

**MINISTERE DE LA SANTE  
REGION LORRAINE  
INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE  
DE NANCY**

**REEDUCATION POSTURALE  
D'UN PATIENT HEMIPLEGIQUE  
APRES NEUROTOMIE DU NERF TIBIAL  
SUR PLATEFORME DE POSTUROGRAPHIE  
BIORESCUE®**

Rapport de travail écrit personnel  
présenté par Cristian MONTANTI  
étudiant de 3<sup>ème</sup> année de kinésithérapie  
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat  
de Masseur-kinésithérapeute  
2008-2009

## RESUME

La présentation de la rééducation des hémiplésiques dans la littérature est riche et diversifiée. Les techniques de rééducation face aux phénomènes de spasticité : méthodes de Bobath ou de Perfetti, physiothérapie, étirements musculaires... sont multiples. Malgré ces techniques, le recours à une chirurgie est parfois nécessaire. Cependant il n'existe pas de protocole précis concernant la rééducation post-chirurgicale du pied varus équin de l'hémiplésique.

Nous nous proposons dans notre étude d'évaluer l'association d'un travail sur plateforme posturographique Biorescue<sup>®</sup> et d'une rééducation à la marche chez un patient hémiplésique. Celui-ci a bénéficié suite à la persistance de phénomènes spastiques en varus équin d'une double intervention chirurgicale : neurotomie du nerf tibial associée à une ténotomie du triceps sural et du tibial postérieur. L'objectif du traitement masso-kinésithérapique est d'optimiser les résultats de l'intervention. Les bénéfices obtenus grâce à la plateforme de posturographie type Biorescue<sup>®</sup> quant à la qualité de la marche ont été satisfaisant avec un meilleur transfert d'appui, une augmentation de la surface de contact du pied au sol et une stabilité améliorée. De ce fait, celle-ci nous paraît être, associée à une rééducation à la marche, une technique complémentaire intéressante à utiliser dans le cadre d'une rééducation post-chirurgicale des membres inférieurs chez le sujet hémiplésique.

**Mots clé : neurotomie, appui plantaire, équilibre postural, biofeedback, plateforme de posturographie.**

# SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	1
<b>2. PRISE EN CHARGE DE LA SPASTICITE DE M. H</b> .....	2
2. 1. Physiologie de la spasticité.....	2
2. 2. Traitements médico-chirurgicaux de la spasticité de M. H.....	3
2. 2. 1. Traitements médicamenteux .....	3
2. 2. 2. Traitements chirurgicaux .....	5
<b>3. PRESENTATION DU MATERIEL</b> .....	6
3. 1. Description de la plateforme de posturographie Biorescue <sup>®</sup> .....	6
3. 2. Intérêts de la plateforme de posturographie pour M. H. ....	8
3. 2. 1. Biofeedback.....	8
3. 2. 2. Equilibre postural.....	9
3. 2. 3. Transferts d'appuis .....	9
3. 2. 4. Sollicitation de la voûte plantaire.....	10
<b>4. PRISE EN CHARGE MASSO-KINESITHERAPIQUE</b> .....	10
4. 1. Bilan masso-kinésithérapique initial à J+1 .....	10
4. 1. 1. Anamnèse .....	10
4. 1. 2. Examen des membres inférieurs.....	12
4. 1. 3. Evaluation fonctionnelle .....	13
4. 1. 4. Evaluation instrumentale.....	15
4. 2. Proposition thérapeutique.....	18
4. 2. 1. Protocole de rééducation.....	18
4. 2. 2. Exercices sur plateforme.....	19
4. 2. 3. Rééducation à la marche.....	22
4. 3. Bilan masso-kinésithérapique final à J+5 semaines.....	24
4. 3. 1. Evaluation clinique .....	24
4. 3. 2. Evaluation instrumentale .....	26
<b>5. DISCUSSION</b> .....	28
<b>6. CONCLUSION</b> .....	30

## 1. INTRODUCTION

L'accident vasculaire cérébral (A.V.C) est une pathologie particulièrement fréquente en France avec 125.000 nouveaux cas d'hémiplégie par an (10).

Après une prise en charge initialement médicale, la rééducation fait intervenir une équipe pluridisciplinaire, étape essentielle à la réhabilitation du patient.

Pendant la phase « initiale » qui suit l'A.V.C, la rééducation permet d'optimiser la récupération fonctionnelle. Puis, pendant la phase dite « séquellaire » - la récupération spontanée étant ralentie, voire stabilisée - la rééducation a pour but d'autonomiser le patient.

Cette autonomie passe notamment par un réapprentissage de la marche. En effet cette dernière se trouve souvent très perturbée chez l'hémiplégique par de nombreux troubles cognitifs, moteurs, sensitifs mais également par des troubles spastiques. Dans la littérature, il est rapporté que 20% des hémiplégiques sont touchés par une déformation en varus équin et jusqu'à 50 % pour ceux pris en charge par les services de médecine physique et de réadaptation (9). Ce problème touche donc une large population d'hémiplégiques pouvant entraîner des chutes par instabilité (14).

Grâce aux progrès technologiques et à la création de matériaux perfectionnés, la rééducation à la marche (thérapie contrainte, électrostimulation, renforcement isocinétique, barobiofeedback...) ne cesse d'évoluer et de s'améliorer (7,15). P. T. Tangemen et ses collaborateurs observent une possibilité d'amélioration de la marche, un an après l'A.V.C, avec un programme de rééducation analytique de type classique, aidé occasionnellement d'un biofeedback-électromyogramme (18). Une étude réalisée par C. Sackley et ses collaborateurs sur 26 patients hémiplégiques, a mis en évidence une amélioration fonctionnelle plus

importante des membres inférieurs, chez des patients rééduqués par biofeedback visuel sur plateforme de stabilométrie. en comparaison avec un groupe témoin(8,17).

Dans le cadre de notre mémoire, nous tenterons de vérifier ces observations à travers l'étude de M. H. Suite à un A.V.C de l'artère sylvienne superficielle droite survenu le 22 mai 2007. M. H. présente une hémiplegie gauche avec une spasticité importante du muscle triceps sural et du tibial postérieur. Dans un premier temps, un traitement médical a été proposé mais n'a pas connu d'amélioration pérenne. Dans un second temps, une neurotomie tibiale réalisée 18 mois après l'A.V.C, a permis d'inhiber la spasticité. Nous avons ensuite mis en place un programme spécifique à l'aide d'une plateforme de posturographie de type Biorescue® dans le but d'optimiser les soins thérapeutiques médico-chirurgicaux et ainsi d'améliorer l'appui sur le membre hémiplegique. Nous exposerons tout d'abord les différents traitements médico-chirurgicaux dont M. H. a bénéficié pour lutter contre la spasticité. Nous détaillerons ensuite la rééducation proposée à M. H. à l'aide de la plateforme Biorescue® réalisée 8 semaines après l'intervention chirurgicale associée à un programme d'entraînement à la marche. Enfin, nous évaluerons les bénéfices de notre rééducation et ses répercussions fonctionnelles.

## **2. PRISE EN CHARGE DE LA SPASTICITE DE M. H**

### **2. 1 Physiologie de la spasticité**

La spasticité est l'un des éléments du syndrome pyramidal. Elle résulte de lésions de la voie pyramidale, voie principale de la motricité volontaire. Pour Lance la spasticité correspond à un « *trouble moteur caractérisé par une augmentation vitesse-dépendante du réflexe musculaire à l'étirement entraîné par une hyperexcitabilité de l'arc réflexe myotatique* ». Denny-Brown attribue la spasticité à « *une diminution du contrôle inhibiteur exercé par les voies descendantes sur les motoneurones alpha et les interneurones*

*segmentaires médullaires libérant ainsi les réflexes spinaux des centres supraspinaux inhibiteurs»* (20). Elle engendre une hypertonie pyramidale qui s'associe à des modifications histologiques et biomécaniques du muscle. En effet il se produit une transformation des fibres musculaires de type II en fibres de types I entraînant une raideur musculaire (13).

## **2. 2. Traitements médico-chirurgicaux de la spasticité de M. H.**

La spasticité est traitée en fonction de sa localisation et de la cible à atteindre. Son traitement est réalisé uniquement si elle occasionne une gêne fonctionnelle diminuant l'autonomie. C'est pourquoi la prise en charge de la spasticité est spécifique à chaque patient. Elle nécessite l'intervention d'une équipe pluridisciplinaire spécialisée afin de mettre en place la solution la mieux adaptée au projet de vie de chaque patient et de définir ensemble les objectifs de traitements (4).

Pour M. H. la spasticité engendre une déformation en varus équin sévère avec des répercussions fonctionnelles importantes à la marche. Les différents soins médico-chirurgicaux de la spasticité proposés à M. H. interviennent sur :

- le système nerveux central : par utilisation de tétrazépam,
- le muscle : par injections de toxine botulique
- le nerf périphérique : par neurotomie tibiale
- le tendon : par ténotomies

### **2. 2. 1. Traitements médicamenteux**

- Myolastan<sup>®</sup> (nom de la molécule : tétrazépam) :

Le Myolastan<sup>®</sup> est un myorelaxant de la famille des benzodiazépines. Il permet de réduire les contractures en ayant une action synergique du G.A.B.A (Gamma Amino

Butyrique Acide), neurotransmetteur inhibant l'activité neuronale. Il se produit ainsi une diminution générale du tonus musculaire(16). Toutefois, le Myolastan<sup>®</sup> a une durée d'action de quelques heures et nécessite donc une prise au long court. M. H. a bénéficié de ce traitement dès les premières semaines suivant l'A.V.C., à l'apparition de la spasticité et jusqu'à l'intervention chirurgicale.

#### - Toxine botulique

La toxine botulique est une neurotoxine naturelle puissante synthétisée par une bactérie appelée *Clostridium Botulinum*. Elle est utilisée en médecine à des doses infimes sous forme d'injections intra-musculaires. Elle agit au niveau de la plaque motrice en bloquant la libération d'acétylcholine inhibant ainsi la contraction musculaire (20). Son action se focalise sur la zone proche du point d'injection. Son effet est rapide (1 à 3 jours) et perdure de 3 à 4 mois. Cette technique peu invasive permet des bénéfices fonctionnels rapides. Cependant elle est inefficace sur des rétractions musculaires.

Le 14 novembre 2007, M. H. bénéficie d'une première injection de toxine botulique au niveau du triceps sural et du tibial postérieur. En effet, la spasticité entraîne un varus équin sévère de cheville engendrant une gêne fonctionnelle importante lors de la marche. Il n'y a pas eu d'amélioration significative, le pied demeurant en inversion importante lors de la phase d'appui, malgré le releveur finlandais. Le 27 mai 2008, une seconde injection de toxine botulique sur ces mêmes muscles se révèle encore inefficace. Le manque d'efficacité des injections de toxine botulique montre qu'il existe certainement une part de rétraction musculaire associée à la spasticité.

## 2. 2. 2. Traitements chirurgicaux

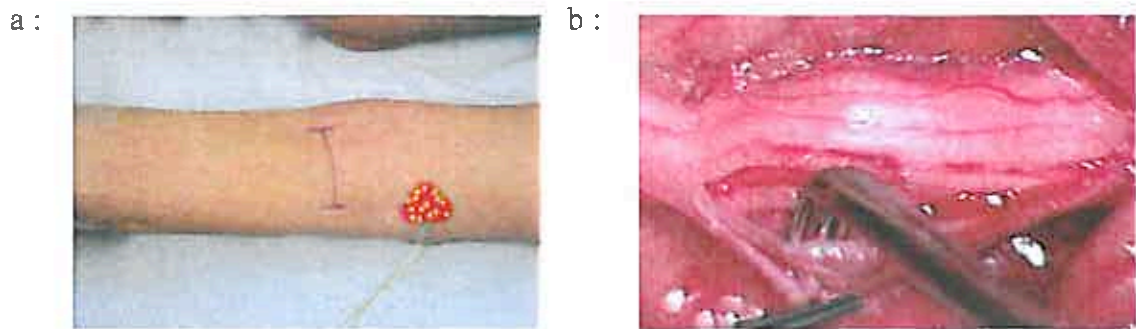
### - Neurotomie

Elle est toujours précédée d'un bloc anesthésique dont le but est de mimer les effets d'une neurotomie pour en apprécier les bénéfices. Le bloc anesthésique est un acte médical diagnostique consistant à injecter un produit anesthésiant dans le nerf cible pour bloquer la conduction nerveuse et inhiber le réflexe myotatique. Son effet transitoire de quelques heures permet de réaliser un diagnostic différentiel entre spasticité et rétraction musculaire (1). Pour M. H. ce test diagnostique s'est révélé positif avec une abolition de la spasticité mais d'une efficacité relative. la cheville ne revenant pas à une position neutre. De ce fait, la décision d'y associer une ténotomie à la neurotomie dans un même temps a été prise.

La neurotomie consiste à sectionner de manière sélective les nerfs périphériques innervant les muscles dont la spasticité est trop importante, source de gênes fonctionnelles. L'irréversibilité de cette intervention justifie sa proposition en dernier recours. C'est pourquoi elle est généralement proposée dans un délai minimum d'un an après l'A.V.C. La neurotomie s'intéresse spécifiquement aux fibres motrices responsables de la spasticité et épargne les fibres sensibles (figure 1.). Elle est proposée pour des troubles spastiques locaux lorsque tous les autres traitements utilisés n'ont pas montré de bénéfices efficaces et durables sur les capacités fonctionnelles (3). Une étude de F. Caillet et ses collaborateurs a montré que « *la neurotomie sélective tibiale a apporté un bénéfice fonctionnel à la population de patients hémiplésiques* » en inhibant l'hypertonie spastique. En effet elle a permis d'améliorer la marche en redonnant une possibilité de flexion dorsale de cheville (2).

Pour M. H., la neurotomie effectuée le 8 août 2008 a permis d'abolir la spasticité et de libérer la motricité du tibial antérieur, incapable de s'exprimer auparavant.





**Figure 1 : neurotomie du nerf tibial (publication de P. DECO).**

*a : repérage au creux poplité avant l'intervention : l'incision est transversale  
b : crochet de stimulation permettant un repérage précis des fascicules disséqués. La forme en crochet permet d'isoler le fascicule. Les trois branches sont formées d'une anode disposée entre deux cathodes afin d'éviter toute diffusion.*

#### - Ténotomie du tendon d'Achille et du tibial postérieur.

La ténotomie consiste à sectionner partiellement un tendon engendrant son allongement. Elle permet de redonner de la longueur à un muscle rétracté et facilite l'expression des muscles antagonistes. Elle a pour objectif d'améliorer l'amplitude articulaire en rééquilibrant la balance musculaire (5). Dans le cas de notre patient, les ténotomies du triceps sural et du tibial postérieur ont redonné une amplitude de flexion dorsale qui a permis l'expression de tibial antérieur.

Maintenant que nous avons exposé les traitements médico-chirurgicaux de M. H. , nous allons décrire la plateforme et les objectifs visés pour notre patient.

### **3. PRESENTATION DU MATERIEL**

#### **3. 1. Description de la plateforme de posturographie Biorescue®**

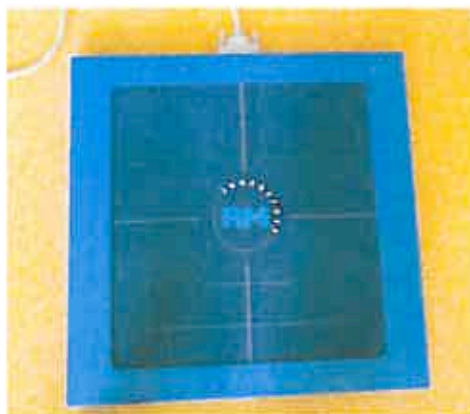
La plateforme de posturographie Biorescue® est un nouvel outil permettant d'apprécier les progrès et ainsi de mener un suivi optimal des patients

Biorescue<sup>®</sup> est un système conjuguant :

- une plateforme baropodométrique (34×34cm) équipée de 1024 capteurs de pressions contrôlant en permanence les modifications des appuis podaux,
- un logiciel d'acquisition d'analyse instantanée des centres de pressions podaux.

Elle permet de réaliser de multiples analyses objectivant les capacités de notre patient dans le but de mener un suivi optimal. De plus, elle permet d'effectuer des exercices ludiques avec des images qui défilent sur un écran, traduisant la trajectoire du centre de pression. Le patient se déplace ainsi dans un environnement virtuel par rapport aux pressions qu'il exerce sur la plateforme (fig. 2).

a :



b :



c :



**Figure 2 : ensemble des éléments du système associé à la plateforme.**

- a. plateforme de posturographie Biorescue<sup>®</sup>
- b. matériel de rétroprojection relié à un ordinateur (comportant un système d'analyse) et à la plateforme
- c. écran de projection

## 3. 2. Intérêts de la plateforme de posturographie pour M. H.

### 3. 2. 1. Biofeedback

Le terme « feedback » désigne tout retour d'information qui permet de modifier un fonctionnement afin de l'optimiser. Appliqué au domaine biologique, il indique le retour d'information de l'organisme dans le but d'un autocontrôle physiologiquement inconscient. Chez l'hémiplégique, ce système de rétrocontrôle se trouve souvent perturbé et les automatismes normaux liés à l'atteinte du système nerveux central, sont perdus.

J.M. Andre définit le biofeedback comme « *une méthode de rééducation utilisant, dans un but d'apprentissage par conditionnement, une rétro-information externe apportée transitoirement par une chaîne instrumentale capable d'objectiver les performances* ». La répétition, nécessaire au conditionnement, rétablit une boucle de rétrocontrôle permettant l'automatisation du geste (12).

Biorescue® permet au patient de visualiser instantanément les mouvements qu'il effectue par l'intermédiaire des images transmises sur le rétroprojecteur. Un feedback sonore y est associé indiquant au patient la bonne réalisation de l'exercice, lui permettant de rectifier sa position le cas échéant. Il donne également une notion de performance, en attribuant à la fin de chaque exercice, des points en fonction de la réussite de celui-ci. Ainsi le patient peut apprécier lui-même ses progrès, entretenant une motivation souvent perturbée chez l'hémiplégique.

### 3. 2. 2. Equilibre postural

L'équilibre se définit comme une position stable telle que le centre de gravité se projette dans le polygone de sustentation. L'équilibre postural est la capacité à maintenir une posture érigée et à rétablir la position du corps dans une situation d'état initial en dépit des causes qui tendent à perturber l'équilibre, que ce soit lors d'une station debout simple (équilibre statique) ou lors d'une tâche en mouvement (équilibre dynamique). Il met en jeu un ensemble de mécanismes physiologiques lié aux afférences visuelles, labyrinthiques, et proprioceptives (19) associées au tonus musculaire. L'hémiplégie entraîne une perte des capacités d'ajustements posturaux rapides nécessaires à l'équilibre dynamique. L'instabilité posturale représente une déficience très fréquente chez ces patients avec comme conséquence les risques de chute (11). La survenue de chute concerne 70% des patients hémiplégiques ayant regagné leur domicile (12). C'est donc une véritable question de santé publique. De plus, l'amélioration de l'équilibre postural acquis est corrélée à une meilleure performance de marche (6). C'est pourquoi le travail de l'équilibre est un élément essentiel dans la prise en charge de l'hémiplégie.

### 3. 2. 3. Transferts d'appuis

Le patient hémiplégique présente un déficit d'appui du côté opposé à la lésion comme c'est le cas pour M. H. « *Ceci est interprété comme un décalage de la référence égocentré du côté de la lésion cérébrale* » qui est d'autant plus marqué chez les hémiplégiques gauches (7). Cette altération dans la répartition des appuis engendre une diminution des transferts d'appui sur le membre hémiplégique et modifie le schéma de marche. L'augmentation de l'appui du côté hémiplégique est corrélée à de meilleurs résultats fonctionnels (6). La prise en charge d'un patient hémiplégique passe donc toujours par la symétrisation des appuis au sol.

L'entraînement sur plateforme de force associé à un biofeedback montre de meilleurs résultats qu'une rééducation classique (8.21).

### **3. 2. 4. Sollicitation de la voûte plantaire**

La plante du pied est la seule interface entre le corps et le sol. La voûte plantaire est très riche en récepteurs extéroceptifs et a un rôle sensitif majeur. De plus « *la stimulation plantaire, par modification de la surface pied/sol, a tendance à améliorer les performances posturales* ». Le pied joue un rôle important dans le contrôle de la posture et de l'équilibre (6,19). La sollicitation de la sole plantaire est donc importante, d'autant plus que la sensibilité au niveau de la voûte plantaire de M. H. est présente. Le travail d'appui sur le membre inférieur hémiplegique grâce à la plateforme permet de stimuler la sensibilité plantaire. Ainsi concourt-il à la correction d'un schéma plantaire perturbé par une position prolongée en varus équin et mettant en décharge la partie médiale de la voûte plantaire. Cette réafférentation participe à l'amélioration de l'appui au sol et à la stabilité du pied lors de la marche.

## **4. PRISE EN CHARGE MASSO-KINÉSITHÉRAPIQUE**

### **4. 1. Bilan masso-kinésithérapique initial à J+1**

#### **4. 1. 1. Anamnèse**

M. H. âgé de 57 ans, droitier, a été hospitalisé le 22 mai 2007 pour une hémiplegie gauche avec troubles cognitifs associés suite à un AVC ischémique de l'artère sylvienne superficielle droite, traité par fibrinolyse intraveineuse.

Il est admis le 19 juin 2007 au centre de rééducation Lay Saint Christophe.

Représentant dans une société d'édition, les déplacements en voiture sont quotidiens et nécessitent des contraintes de déambulation importantes. Il est en arrêt maladie depuis son A.V.C.

M. H. pèse 115 kg et mesure 1.85 m. Son indice de masse corporel est de  $33 \text{ kg/m}^2$  (il est en obésité modérée selon la classification de l'Organisation Mondiale de la Santé). Il présente des antécédents d'hypertension artérielle actuellement stabilisés et un tabagisme sevré depuis l'A.V.C. M. H. est actuellement sous Préviscan<sup>®</sup>. Il vit seul au 3<sup>ème</sup> étage dans un appartement accessible en fauteuil roulant et avec ascenseur.

Le 14 novembre 2007, M. H. reçoit une première injection de toxine botulique au niveau du triceps sural et tibial postérieur.

Le 11 mars 2008, le tableau clinique de M. H. se complique d'une fracture de l'extrémité supérieure du fémur gauche, suite à une chute, traitée par prothèse totale de hanche.

Le 27 mai 2008, une nouvelle injection de toxine botulique est réalisée.

Le 8 août 2008, les chirurgiens procèdent à une neurotomie du nerf tibial associée à une ténotomie du tendon d'Achille et du tibial postérieur. M. H. bénéficie suite à cette intervention de la mise en place d'une botte de marche bivalvée Nextep<sup>®</sup> (figure 3.) portée 6 semaines. Cet appareillage permet de posturer la cheville dans une position de référence anatomique et ainsi de maintenir le gain d'amplitude acquis lors de l'intervention tout en autorisant un appui complet et une déambulation avec canne tripode. M. H. poursuit sa prise en charge en ambulatoire au Centre Lay Saint Christophe.



*Figure 3 : botte de marche bivalvée.*

Avant l'intervention chirurgicale, M. H. marchait peu car gêné par un pied varus équin sévère qui limitait le périmètre de marche et engendrait des douleurs au membre inférieur droit. Il souhaite regagner son domicile. Notre objectif est d'optimiser les bénéfices de l'intervention pour augmenter le périmètre de marche et diminuer les douleurs en améliorant les paramètres qualitatifs et quantitatifs de la marche afin de lui permettre d'augmenter son niveau d'indépendance à domicile. Un programme spécifique, sur plateforme de posturographie, est initié le 6 octobre 2008, c'est-à-dire deux semaines après le retrait de la botte de marche bivalvée (et à 18 mois de l'A.V.C).

#### .....4. 1. 2. Examen des membres inférieurs

M. H. porte un bas de contention et un releveur américain au membre inférieur gauche. L'examen cutané et trophique révèle un léger oedème à la cheville gauche qui prend le godet. L'observation en décubitus montre à gauche une discrète attitude spontanée en équin ainsi qu'une voûte plantaire plus arquée par rapport au côté contro-latéral.

Nous n'observons pas de déficit d'amplitude articulaire au membre inférieur gauche. L'amplitude de flexion dorsale de cheville est comparable aux deux membres inférieurs.

La motricité volontaire est testée selon l'échelle de Held et Pierrot-Desseilligny (annexe I, figure 1):

- au niveau de la hanche gauche : flexion à 4, abduction à 3, adduction à 3, rotation externe à 4, rotation interne à 3 et extension de hanche à 3,
- au niveau du genou gauche : extension à 4 et flexion à 4,
- au niveau de la cheville gauche : flexion plantaire à 1, flexion dorsale analytique absente mais retrouvée lors d'un recrutement syncinétique en triple flexion du membre inférieur et coté à 2. Ce mouvement s'accompagne d'une tendance à la supination par prédominance du tibial antérieur, sur les fibulaires absents ne rétablissant pas la composante de pronation.

L'hypertonie pyramidale présente avant l'intervention chirurgicale au niveau du triceps sural gauche est désormais absente. La spasticité des fléchisseurs et des extenseurs de genou gauche est cotée à 1 sur l'échelle d'Ashworth (annexe I, figure 2).

Les sensibilités, tactile et douloureuse, sont préservées au test du pique/touche, particulièrement au niveau de la voûte plantaire.

La sensibilité profonde est présente au pied, à la cheville, au genou et à la hanche.

#### **4. 1. 3. Evaluation fonctionnelle**

L'E.P.A (Equilibre Postural Assis) est coté à 4/4 sur l'échelle de Brun (annexe II, figure 1). L'E.P.D (Equilibre Postural Debout) est coté à 2/5 selon l'échelle de Brun avec une diminution très importante de l'appui à gauche (annexe II, figure 2). Ce déficit de transfert d'appui sera objectivé ultérieurement lors du bilan réalisé avec la plateforme Biorescue®.



M. H. se déplace majoritairement et sans difficulté en fauteuil roulant manuel à propulsion monopodale. La marche avec canne tripode à droite et releveur à gauche est possible sur un périmètre de 200 mètres. Celle-ci est limitée par l'apparition de douleurs sur le membre inférieur droit cotées à 3/10 au niveau du quadriceps et à 6/10 à la hanche sur l'E.V.A (Echelle Visuelle Analogique) qui cèdent en décharge. Ces douleurs sont de types mécaniques, engendrées par un déséquilibre postural en rapport avec une asymétrie des appuis plantaires lors de la mise en charge préférentielle sur le membre inférieur droit.

Lors de la déambulation avec releveur américain et canne tripode, plusieurs éléments sont observés :

- A la phase d'appui gauche :
  - attaque du pied par le talon induit par l'orthèse,
  - organisation posturale altérée avec inclinaison droite du tronc.
  - appui important sur la canne dans le but de soulager l'appui gauche,
  - altération du transfert d'appui gauche avec diminution de la translation gauche de bassin,
  - temps d'appui diminué comparé au côté contro-latéral (esquive du pas),
  - pas postérieur diminué bien que les extenseurs de hanche soient présents,
  - absence de récurvatum de genou.
- A la phase oscillante gauche :
  - diminution de la flexion de genou et de hanche entraînant une fausse « jambe longue » et un fauchage,
  - inclinaison droite du tronc diminuée mais toujours présente,

- temps d'arrêt marqué avant d'aborder le sol. L'hésitation de M. H. à poser le pied au sol montre la nécessité d'un contrôle attentionnel de la cheville.

La marche pieds nus présente globalement les mêmes caractéristiques que la marche appareillée. Cependant quelques éléments spécifiques sont à noter (annexe III) :

- A la phase d'appui gauche :

- abord plantigrade du pied au sol expliqué par le déficit de commande des releveurs. Leur contraction est insuffisante pour induire une dorsiflexion permettant l'attaque du sol par le talon,
- appui préférentiel sur le bord externe du pied, avec tendance à la supination par déficit de commande des fibulaires et prédominance du tibial antérieur.
- pas de déroulement du pas : absence de décollement du talon lors de la phase de propulsion due à l'inhibition des fléchisseurs plantaires par la neurotomie.

- A la phase d'oscillation gauche :

- flexion dorsale de cheville déficitaire mais suffisante pour éviter le steppage,
- supination de l'avant-pied.

**La boiterie de M. H., avec esquive du pas du côté hémiplegique, entraîne des répercussions sus-jacentes avec posture altérée du tronc et hyper-sollicitation du membre inférieur droit.**

#### 4. 1. 4. Evaluation instrumentale (annexe IV)

Les analyses sont réalisées à l'aide de la plateforme Biorescue<sup>®</sup> afin d'objectiver les déficits de M. H. La comparaison des analyses est intra-individuelle.

Nous proposons quatre examens : empreinte podale, équilibre postural debout, transfert d'appui en rythme et limites de stabilité.

Les examens sont toujours réalisés dans les mêmes conditions (figure 4) :

- effectués sans releveur et pieds nus,
- au même moment de la journée et renouvelés chaque semaine le même jour,
- dans une pièce isolée pour optimiser la concentration de M. H.,
- avec échauffement préalable par une marche d'une vingtaine de mètres
- une installation permettant de travailler en sécurité : un grand coussin rectangulaire de réception en arrière et un déambulateur en avant,
- pieds écartés d'une largeur de bassin avec angle d'ouverture d'une quinzaine de degrés.

Ce protocole est réalisé à chaque examen afin de suivre l'évolution de M. H.



*Figure 4: situation d'analyse et de rééducation sur plateforme permettant de placer le patient dans des conditions optimales de reproductibilité et de sécurité.*

- Analyse 1 : empreinte podale (annexe IV, figure 1)

M. H. est pieds nus, debout, le regard à l'horizon. L'objectif est d'analyser l'appui spontané du patient. L'empreinte podale nous permet d'apprécier objectivement le déséquilibre des appuis entre les deux membres inférieurs. Elle détermine la répartition quantitative de la

charge corporelle placée sur chacun des membres inférieurs, et la surface de contact de chaque pied avec le sol.

La première analyse montre un appui plus important sur le membre inférieur droit (57.5 %). La surface de contact du pied gauche avec le sol est plus faible (97 cm<sup>2</sup>) que celle du pied droit (145 cm<sup>2</sup>). De plus l'analyse montre un déficit d'appui présent sur la partie médiale du pied gauche. Nous mettons en corrélation cette analyse avec l'observation clinique de la marche qui montre un appui préférentiel sur le bord externe du pied gauche.

- Analyse 2 : équilibre postural debout (annexe IV, figure 2)

Notre patient est debout sur la plateforme les yeux ouverts. Il doit maintenir une position stable pendant 30 secondes. Cette analyse nous permet d'apprécier la qualité de l'intégration des informations somesthésiques, vestibulaires et visuelles nécessaires au maintien de l'équilibre, en étudiant les oscillations et la surface décrites par le centre de gravité. La surface d'oscillation lors de la première analyse est de 150 mm<sup>2</sup>.

- Analyse 3 : transferts d'appui en rythme (annexe IV, figure 3)

Un rond rouge sur l'écran matérialise le centre de gravité de M. H. Un second rond de couleur jaune représente une cible à atteindre. L'exercice consiste à placer le poids du corps alternativement sur le membre inférieur droit puis sur le gauche. Le but est de déplacer le rond rouge pour qu'il suive les mouvements latéraux de la cible jaune. Un paramétrage de 6 secondes de déplacement latéral par cycle a été déterminé. Le temps de l'épreuve est fixé à 1 minute. Le feedback visuel proposé sur l'écran permet à M. H. de visualiser le mouvement effectué. Cette analyse nous permet d'apprécier les capacités de transfert d'appui de M. H. et

ainsi de suivre l'évolution quant à l'appui sur son membre hémiplégique. La première analyse ne révèle aucun transfert d'appui possible.

- Analyse 4 : limites de stabilité (annexe IV, figure 4)

M. H. est debout sur la plateforme en face de l'écran affichant un repère orthogonal. Il doit suivre l'orientation de la flèche représentée sur le rétroprojecteur qui décrit huit trajectoires : antérieure, antéro-latérale droite et gauche, latérale droite et gauche, postérieure, postéro-latérale droite et gauche. Pour appliquer ces données, nous lui demandons une projection maximum du corps dans chacune de ces directions, avec un maintien de 6 secondes, tout en évitant la chute par déséquilibre.

Nous apprécions la capacité posturo-cinétique de notre patient c'est-à-dire la gestion du déséquilibre. La surface de déplacement totale est de 1410 mm<sup>2</sup> (somme des déplacements dans tous les plans) avec une surface plus importante côté droit (1095 mm<sup>2</sup>). Elle sera comparée à celle obtenue en fin de rééducation.

## **4. 2. Propositions thérapeutiques**

### **4. 2. 1. Protocole de rééducation**

Le protocole d'entraînement est fixé à 3 séances par semaine (45 minutes le matin/45 minutes l'après-midi) en associant travail sur plateforme et exercices fonctionnels. Chaque jour de traitement est suivi d'un jour de repos nécessaire à la récupération.

Ces séances sont proposées durant 5 semaines, temps nécessaire à un conditionnement opérant avec ce type de matériel. Au départ nous ciblons notre prise en charge sur un protocole de rééducation intensif sur plateforme (une heure par jour), puis progressivement les exercices fonctionnels sont privilégiés.

#### 4. 2. 2. Exercices sur plateforme

##### -Description des exercices

M. H. est placé sur la plateforme dans les mêmes conditions que lors des analyses (figure 4). Les images sur le rétroprojecteur défilent en fonction de la variation des appuis qu'il applique sur la plateforme. Ainsi, nous lui indiquons de se pencher en avant ou en arrière pour induire une avancée ou un recul sur l'écran et de placer le poids de son corps sur son membre inférieur droit ou gauche pour induire le déplacement souhaité visualisé sur l'écran. Chaque exercice dure 3 minutes.

De très nombreux exercices sont possibles avec des objectifs variés : travail de transfert d'appui, exercice de stabilité ou encore travail de l'équilibre.

##### Premier objectif : transfert d'appui (exercice proposé : city walk).

Le but est d'obliger notre patient à se placer sur son membre inférieur hémiparétique afin d'améliorer le transfert d'appui et de rééquilibrer les appuis plantaires. L'exercice se présente sous forme de personnages présents sur un chemin. M. H. doit translater son poids sur le membre inférieur droit ou gauche pour esquiver le personnage vers le même côté. Un feedback sonore lui indique lorsqu'il heurte un obstacle (figure 5.).

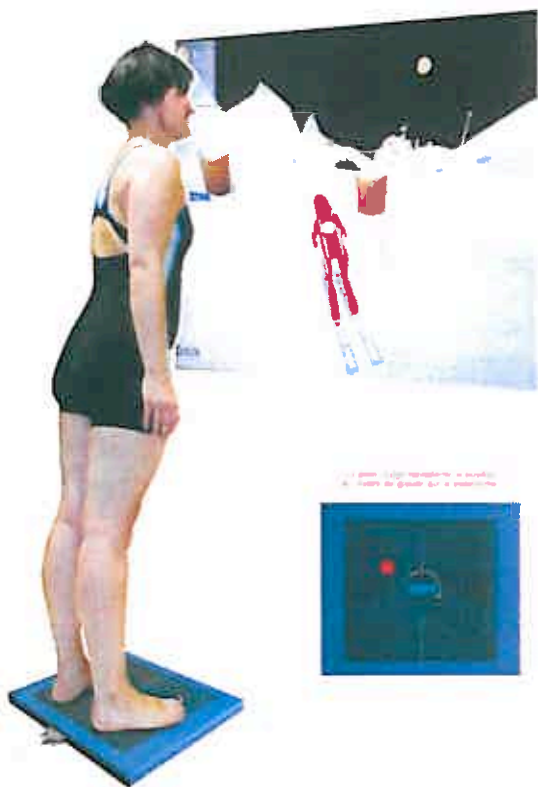


*Figure 5 : exercice de transferts d'appui*

Deuxième objectif : contrôle postural (exercice proposé : ski).

Le but est de travailler les réactions posturales dans tous les plans.

L'exercice consiste à descendre une piste de ski en slalom en empruntant les portes situées latéralement sur l'écran. Pour cela M. H. doit translater son centre de gravité vers l'avant pour avancer (la vitesse est proportionnelle à l'antériorisation de ses appuis) ou vers l'arrière pour freiner et latéralement pour atteindre les portes situées sur les côtés (figure 6.).



*Figure 6 : exercice de contrôle postural.*

Troisième objectif : stabilisation (exercice proposé : la bulle)

Le but est de travailler la stabilité du corps dans diverses positions. Pour cela M. H. doit déplacer un poisson sur l'écran afin d'atteindre une cible matérialisée par une bulle immobile. Il doit stabiliser le poisson dans la bulle pendant 5 secondes, puis une autre cible bulle apparaît à un endroit différent de l'écran.



*Figure 7 : exercice de stabilisation.*

Une quinzaine d'exercices est utilisée pendant les cinq semaines de prise en charge pour permettre au patient de s'adapter et de bien intégrer les exercices tout en évitant la lassitude.

- Notion de progression des exercices

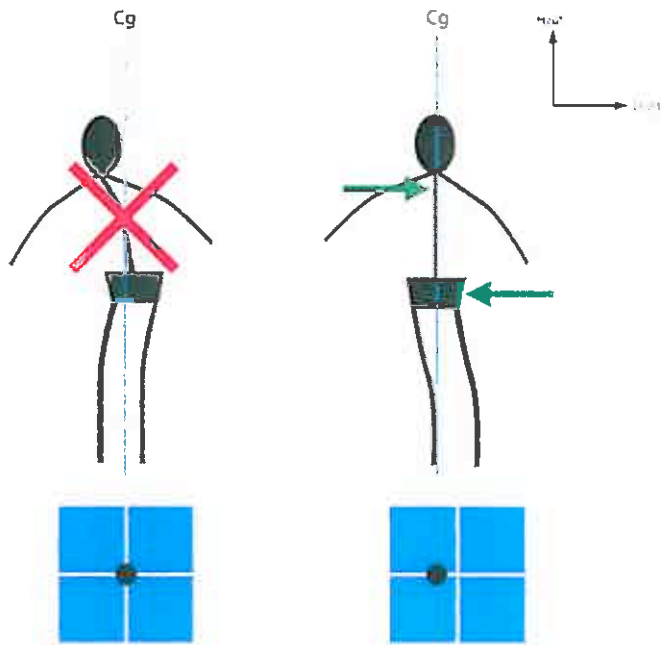
Le logiciel garde en mémoire les dernières analyses effectuées et étalonne les exercices en fonction de ces nouveaux paramètres. Les exercices sont donc adaptés aux nouvelles capacités de M. H. et permettent ainsi une progression en augmentant le niveau de difficulté. Ce dernier peut également être modulé sur le logiciel selon 4 échelles allant de débutant à expert. Par exemple, pour l'exercice city walk, le nombre de personne à éviter est proportionnel au degré de difficulté.

- Difficultés rencontrées et résolutions

M. H. effectue une inclinaison de tronc gauche pour translater son corps vers la gauche. Ceci n'engendre que peu de variations du centre de pression car il se produit une compensation par translation droite du bassin, entraînant peu de modification des images



transmises à l'écran. Pour rectifier le mouvement, notre main droite placée sur la crête iliaque droite de M. H. effectue une poussée vers la gauche pour déporter le poids du corps sur la gauche. Notre seconde main placée sous le creux axillaire gauche effectue une poussée vers la droite pour maintenir le tronc de M. H. (figure 8).



*Figure 8 : les flèches vertes matérialisent la correction induite par le thérapeute, le point noir représente la projection du centre de gravité sur la plateforme.*

#### 4. 2. 3. Rééducation à la marche

Des exercices fonctionnels initiaux sont réalisés selon un protocole de 10 mouvements par série avec un temps de pause de 2 minutes entre chaque série nécessaire à la récupération.

##### Exercice de passage d'obstacle :

- debout entre les barres parallèles et face à un miroir,
- contrôle des membres supérieurs pour s'équilibrer.
- passage du membre inférieur droit au dessus d'un coussin en sollicitant le transfert d'appui.

- guidage du mouvement par des consignes verbales « déportez votre bassin sur la gauche en restant droit puis passez la jambe au dessus du coussin, regardez le miroir »,

- guidage du mouvement par stimulations manuelles :

- main droite à la face postéro-latérale de la crête iliaque droite du patient pour aider au transfert d'appui gauche par poussée vers la gauche et poussée antérieure sur l'épine iliaque postéro-supérieure induisant une rotation gauche de bassin pour stimuler la phase oscillante du membre inférieur droit,

- main gauche sur l'épaule gauche de M. H. pour contrôler l'inflexion latérale de tronc afin de maintenir le tronc droit.

#### Exercices d'appui unipodal :

- le patient debout face à l'espalier avec contrôle des membres supérieurs,

- placements successifs du pied droit de la première à la troisième barre et inversement en sollicitant le transfert d'appui gauche dans le but de simuler la phase d'appui gauche,

- même exercice en inversant les pieds et en favorisant la dorsiflexion de cheville gauche par stimulation verbale dans le but de simuler la phase oscillante gauche.

#### Exercice proprioceptif de contrôle de cheville gauche :

- debout entre les barres parallèles en contrôle des membres supérieurs,

- pied gauche en avant sur plateau de Freeman,

- sollicitation de la stabilité de cheville en flexion de genou gauche.

#### Marche entre barres parallèles :

- feedback visuel par miroir permettant à M. H. d'observer sa position.
- stimulations verbales correctrices : « tenez-vous droit, emmenez davantage votre bassin sur la gauche, augmentez le temps d'appui sur le pied gauche. levez plus la cheville gauche »,
- une consigne après l'autre pour que M.H. intègre bien chaque mouvement et l'automatise.
- placement du pied gauche suivant une ligne médiane tracée entre les barres parallèles permet de diminuer la boiterie droite d'épaule.
- diminution progressive de l'appui du membre supérieur droit sollicitant davantage l'appui sur le membre inférieur gauche.

#### Marche en environnement intérieur puis extérieur :

- même mode de réalisation que la marche entre les barres parallèles,
- déambulation avec canne tripode en montée et descente.

### **4. 3. Bilan masso-kinésithérapique final à J+5 semaines**

#### **4. 3. 1. Evaluation clinique**

Le bilan est réalisé en comparaison avec celui effectué 5 semaines auparavant en notant uniquement les éléments modifiés.

Un œdème qui prend le godet est présent au niveau dorsal de la cheville jusqu'à la jambe. Le bas de contention gauche, retiré en début de semaine pour sevrage, est donc remis en place.

La motricité de la cheville gauche montre :

- une amélioration de la dorsi-flexion passant de 2 à 3 sur l'échelle de Held et Desseilligny en recrutement syncinétique de triple flexion du membre inférieur et de la flexion plantaire passant de 1 à 3.
- un recrutement des fibulaires lors de la marche qui permet une meilleure stabilité notamment en phase d'appui. Ces éléments d'amélioration sur la motricité de la cheville nous conduisent au retrait du releveur de manière définitive.

La marche avec canne tripode est possible en extérieur sur un périmètre de 300 mètres puis une fatigue s'installe et une légère douleur, cotée à 3/10 sur l'E.V.A, apparaît à la hanche. L'E.P.D. est coté à 3/5 selon l'échelle de Brun.

L'analyse de la marche s'effectue en comparaison à celle réalisée il y a 5 semaines (annexe III). Lors de la marche spontanée sans releveur avec canne tripode nous observons :

- A la phase d'appui gauche :
  - augmentation du temps d'appui (demeurant cependant moins important par rapport au côté contro-latéral).
  - disparition de l'inflexion latérale de tronc.
  - transfert d'appui amélioré avec une capacité plus grande à déplacer son bassin vers la gauche,
  - pas postérieur augmenté,
- A la phase d'oscillation gauche :
  - diminution de la flexion de genou et de hanche persistante,
  - temps d'arrêt encore présent lors du passage du pas mais moins conséquent (marche plus fluide).

Lors de la marche pieds nus nous observons :

- A la phase d'appui :
  - attaque du pied en très légère dorsiflexion. (La contraction excentrique du tibia antérieur, dont le rôle est d'amortir le poids du corps, est absente) ;
  - diminution de la supination de l'avant-pied avec un contact pied/sol plus important,
  - augmentation du pas postérieur mais sans déroulement du pied et sans appui métatarsien,
- A la phase oscillante :
  - apparition d'une légère griffe des orteils due à une mise en tension par la contraction plus importante du tibia antérieur,
  - membre inférieur gauche raide, sans modulation de la flexion de genou.

**La capacité d'appui plus importante sur le membre hémiparalysé engendre un meilleur transfert d'appui gauche et une symétrie de la longueur des demi-pas. De plus, elle permet de soulager les contraintes au membre inférieur droit et de rétablir une posture physiologique.**

#### 4.3.2. Evaluation instrumentale

- Analyse 1 : empreinte podale (annexe IV, figure 1)

Elles montrent une diminution de l'asymétrie des appuis bien qu'elle persiste toujours en fin de prise en charge (l'appui sur le membre inférieur gauche initialement à 42,5% se trouve à 47,3% dans l'analyse finale). De plus, une symétrie des surfaces d'appui plantaire est

constatée avec une zone d'appui améliorée à la partie médiale de l'avant pied gauche. témoignant d'une diminution de la supination du pied gauche.

- Analyse 2 : équilibre bipodal (annexe IV, figure 2)

La surface d'oscillation tend à diminuer. Elle est passée de 150 mm<sup>2</sup> initialement à 45 mm<sup>2</sup> dans l'analyse finale. Cependant les résultats irréguliers ne permettent pas de déduire un équilibre postural automatisé.

- Analyse 3 : transfert d'appui en rythme (annexe IV, figure 3)

Les analyses montrent une amélioration quant à la capacité de transfert d'appui de M. H. En effet lors de l'analyse initiale, aucun transfert d'appui n'a été enregistré. Le nombre de transfert d'appui dans l'analyse finale est de 17 (nombre maximal : 30). Nous corrélons cliniquement ces résultats avec une capacité de transfert d'appui améliorée lors de la marche.

- Analyse 4 : limites de stabilité (annexe IV, figure 4)

D'autre part, le rapport de la surface d'oscillation totale est améliorée (passant de 1410 à 3431 mm<sup>2</sup> dont 2094 mm<sup>2</sup> à droite) en relation avec un meilleur contrôle du déséquilibre volontaire. Le rapport de la surface d'oscillation gauche/droite est plus grand (de 0.25 à 0.4). Le patient a toujours plus de facilité à déplacer le centre de gravité sur la droite. Cependant la différence droite/gauche est nettement diminuée par rapport à l'analyse initiale.

## 5. DISCUSSION

Nous nous sommes intéressés aux conséquences fonctionnelles d'une rééducation sur plateforme de posturographie Biorescue<sup>®</sup>, chez un patient hémiparétique gauche, ayant bénéficié d'une neurotomie du nerf tibial associée à une ténotomie du triceps sural et du tibial postérieur. Cette intervention a permis de corriger le varus équin de cheville et d'améliorer le contact du pied au sol. Suite à cette intervention, nous avons choisi de réaliser une rééducation sur plateforme de posturographie Biorescue<sup>®</sup>, car M. H. présentait une marche latéralisée et douloureuse à droite.

Le travail par biofeedback sur plateforme a permis, chez notre patient, de diminuer l'asymétrie des appuis podaux et d'augmenter la surface en contact du pied au sol. Le transfert d'appui gauche est amélioré et permet ainsi de décharger un appui majeur sur le membre inférieur droit. Ceci a également permis de diminuer les douleurs dues à l'hyper-sollicitation de ce membre. En conséquence, nous observons d'une part une meilleure organisation posturale et d'autre part, une augmentation du pas postérieur gauche. M. H. a augmenté son périmètre de marche avec une qualité de marche améliorée. Ces résultats sont concordants avec ceux retrouvés dans la littérature (8,17,18).

M. H. est satisfait de la rééducation sur plateforme et a ressenti les bénéfices du travail. Il note une plus grande aisance à la marche avec une stabilité plus importante. Il a manifesté une grande motivation pour le caractère ludique et diversifié des exercices. Ceux-ci lui ont permis d'optimiser sa concentration tout en étant acteur de son traitement. Une surveillance par le thérapeute est cependant nécessaire au départ pour guider le patient et lui indiquer les bons gestes.

Les analyses réalisées à l'aide de la plateforme sont intéressantes pour des bilans comparatifs, mais celle-ci n'étant pas normée, la comparaison inter-individuelle est impossible. Le système ne propose pas une lecture graphique chiffrée des résultats. Une transcription par des courbes rendrait plus simple la visualisation des progrès. La plateforme ne possède pas de repérage pour positionner les pieds. Or pour un suivi régulier et précis des performances, il serait intéressant de reproduire facilement le placement des pieds. Une version de Biorescue<sup>®</sup> plus élaborée avec repères le permet. Elle possède aussi une surface plus importante (41 × 41 cm) avec capteurs de pression plus nombreux (1600).



*Figure 6 : plateforme avec repérage pour les pieds*

Pour compléter les résultats d'analyses statiques obtenus à l'aide de la plateforme de posturographie, l'utilisation de semelles plantaires multicapteurs comme le Tekscan<sup>®</sup>, serait intéressante. En effet cet appareil permet d'évaluer en situation fonctionnelle de marche, la symétrie des pressions et des surfaces plantaires, ainsi que le temps d'appui sur chaque membre inférieur.



## 6. CONCLUSION

M. H. poursuit actuellement la rééducation à la marche en cabinet libéral. L'objectif est d'utiliser une canne simple et d'envisager, à terme, une marche autonome sans canne lui permettant de libérer son membre supérieur droit pour un usage fonctionnel. Ainsi son niveau d'indépendance et sa qualité de vie seront améliorés.

La rééducation sur plateforme de posturographie Biorescue® après neurotomie tibiale nous semble être intéressante dans ce contexte, afin d'optimiser les résultats de l'intervention chirurgicale. Le travail de l'appui du membre inférieur gauche à l'aide de la plateforme a permis une reprogrammation posturale. Cependant, les améliorations obtenues en statique grâce au travail sur plateforme ne peuvent pas être directement transposables en dynamique. C'est pourquoi un travail de marche associé est indispensable. D'autres chaînes instrumentales embarquables, comme la semelle plantaire Sensorfeet, actuellement à l'étude au centre Lay Saint Christophe, proposent un réentraînement fonctionnel, permettant au patient d'intégrer lors de la marche, les acquis obtenus en statique sur plateforme.

## **BIBLIOGRAPHIE**

1. BLETON J. P. - Apport des blocs-moteurs dans le traitement de la spasticité - Kinésithérapie scientifique. 2008. 494. p. 47.
2. CAILLET F., MARTEN P., RABASEDA S., BOISSON D. - Etude de l'évolution de la marche chez le patient hémiplegique après neurotomie tibiale sélective - Neurochirurgie. 1998. 44. 3. p. 183-191.
3. DECQ P. – Les neurotomies périphériques dans le traitement de la spasticité focalisée des membres - Neurochirurgie. 2003, 49, n° 2-3. p. 293-305.
4. DECQ P. MERTENS P. - Principes généraux des indications du traitement neurochirurgical de la spasticité. Neurochirurgie, 2003. 49. 2. 3. p. 404-407.
5. DENORMANDIE P., KIEFER C., MAILHAN L., EVEN-SCHNEIDER A., SORRIAUX G., MARTIN J. N., JUDET T.- Les traitements orthopédiques des conséquences de la spasticité au membre inférieur. Neurochirurgie, 2003. 49. 2-3. p 339-352.
6. ENJALBERT M., RABISCHONG P., MICALLEFFPELISSIER J., BRUN V., PARIS M. - Posture et équilibration en médecine de rééducation – Masson. 1993. 290 p.
7. HELLER F, BEURET-BLANQUART F, WEBER J. -Barobiofeedback et rééducation de la marche de l'hémiplegique - Annales de Réadaptation et de Médecine Physique. 2005. 48. p. 187-195.
8. KERDONCUFF V., DURUFLE A., PETRILLI S., NICOLA B., ROBINEAU S., LASSALLE A., LE TALLEC H., RAMANANTSITONTA J., GALLIEN P. Intérêt de

la rééducation par biofeedback visuel sur plateforme de stabilométrie dans la prise en charge des troubles posturaux des hémiplésiques vasculaires.- Annales de Réadaptation et de Médecine Physique. 2004. 47. p. 169-176.

9. MAZAUX J. M., DEBELLEIX X. - Le pied varus équin de l'hémiplésique - Annales de Réadaptation et de Médecine Physique. 2004. 47. p. 87-89.
10. MAZEVET D., PRADAT-DIEHL P., PERRIGOT M., MAGNIER A. M. - Prise en charge d'un patient présentant une hémiplégie d'origine vasculaire - Encyclopédie Pratique de Médecine. 2002. 3. 1515 : 6 p.
11. PAILLEX R., SO A. - Posture debout chez des sujets adultes : spécificités de l'hémiplégie - Annales de Réadaptation et de Médecine Physique. 2003. 46. p. 71-78.
12. PELISSIER J. - Posture, équilibration et médecine de rééducation – Masson, 1997, 290 p
13. PERENNOU D., BUSSEL B., PELISSIER J. - La spasticité – Masson, 2001. – 250 p.
14. PIERA J.B., COULOMB Y., RENARD-DENIEL S. - Pied de l'adulte hémiplésique par accident vasculaire cérébral – EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Podologie, 2009, 27-120-A-15 : 11 p.
15. REMY-NERIS O. - Rééducation de la marche de l'hémiplésique : quelles nouveautés ?- Annales de Réadaptation et de Médecine Physique. 2005. 48. p. 196–197.
16. RODE G., MAUPAS E., LUAUTE J., COURTOIS-JACQUIN S, BOISSON D. - Traitements médicamenteux de la spasticité – Neurochirurgie. 2003. 48. n°2-3, p 247-255.
17. SACKLEY C. M., LINCOLN N. B. – Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke : effects on stance symmetry and function - Disability and Rehabilitation. 1997. 19. p. 536-546.

18. TANGEMEN P. T., BANAITIS D. A. , WILLIAMS A. K. - Rehabilitation of chronic stroke patients : changes in functional performance. - Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 1990. 71. p. 876-880.
19. THOUMIE P. – Pied, posture et équilibre – EMC (Elsevier Masson SAS. Paris). Podologie. 1999. 27-020-A-10 : 8 p.
- 20 YAKOVLEFF A., REMY-NERIS O., DENYS P., KIEFER C., BUSSEL B. Etat actuel de la prise en charge de la spasticité. - La Lettre du Neurologue. 1999, 3. 1, p.7-10.
21. YELNICK A. P.. La rééducation de l'équilibre après accident vasculaire cérébral sur plateforme de force - Annales de Réadaptation et de Médecine Physique. 2004, 47, p. 177-178.

# Annexe

## Annexe I

Réf : Lacote M, Chevalier AM, Miranda A, Bleton JP. *Évaluation Clinique de la fonction musculaire*. 3<sup>e</sup> édition Paris : Maloine, 1996.

### ÉVALUATION DE LA COMMANDE DE L'HÉMIPLÉGIQUE Held et Pierrot-Desseilligny

La force est appréciée selon une cotation de 0 à 5

0	Absence de contraction
1	Contraction perceptible sans déplacement du segment
2	Contraction entraînant un déplacement quel que soit l'angle parcouru
3	Le déplacement peut s'effectuer contre une légère résistance
4	Le déplacement s'effectue contre une résistance plus importante
5	Le mouvement est d'une force identique au côté sain

Préciser la position du patient et le cas échéant, la position de facilitation

Préciser si le mouvement est sélectif ou s'il y a apparition de syncinésies

Figure 1 : évaluation de la motricité de l'hémiplégique selon Held et Pierrot-Desseilligny.

Réf : Marque P, Maupas E, Boitard D, Roques CF. *Évaluation clinique, analytique et fonctionnelle*. In : *La spasticité* Paris : Masson, 2001 p. 33-41.

Echelle clinique ordinale la plus utilisée aussi bien dans la pratique clinique que dans les publications scientifiques.

0	pas d'augmentation du tonus musculaire
1	une augmentation discrète du tonus musculaire se manifestant par un ressaut suivi d'un relâchement ou par une résistance minime à la fin du mouvement
2	une augmentation discrète du tonus musculaire se manifestant par un ressaut suivi d'une résistance minime perçue sur moins de la moitié de l'amplitude articulaire
3	une augmentation plus marquée du tonus musculaire touchant la majeure partie de l'amplitude articulaire, l'articulation pouvant être mobilisée facilement
4	une augmentation importante du tonus musculaire rendant la mobilisation passive difficile
5	l'articulation concernée est fixée en flexion ou en extension (abduction ou adduction)

Figure 2 : évaluation de la spasticité selon Ashworth.

## Annexe II

*Réf : Brun V, Dhoms G, Henrion G. L'équilibre postural de l'hémiplégique : proposition d'indices d'évaluation. Actual Réeduc Réadaptat 1991 ; 16 : 412-7.*

Classe	Description
0	Aucun équilibre en position assise (effondrement du tronc). Nécessité d'un appui postérieur et d'un soutien latéral.
1	Position assise possible avec appui postérieur.
2	Équilibre postural assis maintenu sans appui postérieur, mais déséquilibré lors d'une poussée quelle qu'en soit la direction.
3	Équilibre postural assis maintenu sans appui postérieur, et lors d'une poussée déséquilibrante quelle qu'en soit la direction.
4	Équilibre postural assis maintenu sans appui postérieur, lors d'une poussée déséquilibrante et lors des mouvements de la tête du tronc et des membres supérieurs. Le malade remplit les conditions pour le passage de la position assise à la position debout seul.

Figure 1 : échelle de l'E.P.A (Equilibre Postural Assis) selon Brun.

*Réf : Brun V, Dhoms G, Henrion G. L'équilibre postural de l'hémiplégique : proposition d'indices d'évaluation. Actual Réeduc Réadaptat 1991 ; 16 : 412-7.*

Classe	Description
0	Aucune possibilité de maintien postural debout.
1	Position debout possible avec transferts d'appui sur le membre hémiplégique très insuffisants. Nécessité d'un soutien.
2	Position debout possible avec transferts d'appui sur le membre hémiplégique encore incomplets. Pas de soutien.
3	Transferts d'appui corrects en position debout.
4	Équilibre postural debout maintenu lors des mouvements de tête, du tronc et des membres supérieurs.
5	Appui unipodal possible (15 secondes).

Figure 2 : échelle de l'E.P.D (Equilibre Postural Debout) selon Brun

## Annexe III



Figure 1 : diminution de la supination avec augmentation du contact du pied au sol.



Figure 2 : diminution de la flexion plantaire mais absence de dorsi-flexion





Figure 3 : amélioration du tonus postural.

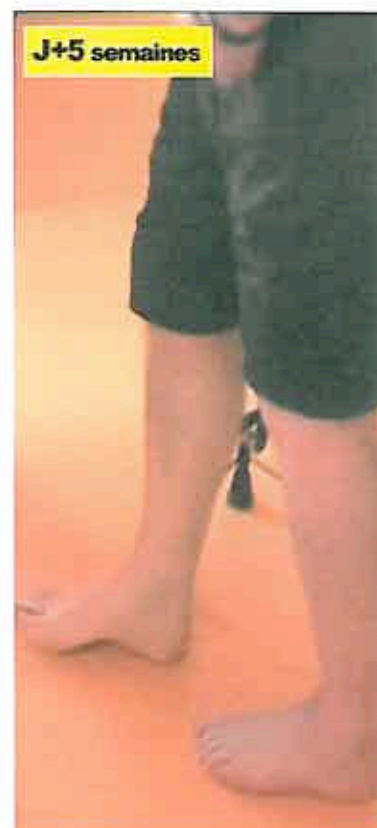


Figure 4 : augmentation du pas postérieur.

# Annexe IV

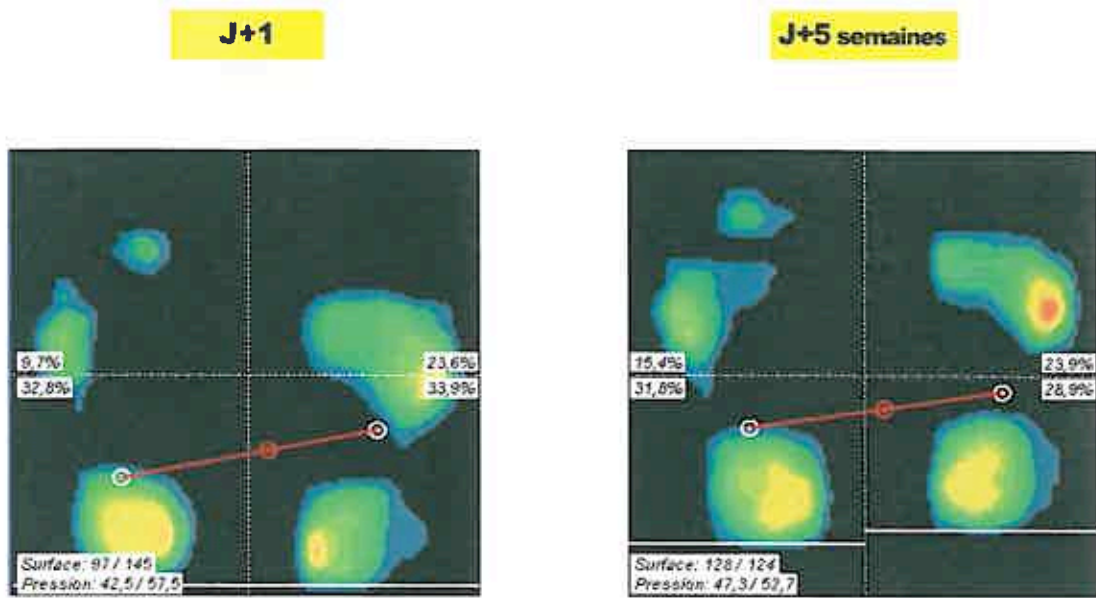


Figure 1 : analyse des appuis plantaires.

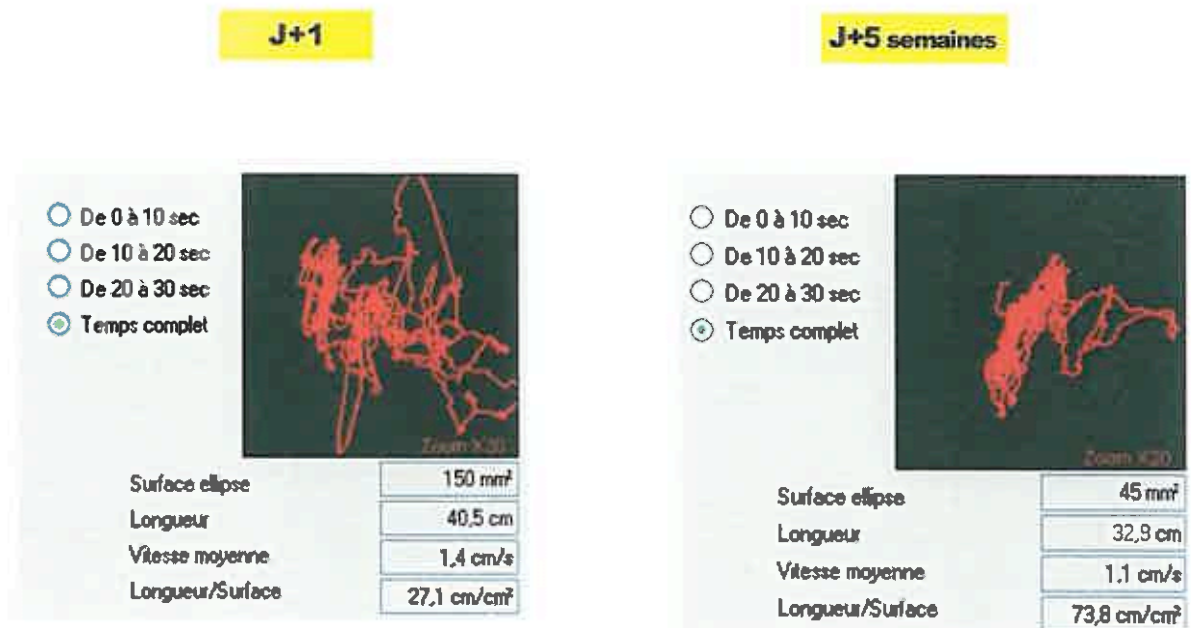
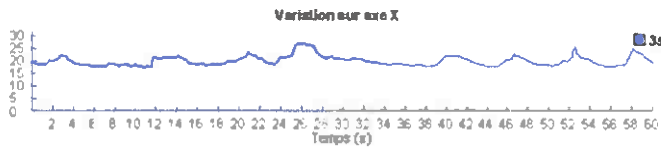


Figure 2 : analyse de l'équilibre bipodal.

J+1



Nombre d'oscillations : 0



J+5 semaines



Nombre d'oscillations : 17

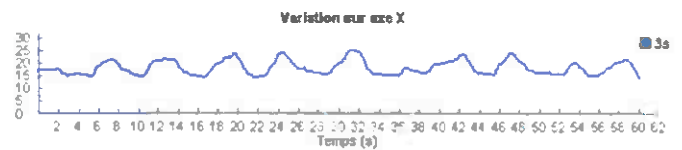
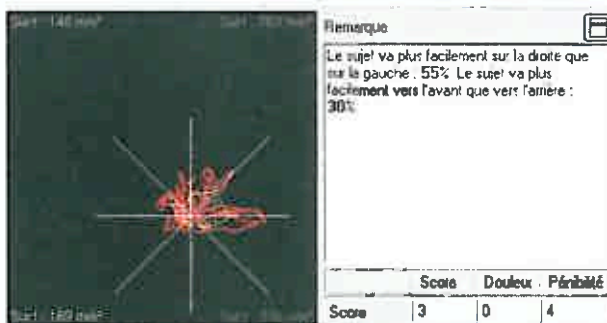


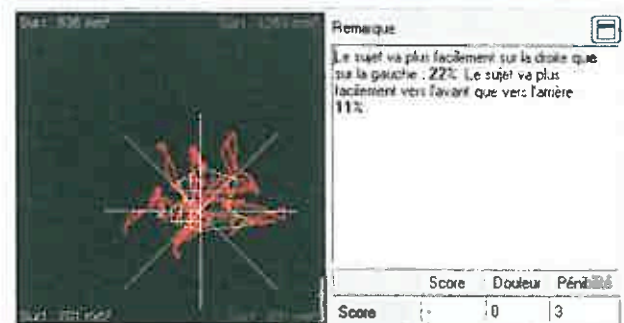
Figure 3 : analyse du transfert d'appuis en rythme.

J+1



Direction	Surface	Longueur	Vitesse	Long/Surf	Distance
Ouest	234 mm <sup>2</sup>	16,1 cm	2,0 cm/s	6,9 cm/cm <sup>2</sup>	2,4 cm
Nord-Ouest	244 mm <sup>2</sup>	17,3 cm	2,2 cm/s	7,1 cm/cm <sup>2</sup>	1,3 cm
Nord	1310 mm <sup>2</sup>	16,9 cm	2,1 cm/s	1,3 cm/cm <sup>2</sup>	2,2 cm
Nord-Est	941 mm <sup>2</sup>	25,6 cm	3,2 cm/s	2,7 cm/cm <sup>2</sup>	3,4 cm
Est	2736 mm <sup>2</sup>	25,5 cm	3,2 cm/s	0,9 cm/cm <sup>2</sup>	4,1 cm
Sud-Est	2014 mm <sup>2</sup>	33,5 cm	4,2 cm/s	1,7 cm/cm <sup>2</sup>	2,4 cm
Sud	208 mm <sup>2</sup>	17,1 cm	2,1 cm/s	8,2 cm/cm <sup>2</sup>	1,0 cm
Sud-Ouest	587 mm <sup>2</sup>	23,4 cm	2,9 cm/s	4,0 cm/cm <sup>2</sup>	1,2 cm

J+5 semaines



Direction	Surface	Longueur	Vitesse	Long/Surf	Distance
Ouest	527 mm <sup>2</sup>	33,9 cm	4,2 cm/s	0,6 cm/cm <sup>2</sup>	1,7 cm
Nord-Ouest	1254 mm <sup>2</sup>	23,8 cm	3,0 cm/s	1,9 cm/cm <sup>2</sup>	3,8 cm
Nord	2349 mm <sup>2</sup>	29,2 cm	3,6 cm/s	1,2 cm/cm <sup>2</sup>	4,5 cm
Nord-Est	3576 mm <sup>2</sup>	27,7 cm	3,5 cm/s	0,8 cm/cm <sup>2</sup>	5,1 cm
Est	2774 mm <sup>2</sup>	22,0 cm	2,7 cm/s	0,8 cm/cm <sup>2</sup>	2,8 cm
Sud-Est	2764 mm <sup>2</sup>	33,8 cm	4,2 cm/s	1,2 cm/cm <sup>2</sup>	5,9 cm
Sud	848 mm <sup>2</sup>	37,0 cm	4,6 cm/s	4,4 cm/cm <sup>2</sup>	2,0 cm
Sud-Ouest	2595 mm <sup>2</sup>	27,2 cm	3,4 cm/s	1,0 cm/cm <sup>2</sup>	4,7 cm

Figure 4 : analyse des limites de stabilité.