

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

# INTERET DE L'ELECTROTHERAPIE DANS LE BUT DE LA REACTIVATION DU CONTRÔLE MOTEUR

APPLICATION AU MEMBRE SUPERIEUR D'UN PATIENT  
TRAUMATISE CRÂNIEN

Rapport de travail écrit personnel  
présenté par **Childéric KOHRMANN**  
étudiant en 3<sup>ème</sup> année de kinésithérapie  
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat  
de Masseur-Kinésithérapeute  
2006-2007.

## SOMMAIRE

	Pages
RESUME	
1. INTRODUCTION.....	1
1. 1. Histoire de la maladie.....	2
1. 2. Présentation du patient.....	2
2. BILAN DE DEPART.....	3
2. 1. Résultats du bilan.....	3
2. 1. 1. Bilan des fonctions supérieures.....	3
2. 1. 2. Bilan de l'attitude spontanée.....	3
2. 1. 2. 1. Attitude spontanée au fauteuil roulant.....	3
2. 1. 2. 2. Attitude spontanée debout.....	4
2. 1. 3. Bilan de la douleur.....	5
2. 1. 4. Bilan cutané, trophique et vasculaire.....	5
2. 1. 5. Bilan de la sensibilité .....	5
2. 1. 6. Bilan articulaire et neuro-orthopédique.....	6
2. 1. 7. Bilan de la motricité volontaire.....	6
2. 1. 8. Evaluation des troubles du tonus .....	7
2. 1. 8. 1. La spasticité.....	7
2. 1. 8. 2. L'hypotonie.....	7
2. 1. 9. Bilan fonctionnel.....	7
2. 1. 9. 1. Utilisation du membre supérieur gauche.....	7
2. 2. Bilan diagnostic kinésithérapique.....	7

2. 2. 1. Déficiences.....	7
2. 2. 2. Incapacités.....	8
2. 2. 3. Désavantage.....	8
2. 3. Objectifs kinésithérapiques.....	8
2. 4. Choix des objectifs de prise en charge.....	9
3. PROPOSITION MASSO-KINESITHERAPIQUE.....	9
3. 1. L'électrostimulation neuromusculaire.....	9
3. 1. 1. Le choix de la technique.....	9
3. 1. 2. Le choix du montage électrique.....	10
3. 1. 3. Les buts de la technique.....	11
3. 1. 3. 1. La plasticité neuronale.....	11
3. 1. 3. 2. La plasticité fonctionnelle.....	12
3. 1. 3. 3. Action directe de l'électrostimulation.....	13
4. DESCRIPTION DE L'APPLICATION PRATIQUE DES TECHNIQUES.....	13
4. 1. Méthodologie.....	13
4. 1. 1. Le montage.....	13
4. 1. 2. Le protocole.....	14
4. 2. Le rythme des séances.....	19
4. 3. Difficultés rencontrées.....	19
4. 4. Modifications en cours de traitement.....	20
5. BILAN DE FIN DE STAGE ET DISCUSSION.....	21
5. 1. Résultats du bilan.....	21
5. 1. 1. Bilan des fonctions supérieures.....	21
5. 1. 2. Bilan de l'attitude spontanée.....	21

5. 1. 2. 1. Attitude spontanée au fauteuil roulant.....	21
5. 1. 2. 2. Attitude spontanée debout.....	21
5. 1. 3. Bilan de la douleur.....	21
5. 1. 4. Bilan cutané, trophique et vasculaire.....	22
5. 1. 5. Bilan de la sensibilité.....	22
5. 1. 6. Bilan articulaire et neuro-orthopédique.....	22
5. 1. 7. Bilan de la motricité volontaire.....	22
5. 1. 8. Evaluation des troubles du tonus.....	23
5. 1. 8. 1. La spasticité.....	23
5. 1. 8. 2. L'hypotonie.....	23
5. 1. 9. Bilan fonctionnel.....	23
5. 1. 9. 1. Utilisation du membre supérieur gauche.....	23
5. 2. Comparaison avec le bilan de départ, quantification des gains.....	23
5. 3. Evaluation de l'efficacité du traitement.....	24
6. CONCLUSION.....	24

## BIBLIOGRAPHIE

## ANNEXES

## 1. INTRODUCTION

Le traumatisme crânien est une des causes de décès les plus importante à la suite des accidents de la voie publique. En effet, 65% des traumatisés crâniens le sont à la suite d'AVP ; les autres étiologies sont les chutes et les plaies par balles ou à la suite d'agression. Le mécanisme lésionnel est soit direct soit indirect, mais entraîne toujours des lésions cérébrales plus ou moins importantes. Le traumatisé crânien est un patient qui peut selon la localisation, la gravité et l'étendue de ses lésions présenter des troubles complexes et diversifiés : troubles pyramidaux, cérébelleux, cognitifs, des fonctions supérieures... Nous présentons dans ce travail écrit, le cas clinique d'un patient de 44 ans porteur d'une hémiplégie droite, ainsi qu'un syndrome frontal à la suite d'un AVP ayant entraîné un traumatisme crânien grave. Au cours des cinq semaines de traitement, nous étudions les effets à court terme de l'électrostimulation musculaire sur la récupération du membre supérieur gauche. Le but étant de guider la plasticité cérébrale vers une réafférentation fonctionnelle.

Le masseur kinésithérapeute a une multitude de techniques de rééducation à sa portée mais aucune d'elles n'est supérieure à une autre. Les plus courantes sont les techniques de Perfetti qui utilise la rééducation sensitivomotrice (8), Bobath qui lutte contre la spasticité à l'aide de techniques d'inhibitions, Kabat qui utilise les facilitations et Le Métayer qui travaille par rapport aux niveaux d'évolutions moteurs. Nous avons pour notre part choisi d'utiliser une méthode d'électrostimulation musculaire pour lutter contre les troubles du membre supérieur gauche.

### 1. 1. Histoire de la maladie

Monsieur D. a été victime le 24 mai 2006 d'un polytraumatisme à la suite d'un accident de la voie publique avec tiers responsable (camionnette contre vélo, M.D. était à vélo avec un casque). Cet accident a occasionné de multiples fractures (face, poignet gauche, lombaires) et un traumatisme crânien grave avec un score de Glasgow à 9 et une hémiparésie gauche par hématome extradural temporal droit, hématome frontal droit et pétéchies de l'hémisphère droit. M.D. a été pris en charge en réanimation neurochirurgicale, il a été sondé et trachéotomisé. M.D. est resté dans le coma deux semaines. La fracture du poignet a été ostéosynthésée par deux broches et une plaque T, ainsi qu'un plâtre ABP. Ablation du plâtre le 22 juin 2006 et mise en place d'une orthèse de repos en rectitude. Il a été transféré à Lay Saint Christophe le 21 août 2006.

### 1. 2. Présentation du patient

M.D. a 44 ans, il est gaucher. Il vit chez sa mère en semaine dans une maison avec un étage et une rampe à gauche, et chez son amie le week end dans une maison à deux étages avec une rampe à droite. M.D. est divorcé père de deux enfants : une fille de 18 ans et un fils de 16 ans et demi. M.D. exerce la profession de chauffeur livreur pour une entreprise luxembourgeoise. M.D. est cycliste, et marathonien. Il n'y a pas d'antécédent médico chirurgical. A son arrivée à Lay Saint Christophe le patient est sous Dafalgan®, Fraxi®, Neurontin®, Mopral® et Lioresal®.

## 2. BILAN DE DEPART

### 2. 1. Résultats du bilan

#### 2. 1. 1. Bilan des fonctions supérieures

M. D. présente un syndrome frontal suite au traumatisme crânien. Il en découle une apathie, une amimie, avec un ralentissement idéomoteur et idéatoire ainsi que des persévérations verbales et motrices. Il présente également une anosodiaphorie, une non chalance et n'a pas d'autocritique vis-à-vis de son comportement. Le manque d'initiative est très présent chez ce patient, il est associé à un manque d'attention, de concentration, une distractibilité ce qui est gênant pour l'application et l'intégration des consignes. Le patient a une héminegligence corporelle gauche et sous utilise son hémicorps gauche.

#### 2. 1. 2. Bilan de l'attitude spontanée

##### 2. 1. 2. 1. Attitude spontanée au fauteuil roulant

M. D. se présente au fauteuil roulant avec une attitude hypercyphotique, un enroulement des épaules ainsi qu'une projection de la tête en avant. Son EPA est coté à 4 (annexe VII).



Figure 1 : photo de l'attitude spontanée en fauteuil roulant

#### 2. 1. 2. 2. Attitude spontanée debout

Debout M.D. présente une projection antérieure de la tête avec une inclinaison à gauche, une hyperlordose du rachis cervical et un enroulement des épaules vers l'avant. Nous remarquons une attitude scoliotique à double courbure : dorsale haute à droite et dorsale basse à gauche. Nous retrouvons une gibbosité dorsale haute à droite. Suite à cette attitude scoliotique, nous notons une élévation de l'épaule droite avec une fermeture de l'angle thoracobrachial droit. M.D. porte une écharpe et son membre supérieur gauche se positionne en adduction d'épaule, flexion du coude, du poignet et des doigts. Le tronc du patient est en inclinaison droite, l'appui se fait préférentiellement sur le membre inférieur droit, et l'appui spontané du membre inférieur gauche se fait sur les articulations métatarsophalangiennes. Il en résulte que le transfert d'appui est impossible en station bipodale. Son EPD est coté à 2 (annexe VII).



### 2. 1. 3. Bilan de la douleur

Il existe des douleurs mécaniques uniquement au niveau de son hémicorps hémiparétique. Ce sont des douleurs à mode de tiraillement et décrites par le patient comme étant du même type qu'une douleur de tendinite. Les douleurs sont situées au niveau du V deltoïdien (lorsque l'abduction du membre supérieur dépasse 70° dans le plan de la scapula) ainsi qu'à la face antérieure du coude, elles sont cotées respectivement à 4,5/10 et 5/10 sur une échelle EVA. Le patient décrit également des douleurs au niveau de l'articulation glénohumérale lors de la station debout de part l'action de la pesanteur et des douleurs au niveau de son poignet ostéosynthésé lors de la mobilisation en extension des doigts. Les douleurs décrites au niveau de l'articulation glénohumérale, l'œdème intermétacarpien à gauche, la rougeur et la sudation de la face palmaire de la main nous font suspecter un syndrome douloureux régional complexe.

### 2. 1. 4. Bilan cutané, trophique et vasculaire

Au membre supérieur gauche nous mettons en évidence un œdème intermétacarpien à la face dorsale de la main gauche, une amyotrophie globale du membre supérieur et de la région péri scapulaire (annexe I). Nous notons une hypersudation localisée à la face palmaire de la main accompagnée d'une rougeur, ainsi qu'une éruption cutanée sur le bras gauche, le visage et le corps. Ceci peut être en relation avec des troubles neurovégétatifs provoqués par le traumatisme crânien.

#### 2. 1. 5. Bilan de la sensibilité

Le bilan est réalisé les yeux fermés, avec un coton, une épingle et des tubes à essais contenant de la glace pilée et de l'eau chaude. Les tests mettent en évidence une hypoesthésie tactile, discriminatoire, proprioceptive, nociceptive et thermoalgique du membre supérieur gauche. Cette hypoesthésie est due à la lésion des voies efférentes, mais également à la non utilisation du membre hémiplégique ce qui le prive de retour sensitif et donc d'information. La sensibilité en controlatéral est normale.

#### 2. 1. 6. Bilan articulaire et neuro-orthopédique

Les radios de l'épaule gauche révèlent un diastasis glénohuméral de 1,5cm ainsi qu'une antéposition de la tête humérale. Les limitations articulaires ne sont qu'au niveau de l'hémicorps gauche. Nous les retrouvons au niveau de l'épaule en flexion et abduction, au niveau du coude en supination, au niveau du poignet en flexion/extension et au niveau des doigts en extension. La limitation du poignet s'expliquant par l'ostéosynthèse de celui-ci. Le pouce est également limité en flexion/extension (annexe II).

#### 2. 1. 7. Bilan de la motricité volontaire

L'abduction d'épaule cotée à 2 sur une échelle de Held et Tardieu (annexe VII) et la flexion/extension du coude est cotée respectivement à 1 et 2. Cette motricité volontaire est obtenue dans un schéma syncinétique d'élévation du moignon, d'adduction et de rotation interne d'épaule ainsi qu'une crispation du visage. D'un point de vue qualitatif les mouvements ne sont pas analytiques et sont d'une force très modérée. Il n'y a pas de sélectivité du mouvement possible. D'un point de vue quantitatif ils sont très peu durants car très coûteux en énergie et en concentration (annexe III).

## 2. 1. 8. Evaluation des troubles du tonus

### 2. 1. 8. 1. La spasticité

Une spasticité est mise en évidence sur les fléchisseurs du poignet et des doigts cotée à 3 sur une échelle d'Ashworth (annexe VII). Cette spasticité empêche l'ouverture de la main gauche et favorise l'hypersudation de la face palmaire.

### 2. 1. 8. 2. L'hypotonie

M.D. présente une hypotonie des muscles extenseurs du rachis, c'est la raison pour laquelle le patient se tient vers l'avant. Cette position peut être expliquée par l'adynamisme et l'apathie du patient. Il a néanmoins des réactions de redressement, d'équilibration ainsi qu'un contrôle automatique contre la pesanteur.

## 2. 1. 9. Bilan fonctionnel

### 2. 1. 9. 1. Utilisation du membre supérieur gauche

Il n'y a pas de fonction de pointage, ni de préhension (coté à 1 sur l'échelle d'Enjalbert) (annexe VII). Il n'y a pas non plus d'élévation jusqu'à un niveau d'abduction horizontale. Il n'existe pas d'utilisation fonctionnelle du membre supérieur gauche.

## 2. 2. Bilan diagnostic kinésithérapique

### 2. 2. 1. Déficiences

- Hypersudation de la face palmaire de la main gauche.
- Œdème de la main gauche localisé à la face dorsale.
- Amyotrophie globale du membre supérieur gauche ainsi que de la région péri scapulaire.

- Diastasis glénohuméral.
- Limitation articulaires du membre supérieur gauche en élévation d'épaule, supination, flexion/extension du poignet des doigts et du pouce.
- Hypoesthésie globale à tous les modes.
- Douleurs au niveau de l'articulation glénohumérale, du coude, et du poignet.
- Hypotonie des muscles érecteurs du rachis.
- Manque de motricité volontaire au niveau proximal et semi proximal du membre supérieur gauche, aucune motricité en distal.
- Troubles des fonctions supérieures (apathie, amimie, héminégligence, anosodiaphorie, syndrome frontal, manque d'attention et de concentration).

### 2. 2. 2. Incapacités

- A la préhension.
- Aux activités bi manuelles.

### 2. 2. 3. Désavantages

Le patient n'est autonome pour aucune des activités de la vie courante.

### 2. 3. Objectifs kinésithérapiques

A cours terme l'objectif est la lutte contre la douleur. Les objectifs principaux sont la réduction des troubles des fonctions supérieures, la sollicitation d'une motricité volontaire sélective, analytique et fonctionnelle du membre supérieur hémiplégique, la lutte contre l'œdème, l'amyotrophie, les troubles neuro-orthopédiques et du syndrome épaule/main.

## 2. 4. Choix des objectifs de prise en charge

Tous les objectifs ont été pris en compte pendant le traitement, mais seul la rééducation du membre supérieur gauche par l'électrostimulation neuromusculaire est développée dans ce travail écrit. Les séances ont lieu quotidiennement à raison de deux heures par jour, puis à la quatrième semaine trois heures tous les deux jours.

## 3. PROPOSITION MASSO-KINESITHERAPIQUE

### 3. 1. L'électrostimulation neuromusculaire

#### 3. 1.1. Le choix de la technique

Le choix d'utiliser une technique d'électrostimulation neuromusculaire (NMES) est le résultat de plusieurs facteurs. Cette technique est adaptée à M.D., en effet il réunit différentes qualités qui se révèlent importantes. Son traumatisme est récent (J+ 4 mois), il est en phase de rééducation active (4). Malgré les troubles des fonctions supérieures le patient comprend les consignes et les met en application, mais il nécessite une surveillance afin qu'il maintienne l'attention qu'il porte à son exercice, car M.D. est gêné par ses troubles attentionnels. Il n'y a pas d'atteinte visuelle centrale, le rétrocontrôle ainsi que l'effort mental aidé par la vue sont réalisables. Malgré l'hypoesthésie, M.D. possède une nociception suffisante pour utiliser cette technique en sécurité. Il a également un contrôle proprioceptif suffisant pour lui permettre d'aider au mouvement (6). Il existe une motricité proximale du membre supérieur gauche ce qui montre une récupération de la voie effectrice, et donc la possibilité de guider cette dernière. Il est motivé, impliqué dans sa rééducation et travaille de manière assidue (1). Nous cherchons par l'intermédiaire de cette technique à guider la plasticité cérébrale par réafférentation grâce à l'électrostimulation neuromusculaire. Ceci engendre une facilitation du recrutement moteur. L'électrothérapie est une technique validée pour lutter contre le

syndrome douloureux épaule/main due en partie au diastasis glénohuméral, c'est également un bon moyen de lutte contre l'amyotrophie de non utilisation du membre supérieur parésié (10). Le mouvement obtenu par la stimulation électrique et aidé au maximum par le patient permet de lutter contre la désafférentation et donc l'apprentissage de non utilisation (1).

### 3. 1. 2. Le choix du montage électrique

Le montage utilisé est un montage à quatre canaux et huit électrodes qui stimule alternativement deux par deux le canal 1 (C1) avec le canal 2 (C2) et le canal 3 (C3) avec le canal 4 (C4). C1, C2, C3 et C4 stimulant respectivement le deltoïde antérieur et moyen, le triceps brachial, le biceps brachial et l'opposant du pouce. Ce montage est retenu parmi d'autres car il présente des caractéristiques spécifiques. Le montage est réalisé de telle façon que le membre supérieur est stimulé dans sa globalité (proximal, distoproximal, distal). Ceci permet de ne pas focaliser la rééducation sur une articulation mais sur l'ensemble du membre, et la réafférentation se fait sans privilégier de zones qui seraient alors surreprésentées. Les mouvements de la vie quotidienne utilisent des chaînes musculaires, ce montage recrée en cela un mouvement électro-induit fonctionnel qui est l'alternance du mouvement d'extension vers le mouvement de main/bouche. La stimulation sur le deltoïde stabilise l'épaule alors que le triceps allonge la longueur du membre supérieur en vue de la préhension, et la stimulation du biceps raccourcit ce membre en même temps qu'elle crée une supination pour positionner la main face à la bouche, main qui réalise la préhension par la stimulation de l'opposant du pouce. Le mouvement ainsi réalisé vise à réafférenter intégralement le membre supérieur gauche dans une visée fonctionnelle. Le mode alterné nous fait nous rapprocher encore plus de la fonction, en effet celui-ci donne un aspect fluide au mouvement et donc redonne au

patient des sensations habituelles. Ce montage recrute des muscles ou groupes musculaires déjà présent mais faibles chez M.D., il va donc dans le schéma préférentiel de la récupération.

### 3. 1. 3. Les buts de la technique

Deux actions de l'électrostimulation sont à différencier, l'action directe qui est la contraction musculaire électro-induite qui a des effets sur le syndrome douloureux épaule/main, le diastasis, l'amyotrophie mais aussi une action plus à distance qui concerne la plasticité neuronale et fonctionnelle.

#### 3. 1. 3. 1. La plasticité neuronale

La plasticité neuronale fait tout d'abord appel à la restauration anatomique, car il se produit un bourgeonnement collatéral d'axones sains au voisinage immédiat de la lésion. Ceci constitue le premier type de plasticité au niveau du système nerveux central (7) (2) (18). La restauration post lésionnelle est également due à la réorganisation fonctionnelle dont est capable le système nerveux. En effet les systèmes redondants, par exemple le système pyramidal direct par rapport au croisé, permettent une suppléance et donc le maintien d'une activité motrice même si celle-ci est moins précise. Ces systèmes latents se démasquent en cas de destruction des systèmes prioritaires et deviennent alors fonctionnels (7) (11) (3) (12). Mais les motoneurones ne reçoivent pas forcément des afférences ipsilatérales et donc cette suppléance n'est pas possible partout (7). Il existe également des systèmes convergents. Ce sont des systèmes, qui comme les neurones propriospinaux, relayent en plus de la voie corticospinale monosynaptique les motoneurones (7). Ceux-ci permettent une suppléance si le faisceau pyramidal est atteint.

### 3. 1. 3. 2. La plasticité fonctionnelle

Sous ce terme est défini la récupération par l'apprentissage. Cette plasticité peut être conduite et dirigée par des méthodes de rééducation comme celle utilisée ici (1). L'apprentissage chez un individu est quelque chose de constant. La désafférentation d'un membre génère donc un apprentissage de l'inactivité (1). C'est pour éviter cet apprentissage de l'inactivité, et pour conduire la plasticité qu'est mis en place la technique d'électrostimulation. La reprogrammation motrice résulte d'un apprentissage conscient vers un schéma habituel. Par ce biais nous essayons de faire recruter au patient les voies devenues fonctionnelles afin qu'il puisse les utiliser de façon efficace (6). L'aire 4 en plus des aires 5 et 7 et AMS sont responsables des mouvements spatialement adaptés, et nous savons que même réduite elle peut faciliter les mécanismes corticaux (6). C'est pourquoi l'électrostimulation vise à la construction de nouvelles représentations sensorimotrices, car le cerveau est capable de modifier son organisation fonctionnelle de façon adaptative, et donc selon son environnement (5). Ceci est un apprentissage à priori non conscient (14). Des études ont montré que la répétition quotidienne d'un mouvement avait un effet plastique sur le cortex moteur primaire. La zone de représentation sur l'homonculus moteur voit sa surface augmentée (5) (3) (1), l'activation est donc facilitée puisque les études montrent une augmentation de la force, de la vitesse et de la fonction du membre supérieur (1) (11). Nous pouvons penser que cette stimulation entraîne une sollicitation de nouvelles aires cérébrales et participe à la réorganisation fonctionnelle grâce à la réafférentation sensorimotrice (5).

La récupération fonctionnelle est le fruit de la réorganisation neuronale post lésionnelle grâce à la vicariance des systèmes et de l'apprentissage guidé par la rééducation (14) (6).



### 3. 1. 3. 3. Action directe de l'électrostimulation

Le syndrome douloureux épaule/main est commun chez les hémiplegiques, et réduit la récupération (17). Le diastasis glénohuméral est souvent en partie responsable de ce syndrome douloureux. La stimulation électrique permet de lutter contre le syndrome douloureux régional complexe. Des études ont montré que l'électrostimulation musculaire réduit les douleurs ainsi que le diastasis glénohuméral (17). Par effet sur la trophicité musculaire l'électrothérapie lutte contre l'amyotrophie (10).

## 4. DESCRIPTION DE L'APPLICATION PRATIQUE DES TECHNIQUES

### 4. 1. Méthodologie

#### 4. 1.1. Le montage

Le montage électrique est réalisé sur un stimulateur CEFAR rehab 4 pro®, qui est un appareil d'électrostimulation à quatre canaux. Les électrodes adhésives de surface utilisées sont de différentes tailles : grandes ovales, petites ovales et petites rondes. Le premier canal (C1) stimule le deltoïde dans une composante de stabilisateur d'épaule. Nous disposons une petite électrode ovale sur la face antérieure du moignon de l'épaule et une autre en regard des faisceaux antérieur et moyen du deltoïde quelques centimètres au dessus du V deltoïdien. Le second canal (C2) stimule le triceps brachial. Nous disposons deux grandes électrodes ovales sur la face postérieure du bras gauche, l'une en proximal l'autre plus distal, en regard du corps musculaire superficiel. Nous stimulons ainsi le point moteur du triceps brachial. Le troisième canal (C3) stimule les fléchisseurs du coude. Nous disposons deux grandes électrodes ovales sur la face antérieure du bras gauche, comme pour C2. Nous stimulons ainsi directement le point moteur. Le quatrième et dernier canal (C4) stimule lui l'opposant du pouce. Nous disposons une petite électrode ronde sur l'éminence thénar en regard du corps musculaire et

une deuxième sur la partie antérolatérale du poignet, pour stimuler le nerf médian qui circule alors dans le canal carpien. Ces zones d'électrostimulations n'ont pas été choisies au hasard, elles sont le fruit d'une recherche préalable à l'aide d'électrodes carbonées afin de localiser les zones les plus réactives.

#### 4. 1. 2. Le protocole

La séance d'électrostimulation est divisée en trois parties : l'échauffement, la phase de participation active et la récupération.



Figure 2 : photo du montage d'électrostimulation à J1

L'échauffement vise à préparer le muscle qui va être sollicité. Il dure cinq minutes et tous les muscles sont stimulés en même temps sans alternance. La largeur d'impulsion est de 200  $\mu$ s et la fréquence de 5 Hz, sans temps de repos. Les intensités sont déterminées par le

thérapeute lorsque la secousse élémentaire des muscles ou groupes musculaire est visible et palpable. Cette période de préparation provoque une vasodilatation et donc une meilleure perfusion des tissus en vue de l'effort.

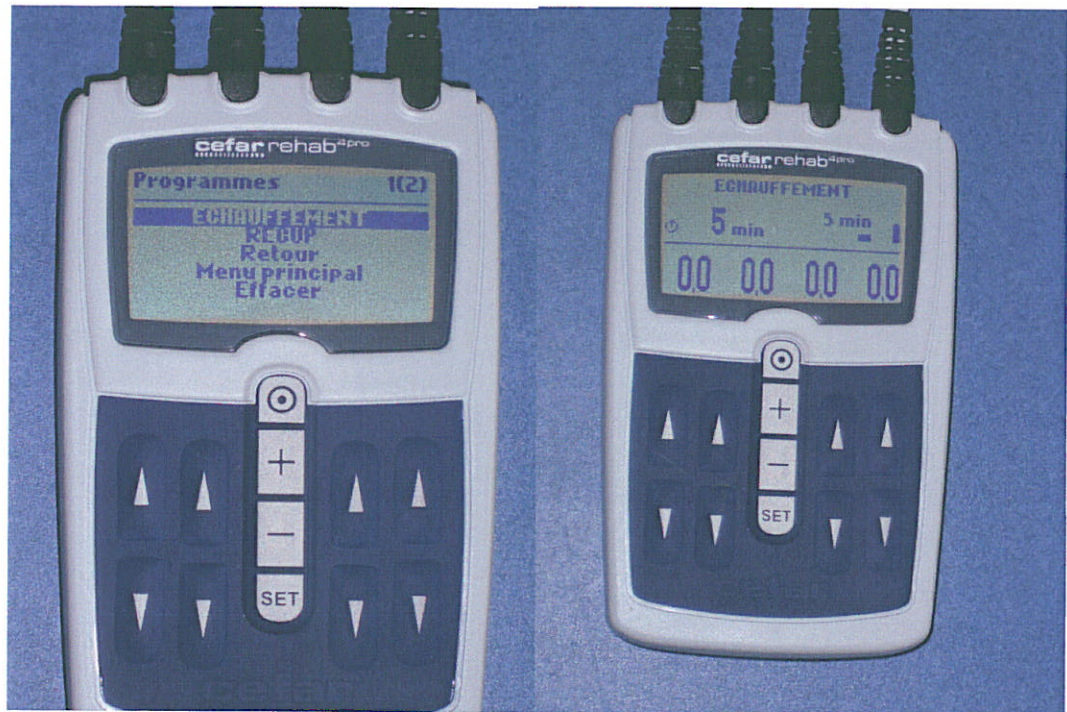


Figure 3 : photos du stimulateur électrique Cefar rehab 4 pro

La phase de participation active dure vingt minutes, durant cette période les muscles ou groupes musculaires sont stimulés alternativement : C1 avec C2 et C3 avec C4. La largeur d'impulsion est de 200  $\mu$ s ce qui correspond à la chronaxie du muscle, la fréquence est de 35 Hz elle permet le recrutement tétanique du muscle. Les intensités réglées par le thérapeute sont fixées lorsque nous obtenons un mouvement articulaire (pas forcément dans toute l'amplitude) non douloureux. La stimulation se fait avec une rampe ascendante de 2 secondes, un plateau de 6 secondes, une rampe descendante de 2 secondes et un temps de repos de 22 secondes. Lors des phases de rampe, les intensités vont pour l'ascendante de 0 mA à l'ampérage fixé, et pour la descendante de l'ampérage fixé à 0 mA. Ceci est plus confortable

pour le patient car l'augmentation des intensités est progressive, la contraction est donc moins soudaine.

La phase de récupération musculaire permet de relâcher le muscle en le drainant de substances (acide lactique) susceptibles de provoquer des douleurs, une fatigue musculaire, des contractures. Elle dure cinq minutes et tous les muscles sont stimulés en même temps sans alternance. La largeur d'impulsion est de 200  $\mu$ s et un temps de modulation de 10 secondes permet à la fréquence de varier de 2 à 8 Hz. Il n'y a pas de temps de repos et les intensités déterminées par le thérapeute sont fixées lorsqu'il y a une contraction visible et palpable des muscles ou groupes musculaires.

La séance doit se faire dans un lieu calme, à l'abri des stimuli extérieurs qui peuvent perturber l'attention du patient cérébrolésé. Une contraction volontaire est demandée au patient lors de la phase de participation active. Il lui est demandé de réaliser un effort mental afin d'aider à la réalisation du mouvement, et si celui-ci n'y arrive pas, qu'il visualise le mouvement électro-induit (1). Le caractère volitionnel du geste est extrêmement important dans cette rééducation car sans cela l'apprentissage de la non utilisation perdure. Bien sûr le patient doit être confortablement installé avec son membre supérieur dans le champs visuel afin qu'il puisse visualiser et aider le mouvement électro-induit.

Tableau I : intensités utilisées chaque jour lors des séances d'électrostimulation sur chaque canal

Date	Type de travail	C1 (mA)	C2 (mA)	C3 (mA)	C4 (mA)
2/10/06	Echauffement	19	26	26	20
	Participation active	37.5	40	40	31.5
	Récupération	19	26	26	20
3/10/06	Echauffement	19	26	26	20
	Participation active	37.5	40	40	31.5
	Récupération	19	26	26	20
4/10/06	Echauffement	22.5	26	26	20
	Participation active	35	40	40	33
	Récupération	19	26	26	20
5/10/06	Echauffement	19	26	26	20
	Participation active	36	40	40	33
	Récupération	20	26	26	20
6/10/06	Echauffement	23	26	26	20
	Participation active	36	40	40	33
	Récupération	23	26	26	20
9/10/06	Echauffement	23	35.5	30.5	25.5
	Participation active	37.5	45	43	36.5
	Récupération	23	36.5	36	28.5

11/10/06	Echauffement	20	28	22.5	24.5
	Participation active	36	42	41.5	28.5
	Récupération	37.5	37	37.5	23
12/10/06	Echauffement	15.5	27	21.5	21
	Participation active	33.5	45	40	28.5
	Récupération	21.5	42.5	28	25
13/10/06	Echauffement	21.5	34.5	21.5	19.5
	Participation active	26.5	45	42	30.5
	Récupération	22.5	35.5	28.5	24.5
17/10/06	Echauffement	21	33	23.5	20
	Participation active	36	40	40	35.5
	Récupération	23	34.5	27	22
19/10/06	Echauffement	18	25	24.5	31
	Participation active	30	40.5	36.5	27.5
	Récupération	18	29.5	34	33.5
20/10/06	Echauffement	21	27.5	27	21
	Participation active	33	40.5	40	32
	Récupération	21	27.5	27	21
23/10/06	Echauffement	22	27	24	18
	Participation active	30	36.5	37	31
	Récupération	31.5	36.5	31	22
24/10/06	Echauffement	17	26.5	26.5	18.5
	Participation active	30	39	40	28.5

	Récupération	21	35	32.5	24.5
25/10/06	Echauffement	25	29	25.5	20
	Participation active	31.5	39	39.5	35
	Récupération	23	35.5	33.5	21.5
26/10/06	Echauffement	25	30.5	27	22
	Participation active	32	42	43	32
	Récupération	28	36.5	35	23.5

#### 4. 2. Rythme des séances

Le traitement par électrostimulation neuromusculaire a lieu au quotidien, il dure une demi heure, ceci pendant cinq semaines. Ce traitement est couplé à d'autres méthodes de rééducation.

#### 4. 3. Difficultés rencontrées

Difficultés liées au patient, qui lors de quelques séances était moins motivé qu'à son habitude, sans doute lorsqu'il prenait conscience de son état physique et du fait que sa vie ne pouvait plus être la même. Nous avons été confronté à un refus d'acceptation de M.D. de son état physique : celui-ci parlait de refaire du vélo, reprendre son travail de chauffeur, garder ses habitudes de vie ; choses bien évidemment impossibles aux vues de ses capacités résiduelles et des problèmes judiciaires liés à l'accident. Au cours de sa prise en charge multidisciplinaire, M.D. a expliqué à plusieurs thérapeutes qu'il allait récupérer totalement la fonctionnalité de son membre supérieur gauche. Il a donc fallu que nous lui réexpliquions qu'aucune récupération ne pouvait être certaine, et qu'il ne fallait pas nourrir d'espoirs trop grands pour ne pas par la suite se trouver dans une situation d'échec.

#### 4. 4. Modifications en cours de traitement

Au cours de la rééducation, nous avons été confronté à quelques difficultés. Difficultés d'ordre technique, lors de la première séance nous n'avons pas pris soin de raser les avants bras de M.D., les électrodes de stimulation n'adhéraient pas parfaitement et donc le passage du courant n'était pas optimum. Au cours des cinq semaines de traitement, M.D. a eu des changements d'emploi du temps, une heure de rééducation a été supprimée tout les deux jours en faveur de séances de gymnastique. Ceci nous a contraint à modifier la prise en charge pour pouvoir à la fois poursuivre la rééducation classique et le programme spécifique d'électrostimulation. Nous avons modifié le traitement au cours des cinq semaines afin de l'optimiser. Nous avons rasé les poils de l'avant bras gauche du patient pour obtenir une meilleure adhérence des électrodes de surface et donc obtenir une meilleure stimulation. Nous avons mis en place à la fin de la première semaine un protocole d'échauffement et de récupération afin d'éviter de fatiguer les muscles ou groupes musculaires stimulés. Le temps de prise en charge par électrostimulation débordait sur l'ensemble de la prise en charge, nous avons donc décidé d'abandonner un montage qui stimulait en C1 les extenseurs du carpe, en C2 le triceps brachial, en C3 les fléchisseurs du coude et en C4 l'opposant du pouce afin de ne pas supprimer la rééducation classique. Au début du traitement, les intensités étaient les mêmes à chaque séance, mais nous avons décidé de les régler jusqu'à voir une stimulation musculaire identique chaque jour. Nous avons fixé ceci car selon la position des électrodes, qui est définie, elle ne peut être tous les jours strictement identique, et selon l'état du muscle il peut être plus ou moins réceptif à l'électrostimulation, il faut donc pouvoir s'adapter aux données du jour afin d'être le plus efficace possible. Nous avons aussi changé la position de l'électrode proximale de C2 qui était initialement en regard du nerf médian lorsque celui-ci



traverse le muscle rond pronateur, à la face antérieure de l'avant bras, pour la mettre en regard de son passage dans le canal carpien.

## 5. BILAN DE FIN DE STAGE ET DISCUSSION

### 5. 1. Résultats du bilan

#### 5. 1. 1. Bilan des fonctions supérieures

Le manque d'initiative a complètement disparu chez M.D., et il est maintenant très motivé. Il reste amimique même si nous remarquons une amélioration. Nous remarquons une nette régression de l'héminégligence et de l'apathie.

#### 5. 1. 2. Bilan de l'attitude spontanée

##### 5. 1. 2. 1. Attitude spontanée debout

M.D. maintient la position érigée grâce à une canne simple, l'inclinaison à droite est fortement diminuée, et l'appui est beaucoup mieux réparti, l'EPD est coté à 2 (annexe VII). Le patient présente toujours une attitude scoliotique. M.D. ne porte plus d'écharpe et son membre supérieur n'est pas maintenu dans une position vicieuse.

##### 5. 1. 2. 2. Attitude spontanée au fauteuil roulant

Au fauteuil le patient a le membre supérieur gauche sur ses genoux, la tête projetée en avant avec une attitude hypercyphotique. L'EPA est à 4 (annexe VII).

### 5. 1. 3. Bilan de la douleur

Il n'y a pas de douleur spontanée au membre supérieur gauche. Il existe une douleur mécanique localisée au niveau du poignet et de la main cotée à 4/10 sur une échelle EVA. Elle est déclenchée lors de la mobilisation en flexion/extension du poignet et extension des doigts.

### 5. 1. 4. Bilan cutané, trophique et vasculaire

Au membre supérieur, nous observons un œdème résiduel de la main localisé en intermétacarpien, une amyotrophie globale de tout le membre supérieur ainsi que de la région périscapulaire (annexe IV). Le patient présente une hypersudation à la face palmaire de la main.

### 5. 1. 5. Bilan de la sensibilité

Le membre supérieur gauche présente encore une légère hypoesthésie nociceptive et discriminative. La sensibilité au tact, proprioceptive et thermoalgique est normale.

### 5. 1. 6. Bilan articulaire et neuro-orthopédique

Les radios de l'épaule gauche montrent un diastasis glénohuméral de 0,5cm. Les limitations articulaires sont localisées au niveau de l'hémicorps hémiplégique. Nous retrouvons ces limitations en flexion et abduction d'épaule, en flexion de coude, en supination ainsi qu'en extension de poignet et des doigts (annexe V).

### 5. 1. 7. Bilan de la motricité volontaire

La motricité du membre supérieur reste en partie syncinétique. En effet la motricité volontaire proximale et distoproximale du membre supérieur gauche est accompagnée d'une élévation du moignon de l'épaule et d'une crispation du visage. L'abduction d'épaule est cotée à 2 selon Held et Tardieu (annexe VII), la flexion/extension de coude est cotée à 3 également. La flexion/extension de la colonne du I et de l'IP du I, ainsi que la flexion des doigts sont réalisées analytiquement et sont cotées à 2. Les mouvements sont réalisés à vitesse lente et sont très coûteux d'un point de vue énergétique. Ils restent également peu durants (annexe VI).

### 5. 1. 8. Evaluation des troubles du tonus

#### 5. 1. 8. 1. La spasticité

La spasticité est retrouvée sur les fléchisseurs du poignet et des doigts, elle est cotée à 3 sur l'échelle d'Ashworth (annexe VII).

#### 5. 1. 8. 2. L'hypotonie

L'hypotonie des muscles axiaux reste présente. Les réactions d'équilibration et de lutte contre la pesanteur sont bonnes

### 5. 1. 9. Bilan fonctionnel

#### 5. 1. 9. 1. Utilisation du membre supérieur gauche

La préhension reste impossible chez M.D. (coté à 1 sur l'échelle d'Enjalbert) (annexe VII). Malgré la motricité du pouce et des doigts, les prises bimanuelles sont également

impossibles. Il existe une amorce de pointage. L'élévation du membre supérieur dans un plan horizontal reste irréalisable.

### 5. 2. Comparaison avec le bilan de départ, quantification des gains

Il est à noter la diminution des sensations douloureuses du patient ainsi que la diminution du diastasis glénohuméral. Les amplitudes articulaires du membre supérieur gauche sont augmentées. Des groupes musculaires jusqu'à lors paralysés retrouvent une motricité volontaire analytique. Cette motricité volontaire reste malheureusement non fonctionnelle. Les troubles des fonctions supérieures ont énormément reculé et sont maintenant quasi absents.

### 5. 3. Evaluation de l'efficacité du traitement

Les résultats du traitement se sont révélés mitigés puisque M.D. a retrouvé une motricité au niveau du pouce gauche, le problème est que celle-ci n'est pas fonctionnelle car la pince réalisée n'est pas suffisamment puissante et donc ne permet pas de préhension. D'un autre point de vue il n'y a pas eu d'amélioration sur le recrutement des muscles proximaux, la sélectivité du mouvement n'est pas améliorée même sans pesanteur ou dans une position de facilitation.

## 6. CONCLUSION

Le traitement décrit ici ne suit pas le protocole habituel pour ce genre de rééducation, en effet les stimulations devraient durer de deux à six heures par jour selon les auteurs (1) (5) (11), mais il est évident que dans un centre de rééducation ce genre de protocole est difficilement réalisable. Malgré certaines modifications en cours de traitement, une certaine

efficacité a été montrée puisque les douleurs ont diminuées et une motricité apparaît. Nous obtenons donc globalement les résultats décrits dans la bibliographie, et ceux attendus par la technique.

Le traitement est à continuer pendant les séances de rééducation, l'évolution de la récupération étant fait de paliers (2) la récupération peut se poursuivre. Il est nécessaire d'optimiser les performances de préhension de M.D. car ceci lui permettrait d'utiliser son membre supérieur gauche comme membre d'appoint. Le retour à domicile est également à envisager chez sa mère ou son amie pour une réinsertion familiale et sociale.

# **BIBLIOGRAPHIE**

1. **ANDRE J.M., PAYSANT J., BEIS J.M., DIDIER J.P.** - Inactivité et apprentissage : application à l'hémiplégie vasculaire. PELISSIER J., BUSSEL B., BRUN V. - Innovations thérapeutiques et hémiplégie vasculaire - Paris : Masson, 2005. - p.22 – 31. – Problèmes en médecine de rééducation ; 48.
2. **BACH P., RITA Y.** – La plasticité cérébrale, son apport dans la conception de la rééducation de l'hémiplégie. – Rev. Réadapt. Fonc. Prof. Soc., 1981, 7, p. 24 – 30.
3. **CHAE J., YU D.** – Neuromuscular stimulation for motor relearning in hemiplegia. – CRIT. REV. PHYS. REABIL. MED., 1999, 11, p. 279 – 297.
4. **ENJALBERT M., PELISSIER J.** – Réduquer la préhension chez l'hémiplégique : mythe ou réalité. PELISSIER J. – La reprogrammation neuromotrice – Paris : Masson, 1994. – p. 163 – 171. – Problèmes en médecine de rééducation ; 27.
5. **GIRAUX P.** – Imagerie cérébrale fonctionnelle et rééducation : imagerie fonctionnelle et plasticité cérébrale. – Paris : Masson, 2006, p. 97 – 104.
6. **JEANNEROD M., HECAEN H.** – Adaptation et restauration des fonctions nerveuses. – 1<sup>ère</sup> éd. - Saint Etienne : Simep, 1980. – 392p.
7. **KATZ R.** – Supports physiologiques de la reprogrammation. PELISSIER J. – La reprogrammation neuromotrice – Paris : Masson, 1994. – p. 1 – 7. – Problèmes en médecine de rééducation ; 27.
8. **LION J., LE GUIET J.L.** – Rééducation sensori-motrice des hémiplégies. Indications et limites des différents modes d'information. PELISSIER J. – La reprogrammation neuromotrice – Paris : Masson, 1994. – p. 179 – 182. – Problèmes en médecine de rééducation ; 27.

9. **MASSION J.** – Programmation moteurs inné et acquis. **PELISSIER J.** – La reprogrammation neuromotrice – Paris : Masson, 1994. – p. 8 – 20. – Problèmes en médecine de rééducation ; 27.
10. **PAILLARD T., NOE F., EDELIN O.** – Effets neuromusculaires et l'électrostimulation transcutanées surimposée et combine à l'activité volontaire. – Ann. Readapt. Med. Phys. – 2005, 48, 3, p. 126 – 137.
11. **PELISSIER J., BENAÏM C., ARMINGAUD Ph., VILLY J.** – Techniques électrophysiologiques de rééducation de la préhension chez l'hémiplégique. – **PELISSIER J., BENAÏM C., ENJALBERT M.** – Préhension et hémiplégie vasculaire. – Paris : Masson, 2002. – p. 89 – 94. – Problèmes en médecine de rééducation ; 43.
12. **REGNAUX J.P., SCHNITZLER A., BENSMAIL D., BUSSEL B.** – Utilisation du membre supérieur parétique : une nouvelle approche de la rééducation motrice du sujet hémiplégique. - **PELISSIER J., BENAÏM C., ENJALBERT M.** – Préhension et hémiplégie vasculaire. – Paris : Masson, 2002. – p. 95 – 98. – Problèmes en médecine de rééducation ; 43.
13. **REZENBRINK G.J., IJZERMAN M.J.** – Percutaneous neuromuscular electrical stimulation (P.MNES) for treating shoulder pain in chronic hemiplegia effect on shoulder pain and quality of life. – Clin. Rehabil., 2004, 18, 4, p. 359- 365.
14. **ROBY-BRAMI A., REMY-NERIS O., BUSSEL B.** – Récupération fonctionnelle et apprentissage après lésion du système nerveux central. - **PELISSIER J.** – La reprogrammation neuromotrice – Paris : Masson, 1994. – p. 25 – 30. – Problèmes en médecine de rééducation ; 27.
15. **TURNER-STROKES L., JACKSON D.** - Assesment of shoulder pain in hemiplegia : sensitivity of the shoulder. – Disabil. Rehabil., 2006, 28, 6, p. 389 – 395.



- 16. YOZBATIRAN N., DOMNEZ B., KAYAK N., BOZAN O.** – Electrical stimulation of wrist and fingers for sensory and functional recovery in acute hemiplegia. – Clin. Rehabil., 2006, 20, 1, p. 4 – 11.
- 17. YU D.** – Shoulder pain in hemiplegia. – Phys. Med. Rehabil. Clin. North Am., 2004, 15, 3, p. 683 – 697.

#### **AUTRE REFERENCE**

- 18. HELD, WILL, MILHAUD-JACQUINOT.** – Traumatologie cérébrale. – Service du film de recherche scientifique., 1989.

# ANNEXES

## ANNEXE I

Tableau II : mesures centimétriques réalisées sur le membre supérieur gauche

	Droite	Gauche
+10 de l'épicondyle latéral	24	22.5
+20 de l'épicondyle latéral	25.5	23
-10 de l'épicondyle latéral	23.5	19.5
-20 de l'épicondyle latéral	17.5	16

Il est significatif qu'il existe une amyotrophie du membre supérieur gauche par rapport au droit.

ANNEXE II

Tableau III : mesures goniométriques du membre supérieur gauche lors du bilan de départ

Epaule (complexe)	Flexion/Extension	80/0/20
	Abduction/Adduction	90/0/20
Coude	Flexion/Extension	135/0/10
	Pronosupination	80/0/15
Poignet	Flexion/Extension	40/0/40
I	Flexion/Extension MP	35/0/0
	Flexion/Extension IP	65/5/0
II	Flexion/Extension MP	90/0/10
	Flexion/Extension IPP	110/25/0
	Flexion/Extension IPD	70/10/0
III	Flexion/Extension MP	80/0/10
	Flexion/Extension IPP	110/30/0
	Flexion/Extension IPD	80/5/0
IV	Flexion/Extension MP	70/5/0
	Flexion/Extension IPP	110/30/0
	Flexion/Extension IPD	80/15/0
V	Flexion/Extension MP	75/0/5
	Flexion/Extension IPP	115/35/0
	Flexion/Extension IPD	80/40/0

### ANNEXE III

Cotation de la motricité volontaire selon Held et Tardieu des groupes musculaires fonctionnels du membre supérieur gauche lors du bilan de départ.

Abducteurs d'épaule	2
Adducteurs	2
Fléchisseurs d'épaule	2
Extenseurs d'épaule	2
Fléchisseurs du coude	1
Extenseurs du coude	2
Pronateurs	0
Supinateurs	0
Fléchisseurs du poignet	0
Extenseurs du poignet	0
Fléchisseurs du pouce	0
Fléchisseurs des doigts	0

#### ANNEXE IV

Tableau IV : mesures centimétriques réalisées sur le membre supérieur gauche lors du bilan de fin de stage.

	Droite	Gauche
+10 de l'épicondyle latéral	25	23.5
+20 de l'épicondyle latéral	27	25
-10 de l'épicondyle latéral	23.5	21
-20 de l'épicondyle latéral	18	17

Il est significatif que l'amyotrophie a diminué par rapport aux mesures réalisées lors du bilan de départ.

ANNEXE V

Tableau V : mesures goniométriques du membre supérieur gauche lors du bilan de fin de stage

Epaule (complexe)	Flexion/Extension	90/0/20
	Abduction/Adduction	90/0/20
Coude	Flexion/Extension	135/0/5
	Pronosupination	90/0/20
Poignet	Flexion/Extension	85/0/60
I	Flexion/Extension MP	40/0/0
	Flexion/Extension IP	70/5/0
II	Flexion/Extension MP	90/0/20
	Flexion/Extension IPP	115/20/0
	Flexion/Extension IPD	85/10/0
III	Flexion/Extension MP	95/0/25
	Flexion/Extension IPP	125/30/0
	Flexion/Extension IPD	80/5/0
IV	Flexion/Extension MP	90/0/25
	Flexion/Extension IPP	120/20/0
	Flexion/Extension IPD	85/5/0
V	Flexion/Extension MP	90/0/20
	Flexion/Extension IPP	120/10/0

	Flexion/Extension IPD	90/0/0
--	-----------------------	--------



## ANNEXE VI

Cotation de la motricité volontaire des groupes musculaires fonctionnels du membre supérieur gauche lors du bilan de fin de stage.

Abducteurs d'épaule	2
Adducteurs	2
Fléchisseurs d'épaule	2
Extenseurs d'épaule	2
Fléchisseurs du coude	3
Extenseurs du coude	3
Pronateurs	0
Supinateurs	0
Fléchisseurs du poignet	0
Extenseurs du poignet	0
Fléchisseurs du pouce	2
Fléchisseurs des doigts	2

## ANNEXE VII

### Echelle d'Ashworth :

- 0 : pas d'augmentation du tonus
- 1 : légère augmentation du tonus donnant un arrêt lors de la mobilisation passive
- 2 : augmentation plus importante, mais la mobilisation passive reste facile
- 3 : augmentation importante avec mobilisation passive difficile
- 4 : mobilisation passive impossible

### Cotation de Held et Tardieu :

- 0 : absence de contraction
- 1 : contraction perceptible sans déplacement du segment
- 2 : contraction entraînant un déplacement du segment quelle que soit l'importance de l'angle parcouru
- 3 : le déplacement peut s'effectuer contre une légère résistance
- 4 : le déplacement peut s'effectuer contre une résistance plus importante
- 5 : le mouvement est d'une force identique à celle du côté sain

### Equilibre Postural Assis (EPA) :

- 0 : pas d'équilibre assis sans appui postérieur ni soutien latéral
- 1 : position assise possible avec un 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.

#### Equilibre Postural Debout (EPD) :

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 la tête, du tronc et des membres supérieurs

5 : appui unipodal possible

#### Echelle d'Enjalbert :

0 : aucune amorce de préhension : préhension nulle

1 : approche syncinétique en abduction-rétropulsion d'épaule et flexion de coude

2 : approche de type analytique sans prise possible

3 : approche, prise globale mais sans lâcher actif

4 : approche, prise globale et lâcher

5 : existence d'une prise tridigitale

6 : préhension subnormale avec prise fine