

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

DÉTENTE VERTICALE
ET
PLIOMÉTRIE

Rapport de travail écrit personnel
présenté par Olivier MOREL
étudiant en 3^{ème} année de kinésithérapie
en vue de l'obtention du diplôme d'état
de masseur-kinésithérapeute
1994-1995.

SOMMAIRE

Page

RÉSUMÉ

1. INTRODUCTION.....	1
2. NOTIONS DE PLIOMÉTRIE.....	1
3. MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	3
3. 1. Matériel.....	3
3. 1. 1. Population.....	3
3. 1. 2. Matériel expérimental.....	3
3. 2. Méthode.....	4
3. 2. 1. Échauffement et phase d'apprentissage.....	4
3. 2. 2. Positions du test.....	5
3. 2. 3. Méthodologie.....	6
3. 2. 4. Choix des critères d'évaluation.....	7
3. 2. 5. Conditions du test.....	7
3. 2. 6. Étirements.....	8
4. RÉSULTATS.....	10

5. DISCUSSION DES RÉSULTATS.....	11
5. 1. Analyse des résultats.....	11
5. 2. Comparaison des résultats.....	12
5. 3. Comportements des patients lors des tests.....	12
6. NOUVEAU PROTOCOLE.....	15
7. CONCLUSION.....	17

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RÉSUMÉ

Notre étude porte sur la méthode pliométrique. Ce travail consiste à mettre au point un protocole de tests pliométriques pour des progrès sur la détente verticale.

Notre travail porte sur 20 footballeurs hommes, divisés en 2 groupes de 10. Chaque groupe saute de 2 hauteurs de chute différentes.

La durée de nos travaux est effectuée sur 7 semaines à raison d'une séance par semaine.

Chaque séance comporte 5 sauts dont le meilleur est pris en compte.

Les résultats obtenus dans les 2 groupes nous montrent un gain significatif de détente musculaire.

Notre étude ne réunit cependant pas les conditions nécessaires pour une comparaison statistique des résultats des 2 groupes.

1. INTRODUCTION

Le travail que nous nous proposons de réaliser consiste à étudier la détente musculaire à partir de tests pliométriques. Selon Desoutter, la pliométrie développe une force une fois et demi supérieure aux régimes dynamique purs (3).

Nous choisissons pour notre étude le test simple de Bosco (2) pour lequel Zanon trouve 85 cm comme étant la meilleure hauteur de chute (2).

Notre étude a pour objectif de comparer 2 groupes qui travaillent en pliométrie. Le premier groupe (groupe 1) saute d'une hauteur de 85 cm et deuxième groupe (groupe 2) saute d'une hauteur de 42,5 cm afin de déterminer :

- la corrélation entre la hauteur de chute et le gain de détente musculaire,
- la vérification des résultats trouvés par Zanon.

En outre, nous cherchons à mettre en évidence si les résultats obtenus peuvent nous guider dans l'orientation d'une rééducation kinésithérapique.

2. NOTIONS DE PLIOMÉTRIE

La pliométrie, développée en France par COMETTI (2), reste encore un concept relativement nouveau, peu utilisée en rééducation et dans le milieu sportif.

C'est un enchaînement rapide et successif d'une phase excentrique, puis d'une phase concentrique. Les physiologistes résument ce type de contractions comme étant un "stretch shortening cycle" (2) (cycle étirement - raccourcissement).

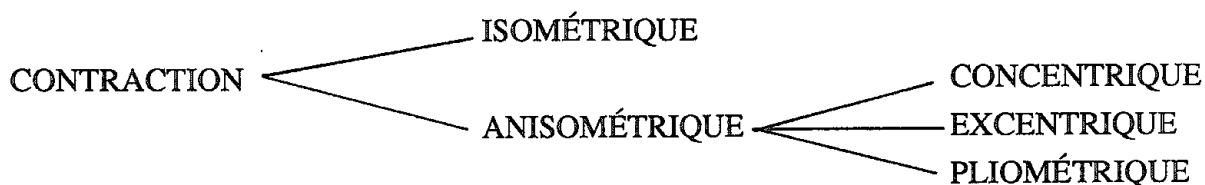


Fig. 1. : Les différents régimes de contraction

"D'après Desoutter, la pliométrie présente les avantages d'être un renforcement musculaire fonctionnel, provoque une force supérieure aux régimes dynamiques, réalise une synchronisation des unités motrices d'un muscle et la coordination des chaînes musculaires" (3).

Bosco explique qu'une augmentation des performances en pliométrie peut aller jusqu'à 11,2% pour des tests de détente musculaire ; en rapport cette augmentation ne dépasse pas 6% pour des tests concentriques purs (3).

Cette augmentation de performance peut être expliquée physiologiquement par la qualité des fibres musculaires, des facteurs nerveux et des facteurs d'étirement.

Lors de la phase de contraction excentrique, il se produit une accumulation d'énergie due à l'étirement du muscle concerné et aux frottements des éléments en parallèle en rapport avec le schéma de Hill (Fig. 2.). Ici, les éléments en parallèle sont matérialisés par E.P.

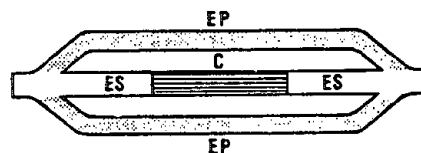


Fig. 2. : Schéma de Hill

Pour ne pas que cette énergie accumulée ne se dissipe totalement en chaleur, l'enchaînement des phases excentrique et concentrique doit être rapide pour associer cette énergie à la force contractile du muscle considéré. Ceci peut se résumer par la force explosive du muscle.

La qualité des fibres musculaires intervient dans ce genre d'exercices dans le sens où les athlètes à fort pourcentage de fibres rapides sont avantagés dans les tests de vitesse, de détente ou d'impulsion.

Le principal régulateur des facteurs nerveux est le circuit de Renschaw (2). Celui-ci est responsable de la sélection des différents types de fibres musculaires et exerce une action

négative sur la synchronisation de ces mêmes fibres musculaires. La pliométrie et son enchaînement jouent une action d'inhibition, par l'intermédiaire du système nerveux central, sur le circuit de Renschaw (2). L'entraînement pliométrique facilite une meilleure coordination des chaînes musculaires.

Quand un muscle est étiré comme lors de la phase excentrique, le muscle concerné répond par une contraction réflexe par l'intermédiaire du réflexe étirement. L'entraînement pliométrique a pour but d'associer la force explosive du muscle au réflexe d'étirement.

3. MATÉRIELS ET MÉTHODE

3. 1. Matériels

3. 1. 1. Population

Notre étude est réalisée sur vingt footballeurs hommes pour une moyenne d'âge de 16 ans et demi (16-19). Ils ne présentent pas d'accidents musculaires (élongation, claquage, déchirure) ou tendineux récents.

La sélection des patients s'est effectuée en fonction de l'âge préférentiel, qui d'après Komi et Bosco (2), influence les performances.

Nous avons divisé arbitrairement en 2 groupes de dix joueurs.

3. 1. 2. Matériel expérimental

Nous utilisons le matériel suivant :

- une table d'une hauteur de 85 cm,
- un banc d'une hauteur de 42,5 cm,
- une table d'examen de kinésithérapeute,
- une craie en poudre,
- un mètre ruban.

3. 2. Méthode

3. 2. 1. Échauffement et phase d'apprentissage

Chaque sujet s'échauffe individuellement pendant un quart d'heure à base d'exercices pliométriques suivants :

- exercices à base de cerceaux,
- exercices avec des haies à pieds joints.

Nous expliquons à chaque sujet le matériel utilisé et ce que nous attendons de lui. L'exercice pliométrique nécessite une vitesse d'exécution importante. Il demande aussi un relâchement musculaire lors de la phase excentrique.

Nous stimulons verbalement chaque sujet en lui donnant comme ordre simple "le sol est brûlant". Cet ordre a pour but de rechercher l'impulsion.

Nous prenons individuellement chaque sujet pour lui dire que nous cherchons la qualité du saut et non la quantité. Sur chaque saut, le sujet doit donc donner le maximum de ses possibilités pour **LE PLUS HAUT** et **LE PLUS VITE** possible.

3. 2. 2. Positions du test

Chaque sujet part debout de la hauteur considéré de profil par rapport à un mur et homolatéralement par rapport à son côté dominant (Fig. 3. et Fig. 4.).



Fig. 3 : Position de départ pour une hauteur de 42,5 cm

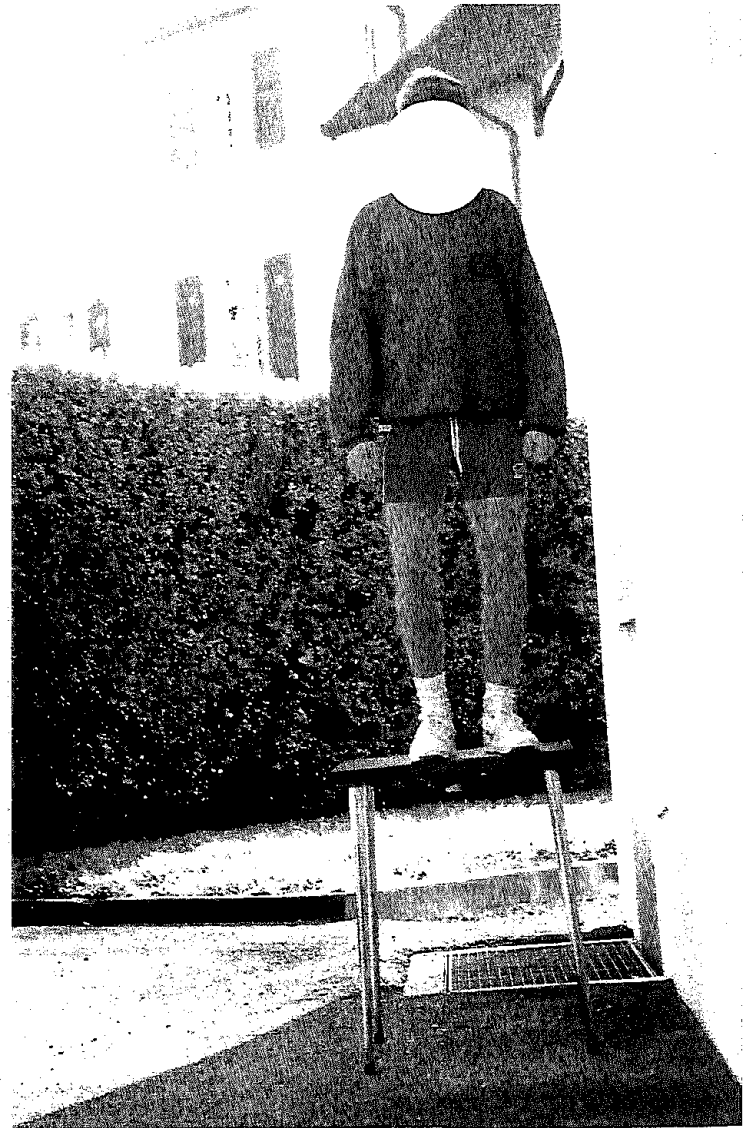


Fig. 4 : Position de départ pour une hauteur de 85 cm

3. 2. 3. Méthodologie

Nous avons élaboré un protocole en ayant comme ligne de conduite la simplicité de mise en place ainsi que la facile reproductivité.

Nous avons choisi délibérément un protocole basé sur un système de concours sportif. Ce système développe et entretient la motivation de chaque sujet. Nous réalisons une première mesure où le sujet se place debout homolatéralement par rapport à un mur, les deux pieds à plat au sol. Positionné ainsi, le sujet étend son bras dominant le long du mur et laisse une première marque au mur à l'aide de la craie en poudre posée sur ses doigts préalablement.

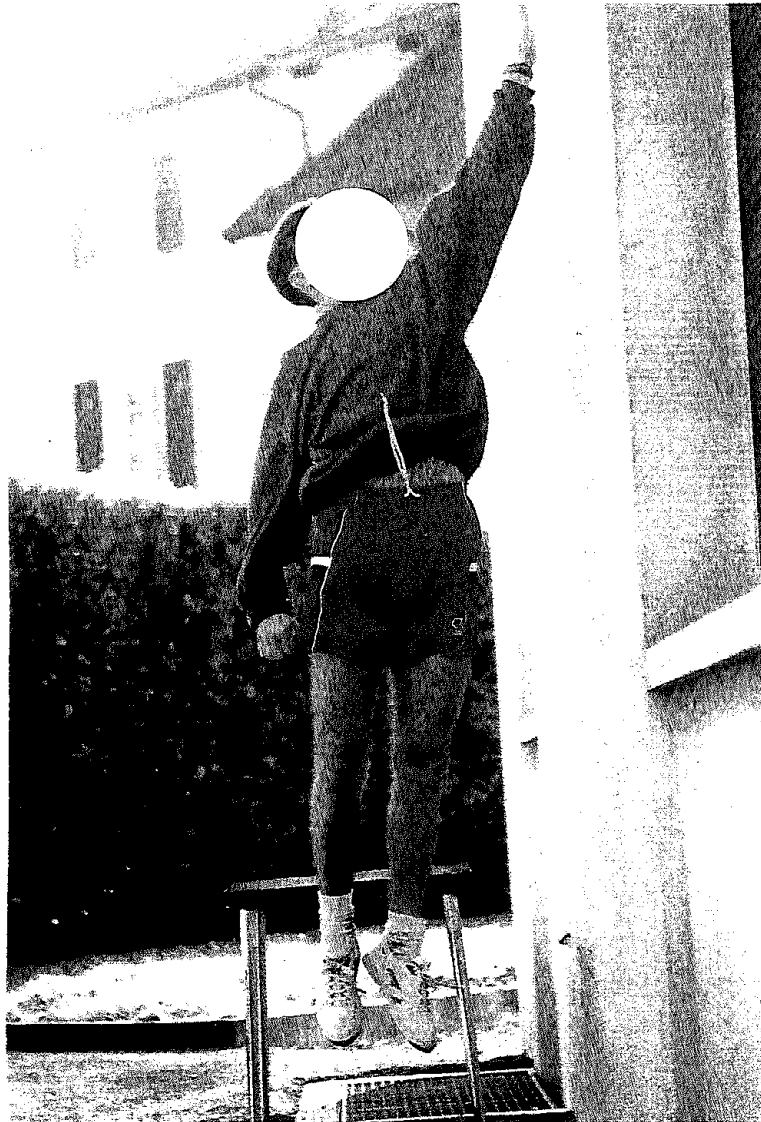


Fig. 5 : Détente verticale à partir d'une hauteur de 80 cm

Pour la deuxième mesure, le sujet effectue un saut à partir de la position de départ et laisse au mur une deuxième marque en allant **LE PLUS HAUT** possible (Fig. 5).

La détente musculaire de chacun est mesurée à l'aide d'un mètre ruban. C'est la différence entre les deux marques laissées par le sujet, sur le mur, à l'aide de la craie en poudre.

3. 2. 4. Choix des critères d'évaluation

Dans la bibliographie, les meilleurs résultats pliométriques pour des tests de détente verticale sont donnés par Zanon (2) avec une hauteur de chute de 85 cm.

Nous prenons cette première hauteur de chute pour effectuer une série de mesures sur le groupe 1.

Nous choisissons pour le groupe 2 une hauteur de chute doublement inférieure. Notre choix est arbitraire. Nous justifions cette hauteur de 42,5 cm pensant que les résultats futurs sont proportionnels à la différence de hauteur de chute.

3. 2. 5. Conditions du test

Nous élaborons le protocole sur un système de concours sportif basé sur la prise en compte du meilleur résultat sur chaque séance.

Nous justifions l'utilisation de notre protocole par l'intermédiaire de trois principes de l'entraînement pliométrique qui sont :

- les séries sont courtes,
- une séance par semaine,
- le temps de récupération est long.

Chaque sujet réalise donc une séance par semaine, à raison d'une série de 5 sauts par séance. C'est le meilleur résultat sur chaque séance qui est pris en compte. Le temps de récupération, entre chaque saut, est de 1 minute.

Ce protocole est élaboré dans le but de ne pas trop solliciter la jonction myotendineuse lors du bref passage de la phase excentrique à la phase concentrique afin d'éviter tout accident musculaire.

Les 2 groupes sont mesurés pendant 7 semaines qui correspond à la disponibilité maximale des jeunes sportifs.

L'ordre de passage des sujets est le même pour chaque séance.

Le test se déroule en extérieur, dans les mêmes conditions thermiques que l'échauffement, pour des résultats rigoureux.

3. 2. 6. Étirements

Après chaque séance, nous effectuons des étirements passifs des muscles principalement sollicités lors de l'exercice pliométrique (1). Nous étirons donc le droit antérieur et le triceps sural (Fig. 6 et Fig. 7).

Le sujet est placé sur une table d'examen de kinésithérapeute.

Chaque étirement dure trente secondes. Le temps de repos est identique. Chaque étirement est répété trois fois sur chaque muscle.

Ces étirements ont deux buts :

- favoriser la récupération post-effort,
- diminuer la raideur musculaire pour obtenir au gain de détente optimal.

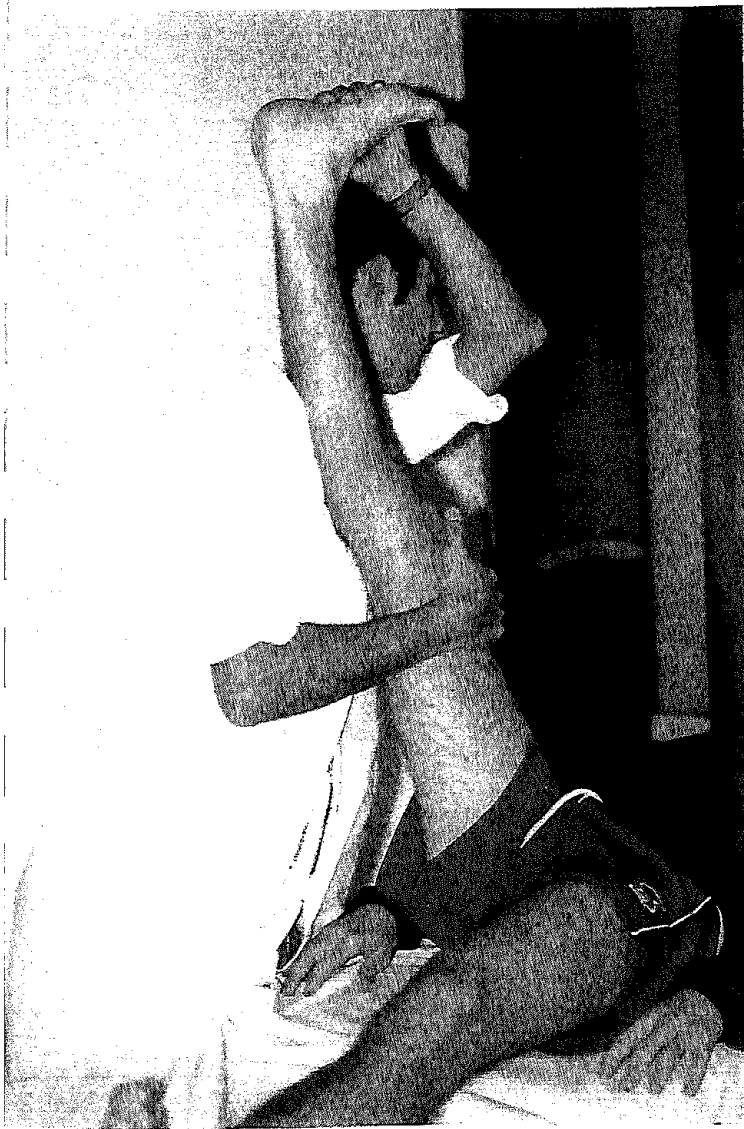


Fig. 6 : Étirement du triceps sural



Fig. 7 : Étirement du droit antérieur

4. RÉSULTATS

Tableau I : Moyenne du groupe 1 au départ et à la fin de l'étude

DÉPART (M 1)	47,700 cm
ARRIVÉE (M 7)	55,850 cm
GAIN	8,15 cm
EFFECTIF	10

Tableau II : Moyenne du groupe 2 au départ et à la fin de notre étude

DÉPART (M 1)	51,600 cm
ARRIVÉE (M 7)	57,750 cm
GAIN	6,150 cm
EFFECTIF	10

Tableau III : Moyenne des 2 groupes à l'arrivée et degré de signification

Moyenne d'arrivée du groupe 1	55,850 cm
Moyenne d'arrivée du groupe 2	57,750 cm
α	0,408

5. DISCUSSION DES RÉSULTATS

5.1. Analyse des résultats

En vue d'une analyse statistique, nous utilisons le test de Student où le seuil de signification est $p = 0,05$ (le résultat est significatif si $p < 0,05$).

Pour le groupe 1, le gain de détente musculaire pour une hauteur de chute de 85 cm nous donne une moyenne de 8,15 cm (Tab. I).

Pour le groupe 2, le gain de détente musculaire pour une hauteur de chute de 42,5 nous donne une moyenne de 6,15 cm (Tab. II).

Dans un but de détente verticale, nous pouvons dire que pour nos deux groupes, la méthode pliométrique est efficace par rapport aux résultats obtenus.

Disposant d'un délai déterminé par l'entraîneur sportif de sept semaines, les tests pliométriques donnent des résultats intéressants pour l'échantillon étudié. Les objectifs de gain de détente musculaire, fixés au départ par l'entraîneur, sont atteints pour les deux groupes.

5. 2. Comparaison des résultats

Statistiquement, il n'existe pas de différence significative entre les deux hauteurs de chute de 85 cm et de 42,5 cm. Nos résultats nous donnent, suivant le test de Student, $\alpha = 0,4080$ (Tab. III) donc $\alpha > 0,05$.

A cette différence non significative, nous apportons deux hypothèses :

- les deux types de hauteurs de chute apportent statistiquement le même gain de détente musculaire,
- les conditions de mise en oeuvre de notre étude ne nous permettent pas d'objection de différences.

Nous retenons cette dernière hypothèse. Nous pouvons apporter une critique par rapport à un manque important concernant nos travaux.

Au départ de notre protocole, nous avons fait sauter les deux groupes de hauteurs de chute différentes. Nos deux groupes ne peuvent pas être comparés, car nous n'avons aucune référence : nous ne savons pas si nos deux groupes possèdent la même détente musculaire au départ.

Les résultats obtenus au bout de 7 semaines ne nous montrent pas qu'une hauteur de chute a un rendement préférentiel (Tab. III).

De plus, cette étude à caractère limitatif avec une population très restrictive, nous permet d'énoncer des incidences qui ne sont valables que pour l'échantillon étudié.

5. 3. Comportement des patients lors des tests

Sur les échantillons étudiés, les deux hauteurs de chute apportent un gain significatif en détente verticale.

Dans nos conditions, nous ne pouvons pas imposer une hauteur de chute par rapport à une autre.

Ces exercices gardent un caractère essentiel qui fait appel à la qualité et à l'efficacité du geste.

Dans notre étude, nous observons qu'un facteur externe influence les résultats et ce, malgré les conseils donnés à chacun.

Il s'agit de la motivation qui est essentielle lors du développement de la force explosive pour gagner en intensité et en rapidité de gestes, éléments indispensables de l'entraînement pliométrique.

En effet, les athlètes sont surpris par la nouveauté et la complexité des exercices proposés :

- Nouveauté car nous leur demandons de travailler en recherchant la qualité du geste. Or, les sujets étudiés sont des footballeurs habitués à des cycles d'endurance, de puissance et de résistance nécessitant des exercices, longs et fatigants.
- Complexité que les joueurs éprouvent par rapport au geste demandé. Nous leur demandons de faire un exercice de rapidité : les sujets ont un stress dû à l'originalité de ces exercices, celui-ci limitant l'accumulation d'énergie lors de la phase excentrique de l'exercice pliométrique. La qualité de la contraction pliométrique s'en trouve ainsi réduite de même que son rendement.

Cependant, le premier effet de surprise passé, nous remarquons une phase d'adaptation dont la durée est proportionnelle à la hauteur de chute (la phase est plus brève pour une hauteur de chute de 42,5 cm).

Ainsi, les meilleurs résultats du groupe 1 (saut de 85 cm) sont observés dans la sixième et la septième semaine, c'est-à-dire bien après le début de notre étude. Ceci nous permet de supposer qu'une fois la phase d'adaptation passée, les résultats obtenus seraient bien meilleurs, pour des sauts d'une hauteur de 85 cm.

Mais la motivation n'est pas seule responsable d'un rendement pliométrique inférieur à nos espérances.

Les travaux de Goubel et Van Hoecke (4) démontrent qu'il existe une relation entre l'élasticité d'un muscle et sa capacité à emmagasiner de l'énergie : un muscle raide stocke moins d'énergie.

Or, lors de nos étirements passifs effectués après chaque série de saut, nous constatons une raideur chez chacun des joueurs. Celle-ci limite donc nos gains pliométriques.

Cette raideur trouvée chez les footballeurs en général ne nous surprend guère : ces sportifs travaillent sur un muscle court et tonique qui possède un fort pourcentage de fibres lentes.

Cette constatation peut nous permettre d'élargir éventuellement notre étude. Il serait intéressant de comparer des populations de sportifs ayant des masses et des volumes musculaires de formes différentes.

Nous pouvons par exemple comparer pour chaque hauteur de chute proposée, un échantillon de footballeur à un échantillon de coureurs de sprint qui travaillent eux sur un muscle long à fort pourcentage de fibres rapides.

Les remarques apportées par chacun des joueurs nous permet de confirmer les idées de notre protocole. En effet, chaque joueur interrogé n'a apporté aucune remarque négative quant à l'application de ces exercices.

Aucun joueur ne s'est plaint, et cela permet de dire que les exercices proposés, effectués à ce rythme, sont non traumatisant sur les échantillons étudiés.

Tout ceci nous paraît encourageant quant à l'utilisation de ces exercices de pliométrie. Nous pouvons donc utiliser cette technique en rééducation en étant aussi prudent que nous l'avons été dans les choix du protocole.

Mais le travail de la pliométrie ne se limite pas à la détente verticale.

Nous employons ce type de contraction chez les sportifs pour rechercher la reprise du geste sportif.

Si elle est bien adaptée, cette technique peut s'appliquer dans les protocoles de renforcement musculaire dans des pathologies traumatiques.

6. NOUVEAU PROTOCOLE

Comme nous l'avons dit précédemment, les conditions de mise en place de notre étude ne sont pas valables pour comparer nos deux groupes. Nous nous permettons, dans ce paragraphe, d'élaborer un nouveau protocole en ne répétant pas les erreurs commises.

Cette nouvelle étude pourra être soumise à des futures éventuelles recherches. Il faut tout d'abord établir statistiquement un nombre de sujets nécessaires pour que nos conclusions apportées ne se limitent pas à l'échantillon étudié.

Nous utilisons pour cela le test de Student où le test est significatif si $\alpha < 0,05$. Nous avons calculé ce nombre et nous trouvons 55 sujets par groupe.

Une fois les échantillons calculés, il nous faut un test de référence pour objectiver qu'une hauteur de chute ait un rendement supérieur par rapport à une autre. Notre choix se porte sur le "squat jump" pour des raisons de simplicité de mesures. Il s'agit pour le sujet de partir d'une position hanches et genoux fléchis et de sauter le plus haut possible.

Sur chaque séance, chaque sujet saute une fois en "squat jump". Nous effectuons sur chaque sujet une mesure en "squat jump" une semaine avant le début de notre étude. Celle-ci nous sert à effectuer un tirage au sort pour répartir le même nombre de sujets dans chaque groupe. Ainsi, avec ce tirage au sort, nous aurons au départ de notre étude un test de Student significatif ($\alpha < 0,05$) avec deux échantillons indépendants.

Ces deux groupes ont donc le même potentiel de détente verticale au départ de notre étude.

Nous ajoutons donc à notre étude précédente, une mesure de référence qu'est le "squat jump". Nous rappelons les différents points de notre protocole :

- durée de l'étude de 7 semaines,
- le groupe 1 effectue chaque semaine 5 sauts d'une hauteur de chute de 85 cm tandis que le groupe 2 saute d'une hauteur de 42,5 cm,
- le temps de repos entre chaque saut est d'une minute,
- les méthodes de mesures sont identiques.

Nous pouvons objectiver et résumer cette éventuelle étude sur un tableau de ce type (Tab. IV).

Tableau IV : présentation des résultats du nouveau protocole

	GROUPE 1		GROUPE 2	
Age				
Poids				
Taille				
DÉPART	SJ	H1	SJ	H2
ARRIVÉE	SJ	H1	SJ	H2

SJ = "squat jump"

H1 = saut d'une hauteur de chute de 85 cm

H2 = saut d'une hauteur de chute de 42,5 cm

7. CONCLUSION

Nous rappelons que les conclusions apportées ne sont valables que pour l'échantillon étudié.

Nous avons déjà pu remarquer que les conditions de notre étude ne permettait pas de comparer les 2 groupes.

Il nous paraît cependant intéressant d'utiliser des méthodes pliométriques dans la rééducation kinésithérapique. En effet, ces exercices pliométriques apportent des gains de détente musculaire verticale significatifs. De plus, ils offrent les avantages d'être de courte durée et facilement renouvelable.

Cette méthode peut être utilisée en rééducation car les gestes pratiqués se travaillent en qualité et non en quantité.

BIBLIOGRAPHIE

1. **BOSCO C., VIITASALO J.T.**, - Potentiation of myoelectrical activity of human muscles in vertical jumps. - Electromyogr. clin. Neurophysiol., 1982, 22, p. 549-562.
2. **COMETTI G.** - La pliométrie. - Compte-rendu de colloque de UFR STRAPS, Dijon. Ed. université de Bourgogne, 143 p.
3. **DESOUTTER P.** - La pliométrie : utilisable en rééducation ? - Kinésithérapie scientifique, 1993, n° 320, p. 25-28.
4. **GOUBEL F., VAN HOECKE J.** - Incidence des propriétés mécaniques du muscle sur la réalisation de la performance. - Cinésiologie, 1982, XXI, p. 41-51.
5. **GUILLODO Y., SERBERT P., BARTHELEMY L.** - Latéralité podale et détente verticale chez le footballeur de haut niveau. - Sciences et sports, 1992, 7, p. 123-124.

ANNEXES

Annexe I

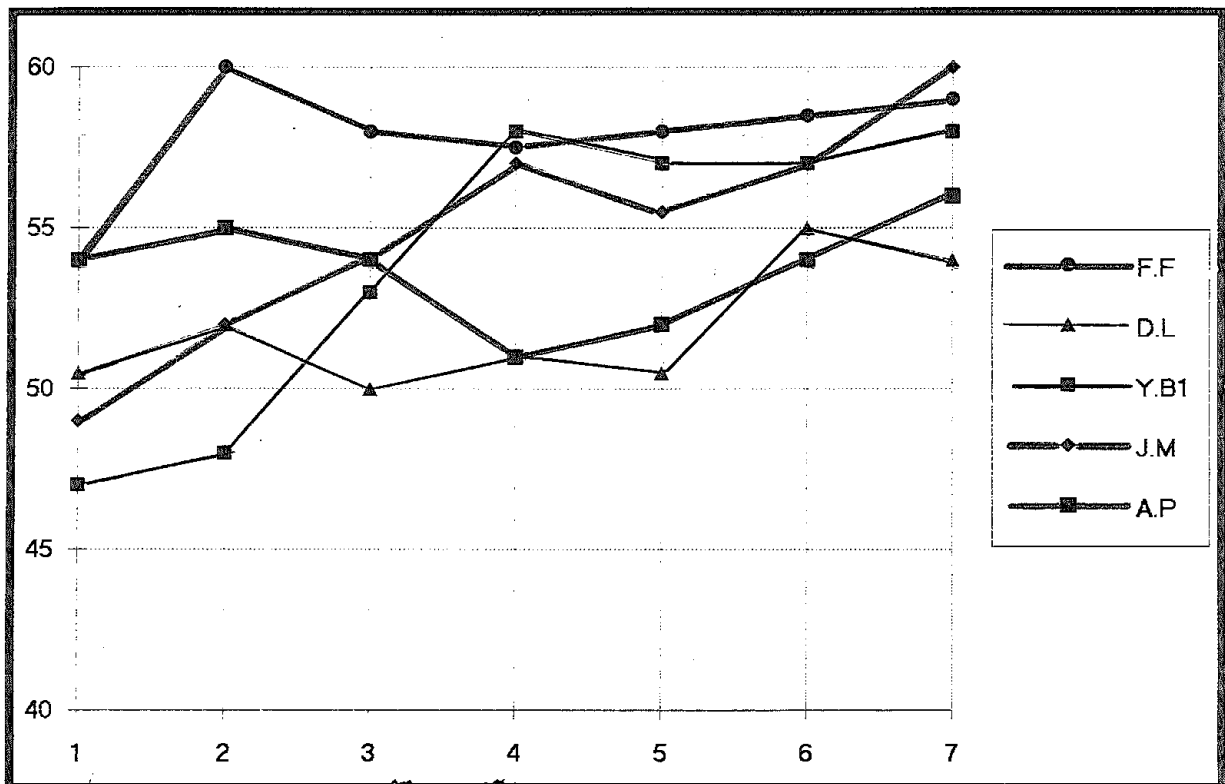
Tableau V : Résultats des 2 groupes

	en cm							Moyenne
1 - D.C. 1	47	51	51	49,5	52,5	53	53	51
2 - N.C.	48	50	52	50,5	51	54	54	51,36
3 - Y. S.	60	62	61	64	64	64	65	62,86
4 - F.K.	52	53	54	54,5	56	59	59,5	55,43
5 - D.P.	43,5	44	47	46	49	50	51	47,21
6 - D.G.	47	48	52	51,5	52	54	54	51,21
7 - F. M.	53	57,5	57	57	58	59	59	57,21
8 - Y. M.	56	60	57,5	62	60	62	63	60,07
9 - D. C. 2	43	48	53	52	50	54	54	50,57
10 - J. M.	27,5	29	45	40	44	47	46	39,79
								52,67
1 - F.F.	54	60	58	57,5	58	58,5	59	57,86
2 - D. L.	50,5	52	50	51	50,5	55	54	51,86
3 - Y.B. 1	47	48	53	58	57	57	58	54
4 - J. M.	49	52	54	57	55,5	57	60	54,93
5 - A.P.	54	55	54	51	52	54	56	53,71
6 - Y.F.	58	60	61	62	63,5	62,5	59,5	60,93
7 - F.P.	42	45	46	48	49	47	48	46,43
8 - Y.B. 2	51	64	59	57	58	60	60	58,43
9 - L.B.	55	54	53,5	60	59	62	62	57,93
10 - N.C.	55,5	56	60	58,5	57	60	61	58,29
								55,43

Moins bonne performance
Meilleure

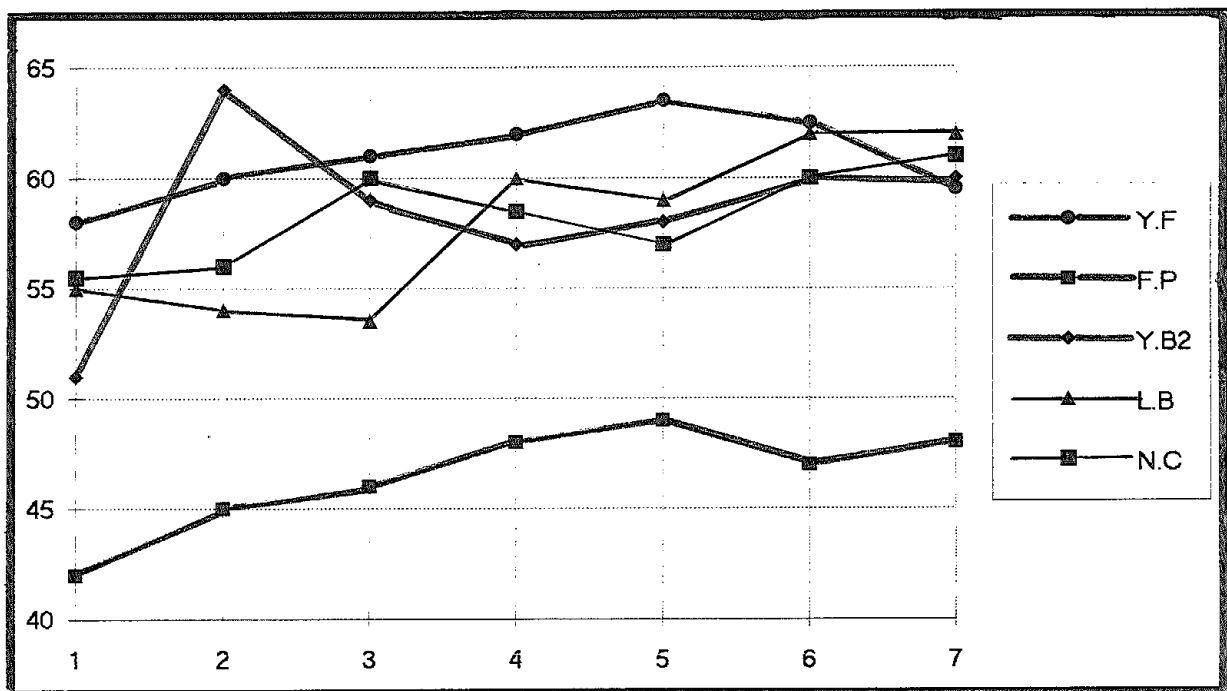
Annexe II

Tableau VI : Courbe d'évolution de la première moitié des sauteurs du groupe 2.



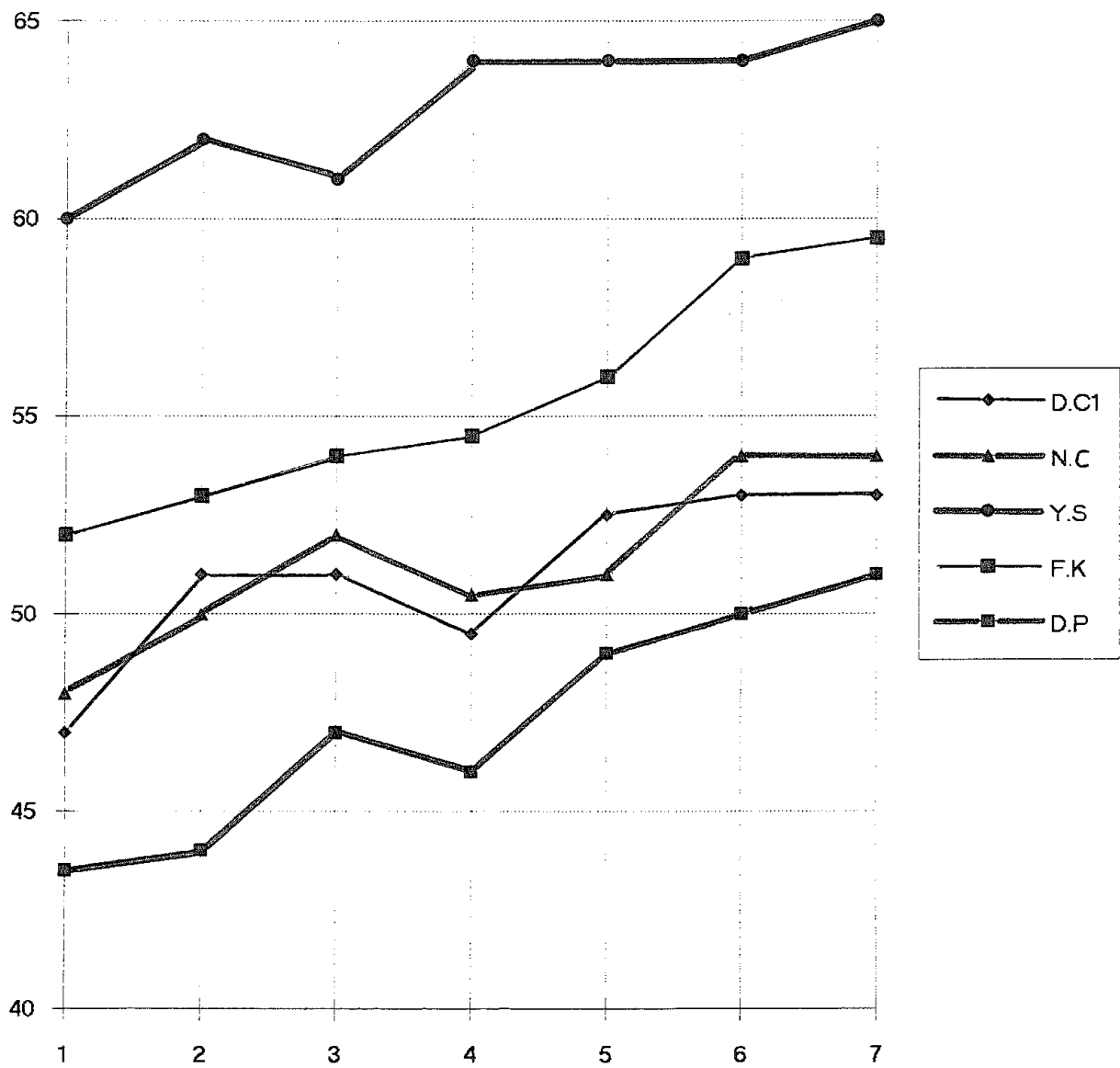
Annexe III

Tableau VII : Courbe d'évolution de la deuxième partie des sauteurs du groupe 2.



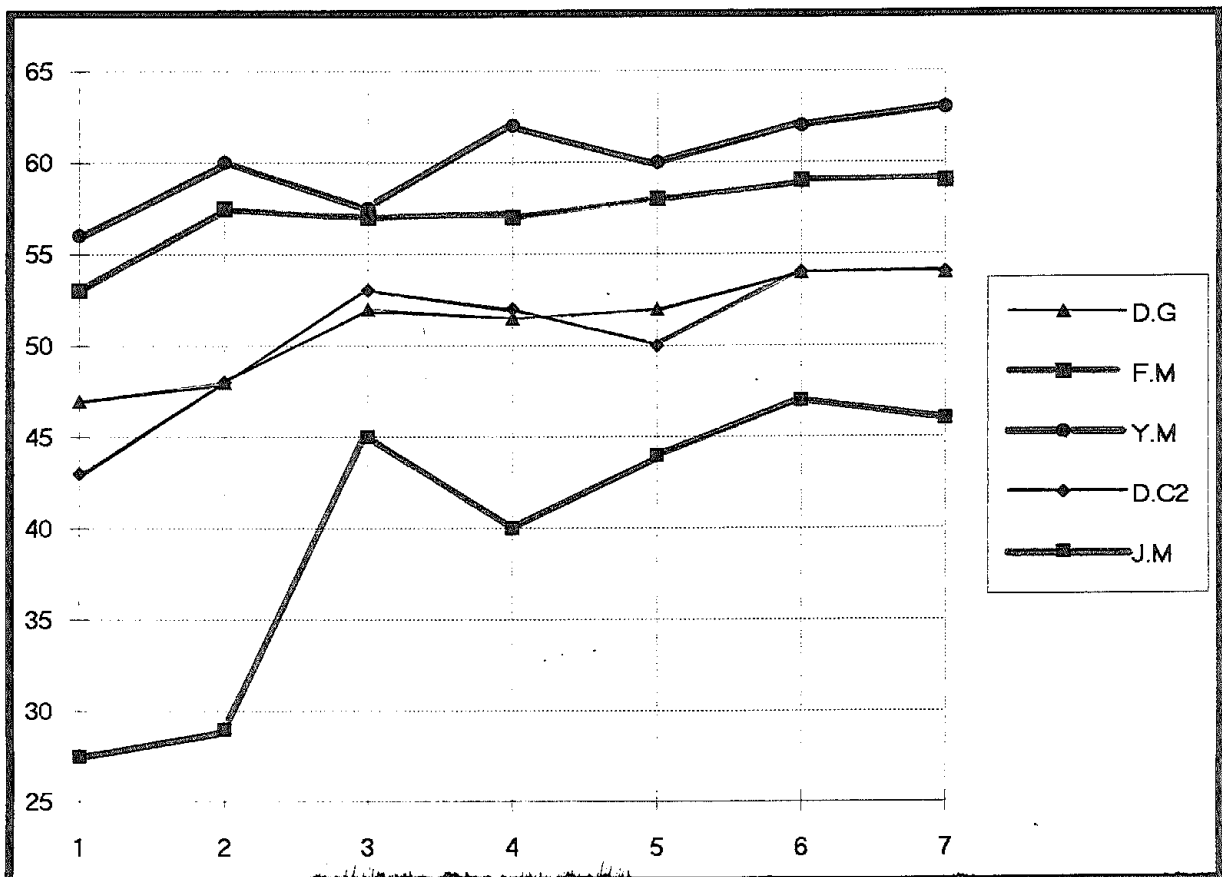
Annexe IV

Tableau VIII : Courbe d'évolution de la première partie des sauteurs du groupe 1.



Annexe V

Tableau IX : Courbe d'évolution de la deuxième partie des sauteurs du groupe 1.



Annexe VI

Tableau X : Évolution de la moyenne des 2 groupes.

