méthode utilisée pour la réalisation de l'étude, puis ses résultats. Enfin le mémoire se terminera par une discussion et l'interprétation des résultats ainsi que leur apport dans la pratique de la masso-kinésithérapie.

## 1.2. L'accident vasculaire cérébral

L'AVC est une maladie du système cardio-vasculaire au même titre que l'infarctus du myocarde ou que l'artérite oblitérante des membres inférieurs. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) le définit comme le résultat « *de l'interruption de la circulation sanguine dans le cerveau, en général quand un vaisseau sanguin éclate ou est bloqué par un caillot* » (1).

### 1.2.1. Etiologie

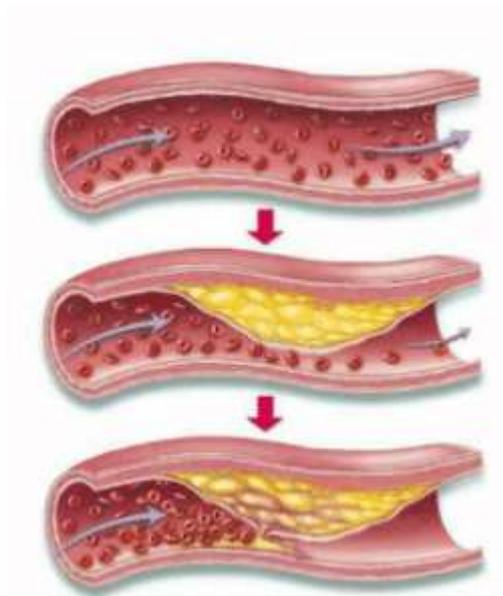


*Figure 2 : Etiologie de l'AVC*

L'AVC est une « *survenue soudaine d'un déficit neurologique focal d'apparition brutale d'origine vasculaire avec soit une lésion ou un dysfonctionnement du parenchyme cérébral soit une lésion vasculaire sous-jacente (thrombose ou hémorragie)* » (1). Il existe les accidents ischémiques transitoires (AIT) définis par un déficit neurologique d'une durée inférieure à une heure et sans lésion à l'imagerie (IRM) et les AVC constitués de type ischémique ou hémorragique visibles à l'imagerie.

L'AVC ischémique correspond à une nécrose du tissu cérébral responsable de 80% des AVC ; l'AVC hémorragique est consécutif à la rupture d'un vaisseau sanguin intracérébral ou sous-arachnoïdien et représente les 20 % restant (Fig. 2) (23).

Les principales causes d'AVC ischémique sont l'athérosclérose et les cardiopathies emboligènes (Fig. 2). L'athérosclérose correspond à un remaniement de l'intima des vaisseaux sanguins, avec l'accumulation de lipides, glucides, tissus fibreux et dépôt de calcaire entraînant une modification de la média des vaisseaux puis à la formation d'une plaque d'athérome (Fig. 3). Cette plaque d'athérome peut évoluer soit de façon stable sur plusieurs années et obstruer progressivement la lumière de l'artère soit de manière instable et se fissurer créant un thrombus qui obstrue de façon complète ou presque le vaisseau sanguin (23).



**Figure 3 : Formation d'une plaque d'athérome**

*Figure extraire de SanteScience.fr*

Les cardiopathies emboligènes, quant à elles, correspondent à la formation d'un caillot sanguin dans le cœur qui va être expulsé dans la circulation systémique. Si ce caillot obstrue une des artères qui irriguent le cerveau, il va bloquer le passage du sang qui ne pourra plus alimenter le parenchyme cérébral, provoquant une nécrose puis un AVC. Les AVC cardioemboliques sont généralement les plus graves car ils touchent souvent plusieurs zones du cerveau (24).

Enfin, les principales causes d'AVC hémorragiques sont une hypertension artérielle (HTA) non équilibrée et des troubles de l'hémostase, c'est-à-dire des mécanismes permettant de stopper un saignement (Fig. 2).

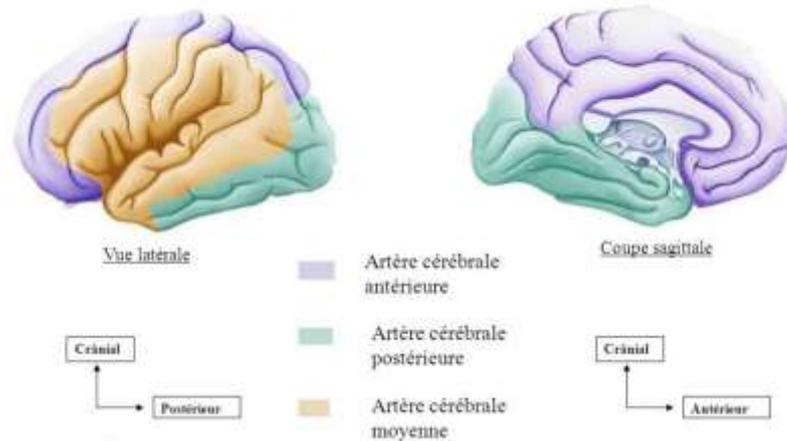
Comme pour chaque pathologie, certains facteurs peuvent favoriser la survenue d'un AVC. Il y a notamment des facteurs intrinsèques comme l'âge (plus un individu vieillit plus il a des risques d'avoir un AVC), l'HTA, les troubles de la coagulation, l'hyperlipidémie, le diabète, l'hyperhomocystéinémie et des facteurs de risque évitables comme l'obésité, la prise d'alcool, de tabac ou de stupéfiants, ainsi que l'utilisation de contraception oestroprogestative (25).

### **1.2.2. Physiopathologie**

La physiopathologie de l'AVC est variable et diffère en fonction de son étiologie ischémique ou hémorragique. Un AVC ischémique fait suite à l'arrêt de la perfusion du parenchyme cérébral dû au blocage de l'artère vascularisant celui-ci. La zone vascularisée en temps normal va donc manquer rapidement d'oxygène et d'apport énergétique entraînant la mort cellulaire et progressivement une nécrose irréversible de cette partie du cerveau (26).

Un AVC hémorragique est la conséquence de la rupture d'une artère cérébrale provoquant une hémorragie intracérébrale si le saignement est dans le parenchyme cérébral (dans 15% des cas d'AVC) ou une hémorragie méningée si le saignement est dans les espaces arachnoïdiens (dans 5% des cas d'AVC). L'hémorragie aura une double conséquence sur le cerveau provoquant, tout d'abord, un arrêt de la vascularisation comme dans les cas d'AVC ischémique. Ensuite, il y aura en plus une augmentation de la pression sur les structures cérébrales pouvant provoquer une anoxie cellulaire au niveau du saignement et également des structures alentour (25).

### 1.2.3. Tableaux cliniques



*Figure 4 : Vascolarisation de l'encéphale (27)*

La vascularisation de l'encéphale est principalement réalisée par les artères cérébrales antérieures, moyennes et postérieures (Fig. 4). En fonction du territoire superficiel ou profond ainsi que de l'artère touchée, la zone du cerveau atteinte lors de l'AVC diffère et les conséquences cliniques sont variables : des déficits moteurs associés ou non à des troubles sensitifs, allant de l'hémiplégie brachiofaciale à une hémiplégie massive, l'apparition de schémas primitifs et également des troubles du tonus musculaire. A ces déficits peuvent s'ajouter des troubles des fonctions supérieures (praxiques, cognitifs, perceptifs, troubles du langage) (Tab. I). Le tableau clinique sera également différent en fonction de l'hémisphère atteint. En effet, l'hémisphère majeur (généralement le gauche) est plus spécifique au langage, entraînant en cas de lésion des aphasies, et l'hémisphère mineur (généralement le droit) au contrôle de l'espace donnant lieu à des négligence spatial unilatérale (NSU) (28,29).

Tableau I : Tableaux cliniques selon l'artère touchée lors d'un AVC

	<b>Artère cérébrale moyenne</b>	<b>Artère cérébrale antérieure</b>	<b>Artère cérébrale postérieure</b>
<b>Territoire superficiel</b>	<p><u>Côté controlatéral</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hémiplégie à prédominance brachiofaciale</li> <li>- Troubles sensitifs</li> <li>- Hémianopsie Latérale Homonyme (HLH)</li> </ul> <p><u>Atteinte hémisphère majeur</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aphasie</li> <li>- Apraxie</li> <li>- Syndrome de Gerstmann</li> </ul> <p><u>Atteinte hémisphère mineur</u> :</p> <p>Syndrome d'Anton Babinski</p>	<p><u>Côté controlatéral</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hémiplégie à prédominance crurale associée à des troubles sensitifs</li> <li>- Syndrome frontal</li> </ul> <p><u>Bilatéral</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mutisme akinétique</li> <li>- Troubles de la conscience</li> </ul>	<p><u>Côté controlatéral</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- HLH</li> </ul> <p><u>Atteinte hémisphère majeur</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alexie</li> <li>- Agnosie</li> </ul> <p><u>Atteinte hémisphère mineur</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Troubles de la représentation spatiale</li> <li>- Prosopagnosie</li> </ul>
<b>Territoire profond</b>	<p><u>Côté controlatéral</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hémiplégie massive proportionnelle avec +/- des troubles sensitifs</li> </ul> <p><u>Atteinte hémisphère majeur</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aphasie de Broca</li> </ul>		<p><u>Côté controlatéral</u> :</p> <p>Syndrome thalamique (troubles sensitifs, douleurs spontanées)</p>

### 1.3. La marche

La marche bipède est une caractéristique majeure de l'Homme et est définie aujourd'hui comme un « *mouvement acquis, en général, au cours de la deuxième année de la vie, permettant le déplacement du corps sur les deux pieds dans une direction déterminée* » (30). La marche est un facteur d'indépendance majeur dans le quotidien d'une personne, il est nécessaire au cours de la rééducation post-AVC d'y prêter une attention particulière (7).

### 1.3.1. Conséquences de l'accident vasculaire cérébral sur la marche

L'une des conséquences possibles de l'AVC est l'altération de la capacité de l'Homme à se mouvoir due à une hémiparésie. Comme expliqué précédemment, au cours d'un AVC une partie de l'encéphale va nécroser. Si la nécrose survient au niveau du lobe frontal (plus précisément au niveau des aires motrices 4 et 6), il y aura une atteinte de la voie cortico-spinale provoquant un syndrome pyramidal plus ou moins important selon l'artère touchée et l'étendue de la lésion.

Les principaux symptômes du syndrome pyramidal sont du côté controlatéral à la lésion si celle-ci se situe au-dessus du bulbe rachidien, comme c'est le cas lors d'un AVC, et regroupent des déficits musculaires, des troubles du tonus (hypertonie musculaire, exagération des réflexes ostéo-tendineux et réflexes cutanés abolis) et un renforcement de la motricité automatico-réflexe. En cas d'AVC, l'atteinte de la voie pyramidale va ainsi provoquer une hémiparésie plus ou moins importante, ainsi que l'apparition de spasticité principalement au niveau du quadriceps, des ischio-jambiers, des adducteurs et du triceps sural (31,32).

Le syndrome pyramidal aura donc en fonction de l'intensité de ses symptômes un impact plus ou moins important sur le cycle de marche. Chez un individu sain, lors du passage du pas en phase oscillante, le membre inférieur reste dans un plan sagittal strict en associant une légère flexion de hanche, une flexion de genou d'environ 70° et une dorsiflexion au niveau de la cheville permettant le décollement du pied et une attaque du pas par le talon au début de la phase d'appui (Fig. 5).

Or en cas de lésion, les répercussions possibles sur le cycle de marche seront :

- un fauchage : le Membre Inférieur (MI) reste tendu lors de la marche et décrit un mouvement semi-circulaire vers l'extérieur, le pied raclant le sol, semblable au mouvement d'une faux ; cette compensation sera présente en cas de spasticité importante au niveau du quadriceps ou en présence d'un pied « tombant »,
- un steppage : majoration de la flexion de hanche et de genou en cas de pied « tombant » pour permettre le passage du pas sans que l'avant du pied ne racle le sol.

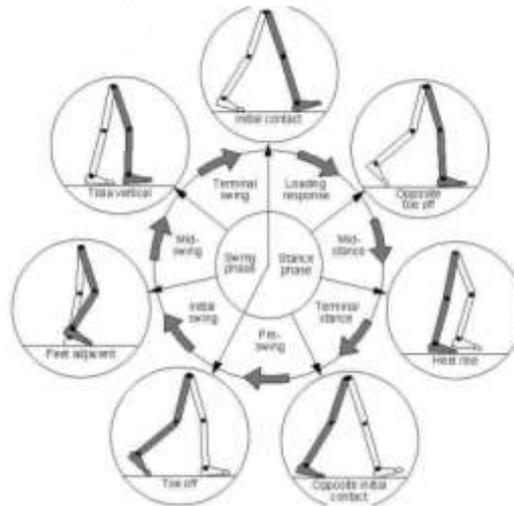


Figure 5 : Cycle de la marche (33)

Un pied « tombant » correspond à un pied en position équin, avec ou sans varus de l'arrière-pied, résultant d'une paralysie des muscles des loges antérieure et latérale de la jambe, d'une hypertonicité musculaire au niveau du triceps sural, rétraction musculaire des muscles de la loge postérieure de la jambe (triceps sural principalement).

### 1.3.2. Prise en charge du pied varus-équin pour améliorer la marche

Au cours de la rééducation plusieurs moyens sont à disposition des thérapeutes pour limiter l'impact du pied varus-équin chez l'AVC. En cas de spasticité au niveau du triceps sural, des traitements médicaux et chirurgicaux peuvent être mis en place pour tenter de la diminuer (E.G., injection de botox, aponévrotomie du triceps sural en cas de rétraction fixe d'origine spastique, neurotomie sélective). Pour la rééducation, le MK peut également utiliser des techniques telles que les étirements, les postures, ainsi que des techniques spécifiques à la kinésithérapie comme les techniques d'inhibition de la spasticité de Bobath (34).

Pour aider à la rééducation à la marche, la Haute Autorité de Santé (HAS) recommande l'utilisation d'orthèse (grade C)(34). Le but de l'utilisation des orthèses dans la rééducation est de suppléer la déformation en pied varus-équin pour améliorer la fonction, tout en adaptant l'aide au patient.

Différents types d'orthèses existent en fonction des déficiences du patient, parmi elles, les orthèses de type « liberté » qui permettent un rappel élastique du pied vers la dorsiflexion lors de la phase oscillante. Elles sont utilisées chez les patients ayant une mobilité de la cheville préservée et pouvant réaliser activement une flexion plantaire. Elles se placent de manière englobante au niveau de la cheville du patient et possèdent un rappel élastique sur l'avant relié à la chaussure (Fig. 6).



*Figure 6 : Orthèse de type liberté*

Il y a également les orthèses statiques, rigides qui maintiennent l'articulation de la cheville en position neutre (pied positionné dans un angle à 90° par rapport à la jambe) pouvant être moulées sur mesures ou non. Elles permettent de fixer la cheville en position neutre et ainsi de stabiliser l'appui sur le membre inférieur parétique. Elles sont utilisées en cas de spasticité modérée et avec une stabilité de cheville moindre (Fig. 7).



*Figure 7 : Orthèses statiques, rigides*

Ajoutées à elles les orthèses dynamiques, qui sont réalisées sur mesure, permettent de restaurer une légère mobilité au niveau de la cheville tout en maintenant l'articulation de manière importante. L'angulation entre le pied et la jambe est également modulable sur ces orthèses. Elles conviennent principalement aux patients avec une stabilité de cheville faible, des rétractions musculaires et une spasticité importante (Fig. 8).



*Figure 8 : Orthèse dynamique*

Enfin, il est possible d'observer l'utilisation de la SEF, qui stimule par impulsion électrique les muscles releveurs du pied et les muscles fibulaires au niveau du nerf fibulaire commun permettant la restauration d'une cinématique de cheville adéquate à la déambulation. L'appareil se place au niveau de la partie supérieure de la jambe, une électrode en regard du point moteur du muscle tibial antérieur et une électrode en regard du nerf fibulaire commun en amont de sa séparation en nerf fibulaire superficiel et nerf fibulaire profond. Associée à ces électrodes, il y a une centrale inertielle pour détecter les évènements de la marche (contact du talon au sol, décollement des orteils) qui permet de générer les stimulations électriques durant la phase oscillante du cycle de marche (35). Ce type d'appareillage est utilisé chez les patients présentant une bonne stabilité de cheville, des rétractions musculaires peu importantes et un déficit de contrôle moteur au niveau des releveurs et parfois également des éverseurs (fibulaires) (36). La SEF permet une modulation du pied plus importante que les orthèses pédieuses et ainsi une meilleure adaptabilité aux terrains (37) (Fig. 9).



*Figure 9 : Stimulateur électrique fonctionnel*

Le choix de l'orthèse sera fait au cours de la rééducation, par une décision collective, interdisciplinaire entre le médecin, le MK et également le patient. Ce choix s'appuiera sur la réalisation de bilans de la marche avec et sans les différentes orthèses pour établir laquelle de celles-ci a un impact le plus bénéfique sur la marche et ainsi sur son autonomie.

### **1.3.3. Bilan de la marche chez le patient accident vasculaire cérébral**

Le bilan de la marche est séparé en deux catégories de tests : les tests quantitatifs qui permettent d'obtenir des valeurs objectives sur les capacités du patient, et les tests qualitatifs qui permettent d'apprécier la qualité du mouvement, la cinématique et la cinétique de marche. Les tests quantitatifs les plus couramment pratiqués en kinésithérapie sont :

- le test des 6 minutes (ou 6MWT) qui évalue la distance parcourue par un patient au maximum de ses capacités en six minutes,
- le test de 10 mètres (10MWT) qui évalue le temps et le nombre de pas parcourus par le patient sur dix mètres,
- le TUG et le BBT qui permettent plus particulièrement d'évaluer l'équilibre statique et dynamique nécessaire pour une marche fonctionnelle,
- et un des items de la *Motor Assessment Scale* (MAS) qui permet d'évaluer la performance motrice chez le patient AVC en fonction de critères définis (8,38,39).

Ajoutée à ces tests quantitatifs, l'AQM permet de réaliser des mesures de la cinétique et de la cinématique de marche en trois dimensions des différents segments corporels. Elle est réalisée en laboratoire de recherche à l'aide de caméras optoélectroniques, qui recueillent la position des différents segments grâce à des marqueurs cutanés réfléchissants, et de plateformes de force intégrées sur la piste de marche (40). Plusieurs passages sont réalisés sur la piste de marche par le patient, le clinicien récupère alors les données sur un logiciel qui lui permettent d'analyser globalement puis, segment par segment les différents mouvements réalisés au cours de la marche. Ainsi, le clinicien repère les différentes boîtes ou déficiences durant la marche, la rendant alors plus énergivore pour le patient. L'AQM peut également être utilisée pour comparer le schéma de marche du patient avec les différentes orthèses.

Tous ces tests permettent de mettre en évidence les déficiences liées à la marche du patient et sont réalisés en laboratoire de marche ou en salle de rééducation. Ils permettent d'émettre des hypothèses sur les limitations d'activités et de participation que pourraient rencontrer le patient. Les études déjà existantes comparant les orthèses classiques (dynamique, statique, liberté) à la SEF n'ont pas permis de montrer la supériorité d'une orthèse par rapport à une autre dans le critère principal de celles-ci, c'est-à-dire la vitesse de marche (8–10,12). Cependant, certaines études ont tout de même noté une supériorité de la SEF concernant la mobilité, l'activité musculaire, l'endurance (par un 6MWT) ainsi que la satisfaction du patient (8,10,13,41,42). Il serait donc intéressant de montrer si les résultats sont semblables en conditions écologiques ou si l'utilisation de l'une ou l'autre des suppléances du « pied tombant » apporte des bénéfices plus importants chez le patient.

Ces dernières années, de nouvelles techniques de bilan de la marche par la mesure de l'activité physique du patient sont en train de voir le jour. Parmi ces techniques, l'actimétrie est le nouvel outil utilisé pour la mesure de l'activité physique en conditions écologiques.

#### **1.4. L'actimétrie**

L'actimétrie est un outil de monitoring dont l'utilisation est en augmentation ces dernières années, notamment grâce à la capacité qu'a cet outil de pouvoir bilancer le type, la qualité et la quantité du mouvement (20,43,44).

L'accéléromètre est un instrument qui mesure l'accélération dans un à trois plans orthogonaux à l'aide de capteurs piézoélectriques. Cette accélération reflète la force externe mise en jeu et ainsi, permet de donner une information sur le coût énergétique donc indirectement sur l'activité physique de la personne portant l'appareil. Ces appareils permettent également un calcul de la vitesse, de la distance par intégration corporelle, ainsi que la position du corps pour les plus performants d'entre eux (16).

Ainsworth et *al.* en 2000, puis de nombreux autres auteurs ensuite, ont montré que l'utilisation d'un accéléromètre permet de manière fiable de calculer l'activité physique d'un patient, quel que soit le niveau d'activité physique du patient, dans des conditions écologiques (domicile du patient ou en extérieur dans ses activités quotidiennes). Il permet également une surveillance lors des traitements en autonomie au domicile. Ainsi le thérapeute peut avoir un contrôle des exercices demandés grâce notamment à la possibilité de positionner l'appareil au niveau des quatre membres (14,15,21,22,44–47).

Ainsi, certains auteurs comme Moore et *al.* en 2017 ou encore Dobkin et *al.* en 2011 ont montré la fiabilité de l'utilisation de l'accéléromètre sur des patients ayant subi un AVC, pouvant donc servir à la réalisation de bilans directement dans sa vie quotidienne et ainsi une comparaison en conditions écologiques des différentes orthèses (22,48).

## **2. MATÉRIEL ET MÉTHODE**

### **2.1. Caractéristiques de l'étude**

L'étude réalisée est une étude comparative, monocentrique, non randomisée, non interventionnelle, réalisée au sein du Centre National de Rééducation Fonctionnelle et de Réadaptation (CNRFR) – Rehazenter, de septembre 2019 à mars 2020. Il s'agit ici d'une recherche impliquant la personne humaine de niveau 3 selon la loi Jardé du 05 mars 2012 (49). Les patients recrutés sont des patients en phase chronique d'AVC sur base de volontariat qui intègrent le centre pour une réflexion sur leur appareillage. L'étude a fait l'objet d'une demande d'accord au Comité National d'Ethique de Recherche du Luxembourg (pays dans lequel se déroule l'étude) qui a été validée.

### **2.2. Stratégie de recherche**

Les articles ayant permis d'alimenter l'introduction de cette étude ont été recherchés à l'aide des bases de données de référence : Pubmed (Medline), Cochrane et PEDro. Des recherches ont également été faites dans la littérature professionnelle (Kiné Scientifique et Kiné Actualité) mais aucun article pouvant enrichir l'étude n'a été trouvé. La période de recherche est étendue de 2000 à 2020.

Les recherches bibliographiques se sont effectuées en deux temps. Dans un premier temps, elles se sont axées sur la comparaison entre les orthèses classiques et les SEF. Les mots de recherches utilisés sont en français : « stimulation électrique fonctionnelle » et « orthèse » ; et les termes anglais sont « *functional electrical stimulation* » et « *ankle foot orthoses* » donnant l'équation de recherche (Eq 1 : « *functional electrical stimulation* » and « *ankle foot orthoses* »). Etant donné l'absence d'article comparant les orthèses classiques et la SEF lorsque les mots « ambulateur » ou « accéléromètre » (en anglais « *ambulatory* » ou « *accelerometer* ») sont associés à la recherche, il a fallu élargir le domaine de recherche.

Dans un second temps, les recherches ont été axées sur l'utilisation d'accéléromètre en ambulatoire chez des patients victimes d'AVC pour calculer leur activité physique. Quatre équations de recherche différentes ont été utilisées :

- Eq 2 : *“accelerometer” and “ambulatory” and “stroke”*
- Eq 3 : *“accelerometer” and “physical activity” and “stroke”*
- Eq 4 : *“activity monitor” and “assessment” and “stroke”*
- Eq 5 : *“accelerometer” and “physical activity” and “measurement” and “stroke”*

Comme le montrent les diagrammes de flux/tableau en annexe (Annexe I), une première sélection a été effectuée basée sur le titre des articles (après suppression des doublons), puis sur la lecture de leur résumé et enfin, une sélection sur la lecture complète des articles. La lecture de la bibliographie de certains articles a également permis d'enrichir les recherches pour cette étude. Les ajouts d'articles sont compris dans la partie « Autres » du tableau/diagramme de flux. Les informations trouvées ont permis la construction de cette étude, avec l'établissement de la problématique, de son protocole ainsi que la discussion des résultats.

Dans la première recherche, les articles non retenus sont ceux ne s'intéressant pas au pied tombant, ne concernant pas des patients victimes d'AVC, ne parlant pas de la SEF et ceux ne parlant pas de l'activité physique des sujets.

Dans la seconde recherche, les articles non retenus sont ceux où les sujets étaient dans une prise en charge hospitalière et n'avaient pas subi d'AVC. Les articles ne traitant pas de l'activité physique des patients et/ou de la mesure de l'activité physique, ainsi que ceux s'intéressant uniquement aux membres supérieurs, ont également été retirés.

## **2.3. Population**

### **2.3.1. Recrutement de la population**

Le recrutement de la population s'est effectué par l'ouverture d'un chemin clinique dédié au sein du CNRFR – Rehazenter afin de mener une réflexion sur l'appareillage des patients. Une quarantaine de patients par an sont attendus. La taille de l'échantillon n'a pas fait l'objet d'une détermination statistique. En prenant en compte que tous les patients ne sont pas éligibles aux critères de cette étude et que certains peuvent refuser de participer ou arrêter avant la fin, il a été estimé une perte de 30% lors du recrutement. Sur une période de six mois, l'échantillon attendu comprenait une dizaine de personnes.

### **2.3.2. Critères d'inclusion et de non-inclusion de la population**

Le choix des sujets s'est fait selon les critères d'inclusion suivants : hémiplegiques présentant un pied varus-équin secondaire à un AVC en phase chronique, majeurs (âge > 18 ans), être un sujet porteur de SEF (décision prise dans le cadre de sa prise en charge médicale et non dans le cadre de la réalisation de cette étude).

Chaque sujet a reçu un formulaire de consentement libre et éclairé accompagné d'une fiche de renseignement dans laquelle les modalités de l'étude sont exposées (Annexe II). L'étude étant réalisée au Luxembourg (pays polyglotte), le formulaire de consentement et la fiche de renseignement ont été réalisés en deux langues (Français et Allemand) pour faciliter la compréhension des patients participants à l'étude. Ainsi, comme le prévoit la déclaration d'Helsinki de l'AMM sur les principes éthiques applicables à la recherche médicale impliquant des êtres humains établie en 1975 et mise à jour en 2017, le patient est libre de quitter l'étude à n'importe quel moment, sans aucun préjudice (50).

N'ont pas été inclus dans l'étude, les patients ayant subi des traumatismes aux membres inférieurs au cours des douze derniers mois, présentant des troubles cognitifs, phasiques ou ne pouvant comprendre les questions, répondre à des questionnaires ou donner leur consentement éclairé à cause de la langue.

Ainsi neuf personnes ont pu intégrer l'étude mais seulement six ont pu être analysés.

### **2.3.3. Critères d'exclusion de la population**

Les participants exclus de l'étude sont ceux n'ayant pas effectué au moins deux week-ends de mesure et ceux qui auront eu un problème avec l'utilisation de l'actimètre au cours d'un des week-ends. Sont également exclus les patients présentant des données inexploitable.

### **2.3.4. Présentation des sujets**

Tous les sujets ayant participé à l'étude sont en phase chronique après un AVC et ont intégré un chemin clinique autour de la réflexion de leur appareillage. Ils sont tous des utilisateurs de la SEF. Le tableau ci-dessous récapitule les différentes informations concernant les participants à l'étude (Tab. II).

Tableau II : Caractéristiques des participants à l'étude

Sujet	Sexe	Age	Côté parétique	Profession	Orthèse (Hors SEF)	Orthèse et aides techniques	Type de marcheur	Objectifs attendus avec la SEF
N°001	F	49	D	Invalidité	Type Liberté	Aucune	Communautaire	Augmenter l'activité physique
N°002	F	55	Gauche	Invalidité	Type Liberté	Sans SEF : CS Avec SEF : aucune	Communautaire	Sevrage des aides techniques
N°003	F	29	G	Secrétaire Propriétaire d'une écurie	Aucune	Aucune	Communautaire	Augmenter l'activité physique Diminuer la fatigabilité à l'effort
N°004	F	75	G	Retraité	Rigide	CS	Communautaire	Augmenter l'activité physique
N°005	H	44	Droit	Invalidité	Aucune	Aucune	Intérieur	Diminuer le risque de chute
N°006	H	59	Droit	Invalidité	Type Liberté	Intérieur : CS Extérieur : Rollator 3 roues	Intérieur	Sevrage des aides techniques Augmenter l'activité physique

CS : Canne simple

## 2.4. Méthode de l'étude

### 2.4.1. Déroulement global de l'étude

Le protocole de l'étude est semblable à un protocole « *Single case experimental design* » (SCED) mais selon une procédure de type « A-B-A » (51). Le principal but de ces protocoles est d'alterner une phase en conditions dites « normales » pour le patient avec une phase d'intervention ou de traitement au cours desquels le sujet est son propre témoin. Des mesures répétées sont effectuées lors des phases A (sans traitement ou intervention) et des phases B (traitement ou intervention).

Ainsi, il est possible d'observer s'il y a des changements importants lors de la phase d'intervention et un retour à l'état initial ou une diminution de la progression lors de l'arrêt du traitement, ou alors si l'amélioration est spontanée et continue au cours du temps.

Dans cette étude, il convient de comparer les temps dits sans intervention où les sujets sont appareillés de leurs orthèses habituelles (Temps 1 versus Temps 3) pour identifier une amélioration de l'état général. Ajoutée à cela, une opposition des temps sans intervention et d'intervention est effectuée (Temps 2 versus Temps 1 et Temps 3) pour observer l'évolution liée à l'impact de la SEF. Ainsi, il est possible d'isoler l'impact de l'appareillage de toute autre source de progression des sujets.

### 2.4.2. Temps 1 et prérequis

A la suite de la signature du formulaire de consentement, un premier rendez-vous est fixé avec les patients intégrant l'étude. Lors de celui-ci, le patient réalise, tout d'abord, un 6MWT avec l'accéléromètre. L'appareil est placé au niveau de la cheville du côté non-parétique car Campos et *al.* ont montré en 2018 que la mesure recueillie était plus fiable que si l'appareil était porté du côté parétique (52). Le test 6MWT a été choisi pour sa valeur prédictive de l'activité de marche chez les patients post-AVC comme le décrit Donovan et *al.* (2008), Mudge et Stott (2009) puis Fulk et *al.* (2010) (53–55). Le test est réalisé dans un couloir avec deux plots séparés de trente mètres, le clinicien annonce chaque minute restante du test au patient. Les données anthropométriques sont également demandées pour compléter le paramétrage de l'accéléromètre.

D'autres mesures sont effectuées pour venir compléter le chemin clinique effectué par le patient : une évaluation clinique analytique (amplitudes articulaires passives, forces musculaires, spasticité) (Annexe III) et une AQM (paramètres spatio-temporels, cinématique, cinétique).

Ensuite, des explications plus précises sont données au patient concernant l'utilisation de l'accéléromètre. Les indications données sont :

- *« Cet appareil permet de mesurer l'accélération de votre corps au cours de vos activités de la vie quotidienne. Cette mesure sera ensuite analysée par un logiciel sur ordinateur pour permettre de voir le niveau d'activité physique que vous pratiquez au quotidien. Après avoir pris les mesures au cours des trois périodes avec l'accéléromètre, il sera alors possible de comparer le niveau d'activité réalisé avec votre orthèse habituelle et avec la SEF ainsi que votre évolution.*
- *Il ne faut pas enlever l'appareil au cours des 72 heures de mesure sauf si vous prenez un bain ou allez à la piscine.*
- *Il est possible de régler le bracelet de l'accéléromètre si celui-ci est trop serré ou trop lâche*
- *Appelez le centre en cas de soucis ou de questions concernant l'utilisation de l'appareil. »*

Le patient passe ensuite soixante-douze heures sans enlever l'appareil dans son environnement quotidien et en utilisant son orthèse usuelle. Cette période est appelée Temps 1. A la fin de celle-ci, le patient retourne l'appareil au centre et un deuxième rendez-vous est convenu.

### **2.4.3. Temps 2**

Lors du deuxième rendez-vous, le clinicien vérifie et/ou complète les explications du patient sur l'utilisation de la SEF et de l'accéléromètre. Il place l'accéléromètre avec les mêmes paramétrages que lors du Temps 1. Le patient passe ensuite quarante-huit heures sans enlever l'appareil dans son environnement quotidien et en utilisant la SEF. Cette période est appelée Temps 2. A la fin de celle-ci le patient retourne l'appareil au centre et un troisième rendez-vous est convenu.

Durant cette période, les consignes données aux sujets sont identiques à celles du Temps 1 à l'exception du port de l'orthèse. En effet, au cours de ce Temps 2 il est demandé au patient de ne pas porter son orthèse classique mais la SEF tout au long de la journée, du lever jusqu'au coucher sauf lors de la toilette.

### **2.4.4. Temps 3**

Lors du troisième rendez-vous, le patient récupère l'accéléromètre avec les mêmes paramétrages et dans les mêmes conditions que pour le Temps 1. Cette période est appelée Temps 3. A la fin de celle-ci, le patient retourne l'appareil au centre.

Les consignes données au cours du Temps 3 sont similaires à celles données lors du Temps 1.

## **2.5. Critères d'évaluation**

L'étude est composée de plusieurs variables :

- les variables indépendantes : port de la SEF ou non, les données anthropométriques du sujet, leur profession et l'aide technique qu'ils utilisent ;
- les variables dépendantes correspondant aux données recueillies par l'accéléromètre (positions du MI selon les 3 axes de l'appareil à chaque seconde, nombre de pas effectués).

Les critères d'évaluation principaux de l'étude sont le nombre de pas effectué par les sujets au cours des trois temps passés avec l'actimètre, ainsi que les données d'accélération recueillies par l'appareil : temps passé en activité sur le week-end, accélération effectuée au cours du week-end. Les données d'accélération recueillies au cours des trois temps sont comparées aux données recueillies au cours du 6MWT.

Les critères d'évaluation secondaire sont les données issues du chemin clinique du patient : données anthropométriques et démographiques, données de l'évaluation clinique analytique, l'objectif de l'appareillage et les données de l'AQM.

## 2.6. Matériels

### 2.6.1. Actigraph GT3X®

La réalisation de cette étude nécessite pour le 6MWT deux plots séparés de trente mètres et un chronomètre et pour les Temps 1-2-3 un accéléromètre de type Actigraph GT3X®. Le choix de l'utilisation d'un accéléromètre plutôt qu'un podomètre s'est fait sur les capacités de l'accéléromètre de déterminer le nombre de pas effectués, mais également d'estimer l'intensité, la durée et la structure de l'activité physique (56).



*Figure 10 : Actigraph GT3X*

L'Actigraph GT3X® est un appareil léger (27 g) et compact (3,8 cm x 3,7 cm x 1,8 cm) avec une batterie rechargeable permettant une autonomie de plusieurs jours (Fig. 10). Il permet de collecter les données de l'accélération au cours du mouvement dans un plan triaxial : un axe vertical (y), un axe horizontal droite-gauche (x) et un axe horizontal avant-arrière (z). Cet accéléromètre fonctionne à l'aide d'un capteur piézoélectrique qui délivre une charge électrique lorsqu'il est compressé par une masse (16). Cette charge est proportionnelle à la force qui lui est appliquée. De plus, selon les principes fondamentaux de la dynamique, la force est égale au produit de la masse par l'accélération, donc la charge électrique est également proportionnelle à l'accélération.

Ainsi, l'Actigraph GT3X® permet l'acquisition des vecteurs d'accélération d'environ 0,05 à 2,5 Gs. Pour cette étude, la période d'acquisition choisie est de 1 sec. Ainsi, à chaque seconde, il est possible d'avoir les coordonnées d'un point A, tel que  $A(ax ; ay ; az)$ . L'accéléromètre se branche via un câble USB à un ordinateur qui récupère les données mémorisées par l'appareil à l'aide d'un convertisseur analogique-numérique grâce au logiciel ActiLife® (18,19).

### **2.6.2. Les différents logiciels utilisés**

Les coordonnées des points recueillis par l'accéléromètre sont ensuite converties par le logiciel ActiLife® pour permettre leur récupération sur un fichier de type CSV (Comma-Separated Values). Ce sigle désigne des fichiers informatiques de type tableur dont les valeurs recueillies sont séparées entre elles par des virgules.

Dans un second temps, le logiciel Microsoft Excel® permet la conversion du format CSV en tableau de valeur. Ensuite, le logiciel permet la réalisation des calculs nécessaires pour l'analyse des résultats (détaillés par la suite), ainsi que les différents graphiques.

### **2.7. Anonymat de la population**

La gestion des données recueillies au cours de l'étude est assurée par le Laboratoire d'Analyse du Mouvement et de la Posture du CNRFR – Rehazenter selon la loi luxembourgeoise du 1<sup>er</sup> août 2018 portant sur « *l'organisation de la Commission Nationale pour la protection des données et mise en œuvre du règlement (UE) 2016/79 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données* » (57).

Les données recueillies sont anonymisées par un numéro d'anonymat unique pour chaque sujet qui comportera son numéro d'inclusion (exemple : SEF-001). Ce code sera utilisé pour labelliser les fichiers et les répertoires informatiques relatifs à l'étude. La liste de correspondance entre les numéros d'anonymat et les informations nominatives, non informatisées, est conservée de façon sécurisée au sein du Laboratoire d'Analyse du Mouvement et de la Posture du Rehazenter.

Tout participant exclu de l'étude voit ses données immédiatement supprimées.

L'ensemble de la gestion des données de cette étude est validé par le Data Protection Officer du CNRFR – Rehazenter.

L'ensemble des données est saisi et analysé sur un ordinateur prévu à cet effet. Les données brutes et les données traitées sont conservées dans le même lieu. Un transfert des données brutes s'est effectué pour permettre l'analyse des résultats pour la réalisation de ce mémoire. A la fin de la période de confinement, les données brutes seront transférées sur l'ordinateur prévu initialement à cet effet et supprimées de l'ordinateur ayant permis leur analyse.

Les données anonymes traitées peuvent, quant à elle, faire l'objet de transferts auprès d'autres intervenants spécialisés ou pour la réalisation d'écrits scientifiques (mémoire, thèse, article scientifique) et congrès.

L'archivage des données à la fin de l'étude est réalisé par le CNRFR – Rehazenter. Les données, ainsi que les consentements libres et éclairés, seront archivés pour une durée de 15 ans après la fin de l'étude.

## **2.8. Analyse des données statistiques**

A l'aide du logiciel Microsoft Excel®, le nombre de pas effectués pour chaque sujet a été comparé entre chaque week-end, ainsi que le pourcentage d'amélioration et/ou régression d'un week-end à l'autre.

Concernant les données recueillies par l'accéléromètre, elles ont, tout d'abord, été utilisées pour calculer la magnitude du vecteur d'accélération, selon l'équation suivante :  $VM_A = \sqrt{ax^2 + ay^2 + az^2}$ . Cette équation permet la suppression des valeurs négatives si le patient est amené à modifier la position de son Actigraph au cours du week-end.

L'utilisation du vecteur magnitude lors de traitement de données de l'Actigraph GT3X est décrite en 2011 par Sasaki et *al.* puis reprise en 2013 par Santos et *al.* (18,19). L'unité de mesure des données de l'accéléromètre utilisée dans de nombreux articles est le counts. Dans cette étude, l'unité choisie est l'unité du système international, c'est-à-dire le  $m.s^{-2}$  (ou  $m/s^2$ ).

En parallèle à ce calcul, la moyenne des accélérations recueillies par l'accéléromètre au cours du test de 6MWT est également calculée à l'aide des magnitudes des différents vecteurs. Cette moyenne correspond à l'accélération maximale possible par le patient sur une période d'activité de 6 minutes.

Ensuite, pour chaque week-end, la moyenne d'accélération est calculée pour l'ensemble du week-end, pour chaque jour, sur une période allant de 8h (considérée comme heure du lever) à 22h (considérée comme heure du coucher) ainsi que la moyenne de l'accélération toutes les deux minutes. Etant donné que la population est composée de sujets victimes d'AVC majoritairement sédentaires et avec une activité physique moyenne voire faible, le choix de périodes de deux minutes a été jugé plus représentatif des activités quotidiennes pouvant être réalisées par le patient. Ainsi, il est possible pour chaque sujet de comparer les moyennes de l'accélération au cours des différents temps, de manière globale (week-end entier), ciblées sur une journée, ou sur la période éveillée du sujet et également de manière plus précise à l'aide des moyennes de l'accélération toutes les deux minutes. Les mesures égales à zéro ont été supprimées pour isoler uniquement les périodes d'activité du sujet.

Sur la période d'activité du sujet, la moyenne calculée est alors transformée en pourcentage de l'accélération moyenne recueillie lors du 6MWT. Par la suite, sont isolées les valeurs au-dessus de 30% de la moyenne 6MWT qui reflètent une activité physique moyenne et/ou élevée comparée au potentiel du patient.

Le but de ces calculs est de donner un sens clinique aux données accélérométriques recueillies pour permettre une meilleure compréhension des données par les professionnels de santé. Les résultats seront ensuite reportés sur différents diagrammes exprimant l'accélération du sujet au cours du week-end, la durée d'activité globale du sujet et la durée d'activité physique modérée et intense du sujet.

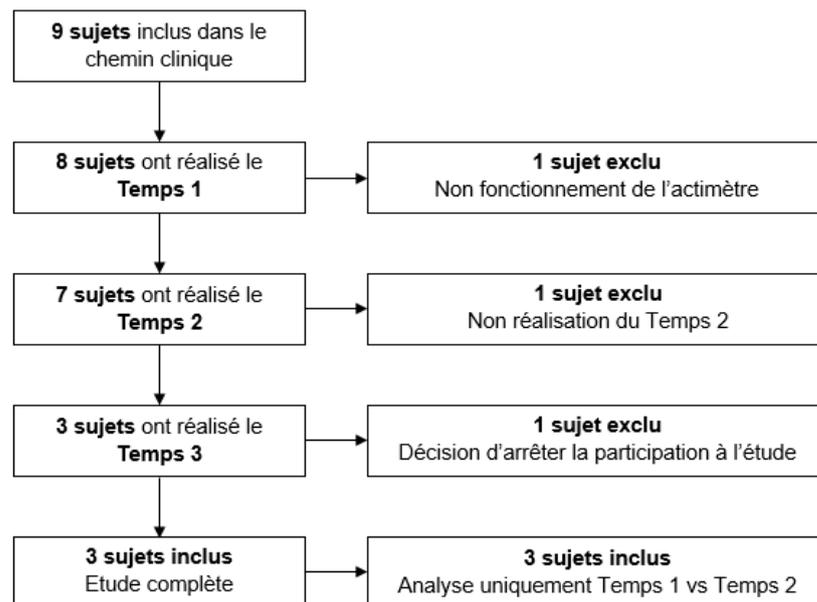
Pour chaque patient les calculs effectués permettent donc de déterminer le pourcentage moyen d'activité physique selon leur 6MWT pratiqué au cours des 72 heures avec l'accéléromètre. Il est alors possible de comparer l'activité avec ou sans SEF (Temps 2 versus Temps 1 et Temps 3) et d'identifier une évolution de l'état général (Temps 1 versus Temps 3).

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Sélection des sujets

De septembre à mars, neuf patients ont intégré le chemin clinique sur la réflexion autour de leur appareillage au CNRFR – Rehazenter. Une personne a été exclue de l'étude car l'appareil n'a pas fonctionné lors de la prise de mesure de son premier week-end, un sujet a réalisé uniquement son premier week-end avec l'Actigraph GT3X®, un sujet a décidé de quitter l'étude.

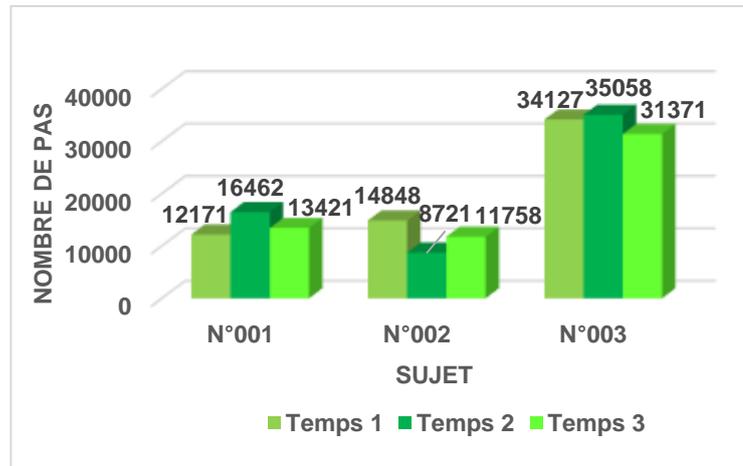
En raison de la crise sanitaire se déroulant au moment de la réalisation du protocole, trois autres sujets n'ont pas pu réaliser leur dernier week-end de mesure. De plus certaines données n'ont pas pu être récupérées et traitées car le lieu dans lequel elles sont situées n'est plus accessible durant la crise. L'analyse statistique a donc été effectuée entièrement sur trois sujets ayant effectué l'ensemble du protocole et uniquement sur la comparaison Temps 1 vs Temps 2 pour les trois autres sujets (Fig.11).



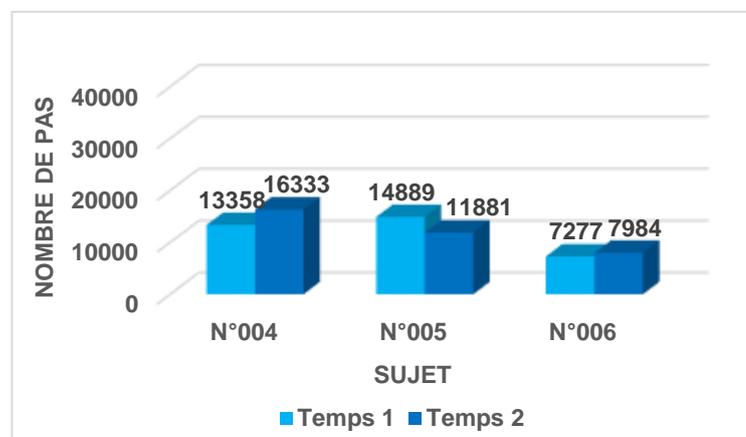
*Figure 11 : Diagramme de flux d'inclusion des sujets pour l'étude*

Les sujets ont été séparés en deux groupes : le groupe A comprenant les sujets N°001 à 003 correspondant aux patients ayant effectués leurs 3 week-ends de mesure et le groupe B comprenant les patients N°004 à N°006 correspondant aux patients ayant effectués les deux premiers week-ends de mesure.

### 3.2. Analyse podométrique



*Figure 12 : Nombre de pas effectués par les patients du groupe A*



*Figure 13 : Nombre de pas effectués par les patients du groupe B*

#### 3.2.1. Temps 1 versus Temps 2

Il est possible de recueillir des données sur les patients des deux groupes A et B. L'analyse podométrique entre le Temps 1 et le Temps 2 montre une augmentation du nombre de pas effectués pour les sujets N°001 de 35,26% (soit 4 291 pas), N°003 de 2,73% (soit 931 pas), N°004 de 22,27% (soit 2 975 pas) et N°006 de 9,72% (soit 707 pas). A l'inverse, il est possible d'observer une diminution du nombre de pas effectués pour les sujets N°002 de 41,26% (soit 6 127 pas) et N°005 de 20,20% (soit 3 008 pas) (Fig. 12 et 13).

### **3.2.2. Temps 1 versus Temps 3**

Pour cette analyse seuls les sujets du groupe A disposent des données nécessaires. Les sujets N°002 et N°003 ont effectué respectivement 3090 et 2756 de pas en moins lors du Temps 3 par rapport au Temps 1 soit 20,81 et 8,08% de différence. Le participant N°001 a quant à lui augmenté son nombre de pas de 10,27% soit 1250 pas (Fig. 12).

### **3.2.3. Temps 2 versus Temps 3**

La comparaison du nombre de pas effectués par les sujets du groupe A entre le Temps 2 et le Temps 3 montre un nombre de pas plus important lors du deuxième week-end pour les sujets N°001 (3041 pas soit 22,66 %) et N°003 (3687 pas soit 11,75%). Le sujet N°002 a quant à lui effectué 3037 pas de moins lors du Temps 2 par rapport au Temps 3 soit une différence de 25,83%.

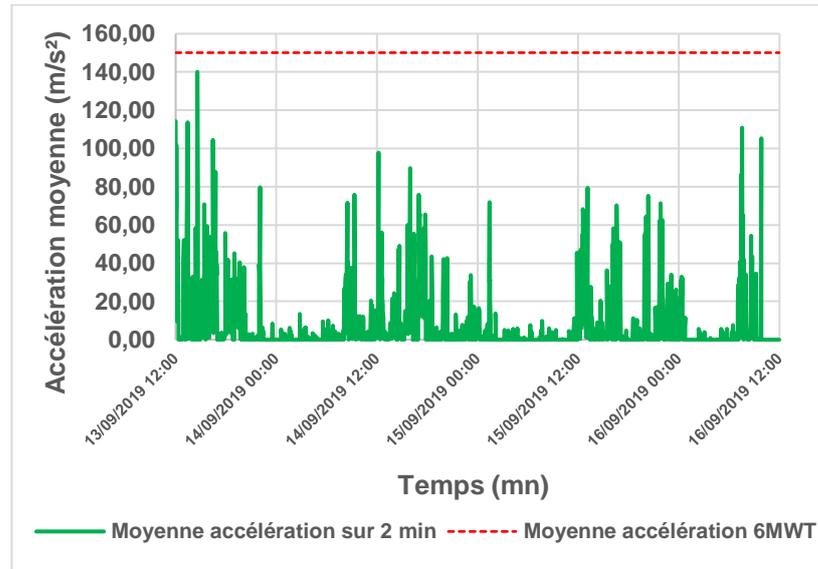
## **3.3. Analyse accélérométrique**

### **3.3.1. Analyse des tests 6MWT**

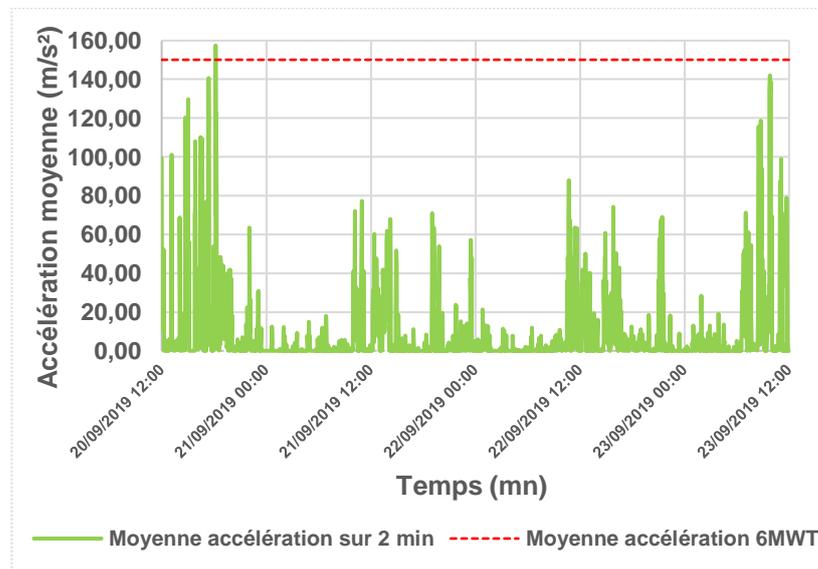
L'analyse des tests 6MWT a permis le calcul de l'accélération moyenne du sujet au cours du test ce qui correspond à l'accélération moyenne de la capacité physique maximale du patient sur six minutes. Les participants N°001 à 006 ont respectivement une accélération moyenne au cours de leur test de 150,10 m/s<sup>2</sup>, 106,26 m/s<sup>2</sup>, 203,16 m/s<sup>2</sup>, 139,12 m/s<sup>2</sup>, 153,30 m/s<sup>2</sup> et 92,39m/s<sup>2</sup>. Ces données seront rappelées dans le tableau suivant regroupant l'analyse des périodes d'activités des sujets (Tab. III).

### **3.3.2. Analyse de l'ensemble du week-end**

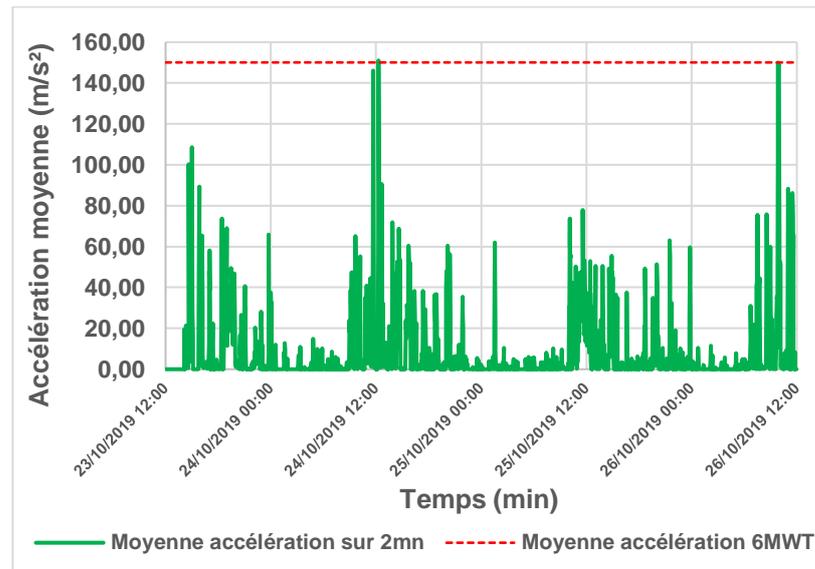
Le calcul de la magnitude du vecteur a permis l'obtention de la valeur de l'accélération du sujet à chaque seconde au cours des 72h passées à porter l'Actigraph, ce qui a permis la modélisation via un graphique des périodes d'activité au cours de chaque week-end. Sur ces graphiques il est possible de distinguer les périodes d'activité des sujets sur les différents week-ends ainsi que les périodes de sommeil ou d'inactivité comme le montrent les graphiques du sujet N°001 présentés ci-dessous ainsi que ceux des autres sujets présentés en annexe. Une ligne horizontale a également été rajoutée à ces graphiques représentant la valeur moyenne de l'accélération obtenue lors du 6MWT et permettant ainsi d'identifier si le sujet a atteint au cours du week-end son accélération moyenne sur six minutes (Fig. 14 à 16 et Annexe IV).



*Figure 14 : Accélération moyenne du sujet N°001 lors du Temps 1 (sans SEF)*



*Figure 15 : Accélération moyenne du sujet N°001 lors du Temps 2 (avec SEF)*



*Figure 16 : Accélération moyenne du sujet N°001 lors du Temps 3 (sans SEF)*

### 3.3.3. Analyse des périodes d'activité des sujets

Le tableau ci-dessous récapitule pour chaque sujet le temps passé en activité au cours de chaque week-end, à quel pourcentage de sa capacité maximale sur six minutes ainsi que le temps d'activité physique modérée et intense (c'est-à-dire supérieur à 30% de l'accélération moyenne du 6MWT) (Tab. III).

*Tableau III : Données recueillies à l'aide de l'accéléromètre*

Sujet	6MWT	TEMPS 1			TEMPS 2			TEMPS 3		
	Accélération moyenne (m/s <sup>2</sup> )	Accélération moyenne en période d'activité (m/s <sup>2</sup> )	Temps d'activité	Temps d'activité ≥ 30% du 6MWT	Accélération moyenne en période d'activité (m/s <sup>2</sup> )	Temps d'activité	Temps d'activité ≥ 30% du 6MWT	Accélération moyenne en période d'activité (m/s <sup>2</sup> )	Temps d'activité	Temps d'activité ≥ 30% du 6MWT
N°001	150,10	7,84	41h14min	2h36min	8,84	41h38min	3h24min	8,16	42h08min	2h52min
N°002	106,26	16,72	31h36min	6h00min	9,77	25h36min	1h44min	12,69	25h16min	2h18min
N°003	203,16	17,98	31h54min	6h50min	17,32	35h08min	7h26min	16,84	33h38min	7h16min
N°004	139,12	9,51	34h38min	2h42min	12,22	38h18min	5h06min	N/A	N/A	N/A
N°005	153,30	7,72	34h12min	2h56min	5,69	36h22min	1h14min	N/A	N/A	N/A
N°006	92,39	7,39	39h48min	2h30min	8,12	35h30min	2h00min	N/A	N/A	N/A

N/A : Non applicable

### 3.3.3.1. Temps 1 versus Temps 2

Les sujets N°001, N°004 et N°006 ont montré une augmentation de l'accélération moyenne en période d'activité respectivement de  $1 \text{ m/s}^2$ ,  $2,71 \text{ m/s}^2$  et  $0,73 \text{ m/s}^2$  entre le Temps 1 et le Temps 2. A l'inverse, les sujets N°002, N°003 et N°005 affiche une diminution de  $6,95 \text{ m/s}^2$ ,  $0,66 \text{ m/s}^2$  et  $2,03 \text{ m/s}^2$ .

Concernant le temps passé en activité, les sujets N°001, N°003, N°004 et N°005 ont effectué respectivement 24 min, 3 h 14 min, 3 h 40 min et 2 h 10 mn de plus en activité le deuxième week-end comparé au premier week-end. A contrario, les sujet N°002 et N°006 ont passé 6 h et 4 h 18 min en activité en moins lors du Temps 2.

Enfin, le temps passé à pratiquer une activité supérieure ou égale à 30 % du 6MWT est supérieur lors du Temps 2 pour les sujets N°001 (+ 48 min), N°003 (+ 36 min) et N°004 (+ 2 h 24 min). Au contraire, pour les sujets N°002, N°005 et N°006 il est diminué de 4 h 16 min, 1 h 42 min et 30 min.

### 3.3.3.2. Temps 1 versus Temps 3

Seuls les sujets du groupe A sont observés, ils montrent une diminution de l'accélération moyenne lors de la période d'activité pour les sujets N°002 ( $- 4,03 \text{ m/s}^2$ ) et N°003 ( $- 1,14 \text{ m/s}^2$ ). Le sujet N°001 a, quant à lui, augmenté de  $0,32 \text{ m/s}^2$  sont accélération moyenne.

Le temps passé en activité est en augmentation lors du Temps 3 comparé au Temps 1 pour les sujets N°001 (+ 54 min) et N°003 (+ 1 h 46 min). A l'inverse, une diminution du temps d'activité de 6 h 20 min est observée chez le sujet N°002.

Pour finir, le temps d'activité supérieur ou égale à 30 % du 6MWT est, comme pour le temps d'activité globale, en augmentation pour les sujets N°001 (+ 16 min) et N°003 (+ 26 min) mais en diminution pour le sujet N°002 (- 3 h 42 min) lors du Temps 3 comparé au Temps 1.

### **3.3.3.3. Temps 2 versus Temps 3**

La comparaison entre le Temps 2 et le Temps 3 a, tout d'abord, montré une diminution de l'accélération moyenne lors du troisième week-end pour les sujets N°001 et N°003 respectivement de 0,68 m/s<sup>2</sup> et 0,48 m/s<sup>2</sup>. A contrario, le sujet N°002 a vu son accélération moyenne en période d'activité augmenté de 2,92 m/s<sup>2</sup>.

Ajouté à ces données, le temps passé en activité a augmenté lors du Temps 2 chez le sujet N°001 de 30 min et diminuer de 20 min et 1 h 30 min pour les sujets N°002 et N°003.

Pour terminer, les sujets N°001 et N°003 ont passé moins de temps à effectuer une activité physique supérieure ou égale à 30 % du 6MWT (32 min et 10 min) contrairement au sujet N°002 qui a augmenté son temps d'activité de 34 min.

## **4. DISCUSSION**

### **4.1. Interprétation des résultats**

#### **4.1.1. Comparaison entre Temps 1-Temps 2-Temps 3**

Notre étude consiste à observer si l'utilisation de la SEF présentait un avantage sur les autres orthèses de cheville dans la vie quotidienne sur la pratique de l'activité physique. Il est possible de comparer uniquement les sujets du groupe A pour la comparaison des trois week-ends.

Le sujet N°001 montre une amélioration globale sur les différents points observés lors de l'étude avec la SEF comparés aux week-ends sans SEF : augmentation du nombre de pas, de l'accélération moyenne, du temps passé en activité et également du temps d'activité physique modérée et/ou intense. Il y a tout de même une baisse du temps d'activité physique entre le Temps 2 et le Temps 3 en 30 minutes mais malgré cela, le niveau d'activité physique est plus important avec la SEF, ainsi que le temps passé au-dessus de 30% de la moyenne du 6MWT. Il est également possible de constater une amélioration de l'état général du patient en comparant le Temps 1 au Temps 3, ce dernier étant supérieur en tout point au premier week-end. Le sujet N°001 présente donc une amélioration de son état général et aussi une possible amélioration de l'activité physique grâce à l'utilisation de la SEF.

Le sujet N°002 montre une nette diminution de l'activité physique sur les Temps 2 et 3 comparés au Temps 1 qui leur est supérieur en tout point. Le week-end avec le port de la SEF est uniquement supérieur de 20 min sur la période passée en activité par rapport au Temps 3 mais malgré tout inférieur sur l'accélération moyenne durant la période d'activité et le temps d'activité passé au-dessus des 30% de l'accélération moyenne du 6MWT. Néanmoins, le sujet N°002 a été malade lors du 2<sup>e</sup> week-end. Ainsi même s'il y a une différence importante entre les week-ends sans la SEF et le week-end avec la SEF, il est impossible de conclure que la SEF est une des causes de la diminution ou pas. De plus, la diminution de l'activité physique constatée entre le Temps 1 et le Temps 3 laisse également supposer une diminution de l'état général du patient.

Le sujet N°003 a le niveau d'activité physique de base le plus important de nos patients, c'est aussi le plus jeune et le seul encore en activité ce qui peut expliquer cette différence importante. La comparaison du Temps 2 avec les deux autres week-ends montre une supériorité en tous points sauf l'accélération moyenne en période d'activité qui est moins importante au Temps 2 qu'au Temps 1.

Cependant, le temps d'activité entre les deux est nettement plus important lors du Temps 2 (3h14 de plus) ainsi que le temps passé au-dessus des 30% de l'accélération moyenne du 6MWT. L'accélération du sujet N°003 est moins importante lors du Temps 2 car la majorité du temps d'activité supplémentaire entre les deux week-ends était de faible intensité. Entre les deux week-ends sans SEF le constat est le même qu'entre le week-end 1 et le week-end 2. Le sujet N°003 a effectué de l'activité physique plus longtemps mais à plus faible intensité néanmoins le nombre de pas effectués est moins important lors du Temps 3. Les données recueillies laissent penser à une augmentation de l'activité physique à l'aide de la SEF pour le patient N°003.

#### **4.1.2. Comparaison Temps 1-Temps 2**

Pour les sujets du groupe B, les comparaisons sont uniquement possibles entre les Temps 1 et 2 car la crise sanitaire a empêché les patients de réaliser le 3<sup>e</sup> week-end qui était programmé en mars 2020. Ainsi, les évolutions entre les week-ends dues à une amélioration ou diminution de l'état général du patient ne peuvent pas être identifiées.

Le sujet N°004 présente des améliorations importantes sur chaque point mais essentiellement sur le niveau d'activité physique pratiquée. En effet, l'accélération moyenne sur la période d'activité a augmenté de 28 % soit la meilleure augmentation entre les différents participants. Ainsi, le sujet N°004 présente une amélioration de l'activité physique pouvant être due à l'amélioration de l'état général, l'utilisation de la SEF ou l'association des deux.

Lors de la comparaison du Temps 1 et du Temps 2, l'évolution de l'activité physique du sujet N°005 est inverse à celle du sujet précédent. Malgré une amélioration du temps passé en activité, l'accélération moyenne, le temps d'activité physique modérée et/ou intense et le nombre de pas effectués ont nettement diminué. Les causes de cette diminution peuvent être multiples et associées : détérioration de l'état général, mauvaise adaptation à la SEF.

Tout comme le sujet N°005, le sujet N°006 a également diminué le niveau d'activité physique entre les deux week-ends comme le montre le nombre de pas effectués ou encore le temps d'activité. Cependant, l'accélération moyenne a augmenté au cours du week-end avec la SEF malgré la diminution du temps d'activité.

Cette différence est due au pic d'activité du vendredi après-midi et samedi après-midi, respectivement à 76,52 et 77,12 m/s<sup>2</sup>, alors que lors du week-end sans SEF, le patient ne dépasse pas une accélération de 70 m/s<sup>2</sup>.

#### **4.1.3. Intérêt de la stimulation électrique fonctionnelle dans l'activité physique**

Les résultats obtenus ne nous permettent pas de valider ou d'invalider notre hypothèse. En effet, le nombre de sujets ayant participé à l'étude est trop faible pour en tirer des conclusions. De plus, la survenue d'évènements indésirables, tels qu'une maladie (comme pour le sujet N°002) ou tout autre évènement indésirable extérieur à l'étude (météo, regroupements familiaux, crise sanitaire) ne peuvent pas être repérés à cause du nombre trop faible de patients et également de week-ends avec et sans SEF effectués.

Il est tout de même possible de noter différentes tendances en fonction du niveau de marche des sujets et de l'objectif de la mise en place de la SEF comme aide à la marche. En effet nous pouvons constater que les sujets ayant un niveau de marche communautaire avaient augmenté leur niveau d'activité physique lors du port de la SEF. A l'opposé, les marcheurs dits « d'intérieur » donc avec un périmètre de marche moins important, ont diminué leur activité physique.

Dans un second temps, en fonction du niveau d'activité de base et des objectifs prédéfinis pour l'utilisation de la SEF, il est possible de constater que les sujets, qui avaient pour but d'améliorer leur activité physique avec la SEF, ont augmenté leur capacité. A l'inverse, les sujets dont l'objectif était de réduire le risque de chute ou de se sevrer leur aide technique n'ont pas amélioré leur activité physique au cours du week-end avec la SEF.

Enfin, les résultats montrent une différence entre hommes et femmes. Cette différence n'est pas significative car le nombre d'homme participant à l'étude est inférieur au nombre de femmes. Ils sont également plus âgés et ont des aptitudes physiques moins importantes. Cette différence n'est donc pas un signe de l'efficacité plus importante de la SEF chez la femme.

La tendance de cette étude laisse donc supposer que la SEF aurait une influence plus importante chez les personnes ayant un certain niveau d'activité physique initial (marcheur communautaire) et ayant comme objectif de l'améliorer. Cette tendance est tout de même à nuancer en raison du faible nombre de participants à l'étude.

#### **4.1.4. Autre intérêt de la stimulation électrique fonctionnelle**

L'un des autres points à prendre en compte, hormis l'activité physique, pour la participation du sujet selon le modèle de la CIF, est l'utilisation d'aides techniques. En effet, la mise en place d'une SEF pour corriger le pied tombant à la marche répond à différents objectifs qui varient en fonction du patient. Un des principaux objectifs est d'augmenter l'activité locomotrice car, comme décrit dans l'introduction, la marche est un élément majeur de l'indépendance du sujet et donc de l'activité et la participation selon le modèle de la CIF. Cependant, certains patients présentent d'autres objectifs que l'augmentation leur activité locomotrice, comme celui de diminuer les aides techniques à l'aide de la SEF. C'est le cas du sujet N°002. Lorsqu'il utilise son orthèse de type Liberté® est obligé de se mouvoir à l'aide d'une canne simple, alors qu'avec la SEF il réussit à se déplacer sans aide technique.

L'utilisation d'aide technique rend indisponible au minimum un des deux membres supérieurs. Chez des patients victimes d'AVC présentant une hémiparésie du membre supérieur, le port de canne se fait par le membre supérieur sain. Le patient ne dispose donc plus de possibilité de préhension dans les activités de la vie quotidienne augmentant ainsi les incapacités des patients et leur participation. Le sevrage de la canne simple ou de la canne antébrachiale permet donc de libérer le membre supérieur non lésé et ainsi de restaurer des possibilités de préhension (pour le port d'un sac de course par exemple).

Ainsi, pour chaque patient, il est nécessaire d'identifier les objectifs de la SEF et de ne pas se fier simplement à l'activité locomotrice du sujet ou à la diminution des aides techniques. Le choix entre SEF et orthèse ne peut se faire uniquement en se référant aux résultats obtenus lors de la participation à cette étude. Au contraire, ces résultats doivent servir à alimenter le bilan du patient au cours de son parcours clinique.

#### **4.2. Comparaison avec la littérature**

Dans la littérature actuelle, il existe des études comparant la SEF et les autres orthèses, ainsi que des études mesurant l'activité physique de patient AVC en conditions écologiques, à l'aide d'un accéléromètre, mais aucune étude associant les deux. Les résultats de cette étude ne sont donc pas directement comparables avec les articles présents dans la littérature. Contrairement aux autres études comparant SEF et les autres orthèses, ce mémoire ne s'appuie pas uniquement sur la réalisation de tests en laboratoire.

En 2015, Bethoux et *al.* montraient dans leur étude que la SEF n'était pas inférieure aux autres orthèses sur les principaux paramètres de comparaison (test des 10 mètres et événements indésirables liés à l'appareillage) et était supérieure au 6MWT (12). Puis Prenton et *al.* en 2016 publiaient une méta-analyse sur les articles comparant la SEF et les autres orthèses, ses conclusions étaient que les deux aides de marche sont aussi bénéfiques sur la vitesse de marche et qu'il serait intéressant de réaliser des tests comparant les différentes orthèses dans les conditions de vie quotidienne des patients (13). Ces articles ont mené à la réalisation de notre étude qui suit les mêmes tendances concernant la supériorité de la SEF comparée aux autres orthèses. Même s'il est impossible de tirer des conclusions de cette étude en raison du nombre trop faible de participants, il est tout de même possible d'observer que la SEF a pour certains patients un effet positif sur l'activité physique et inversement pour d'autres.

Ainsi, en conditions écologiques, la SEF serait plus adaptée à un type de patients plutôt actifs, avec un périmètre de marche non limité à leur domicile. Cependant, pour les raisons évoquées précédemment, les résultats de l'étude ne sont que des suppositions et il est impossible d'affirmer avec certitude qu'elles sont justes.

L'utilisation de l'accéléromètre comme appareil de mesure a fait l'objet de nombreuses études chez les patients AVC. De nombreux auteurs tel que Van de Port et *al.* ont notamment mené des études afin d'identifier l'activité en marche libre en ambulatoire des patients victimes d'AVC. Leurs études ont montré un faible niveau d'activité chez les personnes ayant subi un AVC, en moyenne 4 078 pas chez un sujet AVC en phase chronique selon English et *al.*, ce qui est nettement inférieur aux recommandations concernant l'activité physique de base chez les personnes âgées et/ou atteints de maladie chronique qui préconisent 7 000 à 10 000 pas par jour (58–62). Les données recueillies dans ce mémoire montrent également une activité de marche libre avec un faible niveau pour cinq de nos patients avec un nombre de pas inférieur à 5 000 pas par jour. Même si pour certains de nos sujets le nombre de pas augmente avec la SEF, le niveau d'activité reste inférieur aux recommandations. Il faut tout de même noter que les recommandations ne sont pas pondérées par les limitations de mobilité et d'endurance des personnes qui expliquent également le faible niveau d'activité de marche des victimes d'AVC (61).

Le choix d'utilisation de l'accélérométrie comme outil de mesure s'est fait, tout d'abord, sur la volonté d'avoir des mesures objectives, fiables et validées comme le montrent différents auteurs dans leurs études notamment Ainsworth, Dobkin, Rand ou encore Bussmann (14,15,21,22,47). De plus, d'autres études comme celles de Hagstromer et Robinson montrent une faible corrélation entre les mesures subjectives et objectives de l'activité physique chez les personnes saines et celles ayant subi un AVC avec une probable surestimation des mesures subjectives (63,64). Malgré tout, il aurait pu être intéressant pour corréler les données objectives de mettre en place un journal d'activité pour pouvoir identifier les différentes situations correspondant aux valeurs données par l'actimètre (14).

Concernant le positionnement de l'Actigraph, plusieurs positionnements sont décrits dans les différentes études analysées pour la réalisation de ce mémoire tel que la cheville parétique, la cheville non parétique ou la taille. Le choix de la cheville s'est fait pour différentes raisons (18,45). Tout d'abord Campos et *al.* en 2018, et Klassen et *al.* avant lui (2016), ont démontré une précision plus importante en positionnant l'appareil au niveau de la cheville saine plutôt qu'à la taille. De plus, les patients ont trouvé plus confortable le port de l'accéléromètre au niveau de la cheville (52,65).

### **4.3. Application clinique et intérêt pour la pratique professionnelle**

L'intérêt de cette étude, si elle est poursuivie, adaptée et que les résultats sont significatifs, serait d'avoir une nouvelle technique de bilan. Le contrôle de l'activité physique en conditions écologiques est tout d'abord un nouveau moyen de choisir le type d'orthèse adapté au patient. Même si les tests de marche en laboratoire sont une première aide à la décision, les tests en conditions écologiques sont les plus représentatifs des conditions réelles dans lesquelles les patients vont vivre car ils sont dans leur environnement et pratiquent leurs activités de la vie quotidienne.

Cependant, la mesure de l'activité physique en conditions écologiques seule ne peut permettre de choisir le type d'orthèse adaptée au patient. Elle doit être associée à d'autres tests et bilans qui répondent aux besoins des patients et aux objectifs fixés pour l'appareillage.

Un autre intérêt de cette étude pour la pratique professionnelle est que l'accélérométrie est un atout majeur dans la prise en charge des patients. Elle permettrait une surveillance à distance de l'état du patient après son passage en centre de rééducation. En effet, il serait possible de réaliser pour chaque patient un week-end de mesure en fin de rééducation puis, réaliser un nouveau test quelques mois après pour voir l'évolution du patient. Ainsi, cette technique de contrôle à distance pourrait devenir une technique permettant d'identifier les régressions et/ou les patients qui nécessiteraient une nouvelle prise en charge.

Par ailleurs, si l'étude se poursuit et intègre tous types de marcheurs avec tout niveau d'activité physique initial il sera peut-être possible d'identifier des profils de patients pour qui l'utilisation de la SEF améliore les capacités. Si les tendances suivent celles de ce mémoire, les patients victimes d'AVC ayant un niveau d'activité physique moyen et/ou important, étant des marcheurs de type communautaire, seraient des candidats idéals à l'utilisation de la SEF.

#### **4.4. Qualités et limites de cette étude**

##### **4.4.1. Qualités méthodologiques**

L'utilisation d'un protocole de type A-B-A semblable à un protocole SCED pour la réalisation de cette étude permet au sujet d'être son propre contrôle, et limite ainsi les biais entre un groupe témoin et un groupe contrôle composés d'individus différents malgré leur évolution parfois semblable.

Un autre point positif du protocole est la surveillance de l'activité physique sous 72h du vendredi midi au lundi midi. Premièrement, le contrôle de l'activité physique sous 72h a montré une fiabilité plus importante que sur 48h. De plus, les 72h de contrôle se déroulent sur des jours similaires pour permettre aux patients d'être dans des conditions similaires afin de réaliser une comparaison la plus fiable possible.

De plus, cette étude étant réalisée sur des patients AVC en phase chronique, le risque de biais dû à l'évolution physique du patient est limité à cette phase. Néanmoins si une évolution est présente la comparaison entre le Temps 1 et le Temps 3 permet de l'identifier.

Enfin, l'utilisation de l'Actigraph GT3X® permet l'enregistrement d'un vecteur d'accélération à chaque seconde. Il est ainsi possible d'obtenir des informations précises sur les mouvements effectués par le sujet lors du port de l'appareil.

##### **4.4.2. Limites méthodologiques**

La fiabilité de notre protocole est conditionnée par différents paramètres tels que la sélection des participants à l'étude, la méthodologie, les limites de l'appareil utilisé. De plus, la crise sanitaire se déroulant en Europe au moment des tests a limité la poursuite de l'étude pour la plupart des participants.

#### **4.4.2.1. Biais de sélection et de recrutement**

Tout d'abord, le nombre de sujets inclus dans l'étude est également un facteur limitant. En effet, le peu de sujets participant à l'étude ne permet pas d'avoir de certitude concernant les résultats obtenus ou d'affirmer ou non la supériorité de la SEF sur les autres orthèses.

De plus, les sujets participant à l'étude ne présentent pas de troubles de la compréhension selon les critères d'inclusion définis au préalable. Cependant, l'une des séquelles majeures post-AVC est l'aphasie provoquant dans certains cas des troubles de la compréhension. Ne pas inclure de sujets présentant ces troubles diminue la représentativité des patients victimes d'AVC participant à cette étude.

Enfin, les genres ne sont pas représentés de façon égale dans cette étude : 2 hommes pour 4 femmes. Ajouté à cela, les femmes de cette étude possèdent un niveau d'activité physique initial supérieur aux hommes.

#### **4.4.2.2. Biais d'attrition**

La crise sanitaire se déroulant actuellement en Europe a empêché trois des patients inclus dans l'étude de réaliser le troisième week-end de mesure. Néanmoins, les mesures ayant été réalisées pour les deux premiers week-ends une comparaison avec et sans SEF était tout de même possible même si les résultats ne permettent pas de tirer une quelconque conclusion. Le choix de présenter ces trois patients malgré les mesures incomplètes a été pris car parmi ces sujets il est possible d'avoir une variété de personnes plus importantes.

De plus, même si les résultats ne permettent pas d'affirmer la supériorité d'une technique par rapport à l'autre, l'ajout de ces patients permet de nuancer l'hypothèse initiale et d'afficher une tendance quant à nos résultats.

#### **4.4.2.3. Biais méthodologiques**

Il est également possible d'identifier plusieurs biais de méthodologie. Même si les consignes données étaient similaires pour chaque patient et pour chaque week-end, les conditions météorologiques et les activités initialement prévues par le sujet peuvent faire varier l'activité physique effectuée par le sujet et donc les mesures. D'autres événements indésirables, tels que les maladies, peuvent intervenir lors des week-ends et ainsi fausser les résultats recueillis au cours du week-end.

De plus, il est impossible pour le sujet de garder l'Actigraph lors des baignades, si une telle activité a été réalisée par le patient elle n'a donc pas pu être quantifiée. Enfin, les sujets avaient pour consigne de ne pas enlever l'appareil au cours de la période, il est impossible de savoir avec exactitude si la consigne a été respectée ou non.

Ajoutées à cela, les mesures ont été réalisées uniquement au cours de week-end dans le but d'être dans des conditions similaires pour chaque patient. Néanmoins, l'activité effectuée le week-end ne reflète pas l'activité globale d'un patient sur une semaine et d'un individu à l'autre l'activité physique pratiquée peut-être plus importante en semaine que le week-end et inversement.

Enfin, la comparaison de l'impact de la SEF par rapport aux orthèses sur un seul week-end limite l'interprétation des résultats de façon plus significative ainsi que l'identification d'un réel impact de la SEF sur l'activité physique quotidienne comparée à une orthèse classique.

#### **4.4.2.4. Biais de mesure**

L'accéléromètre capte tout déplacement de l'appareil. Dans cette étude, les sujets avaient l'appareil accroché au-dessus de leur cheville du côté non parétique, l'Actigraph mesure donc les mouvements de la jambe lors de la marche mais également des balancements des jambes en position assise. Ces deux activités sont indifférenciables avec l'appareil.

#### **4.5. Perspective d'approfondissement et de réorientation du travail par rapport aux résultats obtenus**

En répondant aux biais et limites identifiés de l'étude, il est possible de dégager certains axes d'approfondissement. Tout d'abord augmenter le nombre de sujet inclus dans l'étude pour permettre l'obtention de résultats significatifs et un élargissement des résultats à un plus grand nombre de patients.

Une autre amélioration possible est la réalisation d'un véritable protocole SCED. C'est-à-dire d'augmenter le nombre de week-ends passés avec et sans la SEF sous contrôle de l'accéléromètre pour permettre d'augmenter la fiabilité de la comparaison, la validité externe pour généraliser les résultats et diminuer le risque de biais dus aux événements indésirables ou extérieurs à l'étude.

Le nouveau protocole pourrait en fonction des patients varier les temps avec SEF de façon à avoir soit des enchaînements de week-ends simples de type A-B-A-B ou B-A-B-A soit plus variés A-B-B-A, etc...

De plus, la mise en place d'un journal de bord pour identifier les différentes activités physiques effectuées par le sujet au cours de la période d'appareillage est une piste d'amélioration de cette étude. Ce journal pourrait permettre une compréhension des courbes modélisées dans les résultats pour identifier quel type d'activité physique est effectué au cours des différentes périodes d'activité.

Un autre aspect qui n'est pas pris en compte dans ce mémoire est le point de vue du patient. Il aurait été pertinent d'ajouter des questionnaires pour connaître le ressenti du patient concernant l'utilisation de la SEF, connaître son impression, s'il trouve un intérêt à son utilisation dans son quotidien ou au contraire si pour lui cette technologie est une contrainte. Il existe par ailleurs des questionnaires adaptés : les questionnaires PIADS et QUEST (66,67). Le premier est un auto-questionnaire permettant d'évaluer la SEF sur l'indépendance fonctionnelle du sujet, son bien-être et sa qualité de vie de façon fiable et valide. Le second est un questionnaire québécois montrant la satisfaction du sujet concernant la SEF ainsi que sa plus-value comparée aux orthèses normales. Ces questionnaires devaient initialement être des critères d'évaluation secondaire de l'étude mais les conditions sanitaires actuelles n'ont pas permis de les ajouter à l'analyse. A l'instar de Bullay et *al.*, des entretiens semi-directifs auraient pu permettre d'étudier les ressentis des patients avec la SEF (42).

L'enchaînement des trois week-ends de mesure est également une piste d'amélioration. Ainsi le temps entre la première période (Temps 1) et la dernière (Temps 3) ne serait que d'un week-end réduisant donc les changements dus à l'évolution du patient.

Par ailleurs, une autre amélioration possible à l'étude est une mesure sur sept jours à la place de trois. En augmentant la durée de la surveillance via l'Actigraph il serait possible d'observer le sujet sur l'ensemble de son activité au cours d'une semaine et non uniquement sur le week-end et ainsi d'avoir une approche globale de l'activité physique du sujet.

## 5. CONCLUSION

L'impact de la SEF sur l'activité et la participation des patients victimes d'un AVC en phase chronique n'a pas pu être identifié dans ce mémoire car le nombre de participants est trop faible pour en tirer des conclusions probantes. Cependant en l'état actuel de nos recherches, une première tendance se dégage. Il semblerait que la SEF puisse avoir un impact positif chez les personnes ayant un niveau d'activité physique initial moyen et/ou important. Les résultats nécessiteraient une poursuite de l'étude afin d'obtenir un plus grand nombre de participants ce qui permettrait de valider ou d'invalider l'hypothèse initiale.

Il serait également intéressant de pouvoir observer les patients atteints d'autres pathologies du système nerveux central et utilisant la SEF, tels que les sujets atteints de sclérose en plaque ou de traumatismes crâniens afin de voir si les données sont similaires à celles recueillies au cours de notre étude. C'est l'un des sujets que traite actuellement, l'étude pilote qui a permis la réalisation de ce mémoire dont qui devrait à terme, intégrer une centaine de patients. L'un des principaux buts est d'identifier les personnes pour qui la SEF a un effet positif sur leur quotidien.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Organisation mondiale de la santé. Accident vasculaire cérébral (AVC). OMS. 2019 [cité 1 juill 2019]. Disponible sur: [https://www.who.int/topics/cerebrovascular\\_accident/fr/](https://www.who.int/topics/cerebrovascular_accident/fr/)
2. Meirhaeghe A, Cottel D, Cousin B, et al. Comparaison des taux d'attaque, d'incidence et de mortalité de l'accident vasculaire cérébral entre les hommes et les femmes de 35 ans et plus : registre des AVC de Lille. Bull Epidemiol Hebd. 2019;(2):18-24.
3. Accident vasculaire cérébral (AVC). INSERM. 2019 [cité 18 juill 2019]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/accident-vasculaire-cerebral-avc>
4. HAS. Accident vasculaire cérébral : Pertinence des parcours de rééducation/réadaptation après la phase initiale de l'AVC. 2019. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_2972905/fr/accident-vasculaire-cerebral-pertinence-des-parcours-de-reeducation/readaptation-apres-la-phase-initiale-de-l-avc](https://www.has-sante.fr/jcms/c_2972905/fr/accident-vasculaire-cerebral-pertinence-des-parcours-de-reeducation/readaptation-apres-la-phase-initiale-de-l-avc)
5. Lecoffre C, De Pretti C, Gabet A, Grimaud O, Wolmant F, Giroud A, et al. Mortalité par accident vasculaire cérébral en France en 2013 et évolutions 2008-2013. Bull Epidemiol Hebd. 2017;(5):95-100.
6. World Health Organization, éditeur. Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé: CIF. Genève; 2001. 304.
7. Perry J, Garrett M, Gronley JK, Mulroy SJ. Classification of Walking Handicap in the Stroke Population. Stroke. 1995;26(6):982-9.
8. Bethoux F, Rogers HL, Nolan KJ, et al. The Effects of Peroneal Nerve Functional Electrical Stimulation Versus Ankle-Foot Orthosis in Patients With Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial. Neurorehabil Neural Repair. 2014;28(7):688-97.
9. Prenton S, Hollands K, Kenney L, Onmanee P. Functional electrical stimulation and ankle foot orthoses provide equivalent therapeutic effects on foot drop: A meta-analysis providing direction for future research. J Rehabil Med. 2018;50(2):129-39.
10. Kluding PM, Dunning K, O'Dell MW, et al. Foot Drop Stimulation Versus Ankle Foot Orthosis After Stroke: 30-Week Outcomes. Stroke. 2013;44(6):1660-9.
11. Kafri M, Laufer Y. Therapeutic Effects of Functional Electrical Stimulation on Gait in Individuals Post-Stroke. Ann Biomed Eng. 2015;43(2):451-66.
12. Bethoux F, Rogers HL, Nolan KJ, et al. Long-Term Follow-up to a Randomized Controlled Trial Comparing Peroneal Nerve Functional Electrical Stimulation to an Ankle Foot Orthosis for Patients With Chronic Stroke. Neurorehabil Neural Repair. 2015;29(10):911-22.
13. Prenton S, Hollands K, Kenney L. Functional electrical stimulation versus ankle foot orthoses for foot-drop: A meta-analysis of orthotic effects. J Rehabil Med. 2016;48(8):646-56.

14. Bussmann JBJ, Ebner-Priemer UW, Fahrenberg J. Ambulatory Activity Monitoring: Progress in Measurement of Activity, Posture, and Specific Motion Patterns in Daily Life. *Eur Psychol.* 2009;14(2):142-52.
15. Ainsworth BE, Bassett DR, Strath SJ, et al. Comparison of three methods for measuring the time spent in physical activity. *Med Sci Sports Exerc.* sept 2000;32(9 Suppl):457-64.
16. Chen KY, Bassett DR. The Technology of Accelerometry-Based Activity Monitors: Current and Future: *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(Supplement):S490-500.
17. Dobkin BH, Nadeau SE, Behrman AL, et al. Prediction of responders for outcome measures of Locomotor Experience Applied Post Stroke trial. *J Rehabil Res Dev.* 2014;51(1):39-50.
18. Santos-Lozano A, Santín-Medeiros F, Cardon G, et al. Actigraph GT3X: Validation and Determination of Physical Activity Intensity Cut Points. *Int J Sports Med.* 2013;34(11):975-82.
19. Sasaki JE, John D, Freedson PS. Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. *J Sci Med Sport.* 2011;14(5):411-6.
20. Haeuber E, Shaughnessy M, Forrester LW, Coleman KL, Macko RF. Accelerometer monitoring of home- and community-based ambulatory activity after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(12):1997-2001.
21. Rand D, Eng JJ, Tang P-F, Jeng J-S, Hung C. How Active Are People With Stroke?: Use of Accelerometers to Assess Physical Activity. *Stroke.* 2009;40(1):163-8.
22. Dobkin BH, Xu X, Batalin M, Thomas S, Kaiser W. Reliability and Validity of Bilateral Ankle Accelerometer Algorithms for Activity Recognition and Walking Speed After Stroke. *Stroke.* 2011;42(8):2246-50.
23. Accidents Vasculaires Cérébraux . Collège des enseignants de neurologie. 2017 [cité 1 juill 2019]. Disponible sur: <https://www.cen-neurologie.fr/deuxieme-cycle%20accidents-vasculaires-c%3%A9r%3%A9braux>
24. Camden M-C, Verrault S. L'AVC cardioembolique : la sémiologie et l'investigation étiologique. *Le clinicien.* 2008;23(5):61-6.
25. Accident vasculaire cérébral ischémique et hémorragique. Consortium National de Formation en Santé. [cité 20 août 2019]. Disponible sur: <https://cnfs.ca/pathologies/accident-vasculaire-cerebral-ischemique-et-hemorragique>
26. Detante O., Jaillard A., Moisan A., Barbieux M., Favre I., Garambois K, et al. Physiopathologie de l'ischémie cérébrale. *EMC - Neurol.* 2014; 11(4):1-12.
27. Hanaway, Woosley, Gado. Atlas du cerveau: un guide visuel du système nerveux central humain. Paris: De Boeck supérieur; 2001.
28. Yelnik A-P, Bonan I-V, Simon O, Gellez-Leman M-C. Rééducation après accident vasculaire cérébral. *EMC - Neurol.* 2008;5(3):1-15.

29. Morand A de. Pratique de la rééducation neurologique. 2e édition. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2014.
30. Larousse. Marche. Larousse. 2019 [cité 1 juill 2019]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/marche/49387>
31. Gracies J-M. Pathophysiology of spastic paresis. I: Paresis and soft tissue changes. Muscle Nerve. 2005;31(5):535-51.
32. Gracies J-M. Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity. Muscle Nerve. 2005;31(5):552-71.
33. Levine D, Richards J, Whittle M, Whittle M, éditeurs. Whittle's gait analysis. 5th ed. Edinburgh: Elsevier; 2012. 177.
34. HAS. Accident vasculaire cérébral : méthodes de rééducation de la fonction motrice chez l'adulte. 2012. [cité le 27 août 2019] Disponible sur : [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_1334330/fr/accident-vasculaire-cerebral-methodes-de-reeducation-de-la-fonction-motrice-chez-l-adulte](https://www.has-sante.fr/jcms/c_1334330/fr/accident-vasculaire-cerebral-methodes-de-reeducation-de-la-fonction-motrice-chez-l-adulte)
35. Daly A, Frelin C, Sitbon M. Apport de la stimulation électrique fonctionnelle dans le réapprentissage de la marche chez l'hémiplégique. Kinésithérapie Rev. 2011;11(115-116):20-8.
36. Thrasher TA, Popovic MR. Functional electrical stimulation of walking: Function, exercise and rehabilitation. Ann Réadapt Médecine Phys. 2008;51(6):452-60.
37. Berenpas F, Geurts AC, den Boer J, van Swigchem R, Nollet F, Weerdesteyn V. Surplus value of implanted peroneal functional electrical stimulation over ankle-foot orthosis for gait adaptability in people with foot drop after stroke. Gait Posture. 2019;71:157-62.
38. Carr JH, Shepherd RB, Nordholm L, Lynne D. Investigation of a New Motor Assessment Scale for Stroke Patients. Physical Therapy. 1985;65(2):175-80.
39. HAS. Référentiel d'auto-évaluation des pratiques professionnelles en massokinésithérapie : Evaluation fonctionnelle de l'AVC. 2006 janv. [cité le 6 sept 2019] Disponible sur : [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/Evaluation\\_%20fonctionnelle\\_%20AVC\\_ref.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/Evaluation_%20fonctionnelle_%20AVC_ref.pdf)
40. Wren TAL, Gorton GE, Öunpuu S, Tucker CA. Efficacy of clinical gait analysis: A systematic review. Gait Posture. 2011;34(2):149-53.
41. Sharif F, Ghulam S, Nawaz Malik A, Saeed Q. Effectiveness of Functional Electrical Stimulation (FES) versus Conventional Electrical Stimulation in Gait Rehabilitation of Patients with Stroke. Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan. 2017;27(11):703-6.
42. Bulley C, Shiels J, Wilkie K, Salisbury L. User experiences, preferences and choices relating to functional electrical stimulation and ankle foot orthoses for foot-drop after stroke. Physiotherapy. 2011;97(3):226-33.

43. Fini NA, Holland AE, Keating J, Simek J, Bernhardt J. How is physical activity monitored in people following stroke? *Disabil Rehabil.* 2015;37(19):1717-31.
44. Dobkin BH, Dorsch A. The Promise of mHealth: Daily Activity Monitoring and Outcome Assessments by Wearable Sensors. *Neurorehabil Neural Repair.* 2011;25(9):788-98.
45. Strømmen AM, Christensen T, Jensen K. Quantitative Measurement of Physical Activity in Acute Ischemic Stroke and Transient Ischemic Attack. *Stroke.* 2014;45(12):3649-55.
46. Dobkin BH. Wearable motion sensors to continuously measure real-world physical activities: *Curr Opin Neurol.* 2013;26(6):602-8.
47. Gebruers N, Vanroy C, Truijien S, Engelborghs S, De Deyn PP. Monitoring of Physical Activity After Stroke: A Systematic Review of Accelerometry-Based Measures. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91(2):288-97.
48. Moore SA, Hickey A, Lord S, Del Din S, Godfrey A, Rochester L. Comprehensive measurement of stroke gait characteristics with a single accelerometer in the laboratory and community: a feasibility, validity and reliability study. *J NeuroEngineering Rehabil* 2017 [cité 29 avr 2020];14(1). Disponible sur: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-017-0341-z>
49. Journal Officiel. Loi n° 2012-300 du 5 mars 2012 relative aux recherches impliquant la personne humaine. 2012-300 mars 5, 2012.
50. AMM. Déclaration d'Helsinki de l'AMM - Principes éthiques applicables à la recherche médicale impliquant des êtres humains. 2017 [cité 31 oct 2019]. Disponible sur: <https://www.wma.net/fr/policies-post/declaration-dhelsinki-de-lamm-principes-ethiques-applicables-a-la-recherche-medicale-impliquant-des-etres-humains/>
51. Lobo MA, Moeyaert M, Baraldi Cunha A, Babik I. Single-Case Design, Analysis, and Quality Assessment for Intervention Research: *J Neurol Phys Ther.* 2017;41(3):187-97.
52. Campos C, DePaul VG, Knorr S, Wong JS, Mansfield A, Patterson KK. Validity of the ActiGraph activity monitor for individuals who walk slowly post-stroke. *Top Stroke Rehabil.* 2018;25(4):295-304.
53. Donovan K, Lord SE, McNaughton HK, Weatherall M. Mobility beyond the clinic: the effect of environment on gait and its measurement in community-ambulant stroke survivors. *Clin Rehabil.* 2008;22(6):556-63.
54. Mudge S, Stott NS. Timed Walking Tests Correlate With Daily Step Activity In Persons With Stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(2):296-301.
55. Fulk GD, Reynolds C, Mondal S, Deutsch JE. Predicting Home and Community Walking Activity in People With Stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91(10):1582-6.
56. Serra MC, Balraj E, DiSanzo BL, et al. Validating accelerometry as a measure of physical activity and energy expenditure in chronic stroke. *Top Stroke Rehabil.* 2017;24(1):18-23.
57. Journal Officiel du Grand-Duché de Luxembourg. Loi du 1er août 2018 portant organisation de la Commission nationale pour la protection des données et mise en

œuvre du règlement (UE) 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données, et abrogeant la directive 95/46/CE (règlement général sur la protection des données), portant modification du Code du travail et de la loi modifiée du 25 mars 2015 fixant le régime des traitements et les conditions et modalités d'avancement des fonctionnaires de l'État. 16 août 2018.

58. Van de Port I, Punt M, Meijer JW. Walking activity and its determinants in free-living ambulatory people in a chronic phase after stroke: a cross-sectional study. *Disabil Rehabil.* 2018;42(5):636-41.
59. Joseph C, Conradsson D, Hagströmer M, Lawal I, Rhoda A. Objectively assessed physical activity and associated factors of sedentary behavior among survivors of stroke living in Cape Town, South Africa. *Disabil Rehabil.* 2018;40(21):2509-15.
60. English C, Manns PJ, Tucak C, Bernhardt J. Physical Activity and Sedentary Behaviors in People With Stroke Living in the Community: A Systematic Review. *Phys Ther.* 2014;94(2):185-96.
61. Tudor-Locke C, Craig CL, Aoyagi Y, et al. How many steps/day are enough? For older adults and special populations. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2011;8(1):80.
62. Butler EN, Evenson KR. Prevalence of Physical Activity and Sedentary Behavior Among Stroke Survivors in the United States. *Top Stroke Rehabil.* 2014;21(3):246-55.
63. Hagstromer M, Ainsworth BE, Oja P, Sjostrom M. Comparison of a Subjective and an Objective Measure of Physical Activity in a Population Sample. *J Phys Act Health.* 2010;7(4):541-50.
64. Robinson CA, Shumway-Cook A, Ciol MA, Kartin D. Participation in Community Walking Following Stroke: Subjective Versus Objective Measures and the Impact of Personal Factors. *Phys Ther.* 2011;91(12):1865-76.
65. Klassen TD, Simpson LA, Lim SB, et al. "Stepping Up" Activity Poststroke: Ankle-Positioned Accelerometer Can Accurately Record Steps During Slow Walking. *Phys Ther.* 2016;96(3):355-60.
66. Jutai J, Day H. Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale. 2016 [cité 6 févr 2020]. Disponible sur: <http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/t45599-000>
67. Demers L., Weiss-Lambrou R., Ska B. Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology (QUEST). 1996 [cité 6 févr 2020]. Disponible sur: <http://www.midss.ie/content/quebec-user-evaluation-satisfaction-assistive-technology-quest>

## **ANNEXES**

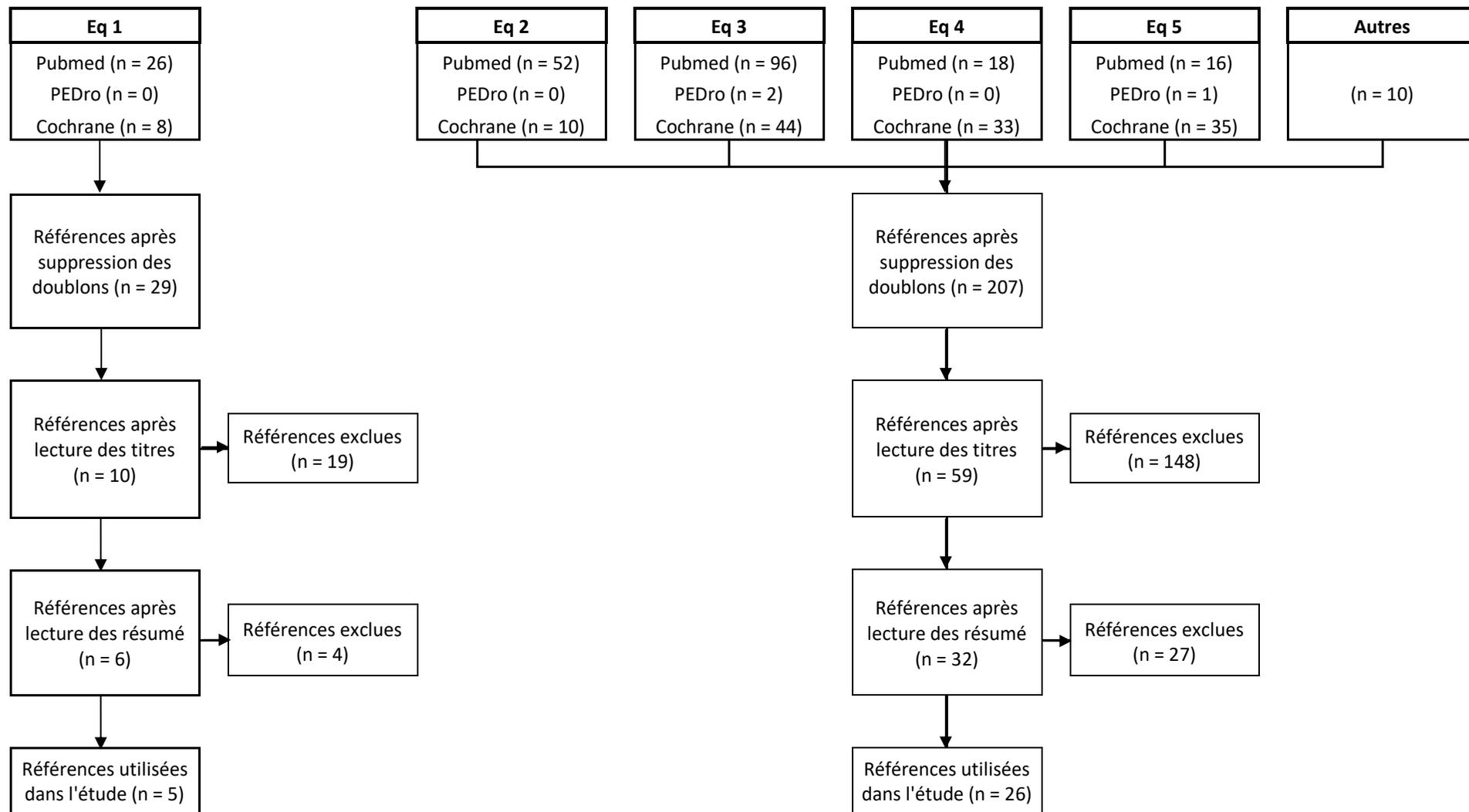
ANNEXE I : Diagramme de flux stratégie de recherche bibliographique

ANNEXE II : Formulaire de consentement

ANNEXE III : Evaluation clinique analytique

ANNEXE IV : Analyse des données d'accélération au cours de chaque week-end

### ANNEXE I : Diagramme de flux stratégie de recherche bibliographique



## ANNEXE II : Formulaire de consentement



CENTRE NATIONAL  
DE REEDUCATION FONCTIONNELLE  
ET DE READAPTATION  
Établissement Public

### Consentement éclairé

« Mesure de l'activité locomotrice de patients présentant un pied varus-équin suite à une lésion du système nerveux central, avec et sans appareillage, en conditions écologiques »

#### Personnes responsables:

- **Référent de l'étude :**  
Gilles Areno, [gilles.arena@rehacenter.lu](mailto:gilles.arena@rehacenter.lu), 26987047, 26984310
- **Responsables de l'étude :**  
Chantraine Frédéric (MPR), Schreiber Céline (ingénieur), Gilles Areno (PT)
- **Opérateur :**  
Gilles Areno, [gilles.arena@rehacenter.lu](mailto:gilles.arena@rehacenter.lu)

#### Consentement éclairé:

Je soussigné(e), .....  
Nom du participant ou tuteur/famille

déclare par la présente marquer mon accord pour participer à l'étude précitée. Je déclare également avoir été suffisamment informé(e) par ..... Nom d'un des responsables de l'étude  
oralement et par écrit (se référer au volet information) au sujet des buts et conséquences de la présente étude.

J'ai été informé que ma participation est totalement volontaire et que je suis libre de retirer mon consentement à tout moment sans devoir justifier ma décision et sans subir aucune conséquence.

**J'ai bien compris que cette étude était strictement indépendante de ma prise en charge au Rehacenter ou de toute autre prise en charge dont je bénéficie.**

Si les responsables de cette étude ont besoin d'avoir des informations cliniques déjà recueillies auparavant, **je les autorise à consulter mon dossier médical** afin d'y recueillir ces informations. Veuillez entourer la réponse « oui » ou « non » selon que vous êtes d'accord ou non avec cette affirmation :

OUI NON

Je suis assuré(e) du fait que toutes les données personnelles me concernant seront couvertes par le **secret professionnel**, dans le respect de la loi du 1er août 2018 portant sur l'organisation de la commission nationale pour la protection des données et mise en œuvre du règlement (UE) 2016/679 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel.

Date et lieu : .....

Signature du participant / représentant légal  
(faire précéder de la mention "lu et approuvé")

**Information (destinée au participant à l'étude)**

**Partie réservée au responsable de l'étude :**

Je soussigné(e), ....., confirme avoir informé oralement et par écrit le participant à l'étude sur la nature ainsi que sur les conséquences et les risques éventuels de l'étude et j'ai laissé l'opportunité aux participants de poser des questions.

Date et lieu : .....

Signature du responsable de l'étude :

Document à faire signer en double exemplaire : Premier exemplaire pour le participant à l'étude, 2<sup>e</sup> exemplaire à remettre au Data Protection Officer du Rehazenter.

**Titre de l'étude/mémoire:**

« Mesure de l'activité locomotrice de patients présentant un pied varus-équin suite à une lésion du système nerveux central, avec et sans appareillage, en conditions écologiques »

**Description de l'étude**

- **Objectif de l'étude :** L'objectif premier de cette étude est d'évaluer le degré d'activité de sujets post – AVC en phase chroniques sur trois week-ends : le premier dans la condition d'appareillage initiale du patient, le deuxième avec une SEF et le troisième de nouveau dans la condition d'appareillage initiale. Le second objectif est d'affiner notre connaissance quant à la population éligible à l'utilisation d'une SEF. Les données recueillies devraient en effet nous permettre d'établir une classification des patients pour lesquels la SEF apporte un bénéfice en conditions écologiques.

- **Déroulement de l'étude :** L'étude se déroulera en trois temps :

**Temps 1 :** Vous allez réaliser un test des 6 minutes de marche (à 100 % de vos capacités) au sein du CNRFR – Rehazenter, équipé d'un actimètre, et avec la condition d'appareillage initiale. Une première mesure de votre activité est faite sur un week-end. Pour compléter ces mesures du week-end, et lors des trois week-ends de mesure, vous vous verrez confier un carnet de bord ou vous devrez renseigner vos activités du week-end.

**Temps 2 :** Vous serez appareillé avec une SEF, suivant le chemin clinique défini au sein du CNRFR – Rehazenter, et un actimètre et passerez un second week-end à domicile pour recueillir les données d'actimétrie en étant appareillé. Au retour de votre week-end vous remplirez deux questionnaires, le PIADS et le QUEST.

**Temps 3 :** Vous réalisez ensuite le troisième et dernier week-end équipé de l'actimètre, et dans la condition d'appareillage initiale.

- **Confidentialité :** La gestion informatique des données sera assurée par le Laboratoire d'Analyse du Mouvement et de la Posture du Rehazenter, de façon sécurisée, comme prévu dans la loi du 1er août 2018 portant sur l'organisation de la commission nationale pour la protection des données et mise en œuvre du règlement (UE) 2016/679 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel.

Les données recueillies seront pseudonymisées. Un pseudonyme sera défini pour chaque sujet et comportera son numéro d'inclusion (c.-à-d. SEF-001). Ce code sera utilisé pour labelliser fichiers et répertoires informatiques relatifs à l'étude. La liste de correspondance entre les pseudonymes et les

informations nominatives, non informatisée, sera conservée de façon sécurisée au sein du Laboratoire d'Analyse du Mouvement et de la Posture du Rehazenter.

Toutes les données relatives à un participant qui se retirerait de l'étude seront immédiatement supprimées.

L'ensemble de la gestion des données de cette étude est validée par le Data Protection Officer du CNRFR – Rehazenter.

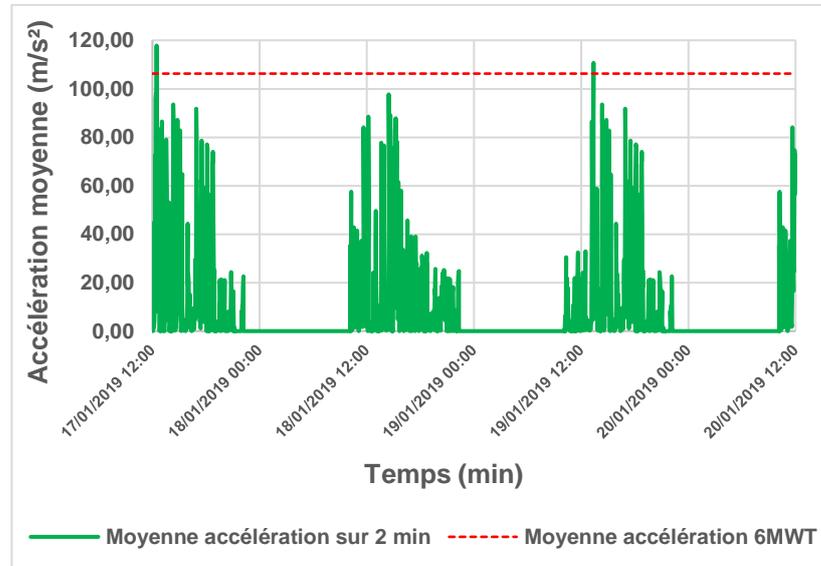
- ***Bénéfices attendus de l'étude*** : Les bénéfices attendus, relatifs à cette étude, sont listés ci-dessous pour chaque groupe de personnes concernées :
  - **Participants** : De par l'évaluation de leur activité en condition écologique, nous serons en mesure d'offrir aux participants une prise en charge plus adaptée à leur quotidien, et donc plus efficace. En effet nous pourrions adapter la thérapie en fonction du seuil d'activité préférentiel du patient et ainsi augmenter la spécificité de la prise en charge en kinésithérapie.
  - **Patients** : Grâce à la classification des patients en fonction de l'efficacité de la SEF, nous serons en mesure d'avoir une dimension prédictive sur les patients pour qui la SEF pourrait être intéressante, et donc diminuer notre taux d'échecs en thérapie. Le patient serait appareillé avec l'orthèse la plus utile pour ses besoins quotidiens. De plus, ce processus d'évaluation de l'activité de nos patients pourrait être décliné à d'autres problématiques et faire ainsi évoluer la prise en charge globale de nos patients.
  - **Communauté scientifique** : Cette étude pourrait apporter une première preuve de supériorité de la SEF comparé à d'autres orthèses pour cette population. L'impact de cette étude dans le domaine scientifique serait donc majeur.
- **Accord du comité Ethique de l'université ou de l'institut d'enseignement**
- **Protocole d'étude respecte la déclaration d'Helsinki** <http://www.cner.lu/fr-fr/statutslégislation.aspx>

La participation à cette étude est totalement volontaire et indépendante de la prise en charge dont vous bénéficiez au Centre National de Rééducation Fonctionnelle et de Rééducation. Votre décision de participer ou non à cette étude n'aura absolument aucune conséquence sur cette prise en charge ou tout autre traitement auquel vous avez droit. Même après avoir donné votre consentement, vous serez totalement libre de mettre fin à votre participation à l'étude, à n'importe quel moment, sans encourir aucun dommage.

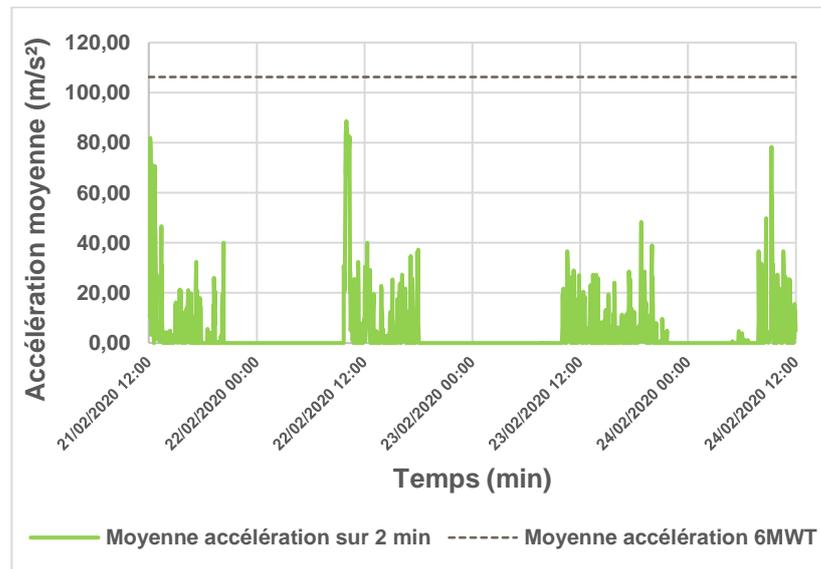
### ANNEXE III : Evaluation clinique analytique

REHAZENTER		EVALUATION CLINIQUE ANALYTIQUE																																														
Nom, prenom	0	0	Examineur :	0	Date naissance :	AAAA-MM-DD	Date exam. :	AAAA-MM-DD																																								
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #f4a460;">Foncé</td> <td>Obligatoire (unilatéral)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f4a460;">Très foncé</td> <td>Obligatoire (enfant)</td> </tr> </table>			Foncé	Obligatoire (unilatéral)	Très foncé	Obligatoire (enfant)	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">MOBILITE</th> </tr> <tr> <th>D</th> <th>G</th> </tr> </table>		MOBILITE		D	G	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="4">FORCE (MRC) / SELECTIVITE (Boyd)</th> <th colspan="4">SPASTICITE (Ashworth / Tardieu)</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">D</th> <th colspan="2">G</th> <th colspan="2">D</th> <th colspan="2">G</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Force</th> <th>Sélectivité</th> <th>Force</th> <th>Sélectivité</th> <th>Ashworth</th> <th>Tardieu</th> <th>Ashworth</th> <th>Tardieu</th> </tr> </table>								FORCE (MRC) / SELECTIVITE (Boyd)				SPASTICITE (Ashworth / Tardieu)						D		G		D		G				Force	Sélectivité	Force	Sélectivité	Ashworth	Tardieu	Ashworth	Tardieu
Foncé	Obligatoire (unilatéral)																																															
Très foncé	Obligatoire (enfant)																																															
MOBILITE																																																
D	G																																															
		FORCE (MRC) / SELECTIVITE (Boyd)				SPASTICITE (Ashworth / Tardieu)																																										
		D		G		D		G																																								
		Force	Sélectivité	Force	Sélectivité	Ashworth	Tardieu	Ashworth	Tardieu																																							
<b>BRAS</b>	Flexion (° deg)																																															
	Extension (Staheli : DV, Genou à 0°) IP seul (° deg)																																															
	Extension (Staheli DV, Genou à 90°) IP + RF (° deg)																																															
	Extension (Thomas, DD) (° deg)																																															
	Abduction (Flex-H / Flex-G) Add B (° deg)																																															
	Abduction (Ext-H / Flex-G) Add B+L (° deg)																																															
	Abduction (Ext-H / Ext-G) Add B+L+M (° deg)																																															
	Adduction (° deg)																																															
	Rotation Int Ext (decubitus dorsal) (° deg)																																															
	Rotation Int Ext (decubitus ventral) (° deg)																																															
Antérotation Fémorale (clinique, en DV) (° deg)																																																
<b>GENOU</b>	Flexion (° deg)																																															
	Extension (° deg)																																															
	Raideur articulaire (° deg)																																															
	Angle mort (° deg)																																															
	Rotule haute (cm)																																															
Cocontractions (° deg)																																																
Angle poplité unilatéral (° deg)																																																
Angle poplité bilatéral (pelvis à 0°) (° deg)																																																
<b>POIGNET</b>	Flexion plantaire (° deg)																																															
	Flexion dorsale DD (Silverskold) (° deg)																																															
	Genou en extension (R1 de Boyd) (° deg)																																															
	Genou fléchi (° deg)																																															
	Flexion dorsale max en charge (fente avant) (° deg)																																															
	Axe Cruro-Pédieux (ACP) procubitus (° deg)																																															
	Axe Bi-Malléolaire (ABM) assis (° deg)																																															
	VR VG attitude spontanée (0, 1, 2)																																															
	VR VG en charge (0, 1, 2)																																															
	Dislocation médio-tarsienne (0, 1, 2)																																															
Retraction fléchisseurs artels (0, 1, 2)																																																
Pied plat (0, 1, 2)																																																
Pied cavus (0, 1, 2)																																																
Pied convexe (0, 1, 2)																																																
Adductus Abductus avant-pied (° deg)																																																
Hallux valgus (0, 1, 2)																																																
Hallux flexus (0, 1, 2)																																																
Hallux rigidus (0, 1, 2)																																																
Griffe passive (0: NON, 1: OUI)																																																
Griffe dynamique (0: NON, 1: OUI)																																																
<b>DOIGTS</b>	Scoliose		Non																																													
	Déviation axe occipital		Non																																													
	Long. minf droit (cm)																																															
	Long. minf gauche (cm)																																															
<b>SENSIBILITE</b>	Superficielle																																															
	Proprioceptive																																															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">GROUPE</th> </tr> <tr> <td>Ia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ib</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IIa</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IIb</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IIIa</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IIIb</td> <td></td> </tr> </table>											GROUPE		Ia		Ib		IIa		IIb		IIIa		IIIb																									
GROUPE																																																
Ia																																																
Ib																																																
IIa																																																
IIb																																																
IIIa																																																
IIIb																																																

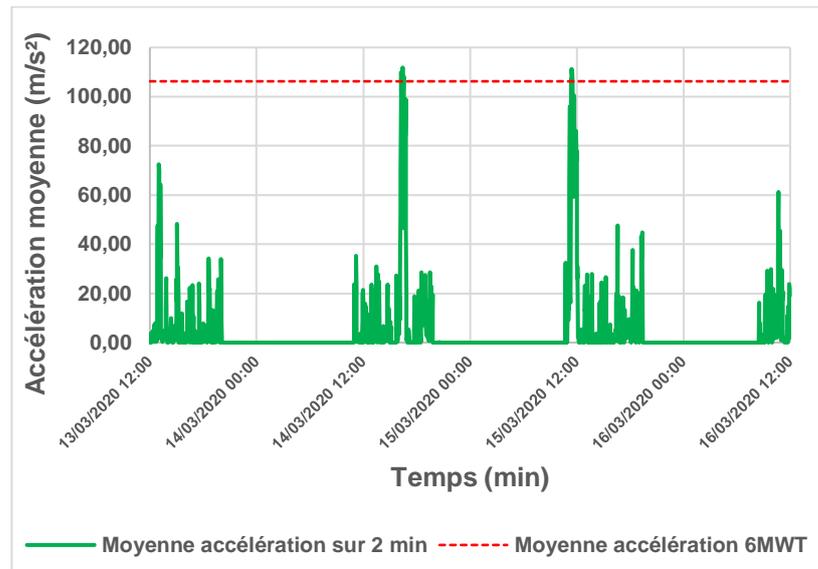
#### ANNEXE IV : Analyse des données d'accélération au cours de chaque week-end



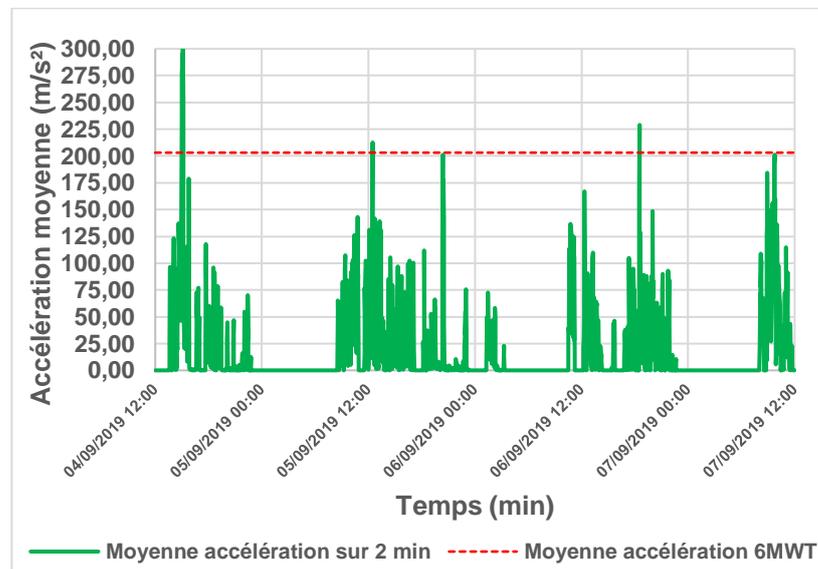
*Figure 17 : Accélération moyenne du sujet N°002 lors du Temps 1 (sans SEF)*



*Figure 18 : Accélération moyenne du sujet N°002 lors du Temps 2 (avec SEF)*



*Figure 19 : Accélération moyenne du sujet N°002 lors du Temps 3 (sans SEF)*



*Figure 20 : Accélération moyenne du sujet N°003 lors du Temps 1 (sans SEF)*

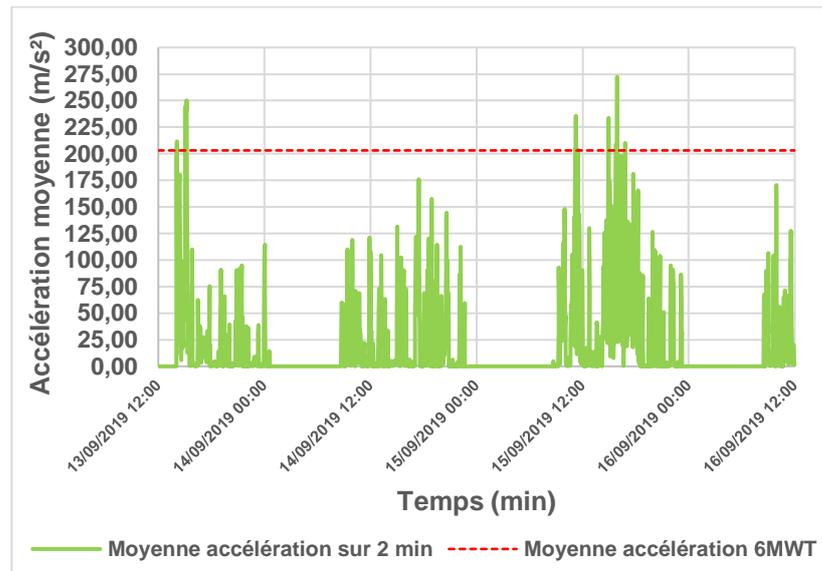


Figure 21 : Accélération moyenne du sujet N°003 lors du Temps 2 (avec SEF)

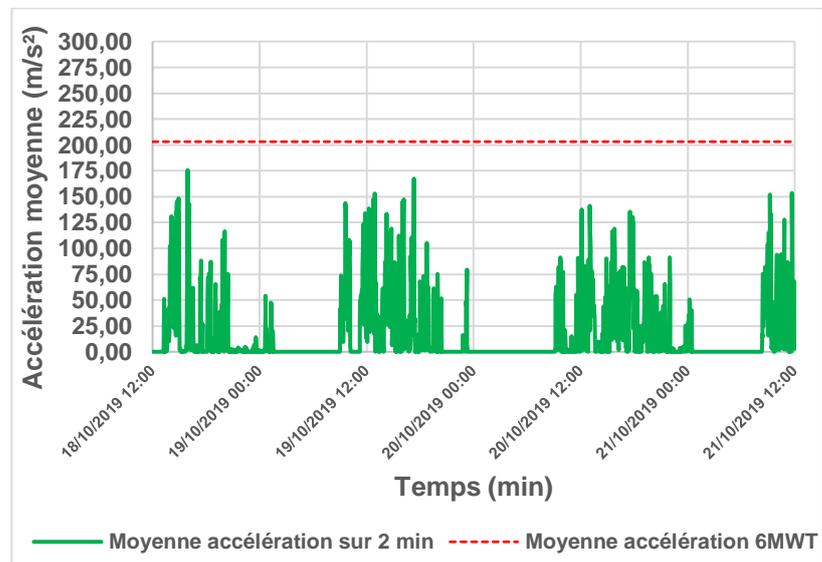


Figure 22 : Accélération moyenne du sujet N°003 lors du Temps 3 (sans SEF)

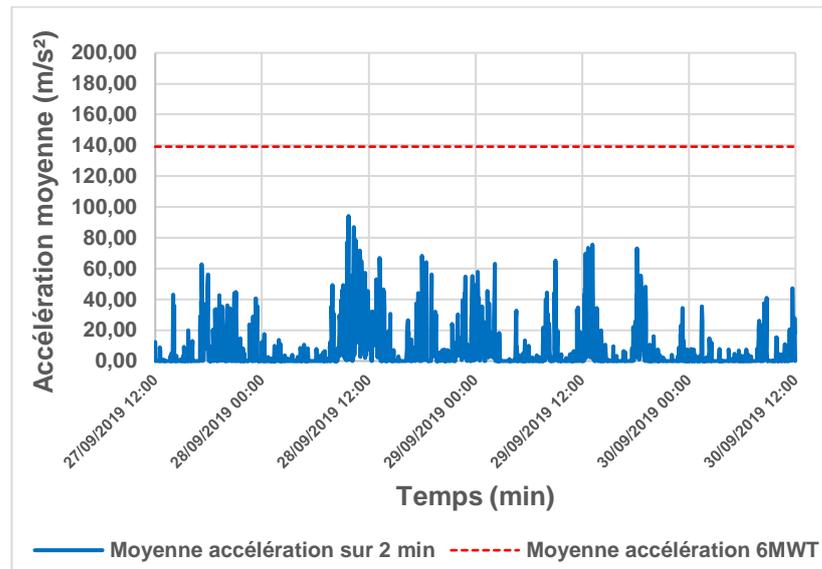


Figure 23 : Accélération moyenne du sujet N°004 lors du Temps 1 (sans SEF)

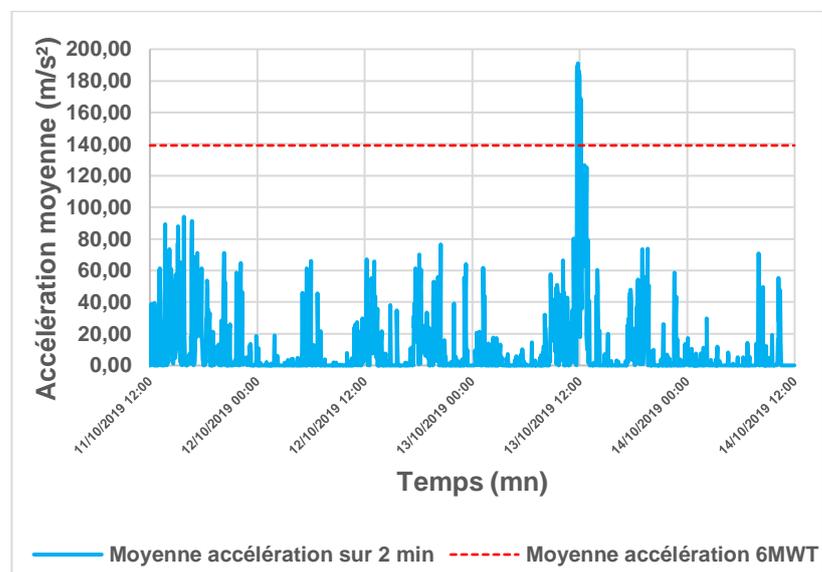
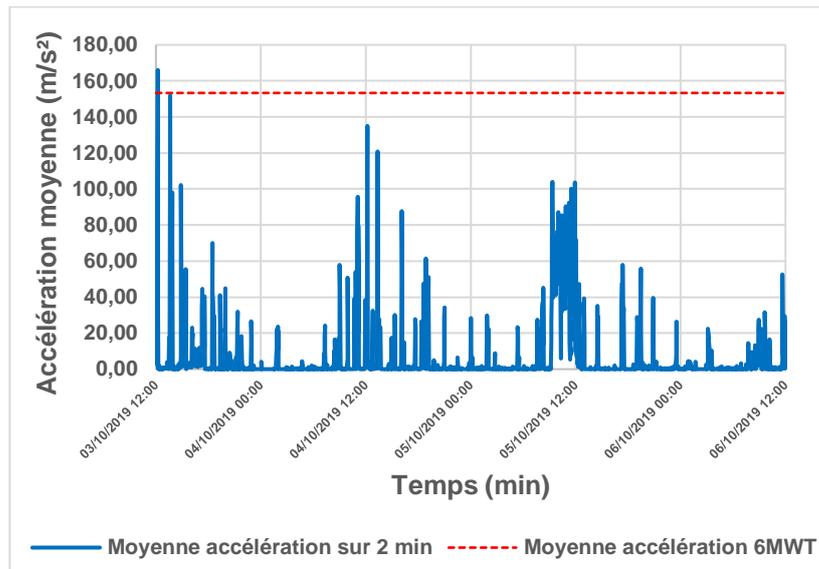
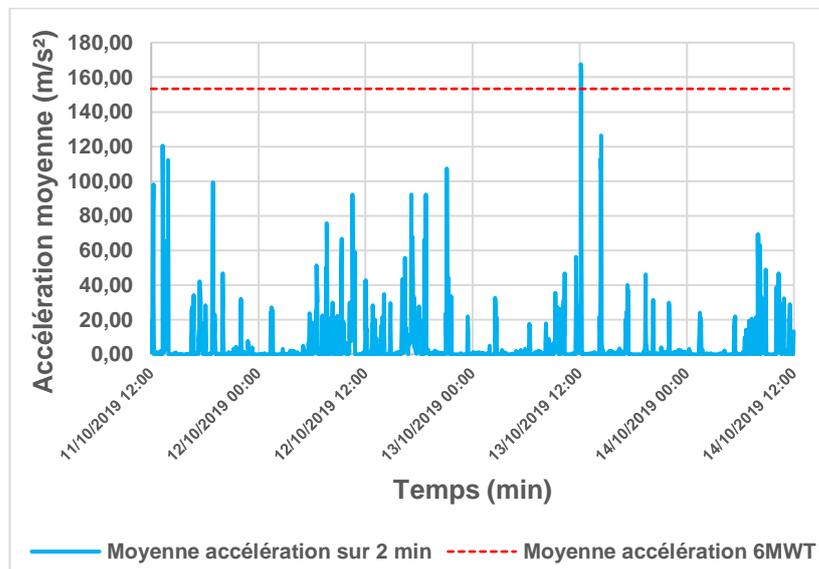


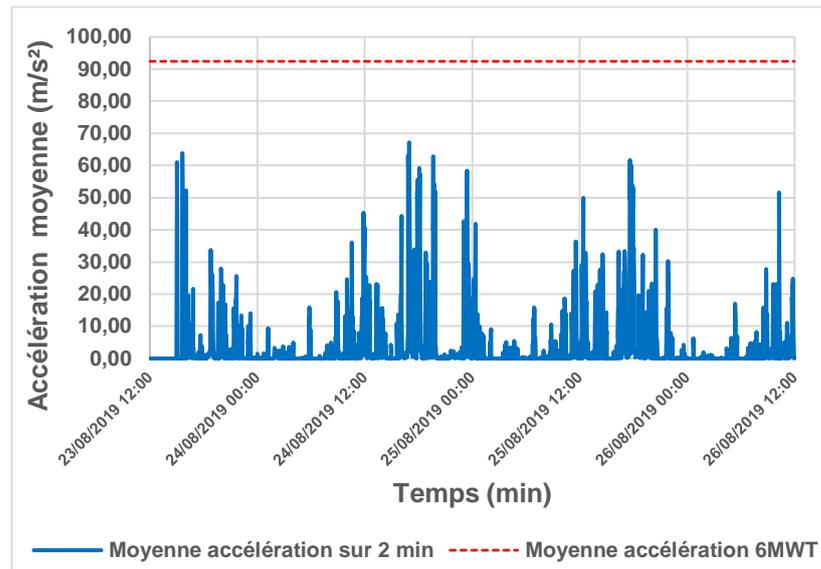
Figure 24 : Accélération moyenne du sujet N°004 lors du Temps 2 (avec SEF)



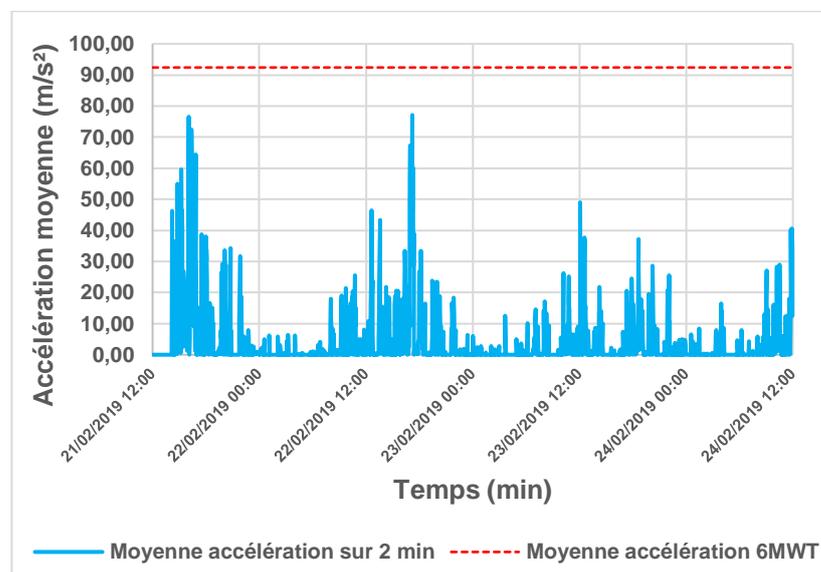
*Figure 25 : Accélération moyenne du sujet N°005 lors du Temps 1 (sans SEF)*



*Figure 26 : Accélération moyenne du sujet N°005 lors du Temps 2 (avec SEF)*



*Figure 27 : Accélération moyenne du sujet N°006 lors du Temps 1 (sans SEF)*



*Figure 28 : Accélération moyenne du sujet N°006 lors du Temps 2 (avec SEF)*

## **RÉSUMÉ/ABSTRACT**

### **Mesure du niveau d'activité physique de patients présentant un pied varus-équin suite à un accident vasculaire cérébral, avec et sans appareillage, en conditions écologiques**

**Introduction :** Une des principales conséquences après un accident vasculaire cérébral est la présence d'un pied varus-équin chez le sujet hémiparétique. Pour compenser le trouble de la marche qu'il entraîne, les sujets utilisent différents types d'orthèses, dont la Stimulation Electrique Fonctionnelle (SEF). Alors que les tests en laboratoire n'ont montré aucune supériorité entre les différentes orthèses, le but de cette étude est d'évaluer l'impact de la SEF sur l'activité et la participation des patients après un AVC, en conditions écologiques.

**Matériels et Méthode :** Les sujets inclus dans l'étude ont effectué trois week-ends avec un actimètre positionné sur la cheville non-parétique : le premier et troisième week-ends avec leur orthèse classique et le deuxième week-end avec leur SEF. Les critères d'évaluation principaux sont le nombre de pas effectués par le sujet au cours de ces périodes ainsi que les données d'accélération recueillies par l'Actigraph GT3X®.

**Résultats :** Suite à la crise sanitaire, sur les neuf sujets initiaux, trois sujets ont pu participer entièrement à l'étude et trois autres ont pu effectuer les deux premiers week-ends. Les différents critères analysés ont été : nombre de pas, accélération moyenne au cours du week-end, temps passé en activité et temps à pratiquer une activité physique modérée et/ou intense. Sur les six participants, trois ont montré une amélioration sur au moins 3 critères d'évaluation lors du week-end avec la SEF comparé au(x) week-end(s) sans. A l'inverse, les trois autres participants ont diminué leurs mesures sur au moins trois des quatre critères.

**Discussion :** Le nombre de sujets participant à l'étude est trop faible pour tirer des conclusions sur l'impact de la SEF sur l'activité et la participation des patients présentant un pied varus-équin après un AVC. Il est possible que la SEF ait un impact positif sur les sujets avec une activité physique initiale modérée et/ou importante. En plus de l'activité physique, l'utilisation ou non d'aides techniques avec la SEF est également un élément à prendre en compte.

**Mots clés :** Accéléromètre, Accident Vasculaire Cérébral, Activité physique, Stimulation Electrique Fonctionnelle

---

### **Measurement of physical activity level of patients presenting foot drop following a stroke, with and without appliances, in ecological conditions**

**Introduction:** One of the main consequences following a stroke is the presence of foot drop for the hemiplegic subject. To compensate for the gait disorder it causes, subjects use different types of orthoses including Functional Electrical Stimulation (FES). While laboratory tests showed no superiority between the orthoses, the aim of this study is to evaluate the impact of FES on patient activity and participation after stroke in ecological conditions.

**Materials and Method:** Subjects included in the study carried out three weekends with an actimeter positioned on the non-parietic ankle: the first and third weekend with their conventional orthosis and the second weekend with their SEF. The main evaluation criteria were the number of steps taken by the subject during these periods and the acceleration data collected by the Actigraph GT3X®.

**Results:** As a result of the health crisis, of the nine initial subjects, three were able to participate fully in the study and three others were able to participate on the first two weekends. The following criteria were analyzed: number of steps, average acceleration over the weekend, time spent in activity and time spent in moderate and/or intense physical activity. Out of the six participants, three showed an improvement on at least 3 evaluation criteria during the weekend with FES compared to the weekend(s) without. In contrast, the other three participants decreased their measurements on at least three of the four criteria.

**Discussion:** The number of subjects participating in the study is too small to make conclusions about the impact of FES on the activity and participation of patients with foot drop following a stroke. It is possible that FES has a positive impact on subjects with moderate and/or high initial physical activity. Beside physical activity, the use or non-use of technical aids with FES is an element to be taken into account when choosing an orthosis.

**Keywords:** Accelerometer, Stroke, Physical Activity, Functional Electrical Stimulation