

Approche Biomécanique pour une Meilleure Orientation Technique du Volleyeur Attaquant

Pr : BOUHEDJA Toufik

STAPS Université Constantine 2

Abstract :

La détente est l'un des facteurs les plus déterminants dans la réussite d'un smash .La synchronisation des mouvements des membres du corps contribue à son amélioration.

L'étude réalisée avait pour objectif de déterminer comment et pourquoi un volleyeur attaquant sautait plus haut qu'un autre. Pour cela nous avons choisi un échantillon d'étude regroupant un groupe expérimental et un échantillon de référence (Giba) de volleyeurs attaquants et nous avons étudié leurs mouvements lors de l'exécution du geste technique du smash.

Sur la base d'un support informatique, nous avons déterminé et calculé pour chaque joueur un certain nombre de paramètres biomécaniques (cinématiques et dynamiques). Les paramètres cinématiques ont été calculés à partir de l'analyse des séquences vidéo et les paramètres dynamiques ont été calculés à partir des équations physiques.

À partir des résultats de l'échantillon de référence, nous avons déduit qu'il existé trois (3) critères discriminants qui expliquent les performances réalisées par le groupe expérimental à savoir l'angle d'envol, la coordination des mouvements des bras et des jambes et la puissance maximale développée lors de la détente verticale.

Mots-clés : volleyeur attaquant, paramètres cinématiques et dynamiques, orientation technique

ملخص:

يعتبر الارتقاء إحدى العوامل الأكثر حساساً لنجاح السحق. مزامنة حركات الجسم تساهم في تحسينها. الدراسة المحققة هدفت إلى تحديد كيف ولماذا هناك تفاوت في الارتقاء عند القفز بين لاعبي السحق لكرة الطائرة. لهذا الغرض اخترنا عينة دراسية، تشمل مجموعة تجريبية وعينة مرجعية (جيبه) من لاعبي الكرة الطائرة الساحقين ودرسنا

حركاتهم أثناء تنفيذ الحركة التقنية للسحق. انطلاقاً من بطاقة تحليلية التي تم إنشاؤها بواسطة برنامج ميكروسوفت إكسل، تم تحديد وحساب لكل لاعب عدد من العوامل البيوميكانيكية (السينماتيكية والديناميكية). قمنا بحساب العوامل السينماتيكية انطلاقاً من تحليل لقطات فيديو، في حين حسبت العوامل الديناميكية انطلاقاً من معادلات فيزيائية. من نتائج العينة المرجعية، استنتجنا وجود ثلاث معايير مميزة التي تفسر التجليات المحققة من طرف العينة التجريبية وهي زاوية الإقلاع، التنسيق الحركي للأطراف العليا والأطراف السفلى، والإستطاعة القصوى المطبقة أثناء الارتقاء العمودي.

الكلمات المفتاحية: لاعب كرة الطائرة الساحق، العوامل السينماتيكية والديناميكية، التوجه التقني.

Introduction :

En volley-ball le volleyeur attaquant doit avoir une bonne condition physique à travers des qualités physiques harmonieusement développées associées à une bonne morphologie et une bonne technique.

Il s'agit donc de développer ces habiletés et cela nécessite une grande puissance de saut alliant force, vitesse, explosivité et détente.

Cette dernière reste le facteur le plus important pour que le volleyeur attaquant puisse arriver à une maîtrise technique et une motricité optimale.

Cet article cherche à montrer comment et pourquoi un volleyeur attaquant saute plus haut qu'un autre et de justifier la qualité de leur geste technique à

travers l'utilisation de certains paramètres cinématiques et dynamiques afin de déterminer la différence des performances réalisées.

Problématique

Pour que le volleyeur attaquant puisse arriver à une maîtrise technique et une motricité optimale, la connaissance et l'utilisation de certains paramètres biomécaniques s'avèrent primordiales, ce qui nous a poussé à poser les questions suivantes :

- Quelle vitesse d'arrivée et quelle vitesse d'envol doit atteindre le volleyeur attaquant, depuis le début de l'élan jusqu'à la fin de l'impulsion ?
- Quel angle d'envol doit-il choisir pour améliorer sa trajectoire lors de l'impulsion ?
- Quelles est la force maximale et la puissance maximale que le volleyeur attaquant doit développer lors de son impulsion ?

Toutes ces questions convergent vers la question principale à savoir : comment et pourquoi un volleyeur attaquant saute plus haut qu'un autre ?

Hypothèse :

L'utilisation des paramètres cinématiques (vitesse d'arrivée, vitesse d'envol, angle d'envol, détente verticale et longueur du saut) et les paramètres dynamiques (force maximale et puissance maximale) permettent de déterminer la différence entre les différentes performances réalisées par chaque volleyeur attaquant.

Fondements théoriques :

Sur la base de l'étude bibliographique, nous avons établi les fondements biomécaniques (cinématiques et dynamiques) faisant référence aux trois premières étapes d'exécution du smash par le volleyeur attaquant.

Caractéristiques cinématiques :

Les caractéristiques cinématiques des trois phases d'exécution du smash se répartissent comme suit :

Phases de l'élan et de l'appel :

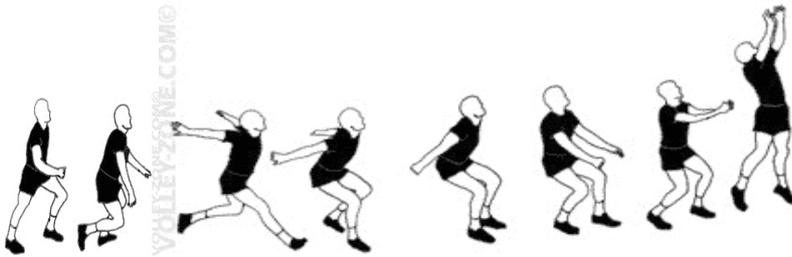


Figure n°1 : Représente l'exécution des deux premières étapes du smash (élan et appel) par le volleyeur attaquant

Le volleyeur attaquant parcourt une distance horizontale (dh_1) en un temps (t_1) avec une vitesse (V) et une accélération (a). Le mouvement que décrit ce joueur, pendant les deux premières phases, est un mouvement uniformément accéléré. Pour calculer la vitesse (V) nous avons calculé d'abord l'accélération (a) en appliquant la formule suivante :

$$dh_1 = \frac{1}{2} at_1^2 + V_0 + dh_0$$

Ou la vitesse initiale ($V_0 = 0\text{m/s}$) et la distance horizontale initiale ($dh_0 = 0\text{m}$), on aura alors :

$$dh_1 = \frac{1}{2} at_1^2 \quad \rightarrow a = \frac{2dh_1}{t_1^2}$$

t_1^2

Avec dh_1 = distance horizontale du début de l'élan jusqu'à la fin de l'appel ;

t_1 = temps mis pour parcourir cette distance

Pour calculer la vitesse (V) nous avons utilisé l'équation suivante :

$$V = at_1 + V_0 \quad \text{Avec } V_0 = 0 \text{ m/s}$$

Phase de l'impulsion et d'armé du bras



Figure n°2 : Représente la phase de l'impulsion et l'armé du
Volleyeur attaquant

Après la fin de l'appel, le joueur prend son appui avant d'exécuter un saut vertical. À ce moment-là, nous prenons l'angle d'envol (α) représentant l'angle d'envol entre l'horizontale (sol) et la jambe droite (jambe d'appel) du volleyeur attaquant. Le joueur va sauter avec une vitesse d'envol : $V' = V_y + V_x$

avec V_y : vitesse d'envol verticale V_x : vitesse d'envol horizontale

Dans notre étude c'est la vitesse d'envol verticale qui nous intéresse le plus puisque le volleyeur attaquant utilise cette dernière pour sa détente verticale. Le mouvement que décrit le volleyeur attaquant lors de l'impulsion est un mouvement uniformément décéléré. Nous avons calculé alors la vitesse d'envol en utilisant la formule suivante :

$$V_y = V$$

$\sin \alpha$

o V : vitesse initiale d'envol α : angle d'envol

Sachant bien que le volleyeur attaquant est soumis à l'accélération de pesanteur (g) lors de son impulsion, sa détente verticale théorique (dv_t) sera égale à :

$$dv_t = -gt_2 / 2 + Vy t_2 +$$

dv_{to}

avec g : accélération de pesanteur, t_2 : temps mis par le joueur pour exécuter sa détente de l'appui jusqu'à la fin de l'impulsion, dv_{to} : détente verticale initiale

La détente verticale mesurée (dvm) est prise directement de la planche millimétrée.

Après avoir mis la photo en zoom maximale, nous avons mesuré la détente verticale réalisée par chaque volleyeur attaquant du groupe expérimental, en translatant la droite reliant le pied du volleyeur attaquant par rapport au sol sur la planche millimétrée.

La distance (L) en (m) représentant la longueur du saut, du début de l'impulsion jusqu'au point de réception et la distance (dc) représentant la longueur du saut, du point de réception du smash jusqu'à la ligne médiane au dessous du filet, seront prises ultérieurement

Caractéristiques dynamiques

Ce qui nous a intéressé le plus dans les caractéristiques dynamiques, c'est la force maximale et la puissance maximale développées par le volleyeur attaquant lors de sa détente verticale.

Nous avons d'abord calculé le travail (W) fourni par le joueur lors de l'impulsion. Ce travail représente l'énergie mécanique utilisée par le joueur

pour exécuter une détente verticale, elle est égale à la somme de l'énergie potentielle (E_p) et l'énergie cinétique (E_c).

Pour calculer le travail (W), nous avons utilisé l'équation suivante :

$$W = E_m = E_p + E_c$$

Avec E_m : énergie mécanique, E_p : énergie potentielle, E_c : énergie cinétique L'énergie potentielle est égale à :

$$E_p = mg \times d_{vm}$$

Avec m : masse corporelle, g : accélération de pesanteur, d_{vm} : détente verticale mesurée.

L'énergie cinétique est égale à :

$$E_c = \frac{1}{2} mV_y^2$$

Avec m : masse corporelle, V_y : vitesse d'envol verticale

Le travail est donc égal

$$W = mg d_{vm} + \frac{1}{2} mV_y^2$$

Pour calculer la puissance maximale (P) développée par le joueur, nous avons utilisé la formule suivante :

$$P = W / t_2$$

Avec W : travail fourni par le volleyeur attaquant pour exécuter une détente verticale, t_2 = temps mis de l'appui jusqu'à la fin de l'impulsion

Pour calculer la force maximale (F) développée par le joueur, nous avons utilisé la formule suivante :

$$F = P \cdot V_y$$

Avec P = puissance développer par le joueur pour exécuter une détente verticale

$$V_y = \text{Vitesse d'envol}$$

Sur la base de ces fondements biomécaniques et en utilisant le logiciel de calcul Excel, nous avons établi une fiche analytique concernant l'exécution des trois (03) premières étapes du smash par le volleyeur attaquant. Cette

dernière nous a permis d'enregistrer tous les résultats des différents paramètres cités :

**FICHE ANALYTIQUE DE L'EXECUTION DU TEST DU SMASH
PAR LE VOLLEYEUR ATTAQUANT**

NOM:		DATE:	
PRENOM:		LIEU:	
CLUB:			
CATEGORIE:			
SEXE:			
AGE			

1- PARAMETRES MORPHOLOGIQUES

TAILLE (cm)	
POIDS (kg)	
ENVERGURE VERTICALE (cm)	

2- PARAMETRES BIOMECHANIQUES

2-1 **parametres biomecaniques utilisés durant la première et la deuxième phase de l'exécution du smash (phase de l'élan et de l'appel)**

2-1-1 **parametres du temps(t₁) : de la distance(dh) ;du poids (P) : de l'accélération de pesanteur (g) et de la masse corporelle (m) pour chaque essai**

essai		1	2	3
temps(t ₁) en (s)				
distance(dh ₁) en (m)				
poids (P) en (kg)				
Pesanteur (g) en(m/s ²)				
masse corporelle (kg/f)	$m = p/g$			

2-1-2 **parametres de l'accélération (a) et de la vitesse(V) pour chaque essai**

essai		1	2	3
acceleration (a) en (m ² /s)	$a=2dh_1 / t_1^2$			
vitesse (v) en (m/s)	$V=at_1+V_0$			

2-2- **parametres biomecaniques utilisées durant la troisième phase de l'exécution du smash (phase de l'impulsion et l'armé du bras)**

2-2-1 **parametres du temps(t₂), de l'angle d'envol (α) ;de la vitesse horizontale (Vx) ;de la vitesse d'envol (Vy) et des distances (dv et dh) et de la longueur du saut (L) pour chaque essai**

essai		1	2	3
Angk d'envol (α) en (degré)				
temps(t ₂) en (s)				
Angle d'envol (α) en (radian)	$\sin(\alpha^*(3,14/180))$ $\cos(\alpha^*(3,14/180))$			
Décomposition de la vitesse V	$V_x = V \cos \alpha$ $V_y = V \sin \alpha$			
détente verticale mesurée (dvm)en	dvm			
détente verticale théorique (dvt)en	$dvt=-gt_2^2/2 + V_y t_2$			
distance horizontale(dh)en(m)	$dh= V_x t$			
Longueur du saut mesurée (L) en(m)				

2-2-2- **parametres de la vitesse d'envol (Vy), du travail (W), de la puissance (P) et de la force (F)**

essai		1	2	3
vitesse d'envol (Vy) en (m/s)	$V_y = V \sin \alpha$			
travail (w) en (J)	$W=mg.dvm + 1/2 mV_y^2$			
puissance (P) en (watts)	$P = W / t_2$			
force (F) en (N)	$F = P/V_y$			

Figure 3 : Fiche analytique

Partie expérimentale :

Caractéristiques de l'échantillon de recherche

Dans le cadre de notre recherche, nous avons choisi quatre (04) volleyeurs attaquants issus de 3 clubs de la Nationale 1 seniors garçons représentant le groupe expérimental et le meilleur joueur de l'équipe nationale brésilienne senior de volley-ball (Giba)

Tableau n° 1 : Caractéristiques de l'échantillon d'étude

Nom & Prénom	Age (ans)	Taille (cm)	Poids (kg)	Club
Sujet expérimental N° 1	37	192	94	CACConstantine
Sujet expérimental N° 2	18	180	70	CRAin Mlila
Sujet expérimental N° 3	18	192	77	CACConstantine
Sujet expérimental N°4	24	184	73	VBCCConstantine
Giba	30	194	85	EN Brésil

Voici par ailleurs les caractéristiques du joueur de référence, le meilleur joueur mondial (Giba)

Tableau n° 2 : Caractéristiques du joueur de référence Giba

Fiche d'identité	
Nom complet	Gilberto Amaury de Godoy Filho
Nationalité	 Brésil
Date de naissance	23 décembre 1976 (30 ans)
Taille	1,94 m
Poids	85 kg
Surnom	<i>Giba</i>
Caractéristiques	
Hauteur à l'attaque	325 cm
Hauteur au contre	312 cm
Latéralité	Droitier

De ce tableau nous avons déduit la détente verticale mesurée (**dvm**) de ce joueur qui est égale à **1.31 mètre (dvm = Hauteur d'attaque – Taille)**

Le test expérimental a été réalisé en 2006 par rapport aux joueurs du groupe expérimental au nombre de 4 issus de 3 clubs de volleyball catégorie seniors. La fiche d'identité du joueur de référence Giba mentionne l'âge de ce dernier par rapport au contenu de cette fiche qui a été établie après le championnat du monde volleyball seniors garçons qui s'est déroulé du 17/11/2006 au 03/12/2006 au Japon .

Outils d'investigations

Support informatique :

❖ le logiciel Movie Maker:

Permettant l'établissement des photogrammes (à partir des séquences vidéo) et des kinogrammes, des trois premières étapes d'exécution du smash pour chaque joueur du groupe expérimental et du joueur de référence (Giba),

A partir de la séquence vidéo téléchargée (du site Internet www.google.ch sous le nom youtube – Giba's Attack) en utilisant le logiciel Windows Media Player et le logiciel Avistep, nous avons sélectionné les différentes étapes d'exécution du smash ainsi que les différents paramètres cinématiques, pour pouvoir déterminer ultérieurement toutes les caractéristiques cinématiques du joueur de référence(Giba)

❖ le Logiciel AVISTEP :

Est un logiciel autorisant l'analyse de l'enregistrement vidéo d'une expérience pour étudier le mouvement d'un solide

❖ Un Web Cam et un micro portable de marque SIEMENS

Test expérimental :

Les outils d'investigation utilisés pour la réalisation du test comprennent :

- Un demi-terrain de volley-ball synthétique
- Un filet de volley-ball à une hauteur de 2,43 mètres
- Deux antennes flexibles placées sur le filet, distantes de 3 mètres, pour délimiter le champ d'action du volleyeur attaquant
- Une planche de 4 m de hauteur et de 2m de largeur placée à l'extérieur du terrain, parallèle à la ligne latérale et distante par rapport à cette dernière de 1,5 mètre, perpendiculaire par rapport au sol, graduée de 0m à 3,80m, située de profil par rapport au volleyeur attaquant qui va exécuter le smash
- Une poudre blanche étalée sur une surface de 10,5m (3,5x3) qui permettra de savoir avec exactitude l'endroit où le volleyeur a pris ses marques



Figure n°3 : Représente les outils
d'investigations

filet avec les deux antennes, poudre
blanche étalée sur le sol, un pèse
personne décimètre millimétrée
graduée,)

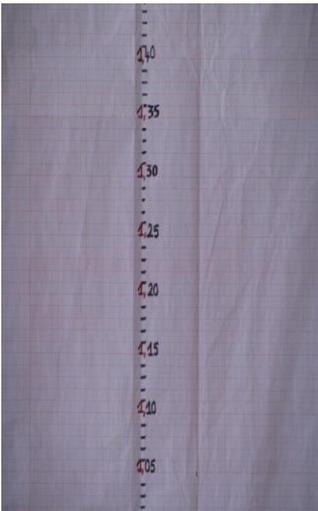


Figure n°4 : Représente la planche
(Planche millimétrée)

- Un pèse personne : pour prendre le poids de chaque joueur du groupe expérimental ($\Delta P= 1Kg$)
- Un décimètre pour mesurer la distance parcourue par le volleyeur attaquant du début de l'élan jusqu'à la fin de l'appel, de l'appui de l'impulsion jusqu'au point de réception après le smash et du point de réception jusqu'à la ligne médiane

Déroulement du test

Le volleyeur attaquant se place derrière la ligne des 3 mètres, au signal verbal il prend son élan en se déplaçant à l'intérieur de la zone où la poudre blanche est étalée pour exécuter le smash à l'intérieur des deux antennes flexibles placées sur le filet

Un cameraman, placé de profil par rapport au joueur, filme le déroulement du test et deux observateurs, placés du même côté que ce dernier, pour désigner l'endroit où il a commencé à prendre son élan ; où il a fait son appel et où il a réceptionné après l'exécution du geste d'attaque.

Nous avons utilisé la poudre étalée sur le sol pour déterminer avec exactitude, les différentes distances parcourues et le logiciel Avistep calculera en fonction des repères déterminés par les observateurs, les différentes distances

Fréquence du test

Chaque joueur réalise trois essais. Les résultats sont reportés sur la fiche analytique précédemment établie

Résultats et discussions

Les différents résultats des paramètres biomécaniques (cinématiques et dynamiques) et les différents kinogrammes de l'échantillon d'étude enregistrés lors de l'exécution des différentes étapes du smash, nous ont permis de mieux justifier les performances réalisées par chaque joueur

Tableau n° 3 : Résultats des meilleures valeurs des caractéristiques cinématiques et dynamiques de l'échantillon d'étude

échantillon	Sujet experimental N°1	Sujet xperimental N°2	Sujet experi-mental N°3	Sujet experim-ental N°4	Giba
Age (ans)	37	18	18	24	30
Taille (cm)	192	180	192	184	194
Poids (kg)	94	70	77	73	85

Caractéristiques cinématiques :

P H A S E S	P A R A M E T R E S	V A L E U R S				
		Début de l'élan Jusqu'à La fin de l'appel	Vitesse d'arrivée (V) en (m /s)	3.42	5.30	5.25
Du début de l'impulsion Jusqu'à la fin De l'armement Du bras	Angle d'envol (α) en (degré)	75	65	62	83	85
	Vitesse d'envol (Vy) en (m/s)	3.25	4.67	4.24	3.80	7.84
	Détente verticale mesurée (dvm) en (m)	0.45	0.72	0.76	0.78	1.31

Caractéristiques dynamiques :

PHASES	PARAMETRES	VALEURS				
Du début de l'impulsion Jusqu'à la fin de l'armement du bras	Force maximale (F) en (Newton)	49.93	43.56	48.35	41.70	120.35
	Puissance maximale (P) en (Watts)	151.05	203.68	181.88	153.44	943.88

Les résultats en rouge représentent les plus mauvais résultats de l'échantillon d'étude

Les résultats en vert représentent les meilleurs résultats de l'échantillon d'étude

Sujet expérimental N°1 :

Il est le joueur le plus âgé, possédant un poids nettement supérieur par rapport à tous les joueurs expérimentés. Sa détente est la plus faible réalisée, due à une vitesse d'arrivée et une vitesse d'envol les moins importantes obtenues dans tout le groupe. Il possède la plus grande force maximale développée et un angle d'envol parmi les plus importants enregistrés

Du point de vue technique, nous avons constaté qu'il possédait le meilleur balancement et la meilleure élévation des bras vers l'arrière seulement il coordonne mal les mouvements des bras et des jambes dans le plus part de ses essais. Pour améliorer sa détente, ce joueur doit améliorer sa vitesse d'arrivée et sa vitesse d'envol.

Sujet expérimental N°2

Il est l'un des deux joueurs le moins âgé du groupe, possédant la plus petite taille et le plus petit poids. Sa détente verticale est la troisième du groupe

expérimental. Possédant les meilleures vitesses d'arrivée et vitesses d'envol, la meilleure puissance développée et l'un des plus faibles angles d'envol parmi le groupe expérimental

Du point de vue technique, il présente en général un balancement et une élévation des bras qui ne sont pas importants, il coordonne mal les mouvements des bras et jambes ce qui peut influencer l'accélération des ces derniers. La mauvaise flexion des genoux influence négativement la trajectoire d'envol. Il possède la plus grande longueur de saut parmi tout le groupe.

Pour améliorer sa performance, il doit augmenter son angle d'envol, bien coordonner les mouvements des bras et des jambes afin de donner plus d'accélération aux mouvements de ces derniers et bien fléchir les genoux pour améliorer sa trajectoire d'envol.

Sujet expérimental N°3 :

Il est l'un des deux joueurs le moins âgé du groupe. Sa détente est l'une des meilleures réalisées. Il possède l'une des meilleures vitesses d'arrivée et vitesses d'envol, ainsi que l'une des meilleures forces maximales développées, malgré un faible angle d'envol obtenu.

Du point de vue technique nous avons constaté qu'il a un mauvais balancement et une mauvaise élévation des bras vers l'arrière. Il coordonne mal les mouvements de ces bras et de ces jambes à cause de l'asynchronisation des mouvements de ces derniers.

Il peut améliorer sa détente, en augmentant son angle d'envol, en balançant et en élevant assez haut ses bras vers l'arrière, en coordonnant les mouvements de ses bras et de ses jambes pour donner une bonne accélération aussi bien pour les bras que pour les jambes.

Sujet expérimental N° 4 :

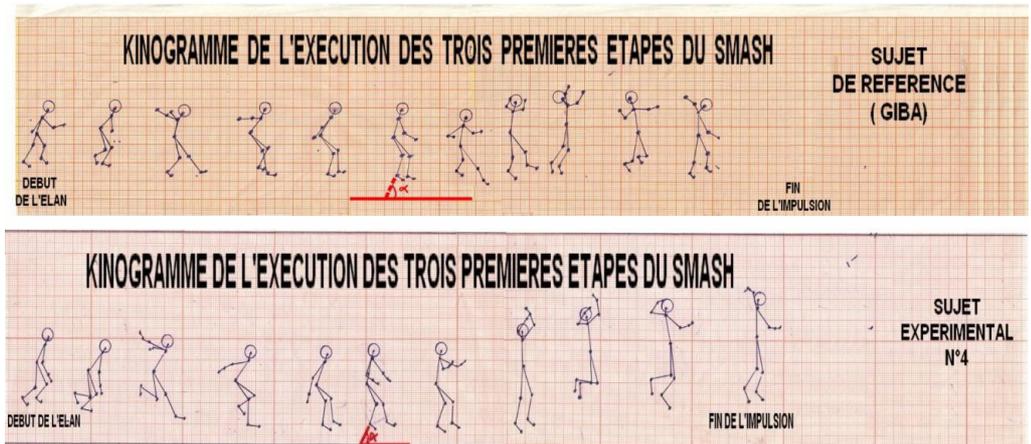
Il possède la meilleure détente de tout le groupe. Grâce à un grand angle d'envol et une longueur de saut très significatifs. Sa vitesse d'arrivée et sa vitesse d'envol sont moins importantes en le comparant au Sujet expérimental N°2 qui possède les meilleurs résultats. Sa force maximale développée est la moins importante parmi tous les joueurs du groupe expérimental

Du point de vue technique, nous avons constaté qu'il possède un bon balancement et une bonne élévation des bras vers l'arrière, mais il coordonne mal les mouvements des bras et des jambes.

Pour améliorer sa détente il doit améliorer sa vitesse d'arrivée, sa vitesse d'envol et surtout sa force maximale et sa puissance maximale

Mise en correspondance des résultats du groupe expérimental avec les résultats du joueur de référence (Giba)

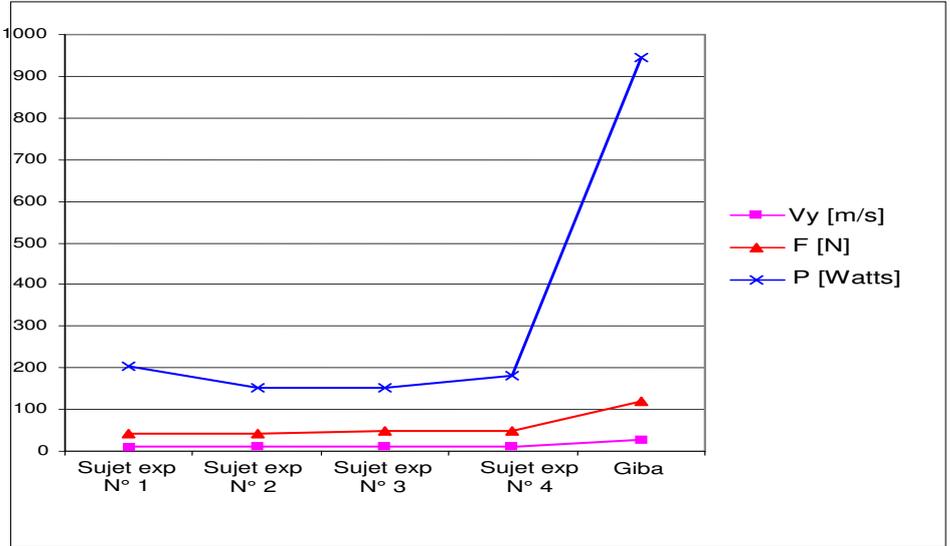
Du point de vue technique, nous remarquons une grande différence dans l'exécution du smash entre les joueurs du groupe expérimental et le joueur de référence (Giba). La coordination des mouvements des bras et des jambes à travers la synchronisation des mouvements de ces derniers le confirme.



Du point de vue physique, nous remarquons, à travers les caractéristiques cinématiques et dynamiques, une très grande différence :

- La meilleure vitesse d'arrivée du groupe expérimental (**Sujet expérimental N°2**) atteinte est égale à (5.30m/s), alors que celle de (Giba) est égale à (7.89 m/s)
- La meilleure vitesse d'envol du groupe expérimental (**Sujet expérimental N°2**) est égale à (4.67 m/s), alors que celle de (Giba) est égale à (7.84 m/s)
- La meilleure force développée du groupe expérimentale (**Sujet expérimental N°1**) est égale à (49.93 N), alors que celle développée par (Giba) est de l'ordre de (120.35 N)
- La meilleure force développée du groupe expérimentale (**Sujet expérimental N°1**) est égale à (49.93 N), alors que celle développée par (Giba) est de l'ordre de(120.35 N)

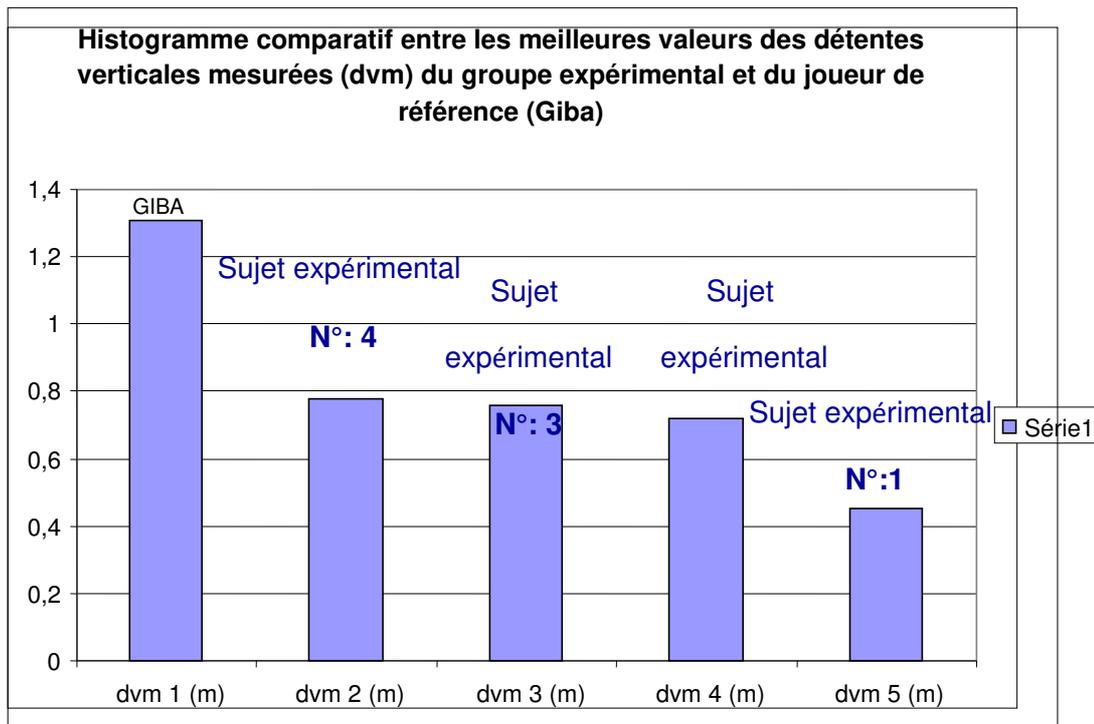
- La somme des puissances développées par l'ensemble du groupe expérimental, égale à (690 Watts), représente presque les 2/3 de la puissance développée par (Giba), qui est de l'ordre de (943.88 Watts).



Graphe n°1 : Graphe comparatif des meilleures valeurs de la vitesse d'envol (V_y), de la force (F) et de la puissance (P) entre le groupe expérimental et le joueur de référence (Giba)

- Mis à part le **sujet expérimental N° 4** dont l'angle d'envol a atteint (84degre), les autres joueurs n'ont pas atteint celui de Giba (85 degrés).

- La détente verticale enregistrée par le meilleur joueur du groupe expérimental (**sujet expérimental N° 4**) (0.78 m), représente presque la moitié de celle de Giba (1.31 m)



De ces résultats, à partir du joueur de référence (Giba), nous avons déduit qu'il existé trois (3) critères discriminants qui expliquent les performances réalisées par le groupe expérimental :

- L'angle d'envol : car plus l'angle d'envol est grand moins est la longueur du saut et plus grande est la détente verticale.
- La coordination des mouvements des bras et des jambes : la synchronisation des mouvements des bras et jambes donne par conséquent une bonne accélération aux bras et/ou aux jambes, d'où une bonne impulsion et par conséquent une meilleure rapidité d'exécution
- La puissance maximale développée permet l'augmentation de la détente verticale

Conclusion

L'étude réalisée, sur l'impact de certains paramètres biomécaniques (cinématiques et dynamiques) sur l'exécution du geste technique du smash par les volleyeurs attaquant, nous a permis de situer l'origine des défaillances ou performances enregistrées par l'échantillon d'étude. Les résultats enregistrés par le groupe expérimental ne sont pas dus seulement à l'influence des paramètres biomécaniques étudiés, les aptitudes spécifiques aux exigences de saut qui peuvent être d'origine constitutionnelle ou acquise par l'entraînement peuvent être aussi à l'origine de ses résultats. D'autres paramètres biomécaniques tels que l'accélération des bras et des jambes ainsi que le temps d'appui avant l'impulsion, peuvent être aussi responsables de telles performances.

Perspectives :

Le volleyeur attaquant, doit « sentir » les gestes qu'il exécute et la biomécanique est là pour mettre en évidence, les incohérences dans certains mouvements et décrire avec assez de précision le geste du smash qu'il doit exécuter, mais aussi les grandeurs physiques qui le régissent afin qu'il puisse connaître ses limites du point de vue des forces qu'il doit développer par l'intermédiaire des membres de son corps.

Dans ce contexte, il serait intéressant d'étudier, par l'utilisation d'outils d'investigations plus appropriés, la dynamique des membres supérieurs et inférieurs en vue de connaître l'influence de l'entraînement, sur la dynamique du saut et de la frappe de balle par le volleyeur attaquant

Références Bibliographiques :

- 1- Claude Hertogh.” Biomécanique – *Éléments de mécanique humaine*”, <http://www.google.ch.calamar.univ-ag.fr/uag/staps/cours/anat/biom>, 2004
- 2- James G. Hay, « *Biomécanique des techniques sportives* », Editions Vigot Paris, France, 1980.
- 3- B Knap, Skill in sport : « *The attainment of proficiency* » 1966, p. 28 Traduit en français : Editions Vigot – Sport et motricité – Collection « sport et enseignement».
- 4- R. Lepers, A. Martin: « *Biomécanique* », Ellipes Edition S.A., 2007
- 5- « Conseils techniques » <http://www.volley-zone.com/cours.Php> 2006, page.13
- 6- Claude Jacquemoud : « *Préparation physique et volley-ball* », Département entraînement sportif. UFRAPS Lyon, 1994
- 7- “*Coaching, exercices et entraînement* “, www.volley-zone.com/coach_cat.php?cat , 2007
- Weineck J.: “*Manuel d’entraînement*,” collection sport et enseignement, Edition Vigot 1997.
- 8- <http://www.volley-zone.com/forum>, 2007
- 9- Egger J.P.” *La vitesse aux quatre vents*”, Mobile 01-2004
- 10- Cometti G., « *La pliométrie* », UFR STAPS, université de Bourgogne Dijon, (1987)
- 11- Cometti G « *Les méthodes de développement de la force*», Centre d’Expertise de la performance DIJON ,<http://www.google.ch> 2007
- 12- Bosco.C, “*L’effetto del pre-stiramento sul comportamento del muscolo scheletico considerazioni fisiologiche sullo forza esplosive*”, In atlticastudi-jan-fev-7-117, traduction insep n°644, 1985
- 13- Emmanuel.Nourry, Julien Morlier et Mariano Cid « *Analyse de la détente verticale en volley-ball* » (*Résultats et conclusion*), Laboratoire mécanique physique Université Bordeaux 1- CNRS, 1998