

MINISTÈRE DE LA SANTÉ  
RÉGION LORRAINE  
INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHÉRAPIE  
DE NANCY

# INFLUENCE DE LA STIMULATION VERBALE SUR LA PERFORMANCE ISOCINETIQUE

Rapport de travail écrit personnel  
révisé par Christophe WILLENCQ  
étudiant en 3<sup>ème</sup> année de kinésithérapie  
en vue de l'obtention du diplôme d'état  
de masseur-kinésithérapeute  
1997-1998

# SOMMAIRE

	page
RESUME	
INTRODUCTION.....	1
1. MATERIEL ET METHODES.....	2
1.1 Matériel.....	2
1.1.1 Population.....	2
1.1.2 Matériel expérimental.....	3
1.2 Méthode et protocole.....	3
1.2.1 Intérêts de l'isocinétisme.....	3
1.2.2 Intérêts du mode concentrique.....	5
1.2.3 Choix des vitesses angulaires.....	5
1.2.4 Echauffement.....	6
1.2.5 Installation du sujet.....	7
1.2.6 Phase d'essai.....	10
1.2.7 Test.....	10
1.2.7.1 Déroulement des mesures.....	12
1.2.7.2 Apports du logiciel SPEECH VIEWER.....	13
1.2.7.3 Caractéristiques de la stimulation.....	13
2. RESULTATS ET EXPLOITATIONS GRAPHIQUES.....	15
2.1 Résultats.....	15
2.2 Exploitations graphiques.....	16
3. DISCUSSION.....	21
CONCLUSIONS.....	22

## RESUME

Dans ce travail, nous nous sommes penchés sur le rôle de la voix du thérapeute lors d'un exercice musculaire.

Partant de l'hypothèse que celle-ci influence avantageusement les résultats obtenus, nous avons tenté de l'objectiver en testant la force maximale volontaire (FMV) et l'endurance des extenseurs et fléchisseurs de genou de 30 sujets sains à l'aide d'un appareil isocinétique.

Le protocole est répété sans sollicitation verbale puis avec une stimulation calibrée par un logiciel de traitement et de bilan orthophonique : SPEECH VIEWER. Celui-ci permet une stimulation reproductible en quasi tous points pour chacun des individus.

Les résultats de l'expérimentation indiquent une amélioration considérable des performances musculaires, tant en qualité de contraction (FMV) qu'en quantité (ratio d'endurance) :

Augmentation du pic de couple de 19.75% sur les fléchisseurs à 60°/s.

Augmentation du pic de couple de 14.70% sur les extenseurs à 60°/s.

Diminution du ratio d'endurance de 4.75% sur les fléchisseurs à 240°/s.

Diminution du ratio d'endurance de 7% sur les extenseurs à 240°/s.

## INTRODUCTION

La motivation du patient joue certainement un rôle essentiel, tant dans la réalisation de l'exercice isocinétique que dans sa portée thérapeutique (en renforcement musculaire notamment). L'absence de charge fixe rend, en effet, difficile le contrôle de l'effort réel du sujet. Ainsi, même si la plupart des auteurs (9,10,12,21) n'en soulignent pas l'importance, la persuasion du thérapeute joue très certainement un rôle prépondérant dans la mise en œuvre et la réussite d'une telle rééducation.

En effet, dans ce type de travail, pour que l'acte réalisé soit conforme à son projet, le patient doit pouvoir s'appuyer sur des informations de retour (rétroinformations) concernant la qualité de son exécution (rétrocontrôle) et permettant un ajustement (régulation), c'est-à-dire une correction (rétrocommande) aboutissant à l'acte décidé (rétroaction) (2).

Un tel ordre de correction peut prendre une forme simple : la voix du thérapeute. Celle-ci devient alors une sorte de bio-feedback : une proprioception physiologique accrue revenant à donner une secousse au patient, à le surprendre, l'obliger à réagir instinctivement à un stimulus dont l'intensité le déconcerte (3).

Partant de telles constatations, nous avons émis l'hypothèse suivante :

« La force développée par un sujet, lors d'un mouvement asservi isocinétique, peut être améliorée par des sollicitations verbales précises et adaptées, aussi bien en temps qu'en intensité ».

Un travail de ce type nécessite donc les outils les plus objectifs et les plus reproductibles qui soient.

## **1. MATERIEL ET METHODES**

### **1.1 Matériel**

#### **1.1.1 Population**

Elle se compose de trente personnes « saines », dépourvues de toutes pathologies du train porteur ou d'ordre cardio-vasculaire : hypertension artérielle notamment, contre-indication formelle à tout exercice isocinétique.

La tranche d'âge et la condition physique sont indifférentes, afin d'obtenir une population la plus hétéroclite possible. Une première limite, l'âge doit être inférieur à 55 ans : point à partir duquel le corps subit un début d'altération musculaire, diminution d'1% par an de la force musculaire (15). Autre restriction : le sexe, sujets masculins et féminins doivent être représentés de façon équitable : 15 hommes, 15 femmes.

### 1.1.2 Matériel expérimental

- Un cycloergomètre de type CYBEX II.
- Un dynamomètre isocinétique CYBEX NORM.
- Un micro-ordinateur IBM PS2 80286 équipé du logiciel IBM Speechviewer et couplé à un micro.

## 1.2 Méthode et protocole

Chaque sujet effectue une séquence de mouvements de flexion-extension de genou sur un mode de travail dynamique concentrique.

### 1.2.1 Intérêts de l'isocinétisme

Il y a plusieurs dizaines d'années, HISLOP et PERRINE (13) ont proposé un système capable, grâce à une résistance auto-adaptée à la force développée par le muscle, d'induire une contraction musculaire maximale à vitesse angulaire constante sur l'amplitude totale d'une articulation (10).

L'appareil impose une résistance, un frein électro-mécanique ou hydraulique qui régule l'ensemble « levier-segment de membre ». Ainsi, un retrocontrôle actif adapte en permanence la résistance aux capacités de force instantanée du sujet (3).

De même, il va permettre un recrutement maximal des fibres musculaires : selon les publications anglo-saxonnes, dont les auteurs l'utilisent depuis longtemps comme technique de réentraînement (12,13,20). ROSENTWEIG (25) a d'ailleurs démontré, dès 1972, que le potentiel d'action musculaire, recueilli par électromyographie de surface au cours d'une contraction maximale concentrique, est plus important au cours d'une contraction isocinétique qu'en mode isotonique ou isométrique, pour toutes positions angulaires de l'articulation concernée. Ceci est fort utile dans notre recherche, principalement axée sur le développement d'une force musculaire maximale.

De plus, il offre une grande fiabilité de mesure ; celle-ci passant par une corrélation certaine avec la force musculaire développée lors des contractions isométriques ou isotoniques (13). KNAPIK (16) notamment, a mis en évidence ce type de corrélation.

Autre point fort de l'isocinétisme : la reproductibilité des mesures. Qu'elles soient effectuées à vitesse angulaire basse, élevée ou en test d'endurance, leur fiabilité a été démontrée avec une probabilité inférieure à 0.01 par ALEXANDER (1).

### 1.2.2 Intérêts du mode concentrique

Le travail dynamique concentrique, selon DAVIES, induirait le recrutement de deux fois plus d'unités motrices que le travail dynamique excentrique.

De même, un tel choix évite à notre cobaye toute douleur post-exercice. Effectivement, l'un des inconvénients du travail isocinétique excentrique maximal est de développer des souffrances nommées DOMS. Celles-ci, non spécifiques du travail isocinétique, peuvent apparaître dans les 8 heures post-exercice et persister jusqu'au 21<sup>ème</sup> jour. Elles correspondraient, selon KIND (15), à une désorganisation des myofilaments, des microtraumatismes du tissu conjonctif ainsi qu'une libération excessive d'hydroxyproline, induisant des réactions inflammatoires localisées.

Lors de l'établissement du protocole, un autre paramètre reste indispensable à fixer, à savoir : la vitesse d'exécution des différents mouvements.

### 1.2.3 Choix des vitesses angulaires

Le muscle doit, en effet, être pris en compte dans sa globalité : aussi bien dans une notion de force maximale volontaire que dans une notion d'endurance.

La force maximale volontaire (FMV) : elle dépend du groupe musculaire considéré, et est fonction de nombreux facteurs ; biologiques, physiologiques et psychologiques. Elle est toutefois proportionnelle à la section du muscle (entre 20 et 90 N/cm<sup>2</sup>) et ce,



indépendamment de la proportion de fibres de type I et II. La motivation du sujet influe en grande partie sur celle-ci, un effort maximal en laboratoire ne reflète pas la force maximale absolue ; il est en moyenne 30% inférieur à celle-ci.

La vitesse de mouvement est choisie par l'expérimentateur et peut varier de 0°/s (isométrie) à 600°/s. Un frein électromécanique régule cette vitesse afin de la maintenir constante, quelle que soit la force développée par le sujet sur l'axe. (6)

60°/s : afin d'obtenir un travail proche du travail statique, à savoir un recrutement maximal des unités motrices. (25)

240°/s : travail dynamique dont le nombre élevé de répétitions va faire intervenir la notion d'endurance. Il s'agit donc de la capacité d'un groupe musculaire à exécuter plusieurs contractions successives, le contraire de la fatigue musculaire (un muscle se fatigant rapidement possède une faible endurance et inversement) (11).

Cependant, avant d'effectuer un tel effort, il est important d'échauffer le sujet afin d'éviter tout incident d'ordre ligamentaire, musculaire ou cardio-vasculaire lors du test.

#### 1.2.4 Echauffement

Il s'effectue sur un cyloergomètre à une puissance de 1.5 W/kg pendant 8 minutes entre 70 et 80 rotations par minute. Cet exercice reste relativement tempéré, son but étant de

solliciter les membres inférieurs et l'appareil cardio-vasculaire du sujet sans pour autant « amputer » ses performances futures.(23)

### 1.2.5 Installation du sujet

Le sujet est testé en position assise, une sangle immobilise l'ensemble du tronc du sujet, une autre immobilise le segment crural, pendant qu'une troisième relie le levier du dynamomètre et la cheville. Celles-ci maintiennent le cobaye de façon stable et reproductible en réduisant les compensations au minimum.

L'axe de rotation du dynamomètre isocinétique est réglé, en théorie, avec le centre de rotation du mouvement de flexion-extension du genou. Ainsi, d'après CYBEX (8) (concepteur du système) et KAPANDJI (14), ce point précis se trouve sur la face latérale du condyle fémoral externe à deux travers de doigt environ de l'interligne articulaire fémoro-tibial sur un genou à 90° de flexion. L'appareil mesure le couple de force (produit de la force développée et de la distance à l'axe de rotation) que produit le sujet. Ce moment de force dépend donc des leviers mis en jeu. Or, si les axes sont alignés, la longueur de ces leviers n'a plus d'importance.

Le mouvement de flexion-extension s'effectuant dans un plan sagittal, il est nécessaire de procéder à une correction de la gravité afin d'éviter toute erreur liée à la non-prise en compte de la pesanteur sur l'amplitude totale du mouvement (27).

Le test en question doit être précédé d'une phase d'essai, car une valeur maximale de la force ne peut être obtenue qu'après une période d'apprentissage permettant au sujet d'intégrer l'effort demandé (19).

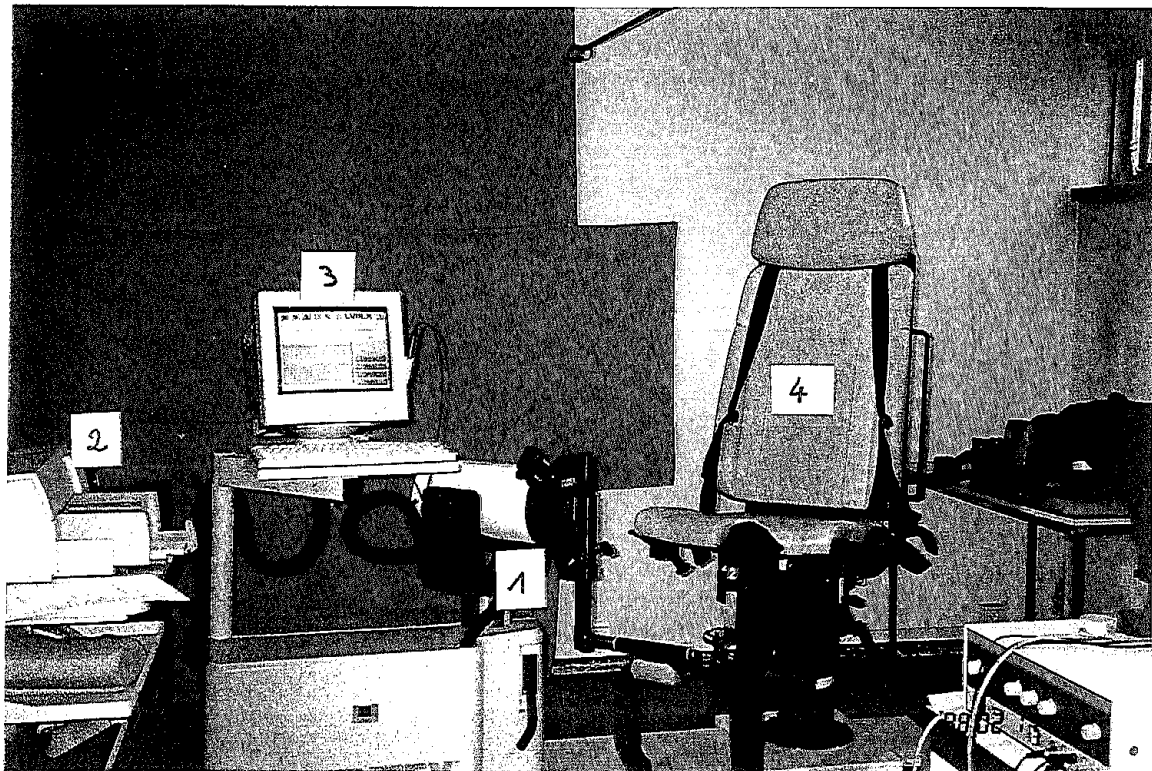


Figure 1: Appareil isocinétique CYBEX NORM et périphériques

- |                             |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1. Dynamomètre isocinétique | 2. Imprimante                 |
| 3. Micro-ordinateur         | 4. Fauteuil d'expérimentation |

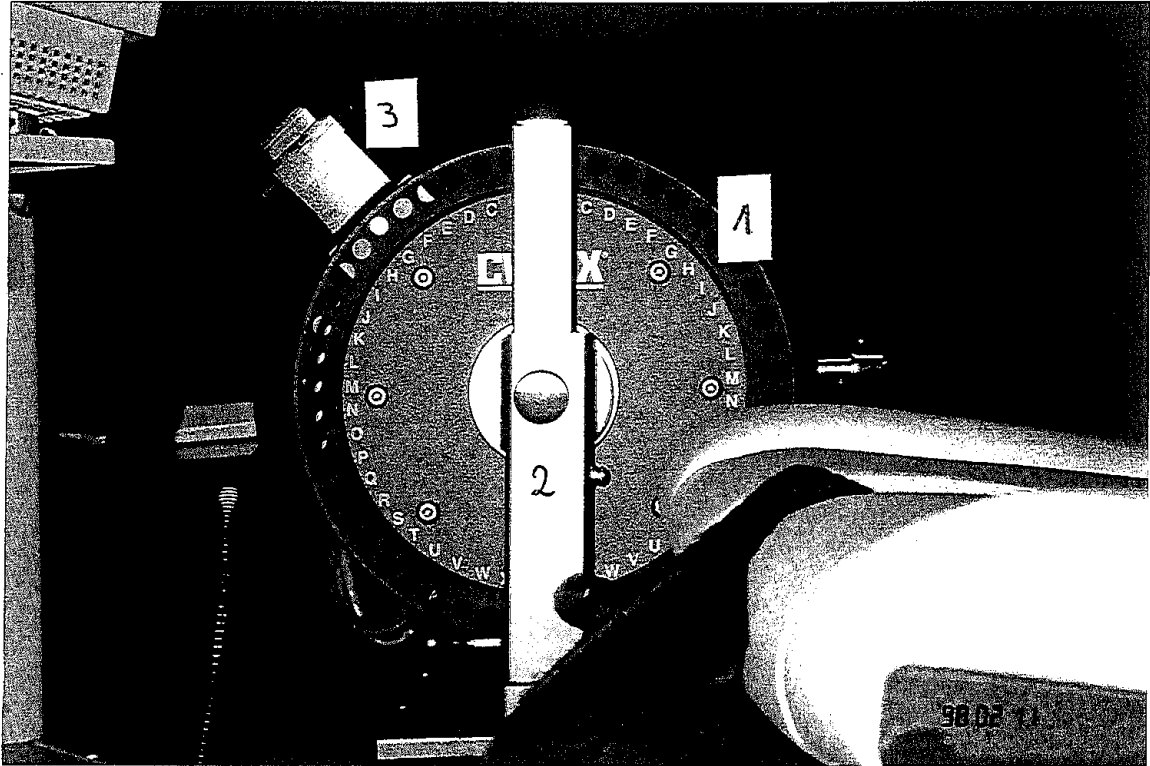


Figure 2 : Dynamomètre isocinétique

1. Cadran de réglage des amplitudes
2. Bras de levier
3. Butée mécanique de fin d'amplitude articulaire

### 1.2.6 Phase d'essai

Trois contractions sub-maximales à la vitesse des mouvements qui suivront permettent l'adaptation du patient au principe de travail et à la machine elle-même.

### 1.2.7 Test

Il est demandé au sujet :

- 5 répétitions (aller-retour) à 60°/s. Il est nécessaire d'avoir un nombre de mouvements supérieur à 3 afin que les résultats soient reproductibles et statistiquement fiables.

- 30 répétitions à 240°/s, dans le but de faire intervenir une notion de fatigue musculaire. Pour SCHERRER, cette fatigue musculaire objectivable est : « une baisse de l'activité du muscle liée à une activité antérieure de celui-ci, alors que l'incitation venant des centres est constante et réversible par le repos ». Elle s'oppose donc directement à une fatigue subjective ressentie par le sujet et sur laquelle une stimulation extérieure et la motivation jouent un rôle prépondérant. Il est donc relativement intéressant d'analyser également l'impact de cette sollicitation externe sur la fatigue objective.

60 secondes de repos sont prévues entre ces deux séries. En effet, la fatigue musculaire apparaît lorsque le régime critique est dépassé ; ses manifestations mécaniques se traduisant par une baisse de la performance, notamment la FMV. Une fois les contractions arrêtées, la récupération de celle-ci est rapide dans un premier temps : avec élimination des déchets

(lactiques) afin d'éviter toute douleur (crampes). Effectivement, on assiste durant ce laps de temps à la récupération du processus anaérobie alactique : resynthèse de la phosphocréatine en quelques dizaines de secondes et anaérobie lactique, subordonnée à l'élimination de l'acide lactique resynthésé en glycogène pour 85% et oxydé pour 15% (11).

Chaque test sera répété deux fois à au moins 15 jours d'intervalle, afin d'éviter tout phénomène d'accoutumance au principe isocinétique.

Pour un groupe A : 15 personnes

1<sup>er</sup> test sans sollicitations verbales.

2<sup>ème</sup> test avec sollicitations verbales.

Pour un groupe B : 15 personnes

1<sup>er</sup> test avec sollicitations verbales.

2<sup>ème</sup> test sans sollicitations verbales.

Le fait de mettre en place deux groupes et deux procédures de test différentes permet d'éliminer l'un des principaux reproches fait à l'égard de l'exercice isocinétique, la possible « adaptation » du sujet au travail, pouvant fausser les résultats.

### 1.2.7.1 Déroulement des mesures

Il est capital d'éliminer l'ensemble des stimuli parasites présents dans l'environnement proche du sujet. Il nous faut à tout prix écarter un phénomène qui pourrait s'apparenter à une inhibition externe (4). Effectivement, il s'agit de la disparition d'un réflexe conditionné lorsqu'une stimulation sensorielle intense inaccoutumée (distraction) survient immédiatement après la présentation du stimulus principal.

Dans cette optique, la salle d'expérimentation est séparée du reste du centre, une atmosphère calme y règne, seuls l'opérateur et son sujet y sont présents. De même, dans une finalité de reproductibilité du test, celui-ci est effectué à la même heure, par le même opérateur et précédé d'un discours précis :

« Vous allez participer à un test isocinétique visant à objectiver la force des muscles de la cuisse. Une phase d'essai est prévue afin de vous adapter à ce type de travail spécial. Il est nécessaire d'effectuer les mouvements le plus fort et le plus rapidement possible sans arrêt (...)

Stop, le test est terminé ! »

La procédure de test incluant les sollicitations verbales implique une grande précision dans leur application aussi bien en qualité (intensité) qu'en quantité (durée).

### 1.2.7.2 Apports du logiciel SPEECH VIEWER

Ce logiciel de rééducation et de bilan orthophonique est l'outil idéal pour paramétrer l'ensemble des stimulations verbales de l'opérateur. En effet, il est capable de poser l'ensemble des caractéristiques les plus représentatives d'une voix, à savoir : intensité, fréquence fondamentale et débit.

De plus, il nous permet d'induire une notion de durée du stimulus : la durée précise de chaque mot est chiffrée par l'ordinateur en millisecondes.

Il nous est également d'un grand intérêt quant à la reproductibilité des stimulations puisqu'il permet de reproduire un exemple programmé et de réitérer ainsi dans chaque test une sollicitation semblable en tous points.

### 1.2.7.3 Caractéristiques de la stimulation

Le logiciel Speechviewer permet à l'opérateur de définir l'ensemble des paramètres de sa voix et donc de les réitérer dans les mêmes conditions pour la totalité des sujets (24) :

- L'intensité : qui est fonction de la pression de l'air expiré. Elle est mesurée et conservée au long de tous les tests.
- La fréquence fondamentale ou hauteur : qui est fonction de la fréquence de vibration des cordes vocales.



- Le débit : objectivé par la durée de chaque mot et sa place dans les phrases de sollicitation.

Ainsi,

« poussez » : 827 ms.

« tirez » : 693 ms.

« plus vite » : 1120ms.

« plus fort » : 920 ms.

« on relance » : 1200ms.

L'ordinateur livre une analyse de la stimulation sous forme d'un graphique que l'expérimentateur pourra reproduire sur la partie inférieure de l'écran. Ainsi, l'opérateur est soumis à une sorte de feed-back visuel induisant une sollicitation semblable sur l'ensemble des points de référence (durée, débit et fréquence), pour chacun des cobayes.

Une ficelle sera placée autour du cou de façon à ce que le micro, relié à l'ordinateur, se trouve à une distance optimale de la bouche et identique au cours de tous les tests, environ 20cm selon les concepteurs du logiciel. L'expérimentateur est placé derrière le sujet de façon à ne pas induire de stimuli visuels.

## **2. RESULTATS et EXPLOITATIONS GRAPHIQUES**

### **2.1 Résultats**

Le protocole, appliqué de façon pragmatique, reflète des modifications notables des performances de chacun des individus (ANNEXES I, II, III, IV).

Ainsi, une représentation graphique peut illustrer l'ensemble de ses variations :

Représentations des pics de couple : Fléchisseurs à 60°/s (Fig 3 et 4)

Extenseurs à 60°/s (Fig 5 et 6)

Représentations des ratio d'endurance : Fléchisseurs à 240°/s (Fig 7 et 8)

Extenseurs à 240°/s (Fig 9 et 10)

Le tout est accompagné de la moyenne et de l'écart-type, ainsi que du traitement statistique propre à chaque série. (Tableaux I à IV)

L'étude statistique des différentes moyennes a été effectuée grâce au test de WILCOXON, un test dit non paramétrique. En effet, la taille réduite de l'effectif et sa distribution, ne suivant pas une loi statistiquement « normale », ne permettait pas l'utilisation du test de STUDENT-FISCHER.

Des accroissements de performances très significatifs ont néanmoins été objectivé :

Augmentation de 19,75% sur les fléchisseurs à 60°/s.

Augmentation de 14,70% sur les extenseurs à 60°/s.

Diminution du ratio d'endurance de 4,75% sur les fléchisseurs à 240°/s.

Diminution du ratio d'endurance de 7% sur les extenseurs à 240°/s.

Le traitement statistique des deux sous-populations ne met en évidence aucune différence significative entre hommes et femmes tant en moyenne et écart-type qu'en pourcentage de gain (ANNEXE V). Il peut donc être considéré comme significatif sur l'ensemble de la population de test.

## **2.2 Exploitations graphiques**

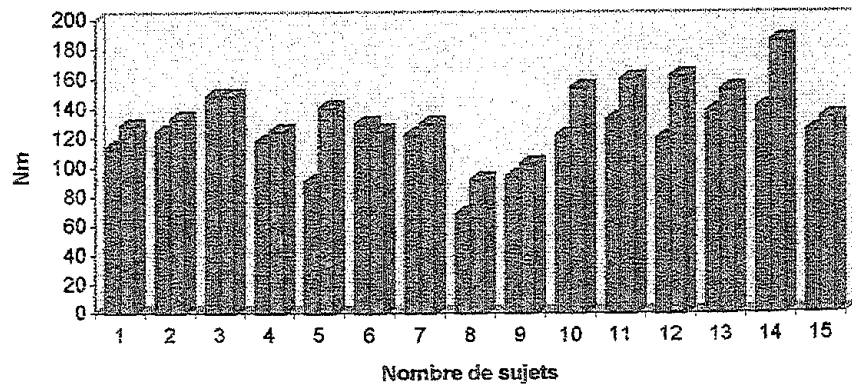


Figure 3 : Performances des fléchisseurs à 60°/s (hommes) ■ Série1 Sans stimulation  
■ Série2 Avec stimulation

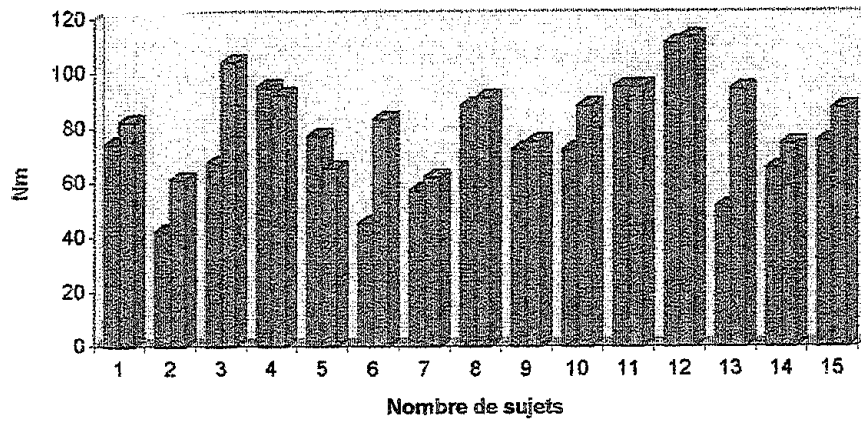


Figure 4 : Performances des fléchisseurs à 60°/s (femmes)

Tableau I : Moyenne et Ecart-type des fléchisseurs à 60°/s

	Sans stimulation verbale	Avec stimulation verbale
Moyenne	95,4	110,93
Ecart-type	30,7	33,27

Au test de WILCOXON, la moyenne des résultats avec sollicitation verbale est très significativement supérieure à la moyenne sans sollicitation ( $p < 0.000$ ).

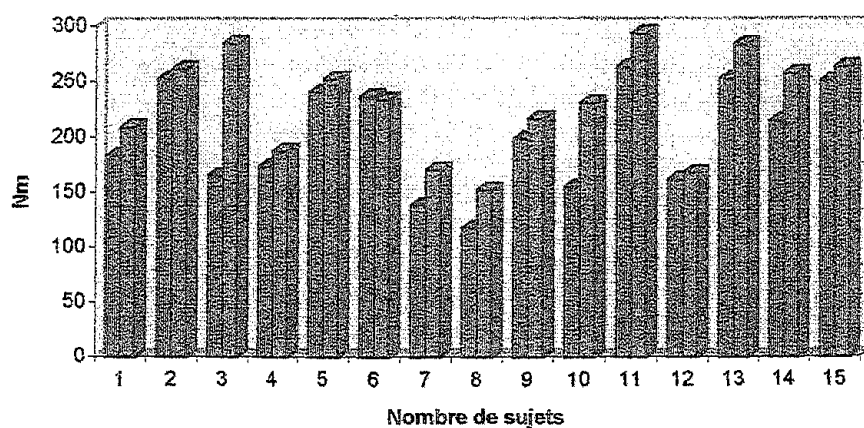


Figure 5 : Performances des extenseurs à 60°/s (hommes)

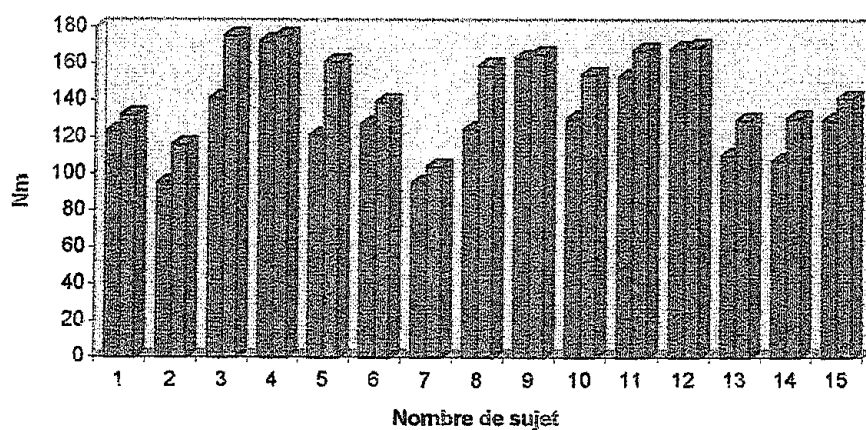
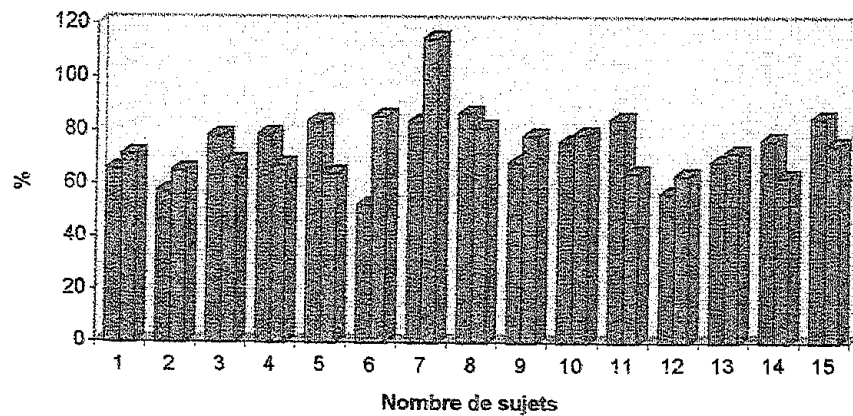


Figure 6 : Performances des extenseurs à 60°/s (femmes)

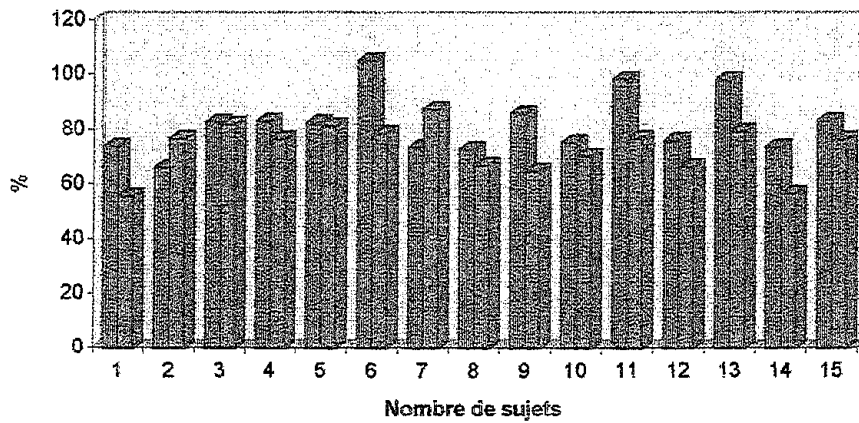
Tableau II : Moyenne et Ecart-type des extenseurs à 60°/s

	Sans stimulation verbale	Avec stimulation verbale
Moyenne	166,63	185,76
Ecart-type	59,4	58,96

Au test de WILCOXON, la moyenne des résultats avec sollicitation verbale est très significativement supérieure à la moyenne sans sollicitation ( $p < 0.000$ ).



*Figure 7 : Performances des fléchisseurs à 240°/s (hommes)*



*Figure 8 : Performances des fléchisseurs à 240°/s (femmes)*

*Tableau III : Moyenne et Ecart-type des fléchisseurs à 240°/s*

	Sans stimulation verbale	Avec stimulation verbale
Moyenne	77,63	72,46
Ecart-type	11,88	11,55

D'après le test de WILCOXON, la différence des deux moyennes est statistiquement significative ( $p < 0.027$ ).

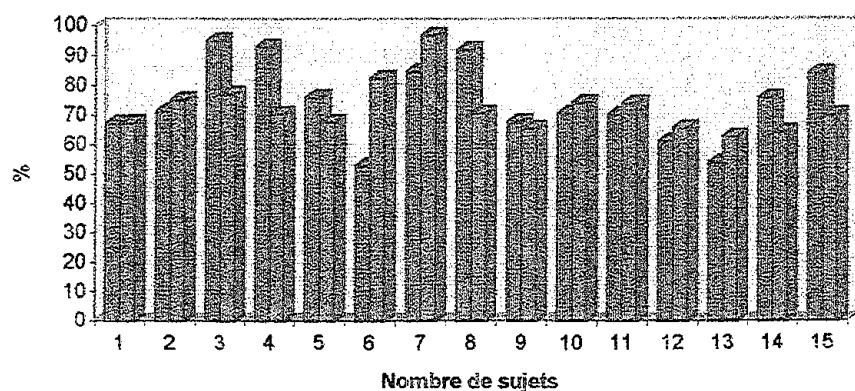


Figure 9 : Performances des extenseurs à 240°/s (hommes)

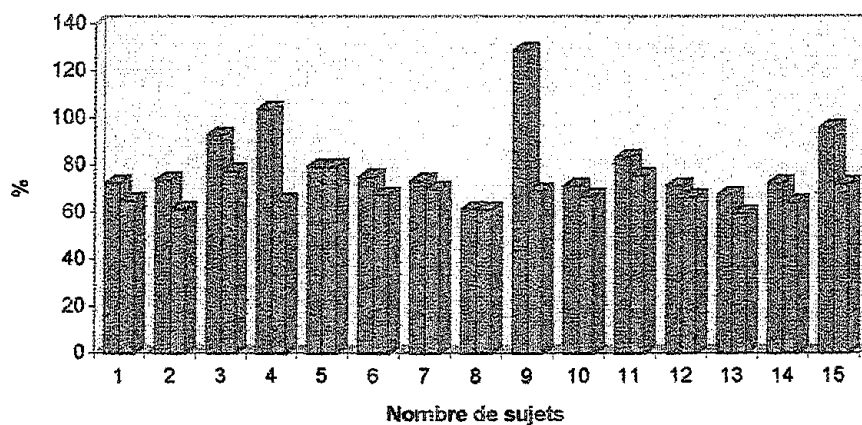


Figure 10 : Performances des extenseurs à 240°/s (femmes)

Tableau IV : Moyenne et Ecart-type des extenseurs à 240°/s

	Sans stimulation verbale	Avec stimulation verbale
Moyenne	77,9	70,16
Ecart-type	15,91	7,53

Les moyennes sont significativement différentes ( $p < 0.076$ ).

### 3. DISCUSSION

L'ensemble de cette expérimentation reflète une amélioration en tous points de la performance musculaire isocinétique, grâce à une stimulation simple : la voix de l'expérimentateur.

Les variations individuelles, quant à elles, peuvent être expliquées par différents facteurs :

- Un facteur purement sensitif : une notion de schéma corporel.

En effet, les ischio-jambiers sont certainement beaucoup moins bien « perçus » par les individus que l'ensemble du système extenseur. Il est donc nettement plus difficile pour un patient de solliciter consciemment sa musculature postérieure qu'antérieure.

Ainsi, la stimulation portée sur le mouvement de flexion-extension de genou oblige le cobaye à prendre conscience de l'ensemble de ses possibilités musculaires. Un accroissement supérieur des performances des ischio-jambiers à 60°/s reflète donc le fait que les sujets ayant une bonne perception de leur force musculaire en extension, obtiennent des résultats beaucoup plus proches de leur FMV développée sans stimulation.

- Un facteur « psychique » : une diminution de concentration peut pousser les individus à privilégier un mouvement par rapport à un autre et ainsi induire des résultats quelque peu erronés. Le geste d'extension sera ainsi très souvent prioritairement recherché.

- Un facteur structural : la morphologie des ischio-jambiers ainsi que leur histologie montrent qu'ils sont formés en grande partie de tissus fibreux. A 60°/s, les fléchisseurs



emmagasinent donc une grosse partie de l'énergie développée par les extenseurs, qu'ils restituent lors de la phase de contraction. Cette énergie élastique additionnée à l'énergie propre de la contraction induit donc une augmentation considérable de la force musculaire développée en flexion.

- Un facteur exogène : l'alternance rapide des mouvements de flexion-extension sans temps d'arrêt favorise encore la sommation de l'énergie élastique et de l'énergie chimique. Effectivement, cette première ne souffre d'aucune perte calorique ; n'ayant matériellement pas le temps de se dissiper, elle est presque totalement restituée.

## CONCLUSIONS

D'après toutes les observations précédentes, la stimulation verbale peut donc apporter de nombreuses améliorations au travail musculaire.

Elle se pose ainsi comme nécessaire dans toute évaluation de la force musculaire. Elle permet, en effet, au patient de prendre mieux connaissance de ses possibilités physiologiques maximales. La quantification en sera donc d'autant plus réaliste et reflétera de façon plus précise la force maximale volontaire (FMV) de l'individu.

Outre ce rôle dans l'évaluation, la sollicitation verbale se doit d'occuper une énorme place dans l'exercice musculaire en lui même. En isocinétisme, elle permet de faire travailler

le patient à des pourcentages précis de sa force musculaire maximale et selon des modalités toutes aussi précises. Cependant, par extension, elle doit également accompagner tout entraînement ou renforcement musculaire, qu'il soit isométrique ou isotonique ; elle est, en effet, un moyen simple d'accroître l'efficacité du geste en intervenant tout autant sur la qualité de la contraction musculaire que sur la force développée.

De plus, le thérapeute, accompagnant le patient dans sa rééducation, est ainsi toujours en mesure de le corriger ou de l'encourager, influant de la sorte sur la composante psychologique, au combien essentielle dans ce type de travail quelque peu rébarbatif (renforcement musculaire, notamment).

Malgré l'ensemble de ses avantages, la sollicitation verbale demeure intimement liée à un élément qui échappe totalement au thérapeute : la concentration du patient. Celle-ci a d'ailleurs été la plus grande limite de toute l'expérimentation. Effectivement, l'état de concentration du cobaye entre deux tests est très fluctuant, il peut ainsi induire des résultats en deçà de ses véritables possibilités.

Un autre problème s'est également posé à nous tout au long de ce travail. En effet, SPEECH VIEWER, ce logiciel au combien intéressant, s'est révélé ardu d'utilisation. En soumettant l'expérimentateur à un feed-back visuel, il fait décroître sa charge d'attention. Ainsi, réaliser une stimulation verbale reproductible tout en suivant l'évolution du cobaye devient relativement difficile.

Ce mémoire, dans son ensemble, a été conçu sur un axiome de base : la stimulation verbale posée comme bio-feedback. Il serait ainsi intéressant d'opposer ces deux « techniques » de rééducation, afin d'objectiver la véritable portée de la voix en comparaison du bio-feedback visuel dont l'influence est connue depuis longtemps.

## BIBLIOGRAPHIE

1. **ALEXANDER J., MELNAR G.E.** - Muscular strength in children : preliminary report on objective standards- Arch. Phys. Med. Rehabil., 1973, 50, p.424.
2. **ANDRE J.M., BRUGEROLLE B., CHELLIG L.** - Le bio-feedback en rééducation motrice.- Annales de réadaptation et médecine physique, 1986, 29, p. 289-310.
3. **BERTHELIN F., VIEL E., SIFFRE G.**- Le bio-feedback dans la rééducation fonctionnelle.- Psychologie médicale, 1985, 17, 10, p.1511-1513.
4. **BRUGEROLLE B., CHAUVIERE C., ANDRE J.M.** - Rétroaction biologique musculaire. Application du biofeedback dans les troubles moteurs - Editions techniques - Encyclopédie Médico-chirurgicale ( Paris, France)- Kinésithérapie et rééducation fonctionnelle, 26-147-1-10, 1994, 5 p.
5. **CALMELS P., ABEILLON G., DOMENACH M., MINAIRE P.** - Fiabilité et reproductibilité des mesures de la force isocinétique - **HEULEU J.N.**- Isocinétisme et médecine de rééducation - Paris : Masson, 1991.- p. 26-33.-Problèmes en médecine de rééducation ; 21.
6. **CONRAD C.** - Exploration isocinétique des extenseurs et fléchisseurs du genou chez l'escrimeur de haut niveau.- Thèse médecine : Nancy : 1997.
7. **CROISIER J.L., CRIELAARD J.M.**- Analyse critique de l'utilisation d'un appareil isocinétique.- Journal de traumatologie du sport, 1995, 12, p. 48-52.
8. **CYBEX** - Manuel d'utilisation du dynamomètre isocinétique CYBEX NORM.
9. **FOSSIER E., DANIEL F.** - Renforcement musculaire isocinétique : méthodologie, intérêts et limites.- **HEULEU J.N., SIMON L.**- Muscles et rééducation.- Paris : Masson, 1988.-p. 180-188.-Problèmes en médecine de rééducation ; 12.

10. **FOSSIER E., MOLLARD R., POUX D.**- Evaluation isocinétique de l'insuffisance musculaire en fin de rééducation.- **HEULEU J.N., SIMON L.**- Muscles et rééducation. - Paris : Masson, 1988.- P. 142-151. - Problèmes en médecine de rééducation ; 12.
11. **FOX , MATHEWS.**- Bases physiologiques de l'activité physique.- Paris : Vigot Editions,1981. - p.98-112.
12. **GRIMBY G.** - Progressive resistance exercise for injury rehabilitation, special emphasis on isokinetic training.- Sports Med., 1985, 2, p. 309-315.
13. **HISLOP H.J., PERRINE J.J.**- The isokinetic concept of exercise.- Physical Therapy, 1967, 47, p. 114-116.
14. **KAPANDJI I.A.** - Physiologie articulaire : membre inférieur.- 4<sup>ème</sup> édition - Paris : Maloine S.A., 1977. - 210 p.
15. **KIND A.**- Propriétés mécaniques des fibres musculaires et du muscle global in-vivo.- **HEULEU J.N., SIMON L.**- Muscles et rééducation. - Paris : Masson, 1988.
16. **KNAPIK J.J., RAMOS M.U.**- Isokinetic and isometric torque relationships in the human body.- Arch. Phys. Med. Rehabil., 1980, 61, p. 64-67.
17. **KOMI P.V., BUSKIRK E.R.**- Effects of eccentric and concentric muscle conditioning on tension and electrical activity of human muscle.- Ergonomics, 1972, 15, p. 417-434.
18. **LEVET B., THEVENON A.**- Principes mécaniques des appareils de rééducation isocinétique.- **HEULEU J.N.**- Isocinétisme et médecine de rééducation.- Paris : Masson, 1991.- p. 1-10.- Problèmes en médecine de rééducation ; 21.
19. **MEULLIE A.**- Le dynamomètre isocinétique Cybex II : fiabilité des mesures. Etude réalisée sur le mouvement de flexion, extension de genou.- Thèse médecine : Saint-Etienne : 1985.
20. **MOFFROID M.T., WHIPPLE R.H.**- Specificity of speed of exercise.- J. An. Phys. Ther. Ass., 1970, 50, 12, p. 1692-1700.

21. **MOFFROID M.T., WHIPPLE R.H, KOFKASK J., LOWMAN E., THISTLE H.-** A study of isokinetic exercise.- J. An. Phys. Ther. Ass., 1969, 49, 7, p. 736-746.
22. **NEIGER H., GOSSELIN P.-** Moyens résistants et renforcement neuromusculaire.- Annales de kinésithérapie, 1986, 13, 3, p. 123-131.
23. **PRADET M.-** La préparation physique.- Paris : INSEP Publications, 1996.
24. **RONDAL J.A., SERON X.-** Troubles du langage : diagnostic et rééducation.- Liège : Mardaga Editions, 1982.
25. **ROSENTWEIG J., HINSON M.M.-** Comparaison of isometric, isotonic and isokinetic exercises by electromyography.- Arch. Phys. Med. Rehab., 1972, 53, p. 249-259.
26. **SIERADZKI M.L.-** Influence d'un appareil de bio-feedback visuel sur la performance isocinétique.- Rapport de recherches personnelles en vue de l'obtention du certificat national de moniteur cadre en masso-kinésithérapie : Bois-Larris, 1985.
27. **WINTER D.A, WELLS R.P., ORR G.W.-** Errors in the use of isokinetic dynamometers.- Europ. J. Appl. Phys., 1981, 46,p. 397-408.

# **ANNEXES**

## ANNEXE I

### Sujets Masculins:

Numéros	Fléchisseurs 60°/s en Nm		Extenseurs 60°/s en Nm	
	Sans stim.	Avec stim.	Sans stim.	Avec stim.
1	113	128	183	209
2	124	133	252	261
3	148	148	265	284
4	117	124	173	187
5	90	140	240	252
6	129	124	236	233
7	122	129	138	170
8	68	91	117	152
9	93	102	198	216
10	121	153	155	230
11	132	159	263	293
12	119	161	161	167
13	138	152	252	283
14	140	185	214	257
15	124	133	250	263
Moyenne	118,53	137,46	202,73	223,8
Ecart-type	20,92	23,64	62,54	60,08



## ANNEXE II

### Sujets masculins

Numéros	Fléchisseurs 240°/s		Extenseurs 240°/s	
	Sans stim.	Avec stim.	Sans stim.	Avec stim.
1	65,7	71,2	67,2	67,5
2	57,2	64,8	71,2	75,1
3	78,1	68,3	95	77
4	78,5	67,2	92,8	70,3
5	83,5	63,9	75,7	67,7
6	52,2	85,5	52,8	82,3
7	83,4	114,6	84,6	96,9
8	86,5	81,2	92	70,6
9	68,1	78,2	67,6	65,5
10	75,7	78,8	70,3	73,9
11	84,2	64	70	73,8
12	56,1	63,1	60,9	65,4
13	68,2	72	53,4	62,6
14	76,5	62,4	75,5	64
15	84,6	74,6	83,7	69,7
Moyenne	73,33	74	74,27	72,53
Ecart-type	11,5	13,52	13,44	8,4

### ANNEXE III

#### Sujets féminins

Numéros	Fléchisseurs 60°/s en Nm		Extenseurs 60°/s en Nm	
	Sans stim.	Avec stim.	Sans stim.	Avec stim.
1	74	82	123	132
2	42	61	95	116
3	67	104	141	175
4	95	92	172	175
5	77	65	121	161
6	45	83	127	139
7	57	62	95	104
8	88	91	124	159
9	72	75	163	165
10	72	88	130	154
11	95	95	153	167
12	111	113	168	169
13	51	94	110	129
14	65	74	107	130
15	75	87	129	141
Moyenne	72,27	84,4	130,53	147,73
Ecart-type	19,18	15,02	24,63	22,21

## ANNEXE IV

### Sujets féminins

Numéros	Fléchisseurs 240°/s		Extenseurs 240°/s	
	Sans stim.	Avec stim.	Sans stim.	Avec stim.
1	73,6	55,4	72,3	64,8
2	65,8	76,6	73,6	61,1
3	82,5	81,6	92,7	77,4
4	82,9	76,4	103,6	64,5
5	82,3	81	79,4	79,4
6	104,9	78,3	74,9	67,3
7	73,3	57,1	73,2	69,8
8	72,5	66,9	61,2	60,9
9	85,6	64,6	128,6	69,1
10	75	70,2	71,1	66,5
11	98	76,6	83,2	75,4
12	75,9	66,2	71	66,1
13	97,8	79,1	67	59,3
14	73,5	56,3	72	63,8
15	82,8	76,2	95,4	71,6
Moyenne	81,93	70,93	81,53	67,8
Ecart-type	10,99	9,41	17,75	5,92

## ANNEXE V

Comparaison de la moyenne des gains (en %)

	Hommes	Femmes	Traitement stat.
Fléchisseurs 60°/s	Moyenne=17,28	Moyenne=22,24	Non significatif
	Ecart-type=16,28	Ecart-type=30,85	p<0,587
Extenseurs 60°/s	Moyenne=15,22	Moyenne=14,20	Non significatif
	Ecart-type=20,56	Ecart-type=10,15	p<0,864
Fléchisseurs 240°/s	Moyenne=3,25	Moyenne=12,76	Non significatif
	Ecart-type=24,45	Ecart-type=11,96	p>0,03
Extenseurs 240°/s	Moyenne=0,37	Moyenne=14,4	Non significatif
	Ecart-type=20,15	Ecart-type=13,29	P>0,025

stitution : CENTRE DE REEDUCATION BELLE-ISLE (57)  
 tjet :  
 epe de rapport: Isocinétique Numérique Unilatéral  
 ode de travail : CONC/CONC  
 ouvement: 0101 Genou Flexion/Extension CONC/CONC

Evaluation CYBEX  
 Id du Sujet : 05621  
 Date du rapport 30/10/1997  
 Poids (Kg): 72,00  
 Gravité (Nm): 9,00

ite du test Gauche  
 29/10/1997  
 pétitions 5 30

### CONCENTRIQUE FLECHISSEURS

esse (°/Sec)	60	240
de couple (Nm)	113	73
de couple % Poids	156.9%	101.4%
le de pic de couple	25°	42°
uple @	°	°
rque @	°	°
ps d'accélération	0.009	0.095
vail total (BWR) (J)	122	75
vail total % Poids	170.4%	104.6%
issance moyenne (W)	82.7	152.5
issance moyenne % poids	114.9%	211.8%
iation standard	5.0	1.0
ariance	17.0	4.0
vail total de la série (J)	569	1,689
io d'endurance	64.5%	65.7%
% de fatigue en travail (J)		1,644.0
% Fatigue en temps (Sec)		14.2
% Fatigue en répétitions		29.0
io de récupération de travail		

### CONCENTRIQUE EXTENSEURS

esse (°/sec)	60	240
de couple (Nm)	183	121
de couple % Poids	254.2%	168.1%
le de pic de couple	63°	56°
ple @	°	°
ple @	°	°
ps d'accélération	0.019	0.078
vail total (BWR) (J)	207	131
vail total % Poids	288.3%	182.0%
issance moyenne (BWR) (W)	126.0	298.5
issance moyenne % Poids	175.0%	414.6%
iation standard	9.0	2.0
ariance	16.0	5.0
vail total de la série (J)	1,017	2,798
io d'endurance	65.0%	67.2%
% de fatigue en travail		2,661
% de fatigue en temps (Sec)		14
% de fatigue en répétitions		28
io de recuperation de travail		

### CONCENTRIQUE FLECHISSEURS / CONCENTRIQUE EXTENSEURS

le couple (Nm)	61.7%	60.3%
le @	°	°
le @	°	°
ail total (BWR)	59.1%	57.5%
sance moyenne (BWR)	65.7%	51.1%
ail total de la série	55.9%	60.4%
itude moyenne (°)	85°	93°

ature : \_\_\_\_\_

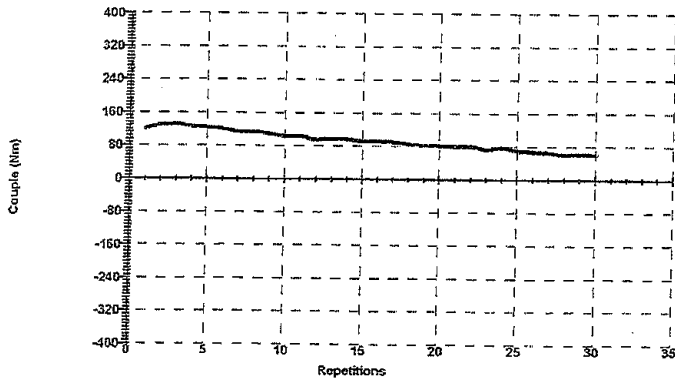
Date: \_\_\_\_\_

Institut : CENTRE DE REEDUCATION BELLE-ISLE (57)  
 Sujet :  
 Type de rapport: Isocinétique Endurance Unilatéral  
 Type de travail : CONC/CONC  
 Mouvement : 0101 Genou Flexion/Extension CONC/CONC

Evaluation CYBEX  
 Id du Sujet : 05621  
 Date du rapport : 30/10/1997  
 Poids du patient (Kg) 72,00  
 Gravité (Nm): 9,00

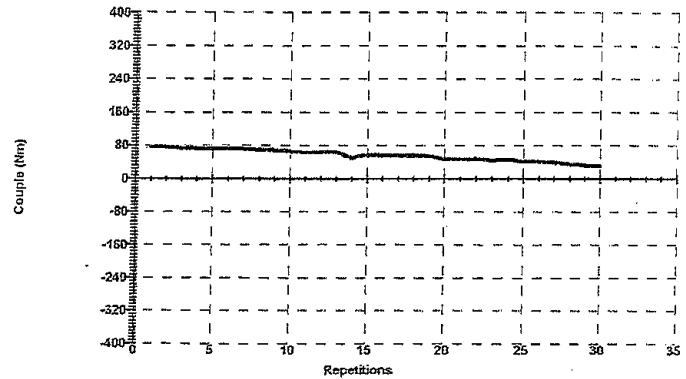
G 29/10/1997

EXTS - 240



G 29/10/1997

FLXS - 240



Répétitions Gauche  
 5 10/29/97  
 30

**CONCENTRIQUE FLECHISSEURS**

Vitesse (°/Sec)	60	240
Pic de couple (Nm)	113	73
Pic de couple % poids	156.9%	101.4%
Angle du pic de couple	25°	42°
Travail total (BWR) (J)		
Travail total % Poids	170.4%	104.6%
Puissance moyenne (W)	82.7	152.5
Puissance moyenne % Poids	114.9%	211.8%
Travail total de la série (J)	569	1,689

**CONCENTRIQUE EXTENSEURS**

Vitesse (°/Sec)	60	240
Pic de couple (Nm)	122 183	75 121
Pic de couple % Poids	254.2%	168.1%
Angle de pic de couple	63°	56°
Travail total (BWR) (J)	207	131
Travail total % Poids	288.3%	182.0%
Puissance moyenne (W)	126.0	298.5
Puissance moyenne % Poids	175.0%	414.6%
Travail total de la série (J)	1,017	2,798

**CONCENTRIQUE FLECHISSEURS / CONCENTRIQUE EXTENSEURS**

Pic de couple	61.7%	60.3%
Travail total (BWR)	59.1%	57.5%
Puissance moyenne (BWR)	65.7%	51.1%
Travail total de la série	55.9%	60.4%
Amplitude moyenne ( 93)	85°	93°

Signature : \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

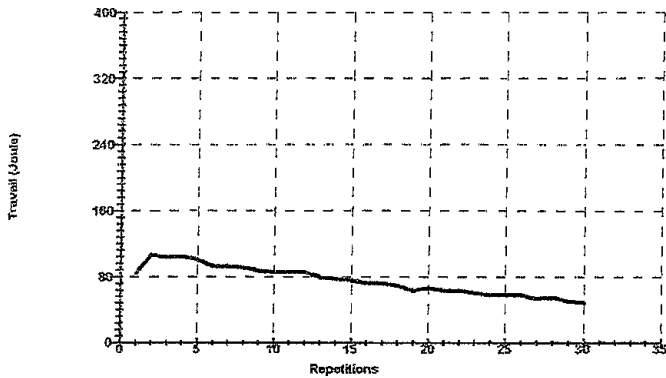


Institut : HOPITAL BELLE ISLE  
 Sujet :  
 Type de rapport: Isocinétique Endurance Unilatéral  
 Mode de contract. : CONC/CONC  
 Mouvement : 0101 Genou Flexion/Extension CONC/CONC

Evaluation CYBEX  
 Id du Sujet : 05621  
 Date du rapport : 12/02/1998  
 Poids du patient (Kg) : 72,00  
 Max GET (Nm): 5,00

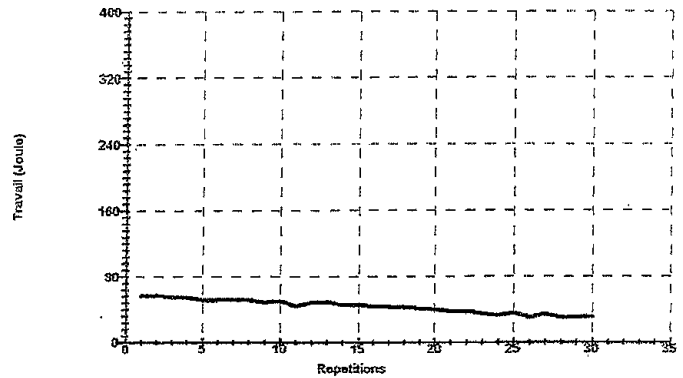
G 12/02/1998

EXTS - 240



G 12/02/1998

FLXS - 240



Gauche  
 02/12/98

Répétitions 5 30

**CONCENTRIQUE FLECHISSEURS**

Vitesse (°/Sec)	60	240
Pic de couple (Nm)	128	72
Pic de couple % poids	177.8%	100.0%
Angle du pic de couple	21°	38°
Travail total (BWR) (J)		
Travail total % Poids	143.1%	80.0%
Puissance moyenne (W)	87.6	150.1
Puissance moyenne % poids	113.3%	208.4%
Travail total de la série (J)	483	1,313

**CONCENTRIQUE EXTENSEURS**

Vitesse (°/Sec)	60	240
Pic de couple (Nm)	103 209	57 127
Pic de couple % Poids	290.3%	176.4%
Angle de pic de couple	36°	39°
Travail total (BWR) (J)	193	106
Travail total % Poids	269.4%	148.4%
Puissance moyenne (W)	141.3	242.9
Puissance moyenne % Poids	196.2%	337.4%
Travail total de la série (J)	909	2,268

**CONCENTRIQUE FLECHISSEURS / CONCENTRIQUE EXTENSEURS**

Pic de couple	61.2%	56.7%
Travail total (BWR)	53.1%	53.9%
Puissance moyenne (BWR)	57.7%	61.8%
Travail total de la série	53.2%	57.9%
Amplitude moyenne ( 73)	67°	73°

Signature : \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_