

## **Thème: Etudes comparative des effets de deux méthodes d'entraînements : la Pliométrie et l'isométrie combinée à la Pliométrie sur la force explosivité des membres inférieurs (Endurance explosive horizontale (EEH), Endurance explosive verticale (EEV), Explosivité horizontale (SPJH), Explosivité verticale (SPJV)**

El ouirghioi. A<sup>1</sup>, Boulahoual. A<sup>2</sup>, Essiyedali. A<sup>3</sup>, Mesfioui. A<sup>1</sup>

1 : Laboratoire de Génétique Neuro-endocrinologie Biotechnique, Faculté des sciences, Kenitra, Maroc

2 : laboratoire d'analyse et de recherches en marketing et stratégie des organisations, Casablanca, Maroc

3 : CRMEF. Rabat. Maroc

**Résumé :** ce travail propose d'étudier les effets de deux méthodes d'entraînement sur une population de jeunes amateurs de football, âgés de 15 à 18 ans. Les deux modalités d'entraînement sont, un régime combiné : isométrie plus pliométrie et la pliométrie basse ainsi que moyenne. La période d'entraînement est de six semaines à raison de deux séances par semaine de 45 mn et qui sont comparé avant et après un entraînement spécifique de force explosive pour chaque groupes, ainsi les paramètres évalués sont : l'endurance explosive horizontale (EEH), l'endurance explosive verticale (EEV), l'explosivité horizontale (SPJH) et l'explosivité verticale (SPJV) des membres inférieures.

Après une analyse statistique, nous avons pu conclure que :

L'entraînement en pliométrie basse (bondissements horizontaux) permet à nos sujets de gagner en explosivité vertical (SPJV) et en endurance explosive horizontal et vertical (EEH, EEV), tandis que l'entraînement en isométrie plus pliométrie basse donne un impact positif sur les quatre qualités à savoir : EEH, EEV, SPJH et SPJV, alors que l'entraînement en pliométrie moyenne (20 à 40 cm) montre peu d'impact sur la qualité saut pieds joint horizontal (SPJH), et l'existence d'influence sur les autres variables EEH, SPJV, et EEV, par contre l'entraînement en pliométrie moyenne (20 à 40 cm) combiné à isométrie donne peu d'impact sur la qualité SPJH, mais impacte positivement les qualités EEH, SPJV, et EEV. Nous avons aussi vérifié l'existence de différences significative entre les différentes techniques d'entraînement pour en déduire ensuite la technique qui permettrait de gagner plus d'explosivité sur les quatre qualités physique à la fois et nous avons trouvé que la combinaison de l'entraînement en bondissement horizontal et l'entraînement de l'isométrie plus bondissement vertical donne un impact positif sur les quatre qualités physiques : (SPJH, SPJV, EEH, EEV).

**Mots clés:** Pliométrie, Isométrie, Endurance explosive horizontale (EEH), Endurance explosive verticale (EEV), Explosivité horizontale (SPJH), Explosivité verticale (SPJV)

### **I. Introduction:**

L'étude des effets de l'entraînement avec combinaison de modalités de contraction sur la force explosive des membres inférieurs ne donne pas avec précision des résultats sur une qualité musculaire et des modifications qui en résulte, mais permet des orientations de l'entraînement selon le type de combinaison possible.

La contraction pliométrique permet de recruter très rapidement un grand nombre d'unité motrice et d'accélérer le déplacement du centre de gravité, augmente la vitesse de contraction musculaire (puissance musculaire) en utilisant le réflexe d'étirement (augmentation de l'influx sollicitant un nombre important de fibre musculaires) et les composantes élastique du muscle (stockage-restitution de l'énergie emmagasiné par le système musculo-tendineux lors de la phase d'étirement). Peres-Gomez J et Calbet JA (2013) ont montré qu'un entraînement en pliométrie d'au moins quatre semaines améliore la détente verticale par développement de la force explosive et un perfectionnement du recrutement et de la synchronisation des unités motrices. Ainsi le travail pliométrique développe des forces supérieures à la force max volontaire 1 fois et demi voire 2 fois, augmente la sensibilité des fuseaux neuromusculaires, amélioration de la force maximale : 6,8%, diminue les inhibitions sur le réflexe myotatique (Schmidbleicher, 1988), élève le seuil de sensibilités des récepteurs de Golgi (Bosco 1985), améliore la sensibilité du fuseau neuromusculaire (Poussin 1988), augmenter la raideur musculaire (Poussin 1988) et augmente la raideur de la composante élastique tendineuse (permet la lutte contre l'écrasement) avec un gain d'élasticité de la composante élastique (emmagasine l'énergie).

### **II. Contexte de l'étude**

**1. Le régime pliométrique :** classées en fonction de l'intensité. On distingue la Pliométrie basse (bondissements horizontaux, verticaux de 2 à 30 cm de hauteur), moyenne (sauts verticaux de 30 à 80 cm de hauteur et des sauts en contre bas et Pliométrie lourde (destinées à des sportifs confirmés avec des hauteurs plus importantes de 80 à 1m provoquant des chocs et des traumatismes musculaires, tendineux et articulaires. Arnaud Lesserteur (2009) propose un travail pour des débutants selon le type de Pliométrie : Pliométrie basse : 430/470 sauts ; Pliométrie moyenne : 180/220 sauts ; Pliométrie haute : 70/80 sauts ; 4 à 10 séries par groupes musculaires ; 5 à 30 répétitions et une récupération de 2 à 3 mn.

**2. Le régime isométrique :** exploré par Hettinger et Muller en 1953, présente l'intérêt de permettre de développer des tensions volontaires supérieures à son maximum concentrique (Schmidbleicher parle de 10%). Pour Mannot un effort isométrique soutenu pendant quelque secondes entraine une augmentation de la synchronisation des unités motrices en cours de l'exercice et a des effets négatifs sur la coordination et l'élasticité musculaire, c'est pour cela il doit être suivi de régime dynamique.

**Endurance de force explosive :** Elle consiste à résister à la fatigue et maintenir un % de force maximale le plus longtemps possible. Pour cela Les entraînements sont réalisés à des charges : 0 à 50% 1RM pour la puissance vitesse et 50 à 70%

1RM pour la puissance force. Dans notre cas c'est une endurance de force spécifique qui consiste à maintenir le plus longtemps possible des sauts de 10 haies à 50 cm de hauteur (10 cerceaux espacés de 1m)

#### **Méthode de développement de la force explosive des membres inférieurs :**

La détente verticale est la résultante des facteurs neuromusculaires : la force explosive, la puissance musculaire et la coordination intermusculaire. Un entraînement de la puissance (0 à 50% 1RM), de la force max et de la Pliométrie s'avère plus adéquat pour développer cette qualité. Un travail de la souplesse des extenseurs de la jambe (fessiers, quadriceps et mollets) : existence d'une corrélation entre la détente verticale et la souplesse (élasticité musculaire) des quadriceps et une coordination neuromotrice (accélération), des agonistes évite le déséquilibre musculaire et pour développer la force explosive, il convient d'améliorer la pente de montée de la force: (maximum d'UM dans un minimum de temps) :

1-développement de la force max par l'amélioration de la coordination intramusculaire.

2- développement de la puissance par un travail avec des charges légères à vitesse max

3-développement de la force réactive par un travail pliométrique

4- développement de la proprioception favorisant la coordination intra et intermusculaire.

L'amélioration des performances après un travail de musculation se fait par étapes. Selon Schmidtbleicher (1984), deux semaines d'entraînements permettent de développer des niveaux de force plus importants en agissant sur les facteurs nerveux grâce à l'amélioration de la coordination intermusculaire (charges lourdes plus mouvements spécifiques). Deux autres semaines procurent une augmentation de la fréquence des battements des unités motrices. Ainsi la synchronisation des unités motrices est obtenue par : un travail explosif, un travail avec charge lourde  $\geq 80\%$  1RM, un travail lourd/explosif et un travail mixte (iso/fatigue/explosif) Cometti, 1989). Agissant sur les facteurs structuraux, nous pouvons augmenter la section transversale du muscle (hypertrophie) : méthode 10x10 avec une charge de 70% 1RM, augmentation du nombre de sarcomères : réaliser des mouvements en amplitude et une transformation des fibres de type I en type II : utilisation des charges lourdes  $> 80\%$ . Par contre si on voudrait se focaliser sur les facteurs élastiques en série et élastiques en parallèle ainsi que le réflexe myotatique, le travail pliométrique semble le plus intéressant. Cousilman 1976 suggère l'existence d'une relation entre la détente verticale et la composition musculaire en fibres ST et FT et propose un travail pliométrique favorisant le développement des fibres rapides et augmentant la raideur de la composante élastique tendineuse (lutte contre l'écrasement) tandis que la composante musculaire gagne en élasticité (emmagine l'énergie) avec une synchronisation entre les deux systèmes, tandis que Rahman (2005) a indiqué que l'entraînement de la pliométrie à court terme est capable d'améliorer la détente verticale, la force musculaire et la puissance anaérobie et préconise de le combiner avec un entraînement avec charge, alors que Eduardo sa'ez (2008) a montré qu'un programme d'entraînement de pliométrie en raison de 2 jours par semaine avec 840 sauts produit le même effet qu'un programme de 4 jours par semaine avec 1680 sauts, mais avec une plus grande efficacité, cependant, Avery (2007) suite à une étude sur des enfants de 12 à 15 ans a observé qu'un programme d'entraînement pliométrique combiné à un programme de conditionnement a pu réaliser des améliorations plus grandes en puissance des membres inférieurs de 6,0%. Par contre, il a constaté chez des sujets qui ont participé uniquement à un programme de conditionnement (étirement statique et musculation) une amélioration de 1,1%. De son côté, Malisous (2008) a conclu à la suite de 8 semaines d'entraînement pliométrique, une augmentation du diamètre de la fibre musculaire, une amélioration de la force max et de même pour la vitesse de raccourcissement (amélioration de la puissance de fibre : énergie élastique stocké dans les éléments extensibles et contractiles pendant la phase excentrique et libéré pendant la phase concentrique).

### **III. Méthodologie**

Il existe une corrélation entre la détente verticale et la souplesse du quadriceps nécessitant une élasticité (souplesse) et une coordination neuromotrice (accélération) : nous pensons que le travail de foulées bondissantes a un effet sur ces deux qualités physique alors qu'un entraînement en pliométrie à base de sauts pieds joints en hauteur peut agir sur la force réactive ainsi que maximale et par la suite augmenter l'explosivité des membres inférieurs, favorisant le développement des fibres rapides et augmentant la raideur de la composante élastique.

Nous pensons que la combinaison de l'isométrie avec la pliométrie peut remédier l'effet négatif sur la coordination et l'élasticité musculaire augmentant la synchronisation des unités motrices en cours de l'exercice, ainsi une meilleure explosivité des membres inférieurs et par la suite une endurance explosive soutenue.

**Objectifs :** étudier l'effet de 2 méthodes d'entraînement : Pliométrie et l'isométrie combinée à la pliométrie sur la force explosive et l'endurance de force explosive des membres inférieures chez des jeunes amateurs de football de quartier.

1°) force explosive des membres inférieurs

➤ 1 saut horizontal pieds joints (SPJH)

➤ 1 saut vertical de face pieds joints (SPJV)

2°) endurance explosive

➤ succession de sauts verticaux (10 haies de hauteur 50 cm) (EEV)

➤ succession de sauts horizontaux (11 cerceaux espacés de 1m) (EEH)

**La population d'étude :** Notre échantillonnage est composé de 48 sujets âgés de 15 à 18 ans pratiquants le football comme sport de loisir à l'école ou le dimanche dans des organisations amateurs de quartier.

#### **Démarches et outils d'investigation :**

Nous avons opté pour les méthodes combinées : contraction pliométrique (basse et moyenne : 0 à 50 cm) et contraction isométrique combinée à la pliométrie. Le nombre de répétitions, séries, récupération, (voir tableaux) avec une fréquence de 2 entraînements de 45 mn par semaine, pendant une période de 6 semaines. Nous avons utilisé uniquement des bondissements horizontaux pour le 1° groupe, verticaux pour le 3° groupe, ainsi qu'un régime combiné, isométrie plus bondissement horizontal pour le 3° groupe et isométrie plus bondissements verticaux pour le 4° groupe, en vue d'améliorer quatre qualités physique de force explosive des membres inférieurs à savoir 1° : saut pieds joints horizontal

(SPJH), 2° : saut pieds joints vertical (SPJV), 3° : endurance explosive horizontal (EEH) et 4° : endurance explosive vertical (EEV).

**Premier groupe: bondissements horizontaux**

SEMAINES	LONGUEURS	NOMBRE DE BONDS	SERIES ET REPETITIONS	RECUPERATION SERIES
1	40cm	80	2 X (4x10) bonds	30 SECS
2	40cm	100	4x15 +2x20 bonds	30 SECS
3	50cm	120	3x20 + 2x30 bonds	40 SECS
4	50cm	160	4x30 + 1x40 bonds	40 SECS
5	50cm	180	2x40 + 2x50 bonds	45 SECS
6	50cm	200	4x50 bonds	45 SECS

**Deuxième groupe : bondissements verticaux**

SEMAINES	LONGUEURS	NOMBRE DE BONDS	SERIES ET REPETITIONS	RECUPERATION SERIES
1	40cm	80	2 X (4x10) bonds	30 SECS
2	40cm	100	4x15 +2x20 bonds	30 SECS
3	50cm	120	3x20 + 2x30 bonds	40 SECS
4	50cm	160	4x30 + 1x40 bonds	40 SECS
5	50cm	180	2x40 + 2x50 bonds	45 SECS
6	50cm	200	4x50 bonds	45 SECS

**Troisième groupe : isométrie plus pliométrie basse (bondissements horizontaux)**

SEMAINES	LONGUEURS	ISO EN SECS	NOMBRE DE BONDS	SERIES ET REPETITIONS	RECUPERATION SERIES
1	40cm	10	80	2 X (4X 10) bonds	30 SECS
2	40cm	10	100	4X15+2X20 bonds	30 SECS
3	50cm	20	120	3X20+2X30 bonds	40 SECS
4	50cm	20	160	4X30+1X40 bonds	40 SECS
5	50cm	30	170	2X40+2X50 bonds	45 SECS
6	50cm	30	200	4X50 bonds	45 SECS

**Quatrième groupe : isométrie plus pliométrie haute (bondissements verticaux)**

SEMAINES	LONGUEURS	ISO EN SECS	NOMBRE DE BONDS	SERIES ET REPETITIONS	RECUPERATION SERIES
1	40cm	10	80	2 X(4X 10) bonds	30 SECS
2	40cm	10	100	4X15+2X20 bonds	30 SECS
3	50cm	20	120	3X20+2X30 bonds	40 SECS
4	50cm	20	160	4X30+1X40 bonds	40 SECS
5	50cm	30	170	2X40+2X50 bonds	45 SECS
6	50cm	30	200	4X50 bonds	45 SECS

**Les tests :** nous avons mis en place les tests suivants :(explosivité des membres inférieurs)

1°) saut pieds joints horizontal (SPJH)

2°) saut pieds joints vertical (SPJV)

3°) maximum de sauts pieds joints horizontal (11 cerceaux espacés : 1m entre deux cerceaux)

4°) maximum de sauts pieds joints vertical (10 haies de 50cm de hauteur)

**Protocole expérimentale :**

BONDISSEMENT HORIZONTALAUX									
TEST 1					TEST 2				
	SPJH	EEH	SPJV	EEV		SPJH	EEH	SPJV	EEV
1	1,70	30	85	30	1	1,90	90	85	90
2	2,00	75	85	55	2	2,10	90	85	80
3	2,15	55	85	50	3	2,20	140	90	80
4	2,10	55	85	40	4	2,20	150	90	140
5	2,10	150	90	125	5	2,15	200	95	150
6	1,80	30	85	50	6	1,95	110	85	60
7	2,20	40	90	95	7	2,30	150	95	110
8	2,10	40	90	100	8	2,15	140	100	120
9	2,00	55	85	105	9	2,15	110	95	150
10	2,00	105	85	70	10	2,15	120	90	160
11	2,05	80	85	85	11	2,20	90	90	100
12	2,00	60	90	70	12	2,25	100	100	160
13	2,65	110	110	120	13	2,70	200	110	200

**1° groupe : tests avant et après entraînement en bondissements horizontaux**

ISOMETRIE PLUS BONDISSEMENT HORIZONTALAUX									
TEST 1					TEST 2				
	SPJH	EEH	SPJV	EEV		SPJH	EEH	SPJV	EEH
1	2,35	75	95	170	1	2,40	200	95	180

2	2,35	75	95	120	2	2,40	150	105	120
3	2,20	80	95	100	3	2,25	210	100	160
4	2,20	60	95	110	4	2,30	100	95	115
5	2,00	85	95	35	5	2,05	100	100	40
6	2,40	125	95	80	6	2,45	160	105	115
7	2,30	100	95	65	7	2,40	160	100	75
8	2,20	90	90	60	8	2,45	120	105	75
9	2,10	60	85	60	9	2,15	80	85	75
10	2,05	75	95	80	10	2,10	100	110	100
11	1,95	50	85	30	11	1,95	80	80	40
12	2,20	75	80	95	12	2,35	110	95	115
13	2,15	85	95	90	13	2,25	130	105	115

**2° groupe: tests avant et près entrainements en isométrie plus bondissement horizontaux**

BONDISSEMENT VERTICAUX									
TEST 1					TEST 2				
	SPJH	EEH	SPJV	EEV		SPJH	EEH	SPIV	EEV
1	2,20	55	85	115	1	2,20	170	85	170
2	2,30	70	90	70	2	2,30	140	90	100
3	2,30	70	90	70	3	2,30	140	100	100
4	2,40	60	95	100	4	2,20	130	100	170
5	2,15	75	95	100	5	2,30	100	100	190
6	1,95	85	85	110	6	1,95	120	90	150
7	2,10	80	90	100	7	2,15	120	90	190
8	2,10	75	90	100	8	2,15	80	95	120
9	2,00	65	85	75	9	2,20	60	90	80
10	2,20	70	85	70	10	2,15	120	95	100
11	2,00	95	90	100	11	2,10	110	90	140

**3° groupe : tests avant et après entrainement en bondissement verticaux**

ISOMETRIE PLUS BONDISSEMENT VERTICAUX									
TEST 1					TEST 2				
	SPJH	EEH	SPJV	EEV		SPJH	EEH	SPIV	EEV
1	2,25	50	85	95	1	2,25	180	100	100
2	2,05	45	55	90	2	2,20	140	90	100
3	2,10	140	90	100	3	2,05	210	100	110
4	2,40	80	100	110	4	2,50	220	115	220
5	2,35	45	90	85	5	2,20	210	90	130
6	1,85	35	75	50	6	1,85	60	85	80
7	1,65	30	65	45	7	1,65	50	75	60
8	1,85	35	100	100	8	1,95	60	100	100
9	2,05	60	85	95	9	1,90	75	100	70
10	2,05	60	90	90	10	2,00	100	100	120
11	1,55	60	75	75	11	1,60	80	80	100

**4° groupe : tests avant et entrainement en isométrie plus bondissement verticaux**

Le premier groupe (13 sujets) était soumis à un entrainement de pliométrie basse (bondissement horizontaux), le deuxième groupe (13 sujets) a subi un entrainement en pliométrie moyenne (30 à 50 cm) tandis que le troisième groupe (11 sujets) a fait un entrainement en régime combiné (isométrie plus bondissement horizontaux) alors que le quatrième groupe (11 sujets) s'est entrainé lui aussi en régime combiné (isométrie plus bondissements verticaux 30 à 50 cm).

Chaque groupe s'est entrainé deux fois par semaine à raison de 45mn par séance pour une période de six semaines avec un max de 200 sauts par semaine selon la spécificité du travail demandé afin de déterminer l'effet de chaque méthode d'entrainement sur les quatre types de force explosive.

**IV. Analyse des résultats**

**1- Comparaison des moyennes avant et après chaque type d'entrainement.**

**Test de Wilcoxon :** Le test de Wilcoxon est un test non paramétrique souvent utilisés pour comparer deux échantillons avant et après un certain événement.

**Première technique d'entrainement : les bondissements horizontaux :**

**Récapitulatif du test d'hypothèse**

	Hypothèse nulle	Test	Sig.	Décision
1	La médiane des différences entre SPJL et SPJL2 est égale à 0.	Test de rang signé de Wilcoxon d'échantillons associés	,001	Rejeter l'hypothèse nulle.

Les significations asymptotiques sont affichées. Le niveau d'importance est, 05.

La signification du test est inférieure au seuil classique de 5% ceci nous permet de conclure que les bondissements horizontaux permet aux sujets de gagner de la distance en termes de SPJH. Suivant le même raisonnement nous avons obtenu les résultats ci-dessous qui nous permettent de rejeter toutes les hypothèses nulles et conclure que les bondissements horizontaux permet aux sujets de gagner de la distance EEH, SPJV, et en EEV.

**Récapitulatif du test d'hypothèse**

	Hypothèse nulle	Test	Sig.	Décision
1	La médiane des différences entre EEL et EEL2 est égale à 0.	Test de rang signé de Wilcoxon d'échantillons associés	,001	Rejeter l'hypothèse nulle.

Les significations asymptotiques sont affichées. Le niveau d'importance est, 05.

**Récapitulatif du test d'hypothèse**

	Hypothèse nulle	Test	Sig.	Décision
1	La médiane des différences entre SPJH et SPJH2 est égale à 0.	Test de rang signé de Wilcoxon d'échantillons associés	,006	Rejeter l'hypothèse nulle.

Les significations asymptotiques sont affichées. Le niveau d'importance est, 05.

**Récapitulatif du test d'hypothèse**

	Hypothèse nulle	Test	Sig.	Décision
1	La médiane des différences entre EEH et EEH2 est égale à 0.	Test de rang signé de Wilcoxon d'échantillons associés	,001	Rejeter l'hypothèse nulle.

Les significations asymptotiques sont affichées. Le niveau d'importance est, 05.

**Deuxième technique d'entraînement : isométrie plus bondissements horizontaux :**

Après avoir comparé le rendement avant et après entraînement suivant la technique « bondissements horizontaux » nous voulons vérifier l'existence d'impacte d'une combinaison des techniques « bondissements horizontaux » plus « isométrie » sur le rendement des sujets. Toujours avec une taille réduite nous avons fait appel au test de Wilcoxon dont les résultats sont comme suit :

**Récapitulatif du test d'hypothèse**

	Hypothèse nulle	Test	Sig.	Décision
1	La médiane des différences entre SPJL et SPJL2 est égale à 0.	Test de rang signé de Wilcoxon d'échantillons associés	,002	Rejeter l'hypothèse nulle.

Les significations asymptotiques sont affichées. Le niveau d'importance est, 05.

Les hypothèses d'égalité des moyennes ont été toutes rejetées au seuil de 5% ce qui prouve l'impacte positif de cette deuxième technique sur le rendement des sujets pour tous les tests sans exception à savoir : SPJH, EEH, SPJV, et EEV.

**Troisième technique d'entraînement : bondissements verticaux :**

La technique « bondissements verticaux » par rapport aux différentes épreuves a démontré : l'inexistence d'impact sur la qualité SPJH, et l'existence d'influence sur les autres qualités EEH, SPJV, et EEV.

**Quatrième technique d'entraînement : isométrie plus bondissements verticaux :**

Cette technique n'a pas un grand impact sur la variable SPJH, mais impacte positivement les variables EEH, SPJV, et EEV.

**Récapitulatif du test d'hypothèse**

	Hypothèse nulle	Test	Sig.	Décision
1	La médiane des différences entre SJPL et SJPL2 est égale à 0.	Test de rang signé de Wilcoxon d'échantillons associés	1,000	Retenir l'hypothèse nulle.

Les significations asymptotiques sont affichées. Le niveau d'importance est, 05.

### 1-2 Analyse de la variance ANOVA

Pour ce faire nous avons calculé dans un premier temps un indice global de performance reposant sur une moyenne de distance gagnée par les sujets (score), puis nous avons calculer le gain globale moyen de tous les sujets par technique.

#### BONDISSEMENTS HORIZONTALAUX :

	SJPH différence	EEH différence	SPJV différence	EEV différence	SCORE
	0,2	60	0	60	120,2
	0,1	15	0	25	40,1
	0,05	85	5	30	120,05
	0,1	95	5	100	200,1
	0,05	50	5	25	80,05
	0,15	80	0	10	90,15
	0,1	110	5	15	130,1
	0,05	100	10	20	130,05
	0,15	55	10	45	110,15
	0,15	15	5	90	110,15
	0,15	10	5	15	30,15
	0,25	40	10	90	140,25
	0,05	90	0	80	170,05
	1,55	805	60	605	1471,55
Moyenne	0,1192	61,9230	4,6153	46,5384	113,1961

Suivant la même logique et procédure nous avons obtenu les scores moyens suivants : **BONDISSEMENTS HORIZONTALAUX**

SPJH-différence	EEH- différence	SPJV- différence	EEV-différence	Score Moyen
0,119230769	61,92307692	4,615384615	46,53846154	113,196154

#### ISO PLUS BONDISSEMENTS HORIZONTALAUX

SPJH-différence	EEH- différence	SPJV- différence	EEV-différence	Score moyen
0,076923077	41,53846154	6,538461538	16,92307692	65,0769231

#### BONDISSEMENTS VERTICAUX

SPJH-différence	EEH- différence	SPJV- différence	EEV-différence	Score moyen
0,027272727	44,54545455	4,090909091	45,45454545	94,1181818

#### ISO PLUS BONDISSEMENTS VERTICAUX

SPJH-différence	EEH- différence	SPJV- différence	EEV-différence	Score moyen
4,03717E-17	67,72727273	11,36363636	23,18181818	102,272727

Nous devons vérifier l'existence de différence significative entre les différentes techniques, pour en déduire ensuite la technique qui permettrait de gagner plus en explosivité par rapport à toutes les épreuves à la fois.

#### ANOVA

##### RENDEMENT

	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
Inter-groupes	69521,696	3	23173,899	191,469	,000
Intragroupes	44781,805	370	121,032		
Total	114303,501	373			

D'après le tableau de l'ANOVA ne pouvons rejeter l'hypothèse nulle au seuil de 5% voir même au seuil de 0,1%, et conclure l'existence de différences significatives entre les différentes techniques d'entrainement. Le tableau de comparaisons multiples ci-dessous pourrait nous guider pour repérer les techniques qui donnent des résultats différents.

## Comparaisons multiples :

Variable dépendante: RENDEMENT

(I) TECHNIQUE	(J) TECHNIQUE	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %		
					Borne inférieure	Borne supérieure	
LSD	BH	IS_OBH	-53,8777098 *	7,135793206	,000	-69,42526758	-38,33015200
		BV	-6,596241258	7,135793206	,373	-22,14379905	8,95131653
		ISO_BV	-32,9686189 *	7,135793206	,001	-48,51617667	-17,42106109
	IS_OBH	BH	53,8777098 *	7,135793206	,000	38,33015200	69,42526758
		BV	47,2814685 *	7,135793206	,000	31,73391075	62,82902632
		ISO_BV	20,9090909 *	7,135793206	,013	5,36153313	36,45664870
	BV	BH	6,596241258	7,135793206	,373	-8,95131653	22,14379905
		IS_OBH	-47,2814685 *	7,135793206	,000	-62,82902632	-31,73391075
		ISO_BV	-26,3723776 *	7,135793206	,003	-41,91993541	-10,82481983
	ISO_BV	BH	32,9686189 *	7,135793206	,001	17,42106109	48,51617667
		IS_OBH	-20,9090909 *	7,135793206	,013	-36,45664870	-5,36153313
		BV	26,3723776 *	7,135793206	,003	10,82481983	41,91993541
Tamhane	BH	IS_OBH	-53,8777098 *	6,428337514	,021	-93,63446192	-14,12095766
		BV	-6,596241258	1,656497160	,158	-16,83596965	3,64348713
		ISO_BV	-32,9686189	7,600854086	,128	-79,97739751	14,04015975
	IS_OBH	BH	53,8777098 *	6,428337514	,021	14,12095766	93,63446192
		BV	47,2814685 *	6,638230677	,022	10,82857385	83,73436322
		ISO_BV	20,90909091	9,954652506	,400	-17,81983712	59,63801895
	BV	BH	6,596241258	1,656497160	,158	-3,64348713	16,83596965
		IS_OBH	-47,2814685 *	6,638230677	,022	-83,73436322	-10,82857385
		ISO_BV	-26,3723776	7,779175160	,204	-70,40614233	17,66138709
	ISO_BV	BH	32,96861888	7,600854086	,128	-14,04015975	79,97739751
		IS_OBH	-20,9090909	9,954652506	,400	-59,63801895	17,81983712
		BV	26,37237762	7,779175160	,204	-17,66138709	70,40614233

\* La différence moyenne est significative au niveau 0,05.

A ce stade, nous concluons d'après le tableau de comparaison multiples, que la technique « Bondissements horizontaux » donne des résultats différents des techniques « ISO plus bondissements horizontaux » et « ISO plus bondissements verticaux ». Ainsi que la technique « ISO plus bondissements horizontaux » opposée à « bondissements verticaux ». La technique « bondissements verticaux » donne aussi des résultats différents de « ISO plus bondissements verticaux ».

Notre dernière question consistait à repérer la meilleur technique d'entraînement qui permettrait aux sujets de gagner de la distance sur toutes les qualités physiques à la fois mais en optant pour une seule méthode d'entraînement.

	SPJH	EEH	SPJV	EEV	MOYENNE
BH	<b>0,11923076</b>	61,9230769	4,61538462	<b>46,538461</b>	<b>113,196154</b>
ISO+BH	0,076923077	41,5384615	6,53846154	16,9230769	65,0769231
BV	0,027272727	44,5454545	4,09090909	45,4545455	94,1181818
ISO+BV	0	<b>67,7272727</b>	<b>11,3636364</b>	23,1818182	<b>102,272727</b>

Nous constatons que la technique « bondissements horizontaux » permet de gagner un score moyen par sujet plus élevé que toutes les autres techniques. Voir même qu'elle permet aux élèves de gagner une distance en longueur plus grande que les autres méthodes d'entraînement (0,119230769).

Suite aux différents résultats obtenue nous pouvons souligner le fait qu'une combinaison entre la méthode « bondissements horizontaux » et « iso plus bondissements verticaux » permettrait aux élèves de gagner de la distance sur les différents épreuves à savoir : SPJH, EEH, SPJV, et EEV.

## V. Discussion :

Le travail pliométrique semble le plus intéressant permettant de recruter très rapidement un grand nombre d'unité motrice en utilisant le réflexe d'étirement avec une augmentation de l'influx sollicitant un nombre important de fibre musculaires, diminuant ainsi les inhibitions sur le réflexe myotatique (Schmidbleicher, 1988) et en utilisant aussi les composantes élastique du muscle (stockage-restitution de l'énergie emmagasiné par le système musculo-tendineux lors de la phase d'étirement) en élevant le seuil de sensibilités des récepteurs de Golgi (Bosco 1985) et en améliorant la sensibilité du fuseau neuromusculaire (Poussin 1988). Après 6 semaines d'entraînement, nous avons remarqué que tous les sujets ont amélioré leurs performances sur les quatre qualités physiques d'explosivité avec une importante augmentation lors des entraînements en bondissements horizontaux et en isométrie combinée avec des bondissements verticaux. Plusieurs études, Peres-Gomez J et Calbet JA (2013) ont montré qu'un entraînement en pliométrie d'au moins quatre semaines améliore la détente verticale par développement de la force explosive et un perfectionnement du recrutement de la synchronisation des unités motrices. Arnaud Lesserteur (2009) propose un travail pour des débutants selon le type de Pliométrie : Pliométrie basse : 430/470 sauts ; Pliométrie moyenne : 180/220 sauts ; Pliométrie haute : 70/80sauts ; 4 à 10 séries par groupes musculaires ; 5 à 30 répétitions et une récupération de 2 à 3 mn.

Dans notre étude nous avons combiné l'isométrie avec la pliométrie pour remédier à l'effet négatif sur la coordination et l'élasticité musculaire. En accord avec Mannot (2008) qui a montré qu'un effort isométrique soutenu pendant quelque secondes entraine une augmentation de la synchronisation des unités motrices en cours de l'exercice et a des effets négatifs sur la coordination et l'élasticité musculaire, c'est pour cela il doit être suivi de régime dynamique.

Le travail de la pliométrie moyenne (30 à 50cm) favorise l'explosivité musculaire en agissant sur les fibres rapides et augmente la raideur des tendons et facilite l'élasticité du muscle. En accord avec Cousilman (1976) suggérant qu'il existe une relation entre la détente verticale et la composition musculaire en fibres ST et FT et conseille un travail pliométrique favorisant le développement des fibres rapides et augmentant la raideur de la composante élastique tendineuse (lutte contre l'écrasement) tandis que la composante musculaire gagne en élasticité (emmagasine l'énergie) avec une synchronisation entre les deux systèmes.

Nous avons aussi proposé un programme sur une période de 6 semaines à raison de 45 mn par séance, 2 fois par semaine avec un nombre de bonds pour les groupes bondissements horizontaux et verticaux allant de 80 bonds pour la 1<sup>o</sup> semaine à 200 bonds pour la 6<sup>o</sup> semaine et le même nombre de bonds pour l'isométrie (10 secondes pour la 1<sup>o</sup> semaine à 30 secondes pour la 6<sup>o</sup> semaine) combinée à la pliométrie. En accord avec Rahman (2005) qui a indiqué que l'entraînement de la pliométrie à court terme est capable d'améliorer la détente verticale, la force musculaire et la puissance anaérobie et préconise de le combiner avec un entraînement avec charge. Nos résultats vont dans le même sens de ceux d'Eduardo sa'ez (2008) qui a proposé un programme d'entraînement de Pliométrie à raison de 2 jours par semaine avec 840 sauts produit le même effet qu'un programme de 4 jours par semaine avec 1680 sauts, mais avec une plus grande efficacité, cependant quant à Avery (2007) suite à une étude sur des enfants de 12 à 15 ans a observé qu'un programme d'entraînement pliométrique combiné à un programme de conditionnement a pu réaliser des améliorations plus grandes en puissance des membres inférieurs de 6,0% alors que Malisous (2008) a conclu à la suite de 8 semaines d'entraînement pliométrique, une augmentation du diamètre de la fibre musculaire, une amélioration de la force max et de même pour la vitesse de raccourcissement (amélioration de la puissance de fibre : énergie élastique stocké dans les éléments extensibles et contractiles pendant la phase excentrique et libéré pendant la phase concentrique).

## VI. Conclusion :

Notre conception pour comparer l'effet de deux méthodes d'entraînements sur les qualités d'explosivité des membres inférieurs nous a permis de limiter l'utilisation de certaines techniques d'entraînements et avoir des effets positifs sur les quatre qualités testées avant et après chaque méthode d'entraînement. Notre programme d'entraînement de 6 semaines, à raison de 45mn par séance, 2 fois par semaine avec un nombre de bonds allant de 80 pour la 1<sup>o</sup> semaine à 200 pour la 6<sup>o</sup> semaine concernant les bondissements horizontaux permet de gagner plus en explosivité par rapport aux autres techniques à savoir la technique de bondissement verticaux (30 à 50cm) pouvant avoir coûté trop énergétiquement vue l'âge de nos sujets et qui ne sont pas adaptés à ce genre de travail (deux séances par semaine). En accord avec Peres-Gomez J et Calbet JA (2013) qui ont montré qu'un entraînement en pliométrie d'au moins quatre semaines améliore la détente verticale. Nous pouvons également remarquer, comme attendu lors de la combinaison de l'isométrie et la pliométrie un gain positif due au recrutement et de la synchronisation des fibres rapides mise en jeu lors de toute la contraction ainsi qu'une meilleure coordination intermusculaire. En accord avec Wong et al (2012) qui ont enchainé 5 à 8 exercices de (squat, pliométrie, presse..) 2 fois par semaine pendant 12 semaines et ont obtenu un gain de 5,9% en détente. Le fait d'associer un entraînement en bondissements horizontaux et un entraînement en isométrie combinée à la pliométrie verticale a permis d'obtenir les meilleurs résultats significatifs. Ces résultats sont conformes à nos prévisions : proposer des séances d'entraînements de pliométrie avec un nombre de bonds adaptées selon l'âge de nos sujets permet de gagner en explosivité des membres inférieurs. Nos résultats confirment notre hypothèse, la combinaison de l'isométrie à la pliométrie basse et moyenne permet de gagner plus en explosivité sur les quatre qualités physiques testées. Notre vision est de proposer un programme d'entraînement bien adapté aux âges des sujets associant un nombre de bonds par semaine, combinant les bondissements horizontaux et l'isométrie plus bondissements verticaux peuvent suffire pour augmenter les différentes formes d'explosivité des membres inférieurs. Cette orientation d'entraînement à savoir, la combinaison de bondissement horizontaux et l'isométrie plus bondissement verticaux a permis de développer les qualités d'explosivité et d'endurance explosive des membres inférieurs avec un minimum de bonds allant de 80 à 200 bonds par semaine durant des séances de 45 mn pendant 6 semaines.

A fin d'améliorer d'avantage notre proposition, nous espérons que d'autres recherches, avec un matériel pointu calculant le degré d'explosivité des membres inférieurs montrant le % des fibres mises en jeu puissent donner un programme bien adapté avec des repères sur le nombre de bonds par semaine, combien de fois par semaine avec une récupération précise entre les séances et la durée de l'entraînement guidera les entraîneurs préparateurs physiques pour mener à bien leurs tache.

## Bibliographie

- [1]. Cometti, G. (1988). Les méthodes modernes de musculation, compte rendu du colloque de novembre 1988 à l'UFR STAPS de Dijon, ed : Université de Bourgogne. Tome 1 donnée théorique. Entraîneur de football, la préparation physique, Arnaud Lesserteur (2009).
- [2]. Peres-Gomez J et Calbet JA (2013). Training methods to improve vertical jump performance.
- [3]. Rahman. R., Behpur. N. 2005. The effects of plyometric, weight and plyometric-weight training on anaerobic power and muscular strength. Physical education and sport vol, 3, no 1
- [4]. Edouardo, Juan Jose Gonza and Mikel Izquierdo. 2008. low and moderate plyometric training frequency produces greater jumping gains compared with high frequency. Journal of strength and conditioning research. 22(3): 715-725.
- [5]. Bosco. C cycle d'étirement-raccourcissement du muscle squelettique et considérations physiologiques sur la force explosive chez l'homme. (Traduction). Insep, 1985, no 644.
- [6]. Cometti. G. la pliométrie. Ed : Université de Bourgogne, 1987.
- [7]. Duchateau. J. Isometric or dynamic training: differential effects on mechanical properties of a human muscle. J.App.physiol. 1984, 56(2): 296-301.
- [8]. Gambetta. V. les principes de l'entraînement pliométrique. Insep. No 579, 1987
- [9]. Schmidtbleicher. D. 1985. L'entraînement de la force ; 1<sup>er</sup> partie : classification des méthodes. Sciences du sport.
- [10]. Avery. d. 2007 programme d'entraînement de la force chez des enfants de 12 à 15 ans
- [11]. Poussin 1988. la pliométrie et l'entraînement de la vitesse de démarrage chez les jeunes footballeurs.
- [12]. Wong et al. (2012), Effects of 12-weeks on-field combined strength and power training on physical performance among U-14 young soccer players. J strength Cond Res 24 (3): 644-652
- [13]. Harris et al. (2008), squat jump training at maximal power loads vs. heavy loads: effect on sprint ability, J Strength Cond Res, Nov; 22(6): 1742-9