MINISTERE DE LA SANTE
REGION LORRAINE
ECOLE DE KINESITHERAPIE DE NANCY

# UTILISATION PRECOCE DE LA STIMULATION ELECTRIQUE FONCTIONNELLE DES MUSCLES RELEVEURS DU PIED HEMIPLEGIQUE

Rapport de travail écrit personnel
présenté par **Nicolas PILLOT**
étudiant en 3ème année de kinésithérapie
en vue de l'obtention du diplôme d'état
de masseur-kinésithérapeute
1991-1992

**Résumé** :

De nombreux articles traitent de l'utilisation de la stimulation électrique fonctionnelle au cours de la marche du sujet hémiplégique.

Par contre, nous nous limiterons ici volontairement à l'étude de la stimulation électrique dans une phase plus précoce où le patient hémiplégique n'a pas encore acquis la station debout.

# SOMMAIRE


1 - INTRODUCTION P 1-2

2 - EFFETS DE LA STIMULATION ELECTRIQUE DU NERF SCIATIQUE POPLITE EXTERNE p 3

2.1 Effet efférent p 3
2.2 Effet afférent p 4
2.3 Effet "corry over" p 4

3 - MATERIEL ET PRINCIPE D'UTILISATION p 5

3.1 Intensité p 5
3.2 Largeur des impulsions p 6
3.3 Fréquence des impulsions p 6
3.4 Autres paramètres et mode d'utilisation p 6
3.5 Les électrodes p 7

4 - TRAJET DU NERF SCIATIQUE POPLITE EXTERNE ET SITES DE STIMULATION p 8

4.1 Trajet du nerf p 8
4.2 Sites de stimulation p 8

5 - POSITION ET METHODOLOGIE p 9

5.1 Position p 9
5.2 Méthodologie p 9
5.2.1 Description du système p 10
5.2.2 Avantages du système p 11
5.2.3 Progression p 11

6 - DIFFICULTES RENCONTREES p 12

7 - CONCLUSION p 13

# 1 - INTRODUCTION

L'atteinte unilatérale de la voie pyramidale qui caractérise une hémiplégie entraîne de nombreuses perturbations. Aux difficultés de la commande volontaire s'associent spasticité, syncinésie, parfois aussi dystonie, également troubles sensitifs, sensoriels et troubles des fonctions supérieures. L'hypertonie pyramidale, conséquence de l'exagération du réflexe myotatique, prédomine (au niveau du membre inférieur) sur les muscles extenseurs antigravifiques = quadriceps, triceps sural et fléchisseurs des orteils.

Par contre, les difficultés de commande volontaire siégent préférentiellement au niveau des fléchisseurs = muscles de la loge antéro-externe, de la jambe, ischio-jambiers.

Ce déséquilibre musculaire, avec faiblesse de la commande des fléchisseurs dorsaux de cheville d'un côté et spasticité des fléchisseurs plantaires de l'autre, entraîne au cours de l'évolution, des déformations (ex : pied varus équin) par rétraction des fléchisseurs plantaires.

D'autre part, la conséquence la plus flagrante et surtout fonctionnellement "gênante" des anomalies précitées est la classique boîterie de l'hémiplégique avec notamment :

* <u>à la phase oscillante</u> : une élévation du bassin, un pied qui raccroche au sol.

* <u>à la phase d'appui</u> : l'attaque se fait par la pointe du pied, le genou est en récurvatum. La démarche est lente, les pas inégaux, l'équilibre précaire.

Il est évident qu'un des objectifs de la rééducation de l'hémiplégique est de prévenir ou de corriger tous ces défauts pour aboutir à une marche la plus fonctionnelle possible.

Dans ce but, la stimulation électrique fonctionnelle (SEF) est surtout utilisée ; en effet par stimulation des muscles releveurs du pied hémiplégique, elle évite le steppage et rend la marche plus harmonieuse et moins coûteuse en énergie.

Cependant, il s'agit là d'un stade déjà bien avancé dans le programme de rééducation et dans l'évolution de la maladie. En effet, si le patient n'a récupéré que de faibles possibilités de contraction volontaire, il est tout de même très intéresssant d'utiliser la SEF dans un but de préparation et d'entraînement à la phase de verticalisation et de marche. Cette étude se limite ainsi à l'utilisation précoce de la stimulation électrique des muscles releveurs du pied hémiplégique (jambier antérieur, péroniers latéraux, extenseurs des orteils).

# 2. EFFETS DE LA STIMULATION ELECTRIQUE DU NERF SCIATIQUE POPLITE EXTERNE

On peut noter tout d'abord des effets efférents et des effets afférents.

## 2.1 - EFFET EFFERENT

C'est un effet moteur direct sur tous les muscles de la loge antéro-externe de la jambe qui aboutit à un mouvement de flexion dorsale et éversion de la cheville. Toutes les unités motrices se contractent en même temps, ce qui ne se passe pas dans les conditions physiologiques. Cet effet efférent entraîne plusieurs conséquences bénéfiques :

* tout d'abord en stimulant les fléchisseurs dorsaux et valgisants de l'arrière pied, la stimulation électrique permet de lutter contre l'ankylose en equin qui rendrait la marche difficile.

* d'autre part, la stimulation électrique permet également d'entretenir la trophicité musculaire en attendant que les contractions volontaires prennent le relais.

* et finalement, elle permet un entretien des amplitudes articulaires correctes sans solliciter le réflexe d'étirement du triceps.

## 2.2 - EFFET AFFERENT

La stimulation agit sur les interneurones de la corne postérieure et ceci par l'intermédiaire d'une inhibition présynaptique des fibres de la racine postérieure. Il existerait donc une action sur les muscles antagonistes du fait de cette inhibition présynaptique réciproque entraînant une diminution de la spasticité des jumeaux et du soléaire.

Un autre effet afférent peut être cité : en libérant ce mouvement de dorsiflexion de cheville, la SEF suscite un apport proprioceptif non négligeable qui participe à la reprogrammation motrice. Elle représente alors "une information corticole de la stimulation" (voir annexe I).

En somme, en stimulant électriquement les releveurs et en inhibant la spasticité du triceps, la SEF rétablit "le jeu physiologique agoniste-antagoniste" et participe ainsi à l'amélioration de la statique du pied. Cette amélioration de la statique se répercute sur celle des articulations sus-jacentes. En effet, la disparition du pied varus-equin évite ou limite (lorsque la marche est acquise) la surélévation du bassin et le verrouillage en récurvatum de genou. Nous retrouvons bien ici le but de cette phase : la préparation à la marche.

## 2.3 - EFFET "CORRY-OVER"

Un dernier effet peut être décrit : effet "corry-over". C'est-à-dire que les actions décrites au-dessus persistent après l'arrêt de la stimulation. VODONIK. L met en évidence une augmentation de la puissance des releveurs du pied de 20 % une heure après la fin de la stimulation et surtout la puissance continue à croître 30 à 60 minutes après.

Tous ces effets justifient l'utilisation précoce de cette technique de rééducation. Cependant, il est nécessaire que l'intégrité du nerf soit préservée pour que la SEF soit efficace. C'est généralement le cas chez les hémiplégiques.

## 3. MATERIEL ET PRINCIPE D'UTILISATION

L'appareil utilisé est le stimulateur péronier électronique de chez STIPEL (électronique 2000).

C'est un générateur miniaturisé de courants excitomoteurs de basse fréquence. Il a été conçu à l'origine pour stimuler la contraction des muscles releveurs du pied durant la phase oscillante de la marche. Cependant, lorsque le patient n'a récupéré aucune possibilité de contraction volontaire, le déclenchement est automatique et la SEF est utilisée en position de décubitus dorsal.

L'appareil comprend un générateur électronique alimenté par une pile de 9 volts. Il délivre des impulsions rectangulaires dont on peut régler plusieurs paramètres.

### 3.1 - INTENSITE

La stimulation ne doit être ni douloureuse, ni inconfortable pour le patient. Pour cela, l'intensité du courant utilisé doit être inférieure aux normes de sécurité (normes EDF 30 mA).

La tension en volts qui règne entre les deux électrodes est réglable grâce à un potentiomètre et peut varier de 0 à 100 volts. Cette tension est le paramètre qui joue le plus directement sur l'amplitude des réponses neuro-musculaires. C'est souvent le malade lui-même qui règle ce paramètre (en fin de programme).

### 3.2 - LARGEUR DES IMPULSIONS

On peut faire varier cette largeur d'impulsions de 0,1 à 1 ms. "0.6 ms représente un bon compromis pour obtenir une contraction utile du muscle avec le minimum de douleur" d'après GRACANIN.

### 3.3 - LA FREQUENCE DES IMPULSIONS

Elle peut varier entre 25 et 80 Hz. On règlera la fréquence de telle manière que la sensation de confort du patient soit optimum.

Au début, la fréquence sera lente puis on pourra l'augmenter progressivement.

Toujours d'après GRACANIN, la fréquence des impulsions doit tourner autour de 50 Hz pour que l'effet antispastique sur les muscles antagonistes soit maximum.

### 3.4 - AUTRES PARAMETRES ET MODE D'UTILISATION

Outre les paramètres précédents, on peut également régler et ajuster le temps de repos. Il est bien évident que celui-ci doit être au moins égal au temps de contraction des muscles considérés (entre 2 et 10 secondes).

Le mode d'utilisation de la SEF dans le cas qui nous intéresse est un mode d'entraînement. On utilise alors l'appareil en cyclage automatique c'est-à-dire que les trains d'impulsions vont se déclencher automatiquement. Dans ce type d'utilisation, les réglages : temps de prolongation et retard d'apparition de la stimulation, sont inutiles. Ils serviront lorsqu'il faudra synchroniser la SEF avec la marche.

### 3.5 - LES ELECTRODES

Il existe plusieurs types d'électrodes de stimulation nerveuse mais celles qui sont le plus utilisées sont les électrodes autocollantes réutilisables.

En effet, elles possèdent de nombreuses qualités :

* elles tiennent d'abord seules et évitent ainsi toutes ces genouillères porte-électrodes et autre système vel-cro d'installation minutieuse, et pouvant entraîner un effet "garrot".

* elles se déplacent, pas ou peu.

* elles sont généralement bien tolérées.

* et elles sont également facilement installables par le patient lui-même avec sa main valide.

Ces électrodes doivent donc stimuler le nerf et ceci en passant à travers la peau.

La stimulation ne doit bien entendu provoquer ni brûlure ni douleur (plus l'électrode est de petite taille, plus elle condense le courant).

# 4 - TRAJET DU NERF SCIATIQUE POPLITE EXTERNE ET SITES DE STIMULATION

## 4.1 - TRAJET DU NERF

Le nerf sciatique poplité externe (SPE) représente la branche de bifurcation externe du nerf grand sciatique. Individualisé, au plus tard à l'angle supérieur du creux poplité, il contourne le condyle externe du fémur, passe en arrière de la tête du péroné et contourne à nouveau le col du péroné. Ensuite, il est situé dans un canal ostéo-musculaire sur la face externe du péroné et recouvert par les péroniers latéraux. Plus bas, son trajet nous intéresse moins.

## 4.2 - SITES DE STIMULATION

Connaissant ce trajet nerveux, on peut alors placer les 2 électrodes de stimulation :

* le pôle positif est placé dans le creux poplité, le long du bord interne du long biceps crural, à deux doigts de son insertion sur la tête du péroné.

* le pôle négatif (électrode active) se place en dessous de la tête du péroné.

Lorsqu'on utilise ces sites de stimulation, on peut obtenir à partir d'une certaine intensité, une ébauche de triple flexion du membre inférieur associée à la flexion dorsale-éversion de la cheville.

Par contre, si on veut se limiter exclusivement au mouvement de flexion dorsale-éversion de la cheville, on peut stimuler directement les muscles de la loge antéro-externe de la jambe.

Ceci en plaçant :

* le pôle négatif à l'union des deux tiers supérieurs de la jambe, à travers du doigt en dehors de la crête tibiale.

* le pôle positif à trois travers de doigts en dessous.

# 5. POSITION ET METHODOLOGIE

## 5.1 - POSITION

La position de travail est le décubitus dorsal.

Le patient est allongé sur la table, les hanches et les genoux fléchis à 90° sur un coussin rectangulaire. Il est intéressant de débuter par cette position de travail non seulement car elle assure une spasticité moindre que dans toute autre position mais également car elle permet d'importantes possibilités de progression. D'autre part, durant cette phase précoce, la position couchée sur le dos est souvent la seule dans laquelle on puisse travailler efficacement.

## 5.2 - METHODOLOGIE

Après avoir installé la SEF et réglé les différents paramètres, on doit donc obtenir ce mouvement de cheville : flexion dorsale et éversion.

Il est bien évident que dans un premier temps, compte tenu des faibles possibilités motrices du patient, on lui demande "simplement" de sentir puis progressivement de prendre conscience de ce mouvement que nous venons "de réveiller" chez lui grâce à la SEF.

Dans cette position de décubitus, hanches et genoux fléchis à 90°, le patient peut sans peine regarder son pied hémiplégique et apprécier visuellement le mouvement.
(Il est important que l'installation soit correcte pour éviter toute cervicalgie). Ainsi au stimulus proprioceptif vient s'ajouter un stimulus visuel qui renforce la reprogrammation neuro-motrice.

Cette prise de conscience est parfois longue ; une fois réalisée, nous allons dans un deuxième temps demander une participation active du patient (les séances sont biquotidiennes de 20 à 30 minutes en fonction de la fatigabilité du sujet). C'est-à-dire que durant le temps de stimulation, nous demandons au patient d'effectuer activement le mouvement et d'essayer de tenir la position quelques secondes.

Cette participation active est souvent difficile à obtenir soit par lassitude, soit par manque de coopération. Le patient reste alors passif. Afin de rendre l'exercice plus intéressant et de majorer cette part de participation active, on peut utiliser le système suivant :

### 5.2.1 - Description du système

Ce système comprend : (voir annexe II)

* une partie jambière en thermoformable (moulée au niveau du tiers inférieur de la jambe du patient), sur laquelle est fixé un arc de cercle métallique.

* une partie pédieuse également en thermoformable, montée au niveau de la partie moyenne des métatarsiens ; sur laquelle est fixée une tige métallique. Cette tige est mobile dans tous les plans de l'espace pour permettre le réglage du système.

* un témoin sonore (buzzer et 2 cosses) qui signale le contact entre les 2 parties métalliques, c'est-à-dire lorsque le pied est en flexion dorsale maximale.

Ce système doit être réglé minutieusement par le kinésithérapeute de telle manière que, si le patient ne fournit aucun effort volontaire dans le sens du mouvement, le buzzer ne sonne pas. Il doit manquer un léger espace entre la tige métallique et le demi-cercle, que le patient doit "combler" activement.

### 5.2.2 - Avantages de ce système

Il permet :

* de stimuler la récupération motrice
* d'éviter la passivité du patient
* de majorer sa participation active volontaire
* au patient, de travailler seul mais en ayant tout de même un repère
* au kinésithérapeute, de posséder un moyen de surveillance efficace (alarme sonore).

### 5.2.3 - Progression

En progression et au fur et à mesure que les possibilités de commande volontaire du sujet grandissent, nous diminuerons l'intensité de la stimulation électrique et nous augmenterons la distance entre la tige et le demi-cercle métallique.

Lorsque l'exercice est bien effectué dans cette position, on peut reprendre la même progression en position assise, le mouvement se réalisant contre pesanteur.

## 6 - DIFFICULTES RENCONTREES

Les premières difficultés rencontrées furent celles de la recherche des sites de stimulation. Une progression par tâtonnements est souvent nécessaire pour déterminer l'endroit de stimulation le plus efficace.

Ensuite, l'appareil utilisé pour stimuler la participation active volontaire du sujet est difficile à régler. En effet, la bonne distance entre les 2 parties métalliques est longue à obtenir : l'exercice ne doit bien sûr être ni trop facile, ni irréalisable. Encore une fois, une méthode par tâtonnement ou plutôt par essai-erreur s'impose pour le réglage.

De plus s'ajoute le phénomène de fatigue du patient. Il est vrai que le temps de contraction et le temps de repos sont conditionnés par le stimulateur. Rapidement le sujet se fatigue et n'arrive plus à faire entrer en contact les 2 parties métalliques. Il ne faut alors pas hésiter à répéter les périodes de repos car l'hémiplégique est très fatigable surtout si l'exercice requiert toute sa concentration (à ce sujet, nous pouvons formuler un reproche au constructeur du stimulateur électrique car la plage de réglage du temps de repos est trop courte et nous sommes contraints à l'utiliser en permanence, réglé au maximum : 10 secondes).

D'autre part, certains patients présentent quelques difficultés plus ou moins importantes à supporter et à se familiariser avec la stimulation électrique ; ce qui représente une justification supplémentaire à l'utilisation de cette technique en phase précoce.

## 7 - CONCLUSION

Il est bien évident que les effets de la stimulation, effet moteur direct sur les muscles de la loge antéro-externe de la jambe et effet anti-spastique sur le triceps sural sont primordiaux et notamment durant les premières séances de rééducation.

Cependant, au fur et à mesure que les possibilités motrices du patient grandissent, ils deviennent secondaires aux dépens de cet effet de reprogrammation motrice, reprogrammation qui est majorée non seulement par le feed-back auditif du buzzer mais également visuel, permis par la position de travail.

Donc, plus le processus de récupération motrice se confirme, plus l'aide "motrice" de la SEF s'amoindrit. C'est alors "l'information corticale du mouvement" qui prime.

En conclusion, l'utilisation précoce de la SEF du nerf sciatique poplité externe (aidée du système de Buzzer) représente un moyen efficace pour amener le sujet à la verticalisation et surtout à la marche dans les conditions optimales, à la fois musculaires, articulaires et proprioceptives.

# BIBLIOGRAPHIE


I - ALBERT, A. ORY, JM. PAQUIN, JM. ANDRE, JM.
La stimulation électrique fonctionnelle dans la rééducation des malades spastiques.
Rev Readept Fonet Prof Soc 1978 -2- pages 78 à 89.

II - ALLOVIN, E. BLANC, C.
La stimulation électrique fonctionnelle et la marche de l'hémiplégique.
Deuxième atelier de rééducation de COCHIN 1987.

III - ANDRE, JM. PAQUIN, JM. ALBERT, A. ORY, JM.
Stimulation électrique fonctionnelle du membre inférieur de l'hémiplégique adulte.
Actualité de rééducation fonctionnelle et réadapation.
3° série 1978.

IV - DUSOTOIT, C.
La stimulation électrique fonctionnelle dans la rééducation de l'hémiplégique.
Expérience en ergothérapie 1989.

V - THOMAS D.
La stimulation électrique fonctionnelle (appareillage et technique de facilitation).
Annales de Kinésithérapie 1978.

VI - Stimulateur péronier électronique (fiche technique)

# ANNEXE I

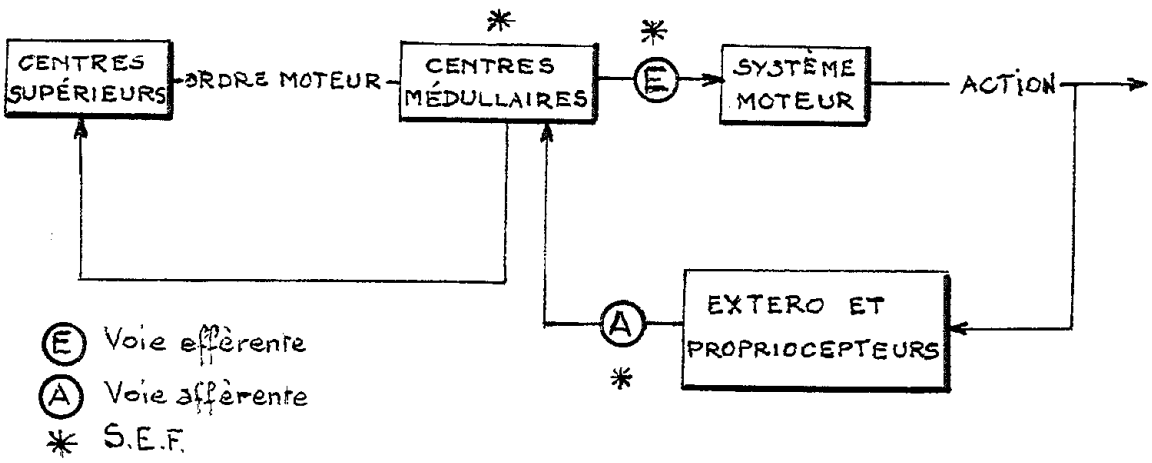
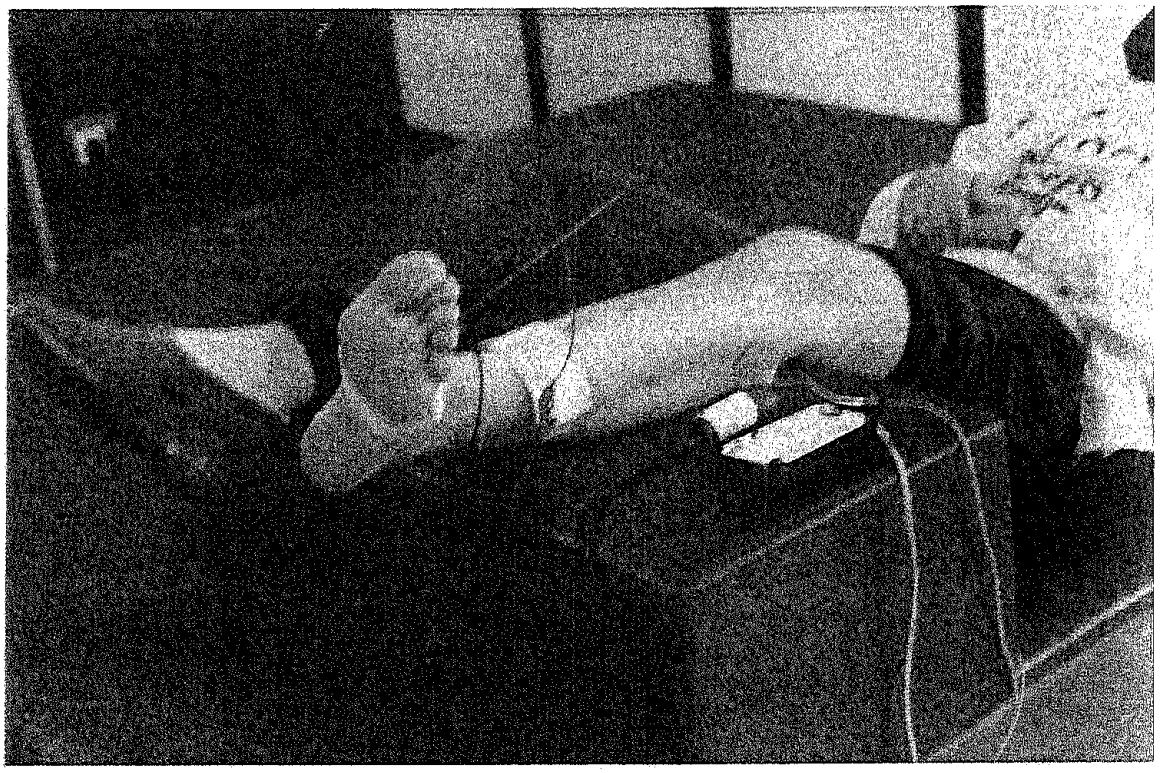
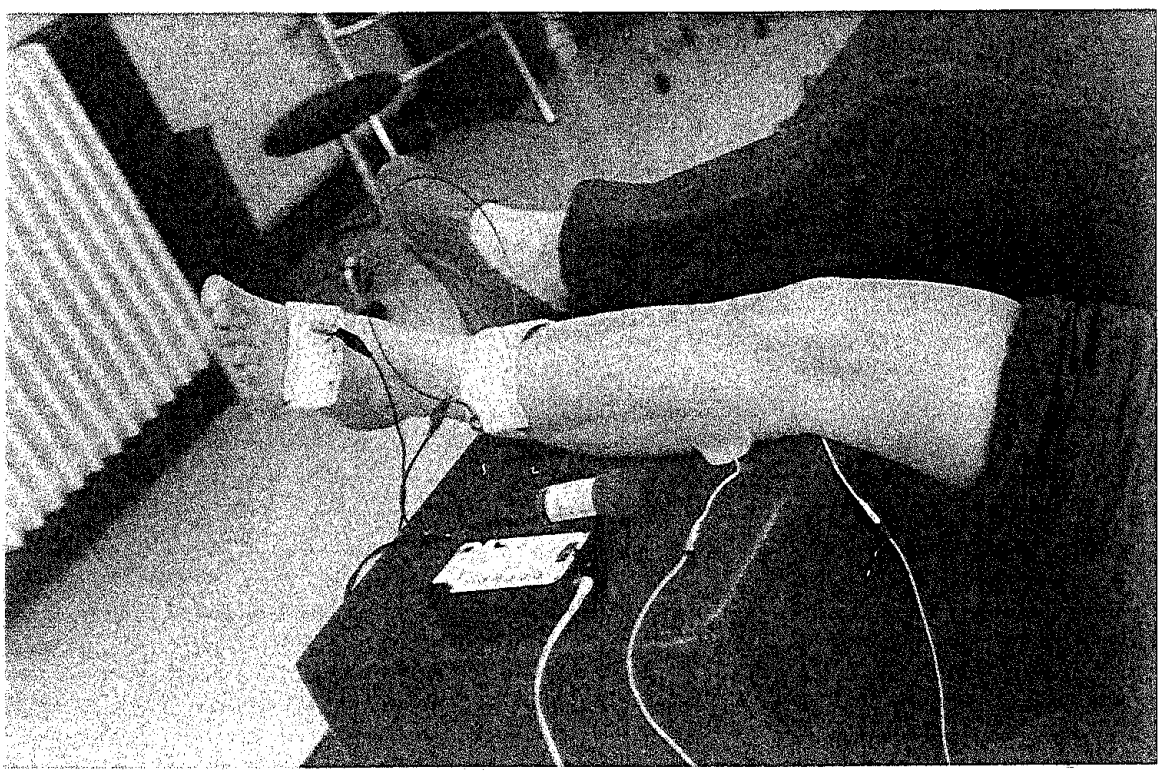



Fig.1 — *Effets de la stimulation électrique fonctionnelle*

# ANNEXE II