

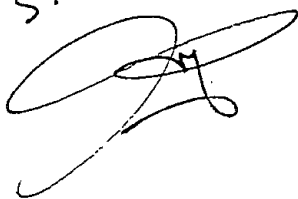
MINISTERE DE LA SANTE  
REGION LORRAINE  
ECOLE DE KINESITHERAPIE DE NANCY

# Rééducation proprioceptive de la cheville :

## étude des déséquilibres sur plan stable

ECOLE DE  
KINESITHERAPIE ET ERGOTHERAPIE  
57 bis, rue de Nabécor,  
54000 NANCY.

13.04.93



Rapport de travail écrit personnel  
présenté par **Benoit PARCOLLET**  
étudiant en 3<sup>ème</sup> année de kinésithérapie  
en vue de l'obtention du diplôme d'état  
de masseur-kinésithérapeute  
1992-1993

# SOMMAIRE

## RESUME

<b>1 - INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>2 - MATERIEL ET METHODE</b> .....	<b>5</b>
2.1 Population .....	5
2.2 Matériel .....	5
2.3 Méthode .....	6
2.3.1 Mise en place des électrodes .....	6
2.3.2 Installation du sujet .....	6
2.3.3 Stimulations réalisées .....	7
2.3.4 Compensations à éviter .....	8
2.3.5 Arrêt de la stimulation .....	8
<b>3 - RESULTATS</b> .....	<b>9</b>
3.1 Analyse générale des résultats .....	9
3.2 Etude statistique .....	11
<b>4 - DISCUSSION</b> .....	<b>13</b>
<b>5 - CONCLUSION</b> .....	<b>15</b>

## BIBLIOGRAPHIE

## ANNEXES

# Résumé

Au cours de cette étude nous nous sommes intéressés à la rééducation proprioceptive de la cheville. Parmi les exercices des différentes méthodes proposées par **RODINEAU** et **MORIN**, nous avons porté notre attention sur ceux réalisés sous forme de déséquilibre sur plan stable. Nous avons tenté de vérifier la progression souvent utilisée pour ce type d'exercice, qui consiste à augmenter la distance entre l'articulation cible et le lieu de réalisation du déséquilibre. Pour ce faire, nous avons étudié les variations de recrutement des muscles jambier antérieur et long péronier latéral lors des déséquilibres. L'étude statistique réalisée ne vérifierait qu'en partie la progression émise par les auteurs.

## 1 - INTRODUCTION

Lors des pathologies de la cheville, et plus particulièrement en traumatologie, intervient, parallèlement à la remise en charge progressive, la rééducation proprioceptive appelée aussi reprogrammation neuro-musculaire.

Défini comme "un élément de la sensibilité, le système proprioceptif est chargé de percevoir, de transmettre et d'intégrer les messages d'origines périphériques" (1).

La perception des messages repose sur les récepteurs cutanés, articulaires et musculaires, ceux-ci ont en effet une influence variable sur le sens kinesthésique et sur celui de positionnement des articulations, comme nous le verrons plus tard.

La transmission de ces messages emprunte les faisceaux de **GOLL** et **BURDACH** en ce qui concerne la sensibilité profonde, à savoir la stathesthésie, la kinesthésie et la sensibilité vibratoire. Les sensibilités extéroceptives et thermo-algiques empruntent les faisceaux de **FLECHSIG** et **GOWERS**.

L'intégration des messages peut avoir lieu aux niveaux central et médullaire. Au niveau médullaire, l'intégration se fait à l'aide d'interneurones capables d'interpréter d'une part les messages descendants, notamment ceux de la commande volontaire, et d'autre part les messages provenant de la périphérie afin "d'adapter très rapidement l'activité motrice d'origine centrale aux conditions qui existent à la périphérie" (1).

Comme nous l'avons précédemment dit les afférences cutanées, articulaires et musculaires ont une importance différente dans l'élaboration du sens kinesthésique. Les récentes expériences rapportées par **BRUN**, **PELLISSIER** et **SIMON** (1) montrent la prédominance des

afférences musculaires. Ces auteurs insistent également sur la participation des afférences proprioceptives dans le contrôle du mouvement par le biais de l'intégration médullaire.

**RODINEAU et MORIN (5)** présentent différentes méthodes de rééducation proprioceptive. Toutes ces méthodes sont basées sur la compensation par le système neuro-musculaire de la perturbation du système proprioceptif. Cette perturbation serait liée à l'altération des récepteurs capsulo-ligamentaires et musculaires induite par le traumatisme.

Parmi les méthodes décrites par **RODINEAU et MORIN (5)**, celle de **FREEMAN** utilise des plateaux d'instabilité croissante sur lesquels le patient recherche son équilibre d'abord en bipodal puis en unipodal. Ces exercices ont pour but "d'améliorer la coordination des muscles péri-articulaires afin de pallier à la perturbation des réflexes proprioceptifs" (5).

La méthode de **CASTAING et DELPLACE** associe massage, mobilisation passive, exercices actifs en charge et décharge. Elle permet alors la prise de conscience de la mobilité des articulations du pied, de la cheville et de l'activité des muscles périarticulaires. Comme dans la méthode précédente on retrouve des exercices en charge sur plateaux instables, mais aussi des exercices sous forme de projection-réception, de marche avec des semelles déséquilibrantes, de saut et de réception. Un rattrapage musculaire adapté en temps à la position de l'articulation constitue la finalité de cette méthode.

Enfin **RODINEAU et MORIN** décrivent une méthode appelée "actuelle", fondée sur des exercices en charge et décharge, sur plan instable et stable, réalisés en fonction des positions de remise en charge. Les auteurs justifient cette méthode en supposant que "les troubles de la marche et de la statique observés après un traumatisme de la cheville pourraient correspondre à une perturbation dans la mise en jeu des circuits médullaires "préprogrammés". La rééducation

proprioceptive pourrait corriger cette perturbation en stimulant de façon intensive la réutilisation de ces circuits" (5).

Parmi les exercices proposés nous allons nous intéresser à ceux réalisés en charge sous forme de déséquilibres segmentaires ou globaux qui sont destinés à l'obtention de la stabilisation et de la protection de l'articulation par les muscles périarticulaires. Ces déséquilibres peuvent être réalisés en fonction des positions de remise en charge du patient.

**RODINEAU et SABOURIN (6)**, dans leur description de la méthode actuelle, préconisent une progression dans l'intensité de l'exercice "en effectuant les poussées au niveau des genoux, du bassin et enfin des épaules" en position debout.

C'est cette progression qui retiendra plus particulièrement notre attention au cours de notre étude. Nous tenterons de vérifier l'hypothèse selon laquelle l'augmentation du bras de levier de la force déséquilibrante par rapport à l'articulation, permet à la fois la mise en jeu d'un nombre croissant de chaînes musculaires, l'augmentation du déséquilibre et du recrutement des muscles périarticulaires.

Pour cela, nous étudierons les variations de recrutement des muscles jambier antérieur et long péronier latéral au cours de déséquilibres produits au niveau des genoux, du bassin et des épaules, dans trois positions de mise en charge :

- en position assise
- en chevalier servant
- en station bipodale

**Nos buts seront :**

- de comparer les résultats obtenus pour chaque niveau de sollicitation et de vérifier l'hypothèse émise, au travers d'une position de mise en charge.
- de comparer les recrutements obtenus en fonction des positions de mise en charge.

## **2 - MATERIEL ET METHODE**

### **2.1 Population**

Notre étude a regroupé 30 personnes, 15 hommes et 15 femmes, âgées de 20 à 40 ans. Aucun des sujets de la population étudiée ne présente de pathologie déclarée aux membres inférieurs. Nous nous sommes intéressés au membre inférieur droit de ces sujets.

### **2.2 Matériel**

Au cours de ce travail, nous avons utilisé un appareil de biofeedback de marque ECL, (annexe I, fig. 1), permettant de réaliser un électromyogramme de surface. Cet appareil donne une idée globale de l'activité électrique du muscle, et offre des conditions de tests reproductibles, une rapidité et une facilité de mise en place sans être une technique envahissante. Cet appareil ne disposant que de deux canaux, nous avons limité notre étude aux muscles jambier antérieur et long péronier latéral. L'appareil permet un réglage et un tarrage indépendant de chacune des voies. En outre, il nous permet de visualiser et d'enregistrer les courbes au cours des exercices ainsi que de saisir les valeurs nécessaires à l'étude.

Nous avons utilisé des électrodes autocollantes de surface de 0,8 cm de rayon pour celles disposées sur les muscles et de 2,5 cm de rayon pour l'électrode neutre.

Nous disposons également d'un micro-ordinateur compatible IBM, sur lequel nous utilisons un tableur, EXCEL, pour saisir, traiter les données et réaliser notre étude statistique.



## **2.3 Méthode**

### **2.3.1 Mise en place des électrodes**

La mise en place des électrodes est précédée du rasage de la peau si cela est nécessaire, et du dégraissage systématique de celle-ci à l'alcool à 70 °.

L'électrode neutre est placée sur la malléole interne, les autres électrodes sont placées sur les muscles étudiés selon la cartographie des points moteurs (3), l'emplacement définitif est déterminé une fois la meilleure réponse électrique musculaire obtenue.

Pour se parer des parasitages, les électrodes sont séparées l'une de l'autre de 2,5 cm, on évite ainsi tout contact. Les câbles sont fixés à la peau pour se garder des réponses aberrantes par traction sur les câbles (annexe II, fig. 2).

La succession des différentes stimulations est déterminée par un tirage au sort avant chaque test afin de se préserver de l'apparition de la fatigue au même moment pour chacun des sujets. Chaque stimulation est réalisée et enregistrée 2 fois de suite systématiquement. Entre chaque exercice le sujet est au repos pendant 2 minutes.

### **2.3.2 Installation du sujet**

**En position assise :**

le sujet est assis sur un banc, le segment fémoral, placé horizontalement, forme un angle de 90 ° avec le segment jambier, le pied repose à plat au sol (annexe III, fig. 3).

**En chevalier servant :**

le membre inférieur droit est placé en avant, le segment jambier vertical forme un angle droit avec le segment fémoral horizontal. Le membre inférieur controlatéral est placé dans le prolongement du tronc, le genou est fléchi, et le segment jambier horizontal repose sur le sol par sa face antérieure (annexe IV, fig. 4).

**En position debout :**

le sujet est en station bipodale, les talons sont sur une même ligne, parallèles au plan frontal. Les pieds sont légèrement écartés, les membres inférieurs en rotation neutre. Les genoux sont en légère flexion, en position déverrouillée (annexe V, fig. 5).

Pour chacune de ces positions, le tronc est vertical et les bras sont placés le long du corps.

**2.3.3 Stimulations réalisées****Direction de la stimulation :**

on réalise cette stimulation selon une diagonale dirigée en arrière et vers le côté controlatéral, formant un angle de  $45^\circ$  avec le plan frontal pour permettre le recrutement des 2 muscles (7).

**Localisation des stimulations :****- en position debout :**

les stimulations sont réalisées au niveau du moignon de l'épaule, des épines iliaques antéro-supérieures, des condyles fémoraux.

- en position assise et chevalier servant :

les stimulations sont faites au niveau du condyle fémoral externe droit, et du moignon de l'épaule.

L'ordre donné au sujet est : résistez à ma poussée.

### **2.3.4 Compensations à éviter**

En position debout, il faut veiller à ce que le genou ne se fléchisse plus pendant l'exercice ou à ce qu'au contraire il ne se place pas en verrouillage. Pour toute position de mise en charge, il faut lutter contre la flexion antérieure du tronc. Il faut également empêcher le patient de regarder l'évolution des courbes pour ne pas obtenir un biofeedback incitatif et déclencher une contraction volontaire.

### **2.3.5 Arrêt de la stimulation**

Les stimulations sont appliquées progressivement et maintenues jusqu'à l'obtention d'un plateau au niveau des courbes, sans que les sujets n'arrivent en déséquilibre talonnier. On obtient alors un travail de valeur statique (4).

### **3 - RESULTATS**

Pour chaque individu de la population étudiée, nous avons réalisé 2 enregistrements par exercice. Après avoir visualisé les tracés sur l'écran nous retenons sur chacune des courbes les 6 secondes les plus représentatives du recrutement. Dans un troisième temps, nous avons effectué la moyenne des valeurs retenues sur les 2 tracés. Cette opération est répétée pour chacun des sujets, pour chaque exercice et pour les 2 muscles.

Ensuite, nous avons déterminé pour l'ensemble de la population et chaque muscle, la moyenne et l'écart-type de recrutement pour chaque niveau de stimulation dans les différentes positions de mise en charge (annexe VI, tab. I).

Enfin, pour chacune des positions de mise en charge, nous avons calculé, à chaque niveau de sollicitation, le nombre de cas où un de ces niveaux permettait un recrutement supérieur à celui des autres (annexes VII, VIII et IX, fig. 7, 8, 9, 10, 11 et 12).

#### **3.1 Analyse générale des résultats**

La lecture de ces différents résultats fait apparaître des variations sensibles de recrutement des deux muscles étudiés en fonction de la position de mise en charge et du niveau de la poussée déséquilibrante.

Les résultats montrent qu'en position debout, dans la majorité des cas le meilleur recrutement est obtenu lors de la poussée au niveau de l'épaule, ceci pour les 2 muscles (annexe VII, fig. 7 et 8).

Nous faisons la même constatation en ce qui concerne la position chevalier servant (annexe VIII, fig. 9 et 10).

En position assise, le meilleur recrutement est obtenu, dans plus de la moitié des cas lors de la poussée au niveau du genou, et ceci d'autant plus que l'on s'intéresse au long péronier latéral, (annexe IX, fig. 11 et 12).

A la lecture des recrutements moyens de l'histogramme de la figure 6 nous constatons :

**- en position debout :**

les meilleurs recrutements moyens sont observés lors de la poussée au niveau des épaules, puis au niveau du genou et enfin au niveau du bassin, quelque soit le muscle étudié.

**- en chevalier servant :**

les meilleurs résultats, pour les 2 muscles étudiés, sont obtenus lors du déséquilibre produit à partir des épaules.

**- en position assise :**

la stimulation au niveau du genou engendre le meilleur recrutement moyen pour les 2 muscles étudiés.

Si nous comparons les différentes positions de mise en charge (annexe VI, fig. 6), pour chacun des muscles et quelque soit le lieu de la stimulation, nous constatons que les meilleurs recrutements moyens sont observés en position debout, et que les moins bons résultats sont obtenus en position assise.

La comparaison des tracés des 2 muscles fait apparaître un recrutement moyen du jambier antérieur 2 fois supérieur à celui du long péronier latéral, quelque soit le niveau de sollicitation et la position de mise en charge (annexe VI, fig. 6).

### **3.2 Etude statistique**

L'étude statistique porte sur une loi normale centrée réduite, réalisée pour un risque d'erreur de 5 %.

#### **En position debout :**

pour chacun des muscles, seule la supériorité du recrutement engendré par un déséquilibre depuis l'épaule sur celui obtenu par déséquilibre à partir du bassin est statistiquement significative (annexe X, tab. II et III).

#### **En chevalier servant :**

dans cette position il n'apparaît pas de supériorité significative du recrutement obtenu par déséquilibre à partir de l'épaule sur celui obtenu par sollicitation depuis le genou pour les 2 muscles (annexe X, tab. II et III).

#### **En position assise :**

la supériorité du recrutement obtenu par un déséquilibre à partir du genou sur celui observé par déséquilibre à partir de l'épaule, n'est statistiquement significative que pour le long péronier latéral, (annexe X, tab. II et III).

**Comparaison entre les recrutements obtenus en position debout et ceux observés en chevalier servant et en position assise :**

pour les 2 muscles, on constate une supériorité significative voire très significative des recrutements en position debout sur ceux en chevalier servant, et une supériorité hautement significative sur ceux en position assise pour tous les niveaux de stimulation, (annexe X, tab. II et III).

**Comparaison des recrutements observés en chevalier servant et en position assise :**

quelque soit le niveau de la sollicitation, les recrutements en chevalier servant sont supérieurs significativement voire très significativement à ceux en position assise, pour les 2 muscles, (annexe X, tab. II et III).

## 4 - DISCUSSION

Pour une même position de mise en charge, il n'apparaît pas de différence significative de recrutement entre les différents niveaux de stimulation. En position debout, seule la supériorité du recrutement obtenu par poussée au niveau de l'épaule par rapport au bassin est statistiquement significative pour chacun des muscles.

Précédemment, nous avons évoqué l'hypothèse émise par **RODINEAU** et **SABOURIN** (6), selon laquelle l'augmentation de la distance entre l'articulation cible et le lieu de réalisation du déséquilibre, pourrait permettre une progression dans l'intensité de l'exercice. Cette progression, qui revient à augmenter le nombre de chaînes musculaire et d'articulations impliquées, n'est que partiellement vérifiée en terme de recrutement par les résultats statistiques obtenus.

Cette hypothèse serait même remise en question par les résultats obtenus en position assise où l'on observe, pour une stimulation proche de l'articulation, au niveau du genou, un recrutement significativement supérieur à celui obtenu pour une stimulation plus éloignée, au niveau de l'épaule.

Lorsque l'on compare les recrutements obtenus en fonction de la position de mise en charge, il apparaît une supériorité significative des positions au polygone de sustentation le moins important et ceci pour les 2 muscles considérés. Il apparaît donc une progression dans le recrutement des muscles étudiés à travers la mise en charge progressive depuis la position assise jusqu'à la position debout.

Au cours des tests, les recrutements observés en position assise se sont montrés significativement inférieurs à ceux obtenus en chevalier servant et en position debout. Ceci pourrait



s'expliquer par un polygone de sustentation plus important dans cette position à celui des 2 autres positions. Nous avons également remarqué lors des sollicitations au niveau du genou une forte activité des muscles inverseurs du pied controlatéral et lors des stimulations à partir de l'épaule, une forte activité des fléchisseurs et abducteurs de hanche homolatéraux, ce qui met en évidence un recrutement plus électif des muscles de la racine du membre inférieur par rapport à ceux de la cheville. Ces constatations expliquent les difficultés à maintenir le pied au sol et peuvent être à l'origine d'un moins bon recrutement dans cette position.

En position debout, lors des stimulations au niveau du bassin, nous avons observé une fréquente flexion antérieure du tronc qui pourrait être à l'origine d'un moins bon déséquilibre et par conséquent pourrait entraîner un recrutement plus faible des deux muscles étudiés.

## 5 - CONCLUSION

Tout au long des différents tests, le recrutement des 2 muscles considérés semble augmenter parallèlement à la mise en charge, depuis la position assise jusqu'à la position debout.

Lorsque l'appui est partiel, les positions assise et chevalier servant se montrent intéressantes car elles offrent une progression de recrutement. Dans ces positions, les sollicitations déséquilibrantes pourraient avoir lieu indifféremment au niveau du genou ou de l'épaule puisqu'il n'apparaît pas de différence significative de recrutement entre ces 2 niveaux.

Lorsque l'appui complet est autorisé, la position debout semble s'imposer en permettant la meilleure possibilité de recrutement des muscles étudiés. Dans cette position, les sollicitations les plus intéressantes semblent se situer au niveau du genou et de l'épaule sans qu'il n'apparaisse de différence significative de recrutement entre ces 2 niveaux.

Si pour une position de remise en charge donnée, aucun niveau de sollicitation ne semble permettre un meilleur recrutement, il paraît intéressant de débiter la progression par un déséquilibre segmentaire, par une sollicitation proche de l'articulation, pour évoluer vers un déséquilibre global en éloignant le lieu de poussée de l'articulation cible. Cette progression permettrait de solliciter un nombre croissant de chaînes musculaires et d'articulations, et d'intégrer le système vestibulaire et les afférences cervicales à l'exercice (2).

Cette étude n'a porté que sur l'activité de 2 muscles, il aurait été intéressant d'étendre les enregistrements à l'ensemble des muscles périarticulaires de la cheville. Mais le matériel dont nous disposons ne possédant que 2 canaux, nous n'avons pu réaliser ce complément d'étude.

De même nous n'avons étudié que la caractéristique de recrutement de l'activité musculaire, il aurait été intéressant de mesurer le temps nécessaire à l'apparition de la contraction musculaire et d'en observer les éventuelles variations. Toutefois nous avons pu remarquer que le moment d'apparition du maximum de recrutement est très variable d'un sujet à l'autre. Pour certains, il est atteint d'emblée, dès les premières secondes, pour d'autres il faut attendre la sixième ou septième seconde de stimulation pour atteindre ce maximum.

D'un point de vue pratique, le déséquilibre à provoquer nous est apparu plus facile à réaliser et à contrôler par des sollicitations à partir d'un bras de levier important.

# Bibliographie

**BRUN, V - PELISSIER, J - SIMON, L.**

La proprioception : de la théorie à la pratique.  
"La rééducation proprioceptive" ; SIMON, L.  
Paris, Masson, 1-20 ; 1986.

**DESOUTTER, P.**

La rééducation proprioceptive au quotidien.  
K.S/283, 40 - 49 - 1989.

**HINZELIN, R.**

Guide pratique d'électromyographie dans les lésions des nerfs périphériques.  
Paris, Maloine, 1979.

**LE MOINE, F.**

La rééducation neuro-musculaire proprioceptive des entorses de la cheville.  
Lyon Méditerranée Médicale 21/10 : 99331 - 9940 - 1985.

**RODINEAU, J - MORIN, C.**

La rééducation proprioceptive de la cheville.  
"La rééducation proprioceptive" ; SIMON, L.  
Paris, Masson, 39 - 49 ; 1986.

**RODINEAU, J - SABOURIN, F.**

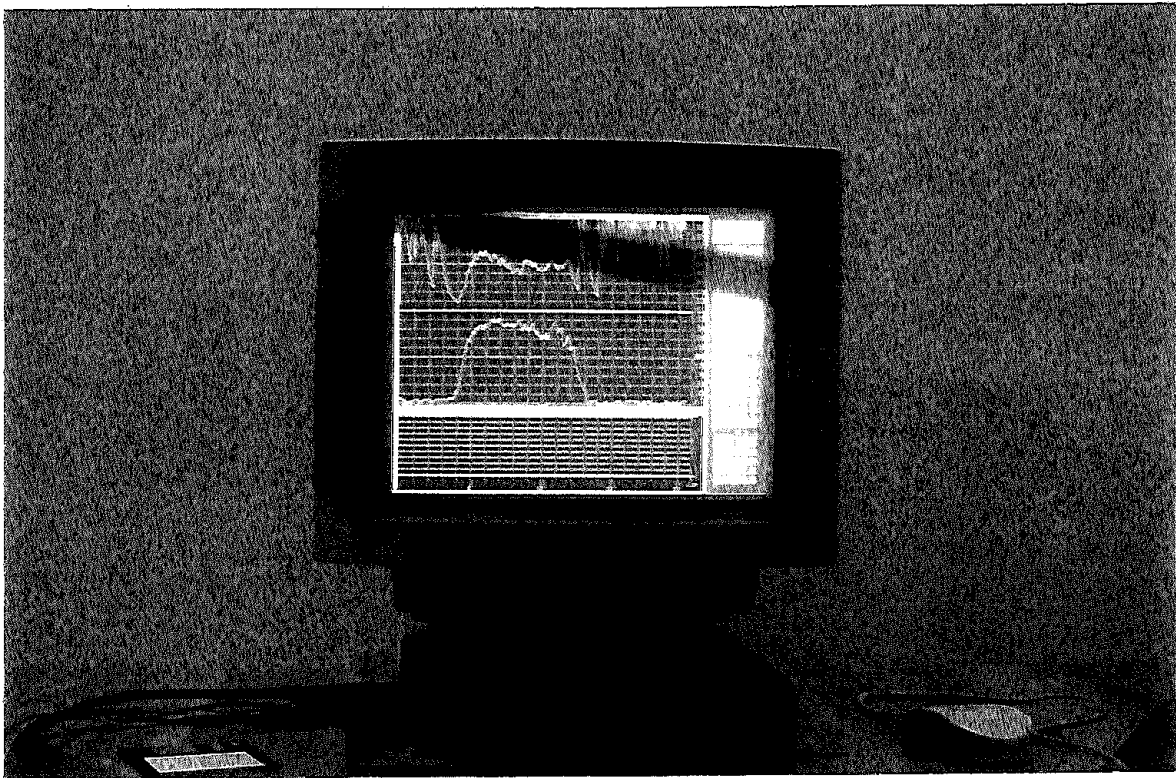
Conduite pratique de la rééducation proprioceptive.  
Cheville et médecine de rééducation.  
Paris, Masson, 86 - 90 ; 1982.

**SAINT BLANQUAT, Ch.**

La rééducation proprioceptive de la cheville.  
Cah - Kinésithér, 141/1: 53 - 56 - 1990.

# ANNEXES

# ANNEXE I



**Fig. 1 : appareil de biofeedback utilisé.**

## ANNEXE II



**Fig. 2 : mise en place des électrodes.**

## ANNEXE III



**Fig. 3 : position assise.**

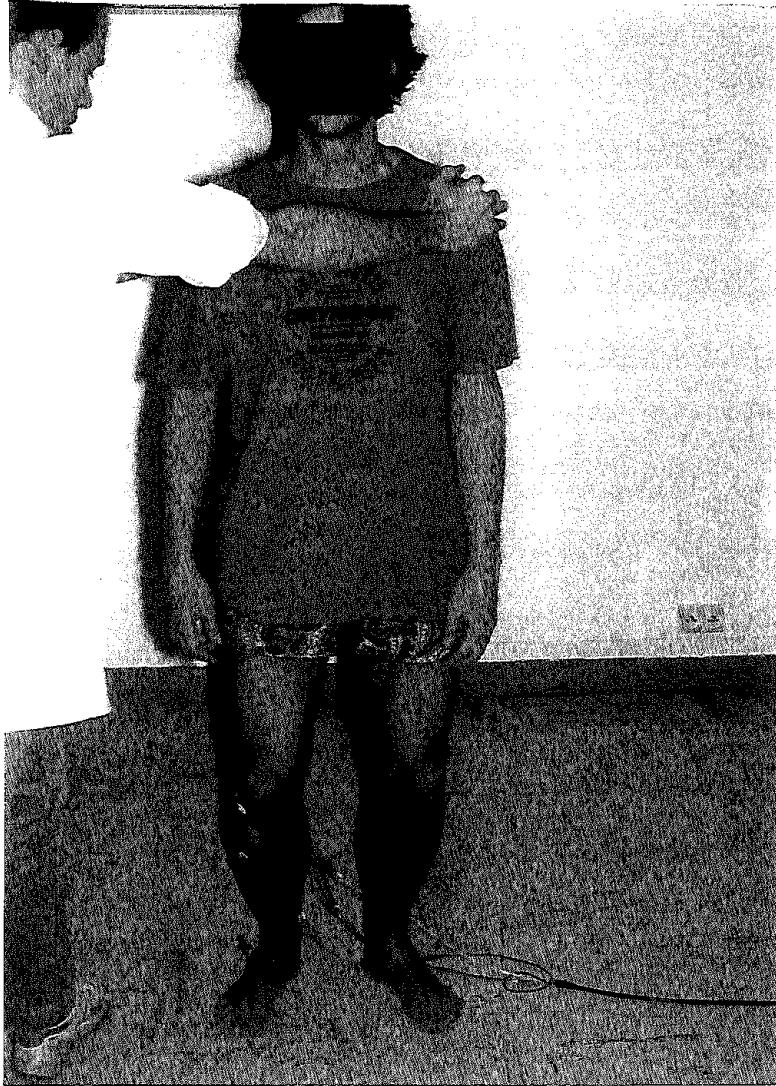


## ANNEXE IV



**Fig. 4 : position chevalier servant.**

## ANNEXE V



**Fig. 5 : position debout.**

## ANNEXE VI

Tableau I: Récapitulatif des données du jambier antérieur et du long péronier latéral.

	D.G	D.B	D.E	C.G	C.E	A.G	A.E
Effectifs	30	30	30	30	30	30	30
Moyenne J.A.	1280	1141	1342	797	911	540	390
Moyenne L.P.L.	537	443	601	298	306	225	167
Ecart-type J.A.	231,95	318,88	174,89	376,05	373,68	385,59	193,73
Ecart-type L. P.L.	172,04	206,76	218,53	138,56	170,86	90,24	57,72

DG: debout ; poussée au genou  
 DB: debout ; poussée au bassin  
 DE: debout ; poussée aux épaules

CG: chevalier servant ; poussée au genou  
 CE: chevalier servant ; poussée aux épaules  
 AG: assis ; poussée au genou  
 AE: assis ; poussée aux épaules

J.A.: Jambier antérieur  
 L.P.L.: Long péronier latéral

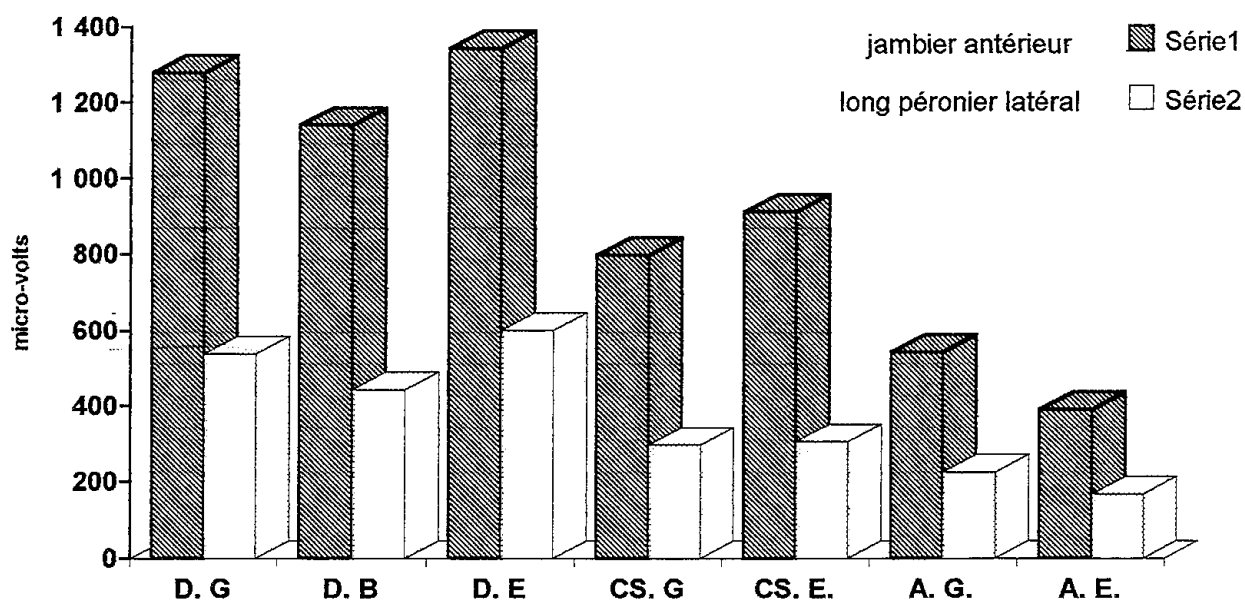


Fig.6: Recrutement moyen des 2 muscles dans les différentes positions

## ANNEXE VII

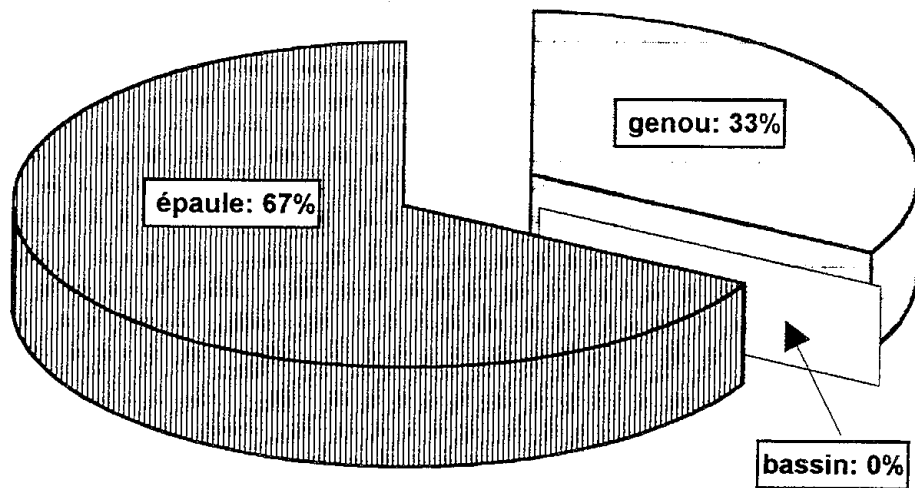


Fig.7: Répartition des résultats du jambier antérieur en position debout

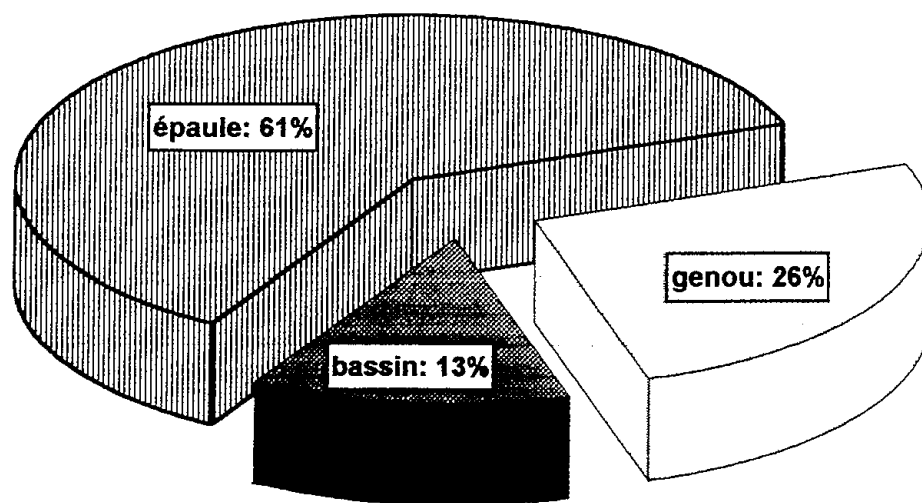


Fig.8: Répartition des résultats du long péronier latéral en position debout

## ANNEXE VIII

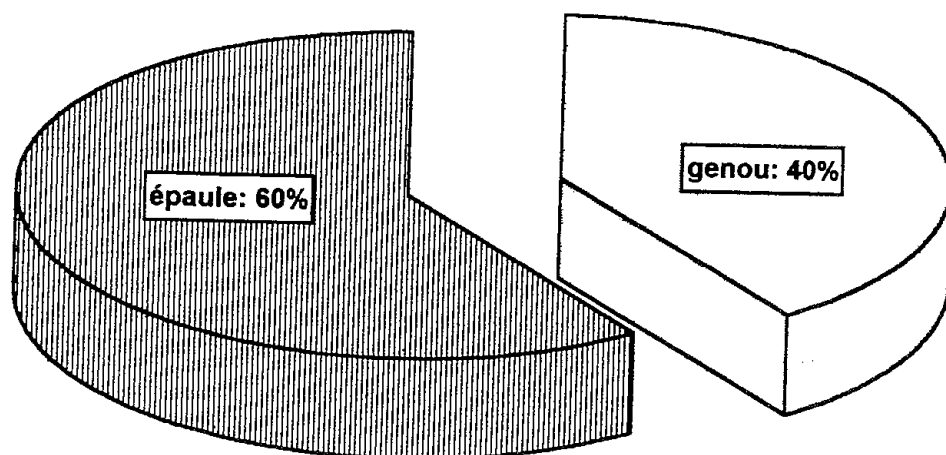


Fig.9: Répartition des résultats du jambier antérieur en position chevalier servant

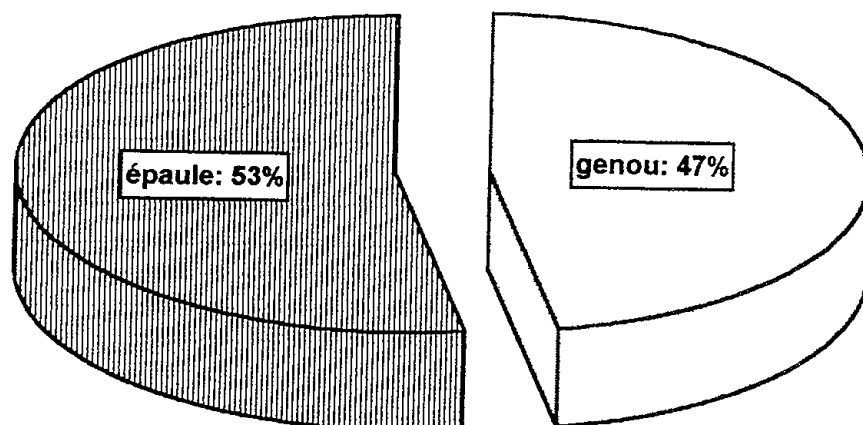


Fig.10: Répartition des résultats du long péronier latéral en position chevalier servant.

## ANNEXE IX

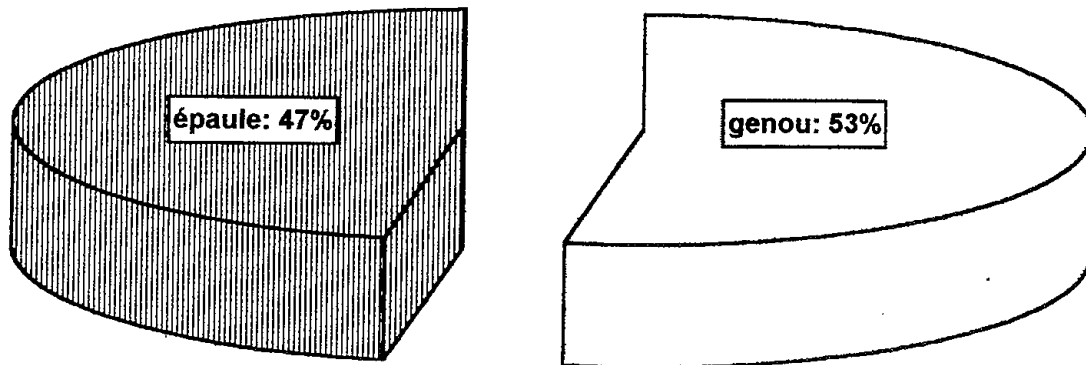


Fig.11: Répartition des résultats du jambier antérieur en position assise

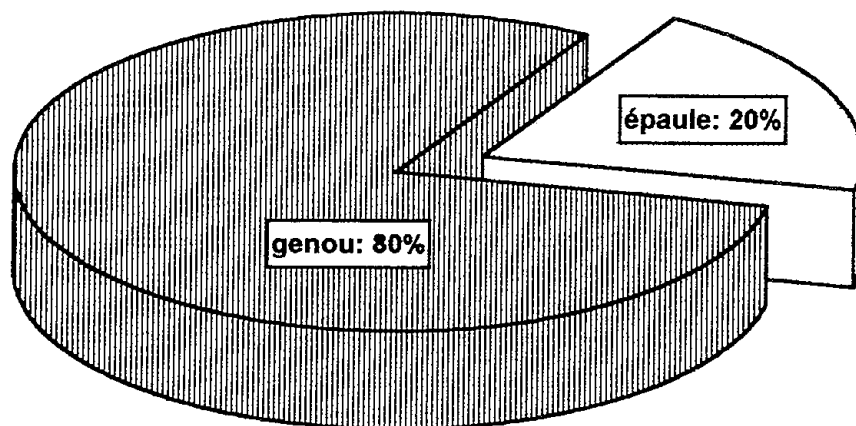


Fig.12: Répartition des résultats du long péronier latéral en position assise.

# ANNEXE X

Tableau II: Résultats de l'analyse statistique pour le JA avec un risque d'erreur de 5%.

z=1,96	DG	DB	DE	CG	CE	AG	AE
DG		1,93 dg>db non sign.	-1,17 de>dg non sign.	5,99 dg>cg trés sign.	4,6 dg>ce trés sign.	9,01 dg>ag haut.sign.	16,13 dg>ae haut.sign.
DB			-3,03 de>db sign.	3,82 db>cg sign.	2,56 db>ce sign.	6,58 db>ag haut.sign.	11,02 db>ae haut.sign.
DE				7,2 de>cg trés sign.	5,72 de>ce trés sign.	10,37 de>ag haut.sign.	19,98 de>ae haut.sign.
CG					-1,18 ce>cg non sign.	2,61 cg>ag sign.	5,27 cg>ae sign.
CE						3,78 ce>ag trés sign.	6,78 ce>ae haut.sign.
AG							1,9 ag>ae non sign.

DG: debout ; poussée au genou  
DB: debout ; poussée au bassin  
DE: debout ; poussée aux épaules  
JA : jambier antérieur

CG: chevalier servant ; poussée au genou  
CE: chevalier servant ; poussée aux épaules  
AG: assis ; poussée au genou  
AE: assis ; poussée aux épaules

Tableau III: Résultats de l'analyse statistique pour le LPL avec un risque d'erreur de 5%.

z=1,96	DG	DB	DE	CG	CE	AG	AE
DG		1,91 dg>db non sign.	-1,26 de>dg non sign.	5,93 dg>cg trés sign.	5,22 dg>ce trés sign.	8,8 dg>ag haut.sign.	11,17 dg>ae haut.sign.
DB			-2,88 de>db sign.	3,19 db>cg sign.	2,8 db>ce sign.	5,29 db>ag trés sign.	7,04 db>ae haut.sign.
DE				6,41 de>cg trés sign.	5,82 de>ce trés sign.	8,71 de>ag haut.sign.	10,52 de>ae haut.sign.
CG					-0,2 ce>cg non sign.	2,42 cg>ag sign.	4,78 cg>ae sign.
CE						2,3 ce>ag sign.	4,22 ce>ae trés sign.
AG							2,97 ag>ae sign.

DG: debout ; poussée au genou  
DB: debout ; poussée au bassin  
DE: debout ; poussée aux épaules  
LPL : long péronier latéral

CG: chevalier servant ; poussée au genou  
CE: chevalier servant ; poussée aux épaules  
AG: assis ; poussée au genou  
AE: assis ; poussée aux épaules