Etude évaluative de la performance du saut en hauteur et sa corrélation avec les résultats des tests de détente verticale et des paramètres morphologiques chez des sauteurs en hauteur algériens

Hafed Amine & Abdelmalek Mohammed

Laboratoire des Sciences Biologiques appliquées au Sport, Ecole Supérieure en Sciences et technologie du Sport
Email : hafedvault@gmail.com et insesmine1012@live.fr

Résumé

Le but de cette étude est de déterminer les inter-corrélations de la détente verticale, des paramètres morphologiques et la performance en saut en hauteur. Dix sauteurs en hauteur algériens âgés de 23,62 ± 4,09 ans ont participé à cette étude. Outre le test du ½ squat, les sujets ont été soumis à six tests de détente verticale, avec comme moyen de mesure un mur gradué dans le sens de la hauteur et l'Ergotest de Bosco. Une valise anthropométrique a été utilisée pour déterminer les paramètres morphologiques. Les résultats indiquent des corrélations significatives de la performance au saut en hauteur avec le counter mouvement jump ($p < 0,01$), le squat jump ($p < 0,05$), le Sargent test ($p < 0,05$) et le ½ squat ($p < 0,05$). La comparaison des tests du squat jump, du counter mouvement jump et du counter movement jump bras indiquent une élasticité musculaire acceptable et une utilisation efficace des bras.

Mots clés : saut en hauteur, détente verticale, paramètres morphologiques, tests.

Abstract: ***Evaluative study of high jump performance and its correlation with vertical jump tests results and morphological parameters in Algerian high jumpers***

The aim of this study is to determine inter-correlations of vertical jump, morphological parameters and high jump performance. Ten Algerian high jumpers aged of 23.62 ± 4.09 years participated in this study. In addition to the half squat test, they have been submitted to six tests assessing vertical jump tests, using a wall with a tape measure and Bosco Ergotest. The maximal strength of the lower limbs was determined by half squat test. Morphological parameters are assessed using an anthropometric bag. The results indicate significant correlations of high jump performance with counter movement jump ($p < 0.01$), squat jump ($p < 0.05$) Sargent-test ($p < 0.05$) and half squat ($p < 0.05$). The Comparison between tests of squat jump, countermovement jump and counter movement jump with arm swing indicate acceptable muscle elasticity and effective arms action during the test of vertical jump.

Key-words: Tests, high jump, vertical jump, morphological parameters.

ملخص : دراسة تقويمية لنتائج الوثب العالي و ارتباطاتها مع اختبارات الارتقاء العمودي و المؤشرات المورفولوجية لمختصّي الوثب العالي الجزائريين

إن الهدف من هذه الدراسة هو تحديد الارتباطات بين اختبارات الارتقاء و المؤشرات المورفولوجية وأداء الوثب العالي . و لقد ساهم في هذه الدراسة عشرة مختصين في الوثب العالي من الجزائر تبلغ أعمارهم 23,62± 4,09 سنة ويعتبرون من أحسن الرياضيين في هذا الاختصاص، و إضافة إلى اختبار نصف القرفصاء لقد تم إخضاع العينة إلى ست اختبارات الارتقاء العمودي مستعملين في ذلك حائط متدرج في اتجاه العلو و جهاز اختبار بوسكو (بساط بوسكو) .كما استعملت حقيبة انثروبومترية من اجل قياس و تحديد مؤشرات مورفولوجية. و أسفرت النتائج على ارتباطات ذات دلالة إحصائية بين أداء الوثب العالي و الارتقاء بوضعية القرفصاء (p <0,01) و الارتقاء من وضعية القرفصاء من الثبات (p>0,05) و الارتقاء بوضعية القرفصاء باستعمال الأطراف العلوية (p>0,05). و بيّنت مقارنة البدائل الثلاثالسابقات للارتقاء، تمتّع أفراد العينة بصفة مقبولة لمطاطية العضلات و باستعمالهم الفعّال للأطراف العلوية.

الكلمات الدالّة : اختبارات، الوثب العمودي، المؤشرات الأنثروبومترية ،القفز العالي.

Introduction

L'objectif primaire des sauteurs en hauteur a toujours été de « sauter plus haut », avec un seul et même but : sauter plus haut que sa taille. Aujourd'hui, cet objectif est largement atteint, des milliers de sauteurs franchissent les 2,20 mètres, des centaines franchissent les 2,25 mètres, quelque dizaines franchissent les 2,30mètres. Le record du monde, lui est à 2,45m (IAAF, 2012). Ces performances sont sans doute tributaires, entre autres, de dimensions corporelles des sauteurs. En effet, le profil morphologique des sauteurs en hauteur de haut niveau est caractérisé par une importante taille, un tronc relativement court, des membres inférieurs et particulièrement des cuisses longues et des largeurs du corps moyennes (Mimouni, 1996).

Lors des Jeux olympiques et championnat du monde, il existe des exceptions de champions ne

répondant pas exactement à l'image de référence du sport pratiqué. L'exemple est celui du sauteur suédois Stefan Holm médaillé d'or aux jeux olympiques d'Athènes en 2004 avec un saut de 2,36m. Cet athlète présente des caractéristiques morphologiques paraissant hors normes, avec une taille de 1,81m, inférieure de 20cm à celles de ses adversaires. Il devint, par cette performance, le médaillé olympique le plus petit, au saut en hauteur, depuis ces 20 dernières années. Une année après, il réalise le meilleur saut, depuis le début du 21ème siècle avec un saut de 2,40m au championnat d'Europe en salle de Madrid 2005. Ainsi, il est le deuxième homme au monde réalisant le meilleur écart performance-taille en saut en hauteur, soit 59cm, au même titre que l'américain Jacobs. Il est évident, que hormis l'aspect morphologique, les autres facteurs de la performance en saut en hauteur sont multidimensionnels : techniques, physiques, physiologiques, motivationnels, mécaniques, psychologiques, voire sociologiques. Mais, c'est le facteur physique qui nous intéresse et plus particulièrement l'évaluation de la détente verticale et sa relation avec le facteur morphologique. Dans cet ordre d'idées, nous nous interrogeons dans ces termes : *Comment ces paramètres morphologiques déterminent-ils les performances de saut ?*

Posséder une bonne détente verticale est primordial chez les sauteurs en hauteur (Cometti, 2002 ; Sence, 2004). L'évaluation de cette qualité est donc nécessaire dans le contrôle de l'entraînement et la sélection des sauteurs. Ainsi, pour Ziv et Lidor (2009), les entraîneurs des sauteurs doivent obtenir régulièrement des informations sur la détente verticale pour mieux planifier les programmes d'entrainement à court, moyen et long terme**.** A ce titre, l'évaluation de la qualité détente, est faite par de nombreux tests et systèmes d'évaluation. Le test de Sargent (Thill et *al*., 1997), a d'abord été le test de référence puis, plusieurs tests de mesure ont été proposés par la suite. Parmi ceux-ci, nous citons le test de Bosco (1983) sur tapis de contact (Ergotest) et celui de Cometti (2006). En Algérie, le meilleur résultat reste celui d'Abderahmane Hammad depuis 2000, avec un saut de 2,34m loin de 11cm du record mondial du cubain Javier Sotomayor (2,45m) et de 4cm du record d'Afrique, du sud-africain Jacques Freitag (2,38m) obtenu en 2005 à Oudtshoorn en Afrique du Sud. La dernière participation d'Abderahmane Hammad aux jeux olympiques fût aux jeux d'Athènes en 2004, avec un saut de 2,26m. Ceci étant, les performances algériennes au saut en hauteur sont loin du niveau mondial et actuellement même du niveau africain. La détente verticale et les dimensions morphologiques sont, entre autres, des facteurs de réussite au saut en hauteur (Laffaye, 2001).

Le manque d'informations sur les particularités de la détente verticale et sur les mesures anthropométriques des sauteurs en hauteur algériens, nous amène à procéder à leur investigation. Nous nous interrogeons donc, plus spécifiquement, dans ces termes :

- *Quels sont les tests mesurant la détente verticale qui sont en corrélation avec la performance en saut en hauteur?*
- *Le développement de la force des membres inférieurs est-t-il en corrélation avec les résultats en détente verticale et au saut en hauteur ?*
- *Comment se manifestent les relations entre les paramètres morphologiques des sauteurs avec la détente, et la performance en saut en hauteur ?*
- *Les sauteurs algériens possèdent-ils une bonne élasticité musculaire des membres inférieurs ? Utilisent-ils efficacement leurs bras pendant le saut ?*
- *Comment se présente le profil des sauteurs algériens en relation de leurs homologues étrangers ?*

1. Méthodes

1.1. Sujets

10 sauteurs en hauteur ont participé à cette étude. Ils représentent les sauteurs ayant réalisé les dix meilleures performances algériennes. Ils sont âgés de 23,62 ± 4,09 ans, ils pèsent 73,73 ± 4,37 kg et ils mesurent en taille 186,6 ± 7,77 cm.

1.2. Matériel

Premièrement, pour les mesures anthropométriques, nous avons utilisé une valise anthropométrique du type GPM Siber Hegner contenant un anthropomètre de type Martin pour la mesure des longueurs, un grand compas à bouts olivaires pour la mesure des grands diamètres, un Palmer (ou petit compas) pour la mesure des diamètres distaux des segments des membres et un mètre ruban pour la mesure des circonférences. Nous avons également utilisé un pèse personne pour la mesure du poids corporel avec une précision de 0,5 kg.

Deuxièmement, pour la réalisation de différentes variantes de tests de détente, nous avons utilisé l'Ergotest de Bosco (Tapis de Bosco). Pour le Sargent-test, nous avons utilisé un mur avec des graduations en centimètres disposées en hauteur. Pour le test de charge maximale des jambes, nous avons utilisé une barre à disques de 20 kg, des disques de 5 à 20 kg.

En outre, nous avons également utilisé un décamètre, une chaise, de la craie et un micro-ordinateur.

1.3. Protocole des tests physiques

Le Squat Jump (SJ)

But : Réaliser un Squat Jump pour mesurer la détente sèche non pliométrique, sans étirement.

Consignes : Le sujet commence le test en position fléchie de l'articulation du genou de (90°), pour effectuer une « poussée » maximale vers le haut. Les mains sont sur les hanches pour éviter une participation des bras, deux essais sont permis**.** Ce saut mesure la qualité de démarrage en partant arrêté (Figure 1).

Le résultat : en centimètres, est lié à la force concentrique maximale volontaire des membres inférieurs du sujet.

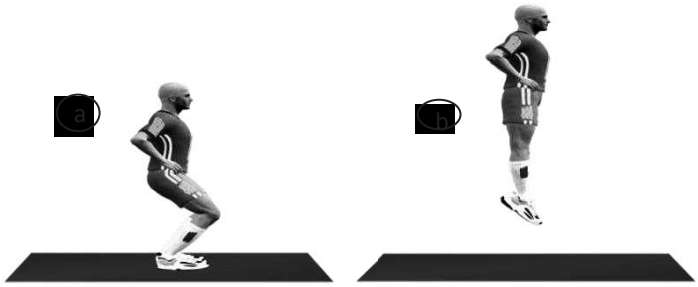

Figure 1 : Le Squat jump

Le Counter movement Jump (CMJ)

But : Mesure la détente pliométrique avec étirement (intervention de l'élasticité musculaire).

Consignes : Debout, jambes tendues avec les mains sur les hanches, le sauteur est libre de plier ses jambes et de réagir en poussant. Deux essais sont permis (Figure2).

Le résultat : Mesure de l'élévation verticale du sujet, en centimètres, avec étirement musculaire préalable.

Figure2 : *Le counter mouvement jump*

Le contre movement jump avec bras (CMJB)

But : Ce test mesure principalement la puissance des cuisses.

Consignes : C'est le même saut que le précédent mais en s'aidant des bras. Nous voyons ainsi si les bras sont bien utilisés lors des sauts. Deux essais sont tolérés (Figure 3).

Le résultat : Mesure de l'élévation verticale du sujet avec étirement musculaire préalable.

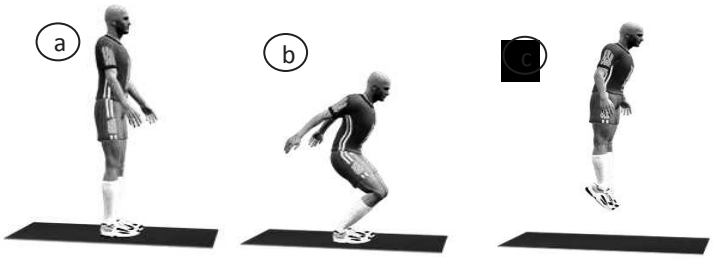

Figure 3 : *Le counter mouvement jump avec bras*

Le drop jump (DJ)

But: évaluation de la force explosive réactive-balistique.

Consigne : il s'agit d'un saut effectué après une chute. L'impulsion est donc précédée d'une mise en tension importante qui provoque l'allongement des muscles et des tendons et une sollicitation musculaire intense. Les meilleurs athlètes augmentent ainsi leur performance de saut avec une chute pouvant dépasser 100cm. En général on fait le test avec 20 cm, 40cm, 60cm, 80cm. Pour notre expérimentation nous avons choisi 40cm de hauteur de chute (Figure 4).

Figure 4 : Test du Drop Jump

Test de réactivité

But : évaluation de la puissance anaérobie alactique (puissance mécanique moyenne exprimée en watts).

Déroulement : Il est demandé au sujet de sauter 6 fois sur le tapis en pliant très peu les genoux, avec l'aide des bras. Le résultat en cm exprime la moyenne de hauteur des 6 sauts. Cette épreuve mesure principalement la puissance des mollets. On le compare au test CMJ avec bras. S'il y a une grande différence, il peut en être jugé d'une faiblesse de puissance des mollets ou des cuisses (figure 5).

Figure 5: *test de réactivité*

Le Sargent test avec une foulée d'élan

But : évaluation de la puissance des membres inférieurs

Déroulement

En une première étape, le sujet est placé de profil près du mur, (épaule droite contre le mur pour un droitier ou inversement pour un gaucher). Le sujet lève la main droite le plus haut possible, tout en gardant les talons au sol. On note **D1** la hauteur mesurée (figure 6a). En seconde étape, l'athlète effectue une foulée d'élan et saute au maximum vers le haut et avec la main, il marque une touche **D2** (figure 6b), on mesure la distance entre D1 et D2 qui constitue la hauteur réalisée.

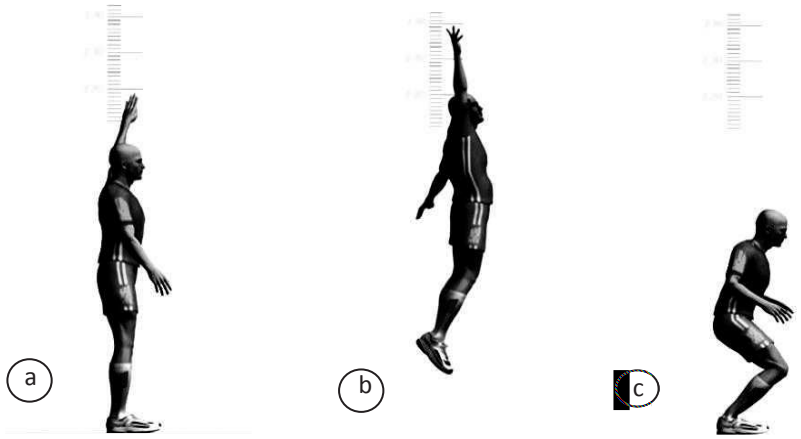

Figure 6: Le Sargent test avec une foulée d'élan

Test de Charge maximale (demi-squat)

But : évaluation de la force maximale

Consignes : L'épreuve de demi-squat consiste à réaliser un mouvement de flexion puis d'extension du membre inférieur avec une barre chargée en appui sur les épaules. Au départ du mouvement la barre est placée derrière la nuque en contact avec les épaules. La prise de mains en pronation doit être verrouillée par le placement du pouce sous la barre. Le décollement de la barre des supports de chandelles ou (barre guide) s'effectue seul (Figure 7).

Pour la procédure du test, on doit suivre les étapes ci-après :

a. 2 x10 répétitions à charge légère ;
b. 4 à 6 répétitions à charge moyenne ;
c. 1 essai à ± 90 % du 1RM (maximum sur une répétition) supposé ;
d. Augmenter la charge en fonction de l'aisance jusqu'à l'échec ;

La charge la plus élevée réussie = 1RM ;

Matériel : barre de 20 kg + les chandelles + disques additionnels.

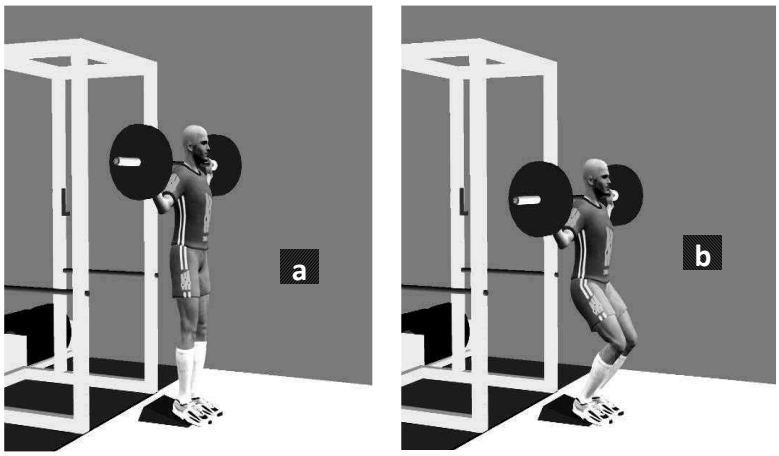

Figure 7 : Demi squat

1.4. Les paramètres morphologiques

Les paramètres morphologiques mesurés et déterminés ont été le poids, la taille, les masses des segments par l'utilisation des équations de régression, les masses des composantes du poids du corps via les formules de Mateigka (1921) cités par Mimouni (1996).

Les dimensions corporelles nécessaires pour les calculs, à savoir les longueurs, les dimensions transversales, les circonférences et les plis cutanés ont été mesurés selon la technique ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) (Ross et *al*., 2003).

1.5. Traitement statistique

Pour la statistique descriptive, nous avons calculé les moyennes arithmétiques et les écarts types. Pour la statistique analytique nous avons calculé les coefficients de corrélations de Bravais Pearson et comparé les moyennes par le t-test de Student.

En outre, nous avons aussi représenté graphiquement, la comparaison des performances de saut en hauteur et des paramètres morphologiques avec des valeurs référentielles *via* un nomogramme. Celui-ci est établi en utilisant la formule $z = (x - m)/\sigma$, tel que z représente les valeur z-scores centrées et réduites, x la valeur moyenne de la variable comparée des sujets algériens, m la valeur moyenne des valeurs référentielles des finalistes des championnats du monde de Helsinki 2005 et des 41 meilleurs sauteurs mondiaux classés selon IAAF (2012). La valeur σ représente l'écart type de la population de référence.

Les calculs ont été effectués par l'utilitaire d'analyse de l'Excel de MS Office 2010 sur Windows.

2. Résultats

2.1. Corrélation entre la performance en saut en hauteur, les tests de détente et la force maximale des membres inférieurs avec les paramètres morphologiques

Parmi les différentes variantes des tests de détente verticale, trois sont corrélées avec la performance du saut en hauteur (*PSH*). Il s'agit du squat jump (r = 0,63 à p < 0,05), du contre mouvement jump (r = 0,73 à p < 0,02) et le Sargent test (r = 0,63 à p < 0,05). Aussi, notons-nous que la performance du saut en hauteur est corrélée avec le demi squat mesurant la force maximale (r = 0,63 à p < 0,05) (Figure 8).

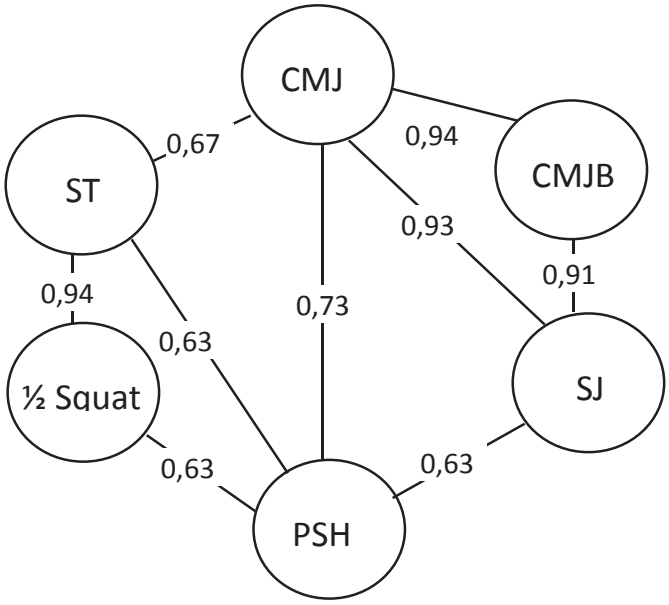

Figure 8 : *Diagramme de corrélation entre la performance, les tests de détente et le ½ squat*
ST : Sargent-test, SJ : Squat Jump, CMJ : Contre movement jump, CMJB : Contre movement jump avec bras, PSH : Performance au saut en hauteur

De ces corrélations significatives on déduit des modèles de régression simples (courbes de tendances) permettant de prédire de manière satisfaisante la performance du saut en hauteur (PSH). Ainsi, les modèles de régression s'expriment de la manière suivante :

PSH_{SJ}= 0,543×*SJ* + 184,24 tel que R^2 =0,40 et *SJ* est le résultat du squat jump ;

PSH_{CMJ} = 0,7211×CMJ + 174,51 tel que R^2 = 0,53 et *CMJ* est le contre mouvement jump ;

PSH_{ST} = 0,6595×*ST* + 162, 01 tel que R^2 = 0,40 et ST est le résultat du Sargent-test ;

$PSH_{1/2squat}$= 0,0826×*1/2squat* + 190,11 tel que R^2 = 0,40.

Par ailleurs, pour cette dernière équation de régression, il a été possible d'améliorer le coefficient de détermination en substituant le modèle linéaire par le modèle de régression polynomial de 2ème degré. Nous obtenons donc l'équation suivante :

$PSH_{1/2squat} = 0{,}001\times(1/2squat)^2 - 0{,}366\times(1/2squat) + 239{,}28$; tel que $R^2 = 0{,}53$.

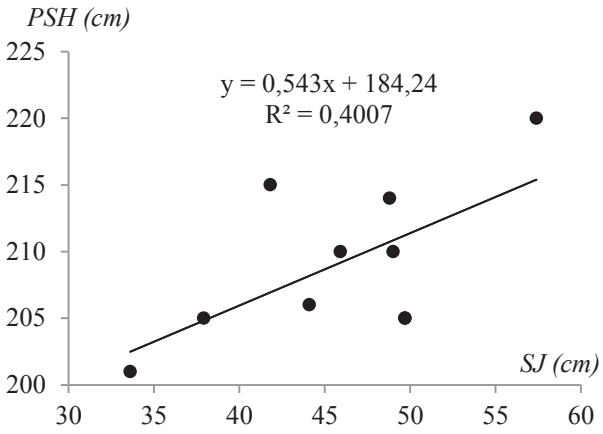

Figure 9a : *Nuage de corrélation en entre la performance du saut en hauteur (PSH) et le squat jump (SJ)*

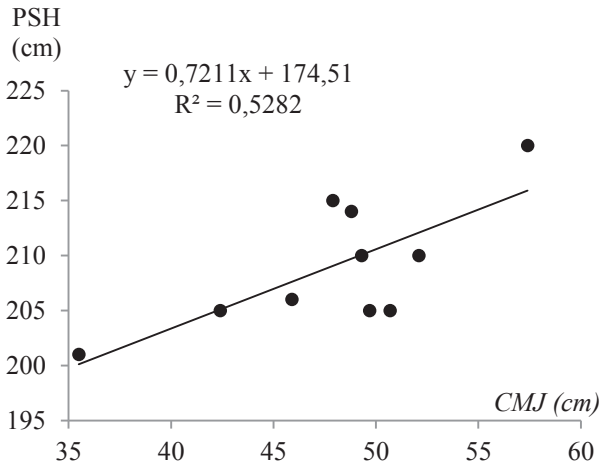

Figure 9b : *Nuage de corrélation de la performance du saut en hauteur (PSH) avec le contre mouvement jump (CMJ)*

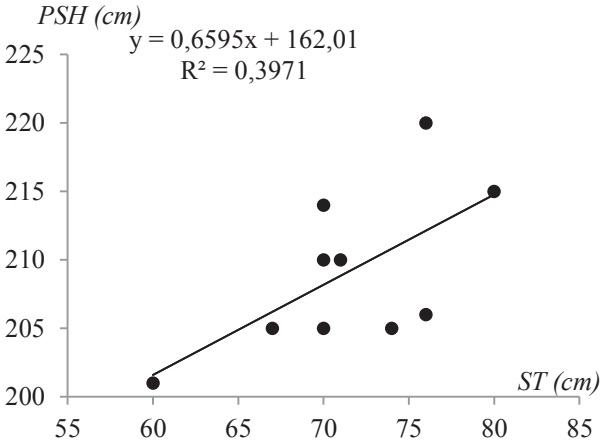

Figure 9c : *Nuage de corrélation entre la performance du saut en hauteur (PSH) et le Sargent-test (ST)*

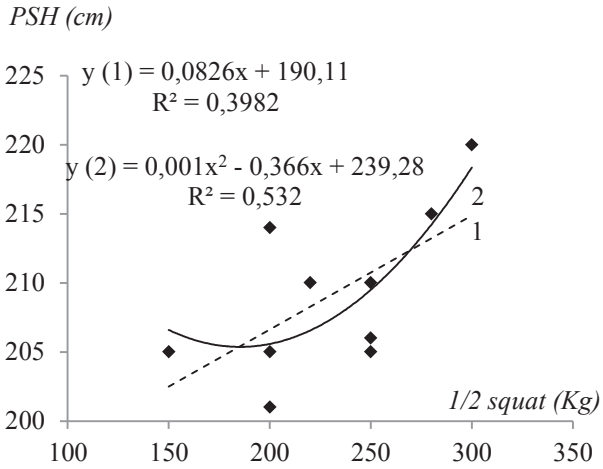

Figure 9d : *Nuage de corrélation de la performance de saut en hauteur en fonction du 1/2 squat*

En outre l'analyse de corrélation dénote, en premier, que la performance en saut en hauteur est corrélée significativement avec la taille, la longueur du membre inférieur et la masse musculaire ($p < 0{,}05$). En second lieu, l'analyse corrélative indique l'inexistence de liens significatifs entre les paramètres morphologiques et les tests de détente squat jump, contre mouvement jump, contre movement jump bras ainsi que le Sargent test. Le drop jump, quant à lui, est corrélé significativement, mais avec un signe négatif, avec le poids. Nous notons par ailleurs des corrélations significatives du ½ squat avec la masse musculaire ($p < 0{,}05$) et le poids ($p < 0{,}01$) d'une part, et de la puissance et la taille d'autre part ($p < 0{,}05$) (figure 10).

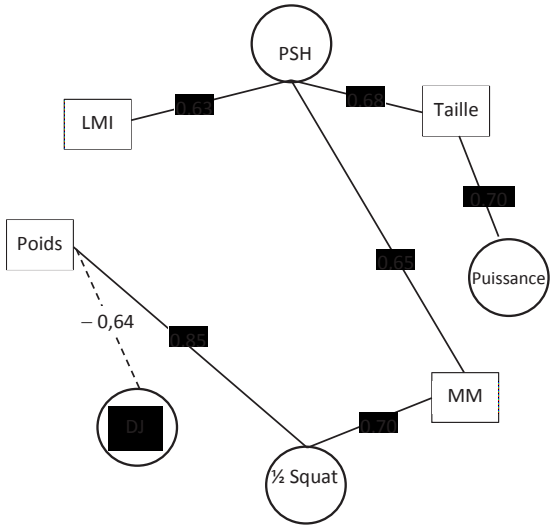

Figure 10 : *Diagramme de corrélation entre tests physiques et paramètres morphologiques*
PSH : performance au saut en hauteur, LMI : longueur du membre inférieur, MM : masse musculaire.

2.2. Comparaison entre les variantes des tests de détente verticale

De visu, les résultats indiquent qu'au contre mouvement jump avec bras les sauteurs réalisent une plus grande valeur qu'au contre mouvement jump et qu'à ces deux variantes de détente, ils sautent plus haut qu'au squat jump (figure 11). La comparaison statistique dénote un écart significatif entre le squat jump et le contre mouvement jump ($p < 0,02$), entre le contre mouvement jump et le contre mouvement jump bras ($p < 0,001$) et entre le squat jump et contre mouvement jump bras ($p < 0,001$).

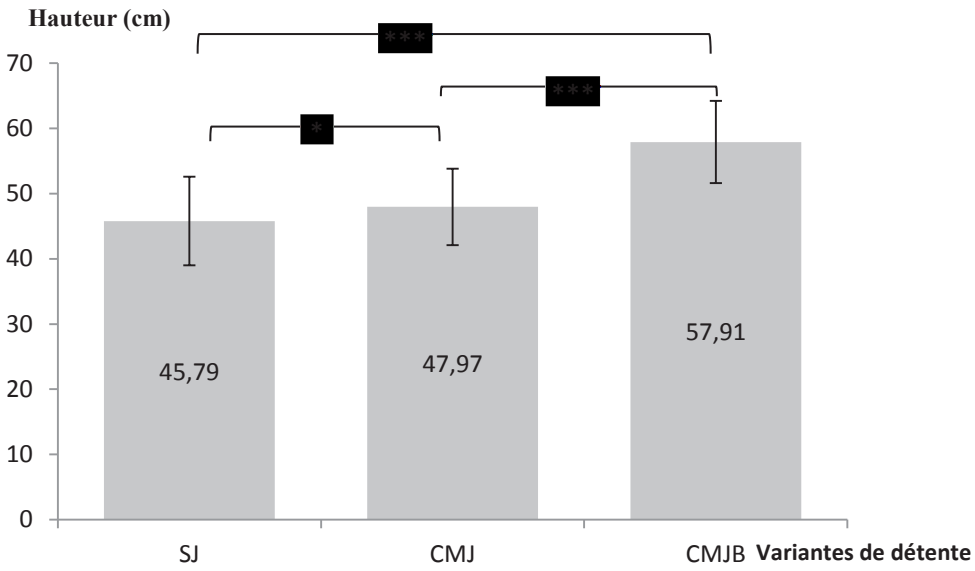

Figure 11 : *Comparaison deux à deux entre squat jump, contre mouvement jump et contre mouvement jump bras*
SJ : squat jump, CMJ : contre mouvement jump, CMJB : contre mouvement jump bras.
* : écart significatif à $p < 0,05$, *** : écart significatif à $p < 0,0$

2.3. Comparaison entre performance de saut et paramètres morphologiques pertinents et élaboration de profil

La comparaison statistique de la performance de saut (PSH1) de la présente étude (PE) avec celle des finalistes des Championnats du Monde de Helsinki 2005 (fin. Ch. M), ainsi que la performance de saut (PSH2), la taille, l'écart saut en hauteur et la taille (Taille –SH2) et l'indice de Kaup (IMC) entre les dix-neuf meilleurs sauteurs algériens finalistes des championnats nationaux et les 41 meilleurs sauteurs mondiaux classés par la l'IAAF a donné les résultats indiqués au tableau 1.

Tableau 1 : *Comparaison des paramètres anthropométriques, performance du saut et écart saut performance*

	PSH_1		PSH_2		Taille		Ecart (PSH_2 – Taille)		P/T^2	
	PE n=10	Fin. Ch. M 2005 (n=8)	Alg. (n=19)	Int. (n=41)	Alg. (n= 19)	Int. (n=41)	Alg. (n=19)	Int. (n=41)	Alg. (n=19)	Int. (n=41)
Moyenne (cm)	209	236	213	234	187,38	183,29	25,76	51,40	21,33	20,43
Ecart-type (cm)	5	3	8	4	7,03	6,51	9,47	4,16	1,37	1,55
signification	****		****		*		****		*	

PSH_1 : première comparaison de performance du saut en hauteur, PSH_2 : deuxième comparaison de performance du saut en hauteur, PE : présente étude, Fin. Ch. M : finalistes du championnat du monde 2005, Alg. : Les finalistes des championnats nationaux à partir des archives de la fédération algérienne d'athlétisme, * : écart significatif pour $p < 0,05$, **** : écart significatif pour $p < 0,0001$.

La comparaison de l'IMC, de la différence saut-taille, en plus de la comparaison des performances de saut dénote les résultats suivants :

Premièrement, la taille et l'indice de masse corporelle de nos sauteurs (ceux de la présente étude) sont significativement supérieur ($p < 0,05$) à ceux des 8 finalistes des championnats du monde de Helsinki 2005, alors qu'inversement, les performances de saut de nos sujets (PSH1) sont significativement inférieurs à ceux des 8 finalistes des championnats du monde de Helsinki 2005 ($p < 0,05$).

Deuxièmement, les 41 meilleurs sauteurs mondiaux (IAAF, 2012) ont non seulement des performances de saut en hauteur significativement plus élevées ($p < 0,0001$) que celles des 19 meilleurs sauteurs algériens (finalistes des championnats nationaux) mais aussi des écarts saut–taille significativement plus élevés ($p < 0,0001$).

Par ailleurs, la représentation graphique *via* un nomogramme des paramètres comparés (figure 12) montre bien l'écartement positif de la taille ($z = + 0,63$) et de l'indice de Kaup ($z = + 0,58$) par rapport à la référence ($z = 0$) et que nous pouvons qualifier de moyens et l'écartement négatif de PSH1 ($z = –9$), PSH2 ($z = –5,25$) et de PSH2 – Taille ($z = –6,17$) par rapport à la référence et qui sont à qualifier comme très faibles.

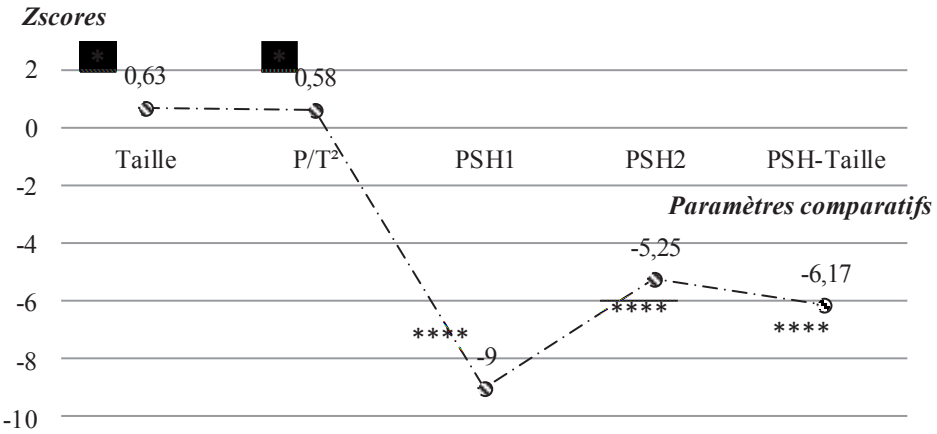

Figure 12 : *Profil des sauteurs algériens par rapport aux sauteurs étrangers*

PSH_1 : comparaison de performance du saut en hauteur entre présente étude et finalistes du championnat du monde d'Helsinki 2005, PSH_2 : comparaison de performance du saut en hauteur entre les finalistes des championnats nationaux d'Algérie et les meilleurs sauteurs au monde selon archives. * : écart significatif pour $p < 0,05$, **** : écart significatif pour $p < 0,0001$.

3. Discussion

Il se dégage de cette étude plusieurs résultats. En ce qui concerne les corrélations entre la détente verticale et les paramètres anthropométriques longueurs des membres inférieurs et masses des segments aucune corrélation n'est trouvée. Par ailleurs la corrélation significative et négative entre le poids et le drop jump dénote l'inconvénient d'un excès du poids sur le saut en profondeur (contrebas) et la difficulté de transformer l'énergie potentielle et la force excentrique en force concentrique, du fait de la force d'attraction engendrée par la pesanteur (F= m×g), tel que m est le poids corporel et g l'accélération de la pesanteur = 9,81 $m \times s^{-2}$ (Williams et *al*., 1986). Donc dans ce cas, plus le poids augmente et moins la performance de la détente au drop jump est importante. En outre, les corrélations positives entre la performance du saut en hauteur et les deux mesures longitudinales taille et longueur du membre inférieur, explique bien l'incidence de la longueur de levier de force sur la résultante de la force exprimée par la détente verticale. Ce fait est consolidé par la corrélation significative et positive de la masse musculaire avec la performance du saut en hauteur. En effet plus la section physiologique est élevée et plus grande est la performance de la force (Weineck, 2001).

Entre les tests de la détente verticale (Squat jump, contre mouvement jump et Sargent test) et la performance au saut en hauteur, nous trouvons une corrélation significative, ce qui corrobore les résultats obtenus dans d'autres travaux (Singer, 1976 ; Ginter, 1979 ; Laffaye, 1999, cités par Laffaye, 2001) selon lesquels, les tests de détente verticale sont corrélés avec les performances en saut en hauteur. Il est à signaler qu'une très grande homogénéité chez les sauteurs est relevée au test de Sargent, constaté, avant terme, comme le test le plus prédictif en fosbury (Ginter, 1979, cité par Laffaye, 2001).

Il est aussi à signaler que les fortes corrélations (r = 0,91 à r = 0,94), deux à deux, entre le squat jump, le contre mouvement jump et le contre mouvement jump bras indiquent que ces trois variantes de test évaluent la même composante de force et l'un d'eux est valide pour prédire les deux autres (Barow et McGee, 1979 ; Vsevolodov, cité par Platonov, 1984). Par ailleurs, les corrélations significatives du Sargent test et du ½ squat entre eux et avec la performance du saut en hauteur a été constaté par Garhammer et Gregor (1992) selon lesquels, il existe une similitude entre les sauts verticaux maximaux de type Sargent test et le mouvement du demi squat d'un point de vue des forces exercées au sol et de l'enchainement temporel. D'un autre coté Canavan et *al*. (1996) relèvent eux aussi, une forte ressemblance cinétique entre le Sargent test et le demi-squat au cours de la phase propulsive. Cependant, ils remarquent au niveau cinématique que les angles de la hanche, du genou et de la cheville sont différents. L'ensemble de ces auteurs concluent sur le fait que les mouvements d'haltérophilie du type ½ squat doivent être réalisés dans l'optique d'une amélioration de la puissance maximale des membres inférieurs.

A la comparaison entre les différents tests de la détente verticale, la différence observée entre le test du squat jump et le test du contre mouvement jump égale à 2,18 cm est significative ($p < 0,01$). Cet écart enregistré ne correspond pas à la norme préconisée par Cometti (2006) qui devrait avoisiner les 8cm. Cela signifie qu'à ce seuil, les sauteurs présentent une bonne élasticité musculaire. D'un autre coté cette différence est en conformité avec les résultats d'autres travaux (Hakkinen, 1991 ; Artega et *al*., 2000 ; Rocha et *al*., 2005).

La comparaison entre le test du contre movement jump et le test contre movement jump bras, dans l'optique d'évaluer l'incidence de la contribution des bras dans la détente, dénote un écart de 9,94cm en faveur du CMJB. Celui-ci indique un degré d'efficacité convenable, puisqu'il dépasse les 2 cm comme seuil minimum (Cometti, 2006). Le résultat obtenu dans la présente étude est corroboré par celui d'autres auteurs (Harmann et *al*., 1990 ; Luthanen et Komi, 1978 ; Walsh et *al*., 2007).

La comparaison des sauteurs algériens de la présente étude avec les finalistes des mondiaux de Helsinki 2005, dénote que malgré une taille en faveur des algériens, leurs performances restent insuffisantes. Cette insuffisance est inversement proportionnelle à la supériorité de l'indice de Kaup (indice de masse corporelle ou IMC). En effet, étant un indice d'adiposité indicateur de la quantité de masse grasse, il dénote un excès de masse inactive, constituant un facteur limitant la performance (Nikolaidis et Ingebrigtsen, 2013).

La comparaison entre les dix-neuf meilleurs sauteurs algériens et les 41 meilleurs sauteurs mondiaux sur le plan de la performance et de l'écart performance de saut et la taille, malgré une meilleure taille chez les algériens, confirme la faiblesse de nos sauteurs. Cette faiblesse est imputable au niveau technique (Laffaye, 2001).

Conclusion

En plus du ½ squat mesurant la force maximale des membres inférieurs, trois tests de détente sont corrélés avec la performance du saut en hauteur, ce sont le squat jump, le counter movement jump et le Sargent-

test. Pour chaque épreuve corrélée significativement à la performance et la validant de façon satisfaisante, nous avons déduit des modèles de régression susceptibles d'estimer la performance en saut en hauteur.

Parmi les paramètres morphologiques étudiés, la performance n'est corrélée qu'avec la taille, la longueur du membre inférieur et la masse musculaire. Le lien existant entre le drop jump et le poids, explique la relation négative et inversement proportionnelle qu'exerce le poids. Cependant, ce même poids explique isolément et positivement la variation de la force maximale des membres inférieurs. En somme, sept paramètres sont corrélés positivement et significativement avec la performance du saut en hauteur, dont trois morphologiques et quatre physiques. Est-il possible d'améliorer les coefficients de détermination pour estimer, *via* un modèle de régression multiple et avec une précision meilleure, la performance en saut en hauteur ? Nous examinerons la réponse à cette question dans un futur proche.

Les résultats dénotent d'une part, bien que l'indice d'élasticité concorde à celui d'autres études, qu'il est insuffisant pour nos sauteurs selon la norme requise. D'autre part, les sujets de l'étude possèdent une efficacité suffisante dans la contribution des bras au saut. Par ailleurs, après situation des sauteurs algériens relativement à leurs homologues étrangers, nous constatons que hormis la taille où ils semblent avoir un profil favorable, ils ont des valeurs d'IMC, de performance au saut et d'écart saut-taille qualifiant leur profil de faible.

Dans la perspective d'études futures, la conception et l'expérimentation d'un programme d'entraînement approprié pour le développement de cette qualité et le contrôle de son maintien au haut niveau, devra faire l'objet d'étude ultérieure. Aussi, une étude biomécanique sur la contribution des différents segments au saut serait-elle, très utile pour apporter des éléments pour le perfectionnement technique du saut.

Références

Artega, R., Dorado, C., Cavaren, J., and López, J. A. (2000). Reliability of jumping performance in active men and women under different stretch loading conditions. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(1), 26-34.

Barrow, H., and McGee, R. (1979).*A practical approach to measurement in physical education*. Philadelphia : PA, Lea and Febiger.

Canavan, P. K., Garrett, G. E., & Armstrong, L. E. (1996). Kinematic and Kinetic Relationships Between an Olympic-Style Lift and the Vertical Jump. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 1996.

Cometti, G. (2006). *Manuel de pliométrie*. Dijon : UFR STAPS de Dijon.

Cometti, G. (2002). La *préparation physique en basket-ball*. Paris : Chiron.

Garhammer, J., Gregor, R. (1992). Propulsion forces as a function of intensity for weightlifting and vertical jumping. *Journal of Applied Sport Sciences Research*, 6(3), 129-134.

Hakkinen, K. (1991). Force production characteristics of leg extensor, trunk flexor and extensor muscles in male and female basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 31(3), 325–31.

Harman, E. A., Rosenstein, M. T., Frykman, P. N. & Rosenstein, R. M. (1990).The effect of arms and countermovement on vertical jumping.*Medicine and Science in Sports and Exercise,* 22, 825-833.

IAAF (2012). Records and Lists. Consulté en 2012 de http://www.iaaf.org/records/toplists/jumps/high-jump/indoor/men/senior/2012

Laffaye, G. (2001). Le saut en hauteur en fosbury et les facteurs de performances. *Science et motricité*, 42, 3-15.

Luthanen, P., & Komi, P. V. (1978). Segmental contribution to forces in vertical jump. *European Journal of Applied Physiology*, 38, 181-188.

Mimouni, N. (1996). *Contribution de méthodes biométriques à l'analyse de la morphologie des sportifs*. Thèse de Doctorat, université Claude Bernard, Lyon1.

Nikolaidis, P. T., &Ingebrigtsen. J. (2013). The relationship between body mass index and physical fitness in adolescent and adult male team handball players. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 57 (4), 361-371.

Platonov, V. N. (1984). *L'entraînement sportif: théorie et méthodologie.* Paris : Revue EPS.

Rocha, C. M., Ugrinowitsch, C., & Barbanti, V. J. (2005). A especificidade do treinamento e a habilidade de saltar verticalmente. Um estudo com jogadores de basquetebol e voleibol de diferentes categorias. n° 84, consulté en février 2012 de http://www.efdeportes.com/efd84/saltar.htm

Ross, W. D., Carr, R., Guelke, J. M., & Carter J. E. L. (2003). ISAK Standards, International Society for the Advancement of Kinanthropometry, Rosscraft / Turnpike Electronic Publications, compact disc.

Sence, F. (2004). *Evolution des qualités physiques du basketteur en fonction de différentes modalités de jeu*. Mémoire de diplôme de préparateur physique, université de Dijon.

Thill, E., Thomas, R., & Caja, J. (1997).*Manuel de l'éducateur sportif*. Paris : Vigot.

Walsh, M. S., Böhm, H., Butterfield, M. M., & Santhosam, J., (2007).Gender bias in the effects of arms and countermovement on jumping performance.*Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 362-366.

Weineck, J. (2001). *Manuel d'entraînement*.Paris: Vigot.

Williams, M., Lissner, H. R., & Leveau, B. (1986). *Biomécanique du Mouvement Humain : Une Introduction*. Quebec : Decarie & Paris : Vigot.

Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Vertical jump in female and male basketball players, A review of observational and experimental studies. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13 (3), 332-339.