

Master « Sciences et Techniques  
des Activités Physiques et Sportives »

Spécialité : **Evaluation de la Performance et des  
Adaptations Motrices et Physiologiques**

Mémoire de fin d'études présenté pour l'obtention du grade de master

**Impact de la technique de poussée initiale  
sur l'efficacité du déplacement en badminton**

Présenté par

**Jobrane Hedhli Ayadi**

Maître de stage : Julien MULLER (Président de la Ligue de Badminton, Ligue de Lorraine de Badminton – TOMBLAINE)

Guidant universitaire : Julien FRERE (Maître de Conférences des Universités – UFR STAPS NANCY)

Juin 2017



## Table des matières

I.	Cadre théorique :	7
I.1.	Jeu de jambe et déplacement en Badminton	7
I.1.1.	La position d'attente	8
I.1.2.	Stratégies de départ :	9
I.2.	Changement de direction et mouvement préparatoire	10
I.2.1.	La capacité de changement de direction (COD)	10
I.2.2.	Rôle des mouvements préparatoires	11
I.2.3.	Les mouvements préparatoires dans les sports de raquette	12
I.3.	Mouvement préparatoire et capacités neuromusculaires :	13
I.3.1.	L'action musculaire pliométrique	14
I.3.2.	Le cycle étirement détente et CES	15
I.4.	Objectif de l'étude :	16
I.5.	Hypothèses :	16
II.	Partie méthodologique	17
II.1.	Sujet	17
II.2.	Protocole	17
II.3.	Matériels et acquisition des données :	20
II.3.1.	Données Temporelles :	20
II.3.2.	Données électromyographiques :	21
II.3.3.	Données mécaniques (pressions plantaires) :	22
II.4.	Traitements des données	22
II.4.1.	Synchronisation des données :	22
II.4.2.	Données temporelles :	23
II.4.3.	Données neuromusculaire :	24
II.4.4.	Données mécaniques	25
II.5.	Analyses et démarches statistiques :	25
III.	Résultats	27
III.1.	Données temporelles	27
III.2.	Données neuromusculaires :	30
III.3.	Données mécaniques :	33
IV.	Discussion :	35
V.	Conclusion	39

## *Liste des abréviations*

COD : Changement de direction (de l'anglais : change of direction)

CES : Composante élastique série

GRF : La force de réaction au sol (de l'anglais : ground reaction force)

SS : Split step (Sursaut de démarrage)

CT: Contre tension

MVIC: Contraction maximale volontaire isométrique

SE: L'erreur type

SD: l'écart type

COM: Centre de masse

COP: Centre de pression

VI: Variable indépendante

VD: Variable dépendante

GlutG: grand glutéal

VastL: Vaste latéral

GastL : Gastrocnémien latéral

FSR : Force Sensing Resistor

IEE : International Electronics & Engineering

## *Liste des Figures et tableaux*

FIGURE 1 PREDISPOSITION DE DEPART (POSITION D'ATTENTE) .....	8
FIGURE 2 MODELE DETERMINISTE MODIFIE DE LA QUALITE DE CHANGEMENT DE DIRECTION (COD). PRODUIT PAR SHEPPEARD ET YOUNG 2006.....	11
FIGURE 3 : DEPLACEMENT ANGULAIRE DU GENOU, ENREGISTREMENT DES PRESSIONS VERTICALES SUR PLATE-FORME DE FORCE, ET EMG AU COURS DES DIFFERENTES PHASES (EXCENTRIQUE ET CONCENTRIQUE) DANS LES 3 TESTS: SJ, CMJ ET DJ (D'APRES BOSCO,1985).....	14
FIGURE 4 : MODELE A 3 COMPOSANTES DE A.V . HILL (1951) CC : COMPOSANTE CONTRACTILE REPRESENTANT LES PONTS ACTINE MYOSINE, CES : COMPOSANTE ELASTIQUE SERIE OU STRUCTURE TENDINEUSE, CEP : COMPOSANTE ELASTIQUE PARALLELE OU TISSU CONJONCTIF ET SARCOLEMME. ....	15
FIGURE 5 : PLACEMENTS (SUJET ET ADVERSAIRE) ET ZONES D'ENVOI CIBLES (ZONE1 ET ZONE2).....	17
FIGURE 6 : DISPOSITIF EXPERIMENTAL (VUE DE L'ARRIERE) .....	20
FIGURE 7 : POSITIONS DES ELECTRODES EMG DELSYS ET DE L'ACCELEROMETRE TRIDIMENSIONNEL (VUE DE PROFIL). ....	21
FIGURE 8 : SEMELLE DE PRESSION PLANTAIRE AVEC HUIT CAPTEURS DE PRESSION ET LE BOITIER EMETTEUR, IEE®. ....	22
FIGURE 9 : LES TROIS ZONES DE PRESSION PLANTAIRE.....	25
FIGURE 10 : LA VITESSE DES APPUIS EN M/S, L'ERREUR TYPE (SE) ET L'ECART TYPE (SD) POUR L'ENSEMBLE DU GROUPE DANS LES DEUX CONDITIONS (SS ET CT). ....	27
FIGURE 11 : LA VITESSE D'EJECTION MOYENNE EN M/S, L'ERREUR TYPE ET L'ECART TYPE POUR L'ENSEMBLE DU GROUPE ET POUR CHACUNE DES DEUX CONDITIONS (SS ET CT).....	28
FIGURE 12 : LA DUREE D'EXECUTION MOYENNE EN S DES DEUX CONDITIONS, LES QUANTILES 25%- 75% ET LES VALEURS MIN ET MAX POUR L'ENSEMBLE DU GROUPE .....	29
FIGURE 14 : LA VALEUR RMS MOYENNE EN % DE MVC, L'ERREUR TYPE ET L'ECART TYPE DU MUSCLE VASTE LATERAL POUR L'ENSEMBLE DU GROUPE ET POUR CHACUNE DES DEUX CONDITIONS (SS ET CT).....	31
FIGURE 15 : LA VALEUR RMS MOYENNE EN % DE MVC, L'ERREUR TYPE ET L'ECART TYPE DU MUSCLE GRAND GLUTEAL POUR L'ENSEMBLE DU GROUPE ET POUR CHACUNE DES DEUX CONDITIONS (SS ET CT).....	32
FIGURE 16: LA PRESSION PLANTAIRE AU NIVEAU DE LA ZONE 1, EXPRIME EN % DE LA PRESSION PLANTAIRE STATIQUE .....	33
FIGURE 17 : LA PRESSION PLANTAIRE AU NIVEAU DE LA ZONE 2, EXPRIME EN % DE LA PRESSION PLANTAIRE STATIQUE .....	34

FIGURE 18 : LA PRESSION PLANTAIRE AU NIVEAU DE LA ZONE 3, EXPRIME EN % DE LA PRESSION PLANTAIRE STATIQUE .....	34
---	----

TABLEAU 1 : TEST DE LA CONTRACTION MAXIMALE VOLONTAIRE ISOMETRIQUE (MVIC) DES TROIS MUSCLES GASTL, VASTL ET GLUTG.....	19
---	----

## *I. Cadre théorique :*

### **I.1. Jeu de jambe et déplacement en Badminton**

Le badminton est un sport explosif, cela exige que l'athlète soit capable de se déplacer dans plusieurs directions et de se replacer tout en frappant et en recevant un volant avec des vitesses allant jusqu'à 332 km/h (Sturgess & Newton, 2008). Des services des fentes et des changements de direction rapides, tout cela nécessitent que le corps entier génère le maximum de sa puissance.

Comme tout autre sport de raquette ou de duel, le badminton impose au joueur une forte pression temporelle où l'objectif est de mettre l'adversaire en crise de temps, dans le but de conclure l'échange en renvoyant le volant le plus rapide possible dans le camp adverse ce qui lui limite la planification de sa défense ou sa contre-attaque. De plus, la contrainte temporelle est autant plus importante (coup plus rapide et plus puissant) avec l'augmentation du niveau, pour cela le joueur doit optimiser au maximum possible l'organisation de sa réponse motrice à fin d'être toujours prêt à défendre son camp et sans être dépassé par la situation du jeu que l'adversaire impose. En fait, chez tous les athlètes, la capacité de se déplacer rapidement et de changer rapidement de direction est souvent qui fait la différence entre le succès et l'échec. Pratiquement tous les sports impliquent des mouvements du corps entier qui exigent que les athlètes accélèrent rapidement, décélèrent ou changent de direction en réponse aux situations du jeu. De plus, dans les sports où les athlètes doivent couvrir une direction relativement courte, le changement de direction lui-même peut être le facteur limitant.

Avec beaucoup d'autres sports, le motif de mouvement commence défensivement, puis passe à l'offensive, par conséquent, le changement de direction suivi par une accélération immédiate est habituellement le facteur déterminant dans la réussite d'un retour de service. Dans ce contexte le premier déplacement qui suit le retour d'un service est souvent un élément peu évoqué dans la littérature technique et représente un abstrus chez les entraîneurs du badminton. Un joueur de haut niveau laisse toujours transparaître une aisance, une fluidité sur ce type de déplacement. Les spécialistes en badminton suggèrent que cette aisance est issue de la position de départ, des poussées initiales, de la lecture précoce de la trajectoire adverse et de la rapidité du temps de réaction.

### *1.1.1. La position d'attente*

Le déplacement en Badminton débute par une position de prédisposition initiale (Figure1). Elle a pour enjeu la création d'une pré-tension (mise sous tension musculaire) maximale favorisant l'efficacité du jaillissement (Francine Grunenfelder & Georges Couartou, 1996; Lars Sologub & Klaus Fuchs, 1992; Tony Grice, 2001). Elle doit être une position équilibrée dans laquelle le joueur est sur la pointe des pieds (talons légèrement surélevés) pied orienté en fonction du jeu adverse, pieds raquette légèrement avancés, ligne des appuis, du bassin et des épaules face à l'adversaire. Les genoux légèrement fléchis pour placer le joueur en état de pré-tension maximale et de recherche d'efficacité. L'objectif prioritaire pour le joueur est d'adopter la posture la plus confortable possible afin d'éviter toute surcharge, tout écrasement défavorable à l'explosivité du jaillissement, quelle que soit la direction prise. Une légère inclinaison du buste permet un ajustement de cet équilibre (Francine Grunenfelder & Georges Couartou, 1996).



*Figure 1 : Prédiposition de départ (position d'attente)*

Cette attitude corporelle est la plus pertinente pour des départs vifs, rapides, dynamique et en totale liaison avec la volonté tactique, cette distribution d'angles est une constante dans le déplacement c'est pour cela que l'on peut dire que le déplacement en badminton débute par



une mise en jeu d'angle corporels spécifique à la pratique du badminton (Philippe Limouzin & Ian Wright, 2000).

### *1.1.2. Stratégies de départ :*

Compte tenu de la spécificité du déplacement en Badminton (placement et remplacement), les entraîneurs évoquent des diverses techniques pour déclencher le mouvement vers le volant à partir d'une position d'attente souvent standardisée. Dans la littérature et chez les spécialistes en badminton, il n'y a pas de consensus au tour cette toute première étape du déplacement qui est une phase de déséquilibre préparatrice du déplacement. Certains auteurs indiquent qu'il serait favorable d'évoquer la notion du « sursaut d'allègement », il s'agit d'un mouvement préparatoire qui précède le déplacement, un sursaut de démarrage dont la reprise d'appui coïncide avec la frappe de l'adversaire et qui va permettre de réduire le temps de mise en action et d'orienter les appuis dans la direction du coup décoché (Bertrand Ferly & Guy Papelier, 1998).

(Dorianne Gomet, 2003) décrit cette phase préparatoire comme primordiale pour faire paraître une aisance dans ses déplacements, durant cette phase appelée il ya quelques années « Saut de démarrage », le joueur oriente ses appuis et enclenche son déplacement suivant les informations prises sur la trajectoire à intercepter. (Francine Grunenfelder & Georges Couartou, 1996) suggèrent que pour acquérir une position d'attente favorable au démarrage des déplacements et être le plus dynamique possible, il faut que la phase de prédisposition soit immédiatement suivie par un saut préparatoire qui va permettre l'orientation des appuis et favoriser ainsi un départ rapide vers le point de chute supposé du volant adverse.

D'autre part, certaines autres références en badminton n'encouragent pas l'utilisation du sursaut de démarrage dans les processus d'apprentissage. Ils considèrent que la sortie de la position équilibrée ne s'effectue pas par un saut, mais par un écart des appuis avec en simultanée une poussée du pied opposé au sens du déplacement, avec une recherche de déséquilibre. Cette poussée prépondérante est indispensable car c'est elle qui donne l'inertie au joueur. Le déséquilibre est naturellement orienté dans la direction du point d'impact volant/raquette. Quant à (Philippe Limouzin & Ian Wright, 2000), ne considèrent pas le sursaut comme une action obligatoire pour effectuer une bonne reprise d'appui. Ils supposent même que l'utilisation excessive peut réduire l'efficacité de la poussée initiale. Dans son

livre, Dorianne Gomet (2003) considère que la réalisation du sursaut de démarrage n'est pas nécessaire, voire dans la plupart des cas préjudiciable. Il serait plus pertinent au joueur d'alléger ses appuis et crée le déséquilibre depuis deux actions : l'orientation de l'appui le plus proche du point de chute du volant vers ce point de chute, et poussée des deux jambes mais principalement de la jambe opposée au point de chute pour changer de direction vers le volant.

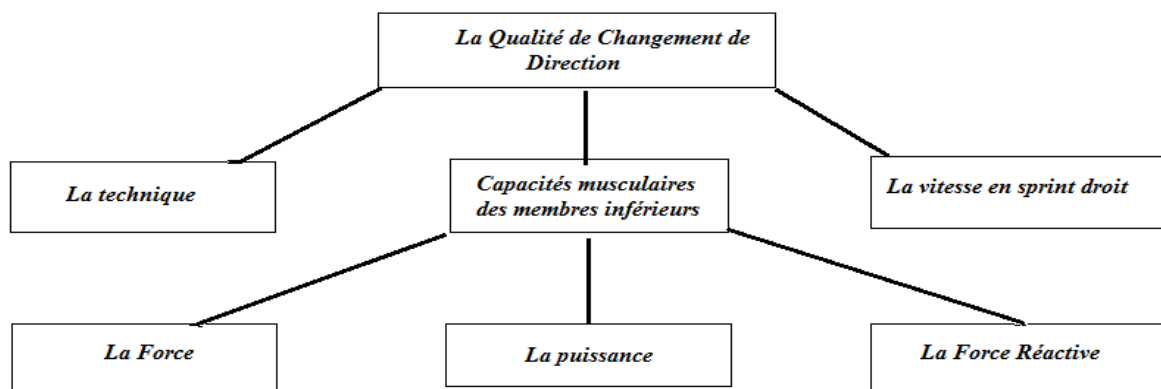
## **I.2. Changement de direction et mouvement préparatoire**

### *I.2.1. La capacité de changement de direction (COD)*

Dans la plupart des disciplines sportives, la vitesse est liée à la rapidité d'exécution d'un mouvement simple ou complexe, la tâche motrice, et à la composante perceptive organisatrice de celui-ci, la réaction. Cette qualité physique majeure concerne les efforts courts et de très forte intensité qui sont souvent décisifs dans l'activité. Mais la réalité est que dans la plupart des sports, la capacité de changer rapidement de direction est plus importante que le sprint en ligne droite. La vitesse de déplacement est affectée par la capacité de l'athlète à changer rapidement de direction. Si un athlète ne peut pas changer de direction et de retrouver la vitesse, son mouvement ne sera pas complètement réussi. Le changement rapide de direction nécessite un travail précis des jambes et la capacité d'accélérer rapidement juste après le changement de direction. Un athlète avec une bonne accélération et un jeu de jambes peut reculer plus longtemps et plus rapidement, se donnant plus de temps pour réagir à un mouvement de jeu. Plusieurs auteurs indiquent que la COD est une condition pré-requise dans les sports modernes (Fulton, 1992; Markovic, Jukic, Milanovic, & Metikos, 2007; Reilly, Williams, Nevill, & Franks, 2000), ces arguments étaient confirmés dans la littérature par des études d'identification / sélection de talent, qui ont rapporté que la capacité COD était la variable de performance la plus importante pour prédire la sélection des joueurs (i.e. Soccer, Rugby, Tennis, Basketball) (Gray & Jenkins, 2010; Keogh, Weber, & Dalton, 2003; Reilly et al., 2000).

D'autres travaux considérables ont été menés pour déterminer l'implication des différentes composantes et qualités physiques telles que la vitesse, la force et la puissance dans la capacité du changement de direction. Par exemple (Vescovi & Mcguigan, 2008; Young, James, & Montgomery, 2002), ont rapporté des corrélations statistiquement significatives ( $p \leq 0.05$ ) entre la capacité explosive des muscles des jambes et différents tests de COD. Henry, Dawson, Lay, et Young (2016), ont récemment signalé des coefficients de corrélation

inférieure à 0,3 entre un test d'agilité (avec réaction) et des tests de sauts unilatéraux, verticaux, et horizontaux. Les auteurs concluent que les performances en changement de direction sont plus susceptibles d'être influencées par des facteurs en dehors de la force (compétences techniques et d'équilibre) plutôt que par la force réactive. Sheppard et Young, (2006), ont présentés un schéma (Figure2) pour illustrer un certain nombre de facteurs déterminants dans la capacité de changer de direction et qui sont essentiellement : les qualités techniques liées à l'exécution du mouvement, les capacités neuromusculaires et la vitesse en sprint droit.



*Figure 2 : Modèle déterministe modifié de la qualité de changement de direction (COD).  
Produit par Sheppard et Young 2006.*

Comme il était montré auparavant, en badminton, c'est particulièrement la technique utilisée pour déclencher le déplacement et produire la poussée initiale qui représente un abstrus chez les joueurs et les spécialités de cette discipline. On entend parler de différentes stratégies (avec ou sans mouvement préparatoire) et organisation de départ pour améliorer la poussée initiale mais malheureusement il existe une pénurie au niveau des recherches qui évaluent l'intérêt de l'utilisation d'une telle ou telle technique pour déclencher son déplacement surtout lorsqu'il s'agit du premier déplacement qui suit le retour d'un service sur la partie arrière du cours de jeu coté revers ; une manœuvres capitale chez les « badistes ».

### *1.2.2. Rôle des mouvements préparatoires*

Pour atteindre une meilleure performance motrice, une personne déplace consciemment ou inconsciemment tout ou une partie de son corps à plusieurs reprises avant d'exécuter la tâche

visée, cette technique est appelée le «mouvement préparatoire» (Shiraki, Yamamoto, & Kushiro, 2015). Les mouvements préparatoires peuvent être observés dans différentes situations nécessitant une meilleure performance, telles que dans les activités sportives, et ils sont empiriquement connus pour améliorer la performance de la tâche. Ils sont exécutés dans plusieurs activités sportives qui comportent des sauts (Asmussen & Bondepet, 1974; Bobbert et al., 1996; Bosco & Komi, 1980) ou des lancements et des départs vifs (Perrin Perrot, Domi, 2000) ainsi que pour améliorer la qualité du mouvement (Uzu, Shinya, & Oda, 2009).

Les effets de l'exécution du mouvement préparatoire ont été testés expérimentalement pour différentes disciplines sportives. Fujii, Yoshioka, Isaka, et Kouzaki (2013) ont montré que l'application d'un mouvement préparatoire en basket-ball a diminué le temps nécessaire pour se déplacer à une certaine distance dans une tâche où tout le corps doit se déplacer. Uzu et al. (2009) ont testé l'effet du mouvement préparatoire type « split step » chez les joueurs de tennis et ils ont démontré qu'un léger saut vertical précédant le déplacement a raccourci le temps nécessaire pour parcourir une certaine distance. De même, une autre étude réalisée en taekwondo par (KIM & KIM, 2011) ont montré que des petits sursauts préparatoires permettaient une exécution plus rapide des coups de pied par rapport à une position statique, à condition de bien contrôler l'amplitude et la fréquence des sursauts.

### *1.2.3. Les mouvements préparatoires dans les sports de raquette*

En ce qui concerne les sports de raquette, notamment en tennis et badminton, la littérature ne semble pas tout dévoiler en termes de mouvement préparatoire et de l'apport ajouté du cycle étirement-détente dans les poussées initiales et les changements de direction spécifique à ces disciplines.

En tennis, Il a été montré que le « split step » permet une réaction plus rapide (Filipčič, Leskošek, Munivrana, Ochiana, & Filipčič, 2017), un déclenchement rapide du mouvement (Uzu et al., 2009) et un changement de direction plus efficace (Bloomfield, Ackland, & Elliott, 1994; Salonikidis & Zafeiridis, 2008).

Ainsi, Nieminen, Piirainen, Salmi, et Linnamo (2014), ont observé que le temps de réaction dans une situation de « split step » était plus faible ( $0,208 \pm 0,96$  s) que dans une situation où le sujet n'effectue pas un sursaut de démarrage ( $0,210 - 0,290$  s). Torres-Luque, Cabello-Manrique, Hernández-García, et Garatachea (2011), mesurait une valeur de temps de réaction moyenne encore plus faible avec un « split step » dans une situation de retour du service

(0.180 ± 0.89 s). Ils ont également défini cette valeur comme une valeur optimale pour l'exécution d'un « split step » et un « side step » (un pas de coté).

En badminton, Grice (2008) décrit le « split step » comme une compétence cruciale pour les jambes. Cependant, des études récentes sur le travail des jambes en badminton ont porté sur les fentes (Kuntze, Mansfield, & Sellers, 2010) les blessures (Besier, Lloyd, Ackland, & Cochrane, 2001) et les analyses électromyographiques des membres inférieurs (Tsai, Pan, Huang, & Chang, 2007). Malgré cela, les informations sur l'initiation du sursaut de démarrage sont insuffisantes. Une étude menée par Hsueh, Pan, et Tsai (2016) à comparer le timing du sursaut et la cinétique de la poussée initiale des joueurs de badminton dans six directions de la cours du jeu. Pour le temps d'atterrissage, les résultats de cette étude étaient légèrement inférieurs (approximativement 0.15 secs) en comparaison à ce qui était indiqué dans une étude similaire en tennis (0,18-0,2 sec) (Nieminen et al., 2014). La différence entre les deux études peut être expliquée par le fait qu'en badminton le rythme des échanges est plus rapide qu'en tennis, ce qui a amené les participants à l'étude à atterrir plus tôt pour préparer leur prochain mouvement. Hsueh et al. (2016) concluent que le badminton nécessite un temps d'atterrissage plus bref, et qu'il y a eu un court délai entre l'étirement et le raccourcissement (moins de 0,5 sec) lorsque la force de réaction au sol (GRF) est apparue et que ce bref délai du moment de l'atterrissage ne semble pas avoir un effet négatif sur l'efficacité du cycle étirement-détente (Komi, 2008). Ils concluent aussi que pour avoir un bon jugement du lieu de tomber du volant et une utilisation efficace du cycle étirement-détente, il faut que le sursaut débute simultanément avec la frappe de l'adversaire et ne dépasse pas environ 0,18 sec avant l'atterrissage qui sera suivi par une poussée vers la direction présumée.

### **I.3. Mouvement préparatoire et capacités neuromusculaires :**

L'intérêt de l'utilisation des mouvements préparatoires vu dans les études précédentes, surtout lorsqu'il s'agit d'un jeu de jambe, tel que le contre-mouvement avant de sauter (Asmussen & Bondepert, 1974; Bosco & Komi, 1980) ou le « split step » (Nieminen et al., 2014; Uzu et al., 2009) était généralement expliqué par l'apport supplémentaire du cycle de l'étirement-raccourcissement du muscle (SSC) dans la production de la force nécessaire pour déclencher le mouvement, ce cycle est généré principalement par l'activité pliométrique du muscle. Le muscle subit donc un cycle « étirement détente » qui améliore le rendement mécanique (Bosco & Komi, 1980). C'est ce qu'on appelle une contraction pliométrique.

### 1.3.1.L'action musculaire pliométrique

Nous savons depuis Gasser et Hill (1924) que le muscle tétanisé et étiré développe une force largement supérieure à sa force maximale isométrique. Cependant le premier travail complet sur la relation force-vitesse à l'étirement a été réalisé par (Katz, 1939) sur le muscle isolé de grenouille. Ce dernier montre que lorsqu'un muscle isolé est étiré au cours de sa stimulation tétanique, il résiste à l'étirement en développant une force largement supérieure à sa force maximale isométrique. Ces résultats ont également été remarqués sur un muscle entier (Aubert, 1956). En 1966, Zatsiorsky et Spivak viennent confirmer ses résultats, ils découvrent qu'un athlète qui pousse en position de squat sur une barre fixe produit une force donnée appelée force maximale isométrique. Le même athlète lors d'un saut en contre bas (encore appelé exercice de pliométrie) va pouvoir développer une force supérieure d'une fois et demi voire 2 fois de sa force maximale isométrique. Si on demande à l'athlète d'effectuer un saut en contrebas (drop jump=DJ), on enregistre une force nettement supérieure pour une vitesse du genou également très supérieure. Un peu plus tard, (Bosco & Komi, 1980) se rend compte grâce à l'activité électromyographique des muscles extenseurs du genou, que lors d'un saut en contrebas la sollicitation nerveuse est beaucoup plus importante, de l'ordre de 120%, que lors d'une contraction maximale volontaire isométrique (Figure3).

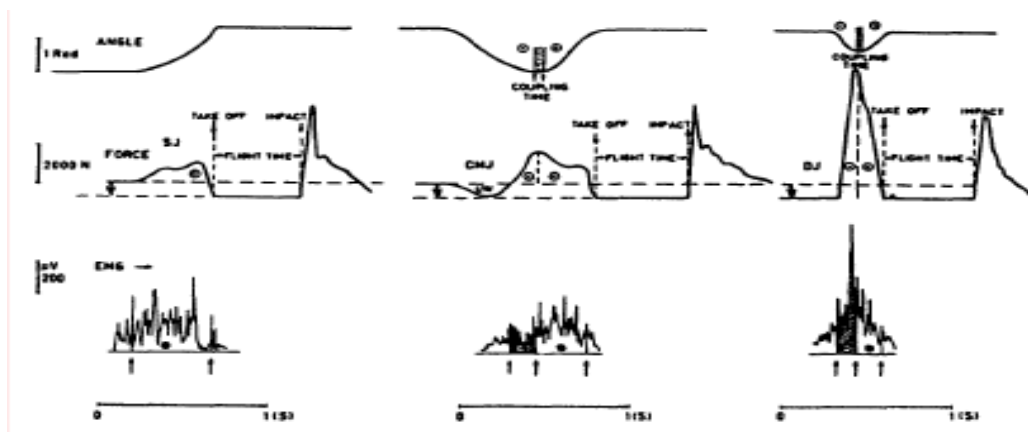


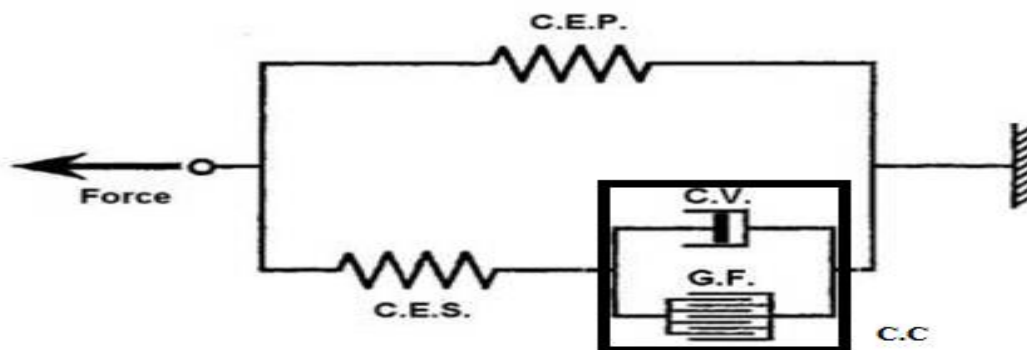
Figure 3 : Déplacement angulaire du genou, enregistrement des pressions verticales sur plate-forme de force, et EMG au cours des différentes phases (excentrique et concentrique) dans les 3 tests: SJ, CMJ et DJ (d'après Bosco,1985).

On se rend à l'évidence que la pliométrie est un moyen intéressant pour permettre à l'athlète de solliciter ses muscles de manière intense sans l'utilisation de charges supplémentaires. On parle donc d'une action musculaire pliométrique lorsqu'un muscle qui se trouve dans un état

de tension est d'abord soumis à un allongement (phase excentrique) et qu'ensuite il se contracte en se raccourcissant (phase concentrique). Il y a mis en jeu de ce que les physiologistes appellent « the stretch shortening cycle » (le cycle étirement raccourcissement).

### *1.3.2. Le cycle étirement détente et CES*

Lorsqu'un muscle peut se raccourcir immédiatement après un étirement produit par exemple par la force générée par un muscle antagoniste, le rendement mécanique est amélioré. Cette amélioration est classiquement attribuée à un processus de stockage-restitution d'énergie potentielle au niveau de la Composante Élastique Série (CES) (Hill, 1950) du complexe muscle tendon (Figure4). Cette énergie potentielle dépend à la fois de la force produite par le muscle et de la raideur de la CES. (Cavagna & Citterio, 1974) ont attribué cette production supplémentaire de la force à un processus de stockage-restitution d'énergie potentielle élastique au niveau de la composante élastique en série CES du système musculo-tendineux.



*Figure 4 : Modèle à 3 composantes de A.V. Hill (1951) CC : Composante Contractile représentant les ponts actine myosine, CES : Composante Élastique Série ou structure tendineuse, CEP : Composante Élastique Parallèle ou tissu conjonctif et sarcolemme.*

Donc ce phénomène exploité dans les activités sportives sollicitant les contractions musculaires de type pliométrique, repose principalement sur les capacités de restitution élastique de la composante élastique en série CES de la structure musculo-tendineuse. Sous l'effet d'un étirement, cette composante emmagasine de l'énergie élastique qui est restituée lors de la contraction musculaire. Autrement dit, un étirement de grande amplitude produit un gros stockage d'énergie élastique qui permet une contraction musculaire plus intense que celle

qui serait produite sans cet étirement préalable (Handel, Horstmann, Dickhuth, & Gülch, 1997; MacIntyre, Reid, & McKenzie, 1995).

#### **I.4. Objectif de l'étude :**

Malheureusement, il existe une pénurie au niveau des recherches qui évaluent l'intérêt de l'exécution d'un sursaut de démarrage comme mouvement préparatoire ainsi que l'implication du cycle étirement détente issue de la contraction pliométrique qui accompagne le «split step» sur l'efficacité des déplacements au Badminton surtout lorsqu'il s'agit d'un test de terrain. C'est la spécificité du déplacement et la diversité technique entre les disciplines qui est à l'origine de ce manque de travaux par rapport à cette qualité neuromusculaire

Après une fouille dans la littérature, il était constaté que les techniques de départ ne sont pas bien étudiées auparavant et dans les textes techniques et fédéraux, n'existent pas un consensus entre les entraîneurs et les spécialistes de Badminton par rapport à la technique de départ la plus favorable pour débiter le déplacement. L'intérêt de faire cette étude était aussi issue d'un questionnement technique réfléchi par les dirigeants de la ligue lorraine de Badminton (structure d'accueil). Ils se réclamaient sur la technique de départ qui permettait une meilleure poussée initiale vers un volant envoyé sur la partie arrière cotée réverse de la cour du jeu, cette zone du terrain là où les badistes trouvent le plus de difficulté pour l'atteindre sur un retour de service.

Le principale objectif de notre étude était donc d'identifier quelle technique de poussée initiale (avec ou sans sursaut de démarrage) serait la plus efficace pour un changement de direction et un départ vers l'arrière de la cour du jeu coté revers.

#### **I.5. Hypothèses :**

Nous émettons l'hypothèse que le départ avec un sursaut de démarrage «split step» produit un jaillissement plus important vers l'arrière du terrain et permet d'atteindre plus rapidement le volant par rapport à un départ ordinaire sans sursaut.

De plus nous supposons qu'une activation musculaire supplémentaire apportée par l'action pliométrique du «split step» serait à l'origine de la supériorité de vitesse pour cette condition.



## II. Partie méthodologique

### II.1.Sujet

Huit badistes (5 féminins et 3 masculins) trois du Pôle France de badminton de Strasbourg (2 de niveau national/international et 1 de niveau régional), trois sujets du TSB Jarville (1 de niveau national/international et 2 de niveau régional) et deux sujets du ASB Pont à Mousson (les 2 de niveau régional) ont participé à cette étude. Les sujets étaient tous droitiers (Age :  $13.88 \pm 2.23$  ; Taille :  $159.13 \pm 10.12$  ; Poids :  $54.13 \pm 12.94$ ). Tous les sujets ont été informés avant l'étude de l'intérêt de l'expérience et du caractère volontaire et non obligatoire de leur participation. Un formulaire explicatif et d'autorisation parentale ont été transmis aux sujets mineurs.

### II.2.Protocole

Avant de commencer les manipulations, chaque sujet a librement effectué son échauffement pendant 10 minutes suivies de 5 min d'échange de volant. Ensuite et après une démonstration des deux techniques de départ qui représente nos deux conditions d'étude (« split step » et « contre tension »), le sujet s'est positionné sur la partie mi-court droite plus vers le centre du terrain que vers l'extérieur.

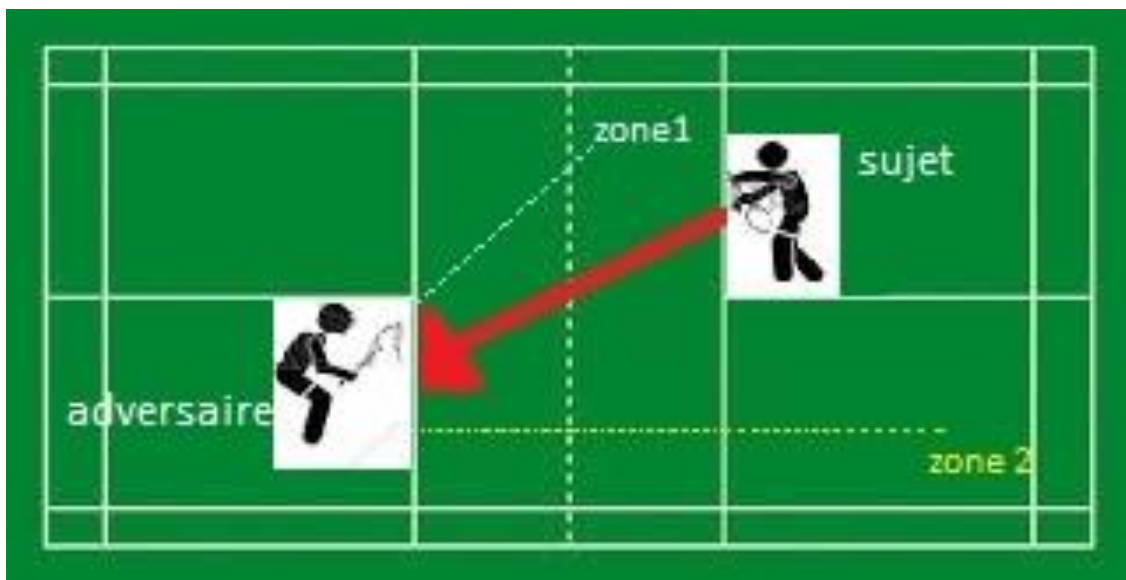


Figure 5 : Placements (sujet et adversaire) et zones d'envoi ciblés (zone 1 et zone 2)

Avec le signal de départ donné par l'expérimentateur et à partir de son positionnement (zone avant vers la ligne T du centre du terrain), le sujet se met en position initiale de départ

standardisée ; face au filet, sur la plante des pieds, les genoux légèrement fléchis, jambes écartées largeur épaules, pied raquette légèrement avancé, ligne des appuis, du bassin et des épaules face à l'adversaire qui est positionné sur sa partie mi-court droite. Le sujet sert le volant vers le serveur qui devrait le renvoyer de façon aléatoire vers la ligne interne de la zone avant coté droit (Zone 1) ou la ligne interne de la zone arrière coté gauche (Zone2). Seuls les essais envoyés sur la zone 2 étaient examinés.

Les consignes transmises au serveur :

- Envoyer quinze volants par série en discontinu pour chaque condition avec au moins 10 envoies sur la zone 2 (surface du terrain concerné par notre étude) et un temps d'arrêt de 30 secondes entre les essais pour permettre au sujet de se repositionner et à l'expérimentateur d'enregistrer l'essai et lancer une nouvelle acquisition.
- Orienter sa poignée au dernier moment de l'envoi afin de limiter au maximum les facteurs favorisant la prise d'information visuelle et l'anticipation de l'action de la part du sujet.

Les consignes relatives à la condition (SS) :

- Débuter le sursaut préparatoire au moment où le coach tape le volant, pousser sur la jambe droite au moment des reprises d'appuis en décalant la jambe gauche vers l'arrière pour faire un pas chassé en étant face au poteau gauche, puis pivoter sur le pied gauche dans le sens des aiguilles d'une montre, faire passer le pied droit derrière et faire un pas chassé en étant face au poteau droit pour.

Les consignes relatives à la condition (CT) :

- Ici il était demandé au sujet de décaler son poids sur sa jambe droite (jambe raquette qui est en avance par rapport à la jambe gauche) tout en restant bien équilibré pour créer une tension maximale au niveau des extenseurs de la jambe. Ensuite au moment où le volant est envoyé, le sujet doit pousser sur sa jambe droite, écarté sa jambe gauche vers l'arrière, effectuer un pas chassé en étant face au poteau gauche, pivoter sur la jambe gauche et tourner dans le sens des aiguilles d'une montre pour arriver face au poteau droit.



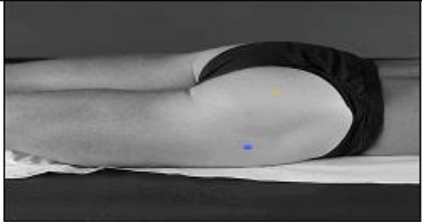
Les consignes générales relatives aux deux conditions (SS et CT) :

- Pour gagner du temps dans la préparation de la frappe, armer la raquette (coude bien tiré vers l'arrière) dès le déplacement du 1<sup>er</sup> appui.
- Effectuer un dégagé offensif au moment de la frappe.

Test de la force maximale volontaire isométrique :

Une partie secondaire de notre protocole consiste à quantifier la force maximale volontaire des trois muscles étudiés (GastL, VastL, GlutG) lors d'une contraction isométrique. Pour cela un test type MVC préprogrammé sur DelsysEMGworks® Software était utilisé. Le test consiste à faire trois contractions maximales volontaires d'une durée de 3 secondes chacune, séparées d'un temps de repos de 30 secondes. Une résistance qui s'oppose au mouvement était appliquée afin d'atteindre la force maximale qui peut être développée par le muscle.

Tableau 1 : Test de la contraction maximale volontaire isométrique (MVIC) des trois muscles *GastL*, *VastL* et *GlutG*

Muscle	Test de contraction maximale volontaire	Position des électrodes
<i>Gastrocnémien latéral</i>	En position statique debout, le sujet effectue une flexion plantaire résistée au niveau des épaules.	
<i>Vaste latéral</i>	En position assise sur une chaise, le sujet effectue une extension du genou résistée au niveau du tibia.	
<i>Grand glutéal</i>	En position allongé sur le ventre et sur un banc, le sujet effectue une extension de la hanche résistée au niveau du fémur.	

## II.3. Matériels et acquisition des données :

### II.3.1. Données Temporelles :

Pour l'acquisition des données relatives aux appuis effectués par le sujet, cinq barres Optojump (1 barre = 1 mètre) étaient placées en parallèle tout au long du terrain et légèrement décalé en diagonale vers l'arrière coté revers (Optojump est un système de détection optique, composé d'une barre émettrice et d'une autre réceptrice, chacune de ces barres contient des leds positionnées sur la barre émettrice communiquent en permanence avec celles positionnées sur la barre réceptrice). Le système détecte d'éventuelles interruptions et calcule leur durée. Le sujet se positionne et effectue le geste technique et le déplacement demandé entre les barres.



Figure 6 : Dispositif expérimental (vue de l'arrière)

Pour l'acquisition vidéo, une caméra associée au système Optojump était utilisée pour relever les paramètres temporels (i.e début de la mise en tension, le moment d'éjection et la durée de chaque condition). La caméra été positionné en vue de derrière de façon à pouvoir identifier clairement les différents instants de chaque condition.

### *II.3.2. Données électromyographiques :*

L'acquisition des données électromyographiques (EMG) des trois muscles suivants ; gastrocnémien latéral (GastL), vaste latéral (VastL) et le grand glutéal (GlutG), était réalisé grâce à un système Trigno Wireless System (Delsys® Inc., Boston, MA, USA) composé d'électrodes sans fil (123mm x 69mm x 20mm, 157g) et d'une mallette portable permettant l'acquisition à une fréquence de 2000Hz. Ce dispositif était relié à un ordinateur portable (HP Packard Bell, EliteBook) possédant le logiciel d'acquisition EMGworks® Software de l'éditeur Delsys. La pose de ces électrodes était effectuée selon les normes recommandées par la « SurfaceEMG for Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM) » (Hermens, Freriks, Disselhorst-Klug, & Rau, 2000). Un module accéléromètre tridimensionnel du système Trigno Wireless était aussi posé au niveau de la malléole droite du sujet pour l'acquisition de l'accélération linéaire du pied dans les trois axes (X, Y et Z) à une fréquence de 148,15 Hz.

Avant la pose des électrodes, un rasage et un nettoyage de la peau étaient réalisés au niveau de la zone de la pose de l'électrode ainsi que l'application d'une compresse d'alcool afin de réduire l'impédance de la peau. De plus, un sparadrap hypoallergénique (3M «Blenderm », Laboratoires 3M, Cergy-Pontoise, France) était placé au-dessus de l'électrode comme fixation supplémentaire afin de limiter les mouvements de l'électrode.



*Figure 7 : Positions des électrodes EMG DELSYS et de l'accéléromètre tridimensionnel (vue de profil).*

### *II.3.3. Données mécaniques (pressions plantaires) :*

Pour l'acquisition des données relatives aux pressions plantaires, une semelle intelligente était placée dans la chaussure sous le pied droit du sujet. Développé par l'entreprise Luxembourgeoise : International Electronics & Engineering (IEE), la semelle est composée de cellules HD-FSR intégrant la technologie de détection de la pression FSR (Force Sensing Resistor) avec une segmentation cellulaire triangulaire individuelle. La technologie FSR d'IEE utilise une résistance variable pour mesurer la pression exercée sur la cellule d'un seul capteur. Avec Huit cellules minces, souples et flexibles spécialement conçue pour des mesures de la pression dans la chaussure. La semelle est capable de mesurer une pression plantaire ponctuelle jusqu'à 7 bar à une fréquence d'acquisition de 100 Hz. Grâce à un boîtier émetteur raccordé à la semelle et attaché à la chaussure, les données sont transférés via Bluetooth, affichés et enregistrés en temps réel à travers le logiciel (RehabConfig) installé à l'ordinateur portable (HP Packard Bell, EliteBook).

En parallèle aux données de la pression plantaire, le boîtier émetteur contient un accéléromètre triaxial qui permet de mesurer l'accélération linéaire du pied et un gyroscope pour détecter les rotations et les inclinaisons du pied à une fréquence d'acquisition de 100Hz.



*Figure 8 : Semelle de pression plantaire avec huit capteurs de pression et le boîtier émetteur, IEE®.*

## **II.4. Traitements des données**

### *II.4.1. Synchronisation des données :*

#### Synchronisation temporellement :

Dans le cadre de notre protocole d'étude, l'acquisition des signaux EMG et de la pression plantaire n'était pas déclenchée au même moment. Pour délimiter temporellement la phase concernée par notre étude, un traitement vidéo était réalisé avec le logiciel Kinovea-0.8.15 où les instants suivants étaient relevés (T0) le saut du déclenchement de l'acquisition, (T1) début de la condition, (T2) fin de la condition.

- Pour la condition « Split Step » l'instant (T1) représente le début de la réception du sursaut préparatoire et l'instant (T2) la fin de la mise en tension représentée par le dernier point de contact (Sol/Pied droit).
- Pour la condition « Contre Tension », l'instant (T1) représente le début de la mise en tension du pied droit qui va pousser vers l'arrière et l'instant (T2) la fin de la mise en tension (dernier point de contact Sol/Pied droit).

Ensuite sous Matlab (R2011a, MathWorks), le pic correspondant à la réception du saut verticale était considéré comme le début de l'acquisition de tous les signaux (T0). À partir de là et grâce aux instants (T1 et T2) relevés du traitement vidéo, la phase de la poussée initiale pour chaque essai était extraite de l'ensemble des signaux.

#### Ré-échantillonnage des signaux :

Les signaux de la pression plantaire (recueillis initialement à 100Hz) et de l'accéléromètre Delsys (recueillie initialement à 148,15 Hz) étaient interpolés sous Matlab pour être ré-échantillonner à 2000 Hz et avoir le même nombre de points sur l'ensemble des signaux recueillis (EMG, Accélération et Pression plantaire).

#### *II.4.2. Données temporelles :*

##### Vitesse des appuis :

La vitesse du dernier appui en m/s qui précède le dégagement du volant était relevée des données Optojump. Cet appui est caractérisé par l'arrêt du déplacement arrière où le sujet va dégager le volant vers le camp adverse.

##### Vitesse d'éjection :

Le traitement des données acquis à l'aide de l'accéléromètre Delsys placé au niveau de la malléole de la jambe de poussée était fait sous Matlab. Le signal de la composante longitudinale (l'axe Y) du capteur qui était aligné avec l'axe de la jambe et qui correspond à l'accélération linéaire en (g) selon le référentiel du capteur était multiplier (par 9.81) pour obtenir une accélération en  $m/(s^{-2})$ , ensuite, sous matlab à l'aide de la fonction « detrend » la valeur moyenne du signal était enlevée pour supprimer la constante d'accélération (la gravité) et au final le signal était intégrée à l'aide de la fonction « cumtrapz » pour obtenir une variable représentative de la vitesse d'éjection en m/s.

#### Durée d'exécution :

La variable durée d'exécution (en seconde), représente la durée de la phase de la poussée initiale ( $T2$  moins  $T1$ ) pour chacune des deux conditions (SS et CT) qui débute avec le premier point de contact pied/sol jusqu'à l'éjection du pied (dernier point de contact sol/pied).

#### *II.4.3. Données neuromusculaire :*

Tout d'abord, les signaux de l'activation musculaire des trois muscles (GastL), (VastL) et (GlutG) recueillies à une fréquence de 2000Hz, étaient filtré sous « Delsys EMGworks@analysis » avec un filtre de type Butterworth de 4eme ordre, passe bande 10-400Hz. Pour la suite du traitement, les données EMG filtrées étaient importées au logiciel Matlab (R2011a, MathWorks).

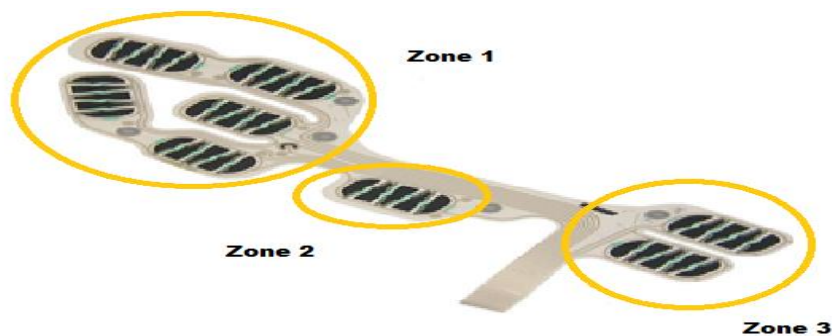
Ensuite, la moyenne des moyennes des trois plateaux des contractions obtenues pour chaque muscle lors du test de la contraction maximale volontaire isométrique (MVIC) était considéré comme la valeur 100% de l'activation maximale volontaire (100% MVC) de chaque muscle. La moyenne de chaque plateau d'activation était calculée sur une durée d'une seconde (Mark Burden, Lewis, & Willcox, 2014). Au final et afin d'exprimer quantitativement la réponse musculaire, la racine de la valeur moyenne du carré du signal (RMS : Root mean square) sur l'ensemble de la phase de poussée initiale était calculée et exprimé en fonction de la contraction maximale volontaire (MVC), c'est-à-dire que pour l'activation musculaire on considère désormais sa valeur RMS exprimée en 100% de MVC.



#### *II.4.4. Données mécaniques*

A l'aide du logiciel Matlab tout d'abord le signal recueilli de la semelle de pression était calibré par un code fourni par IEE, Puis les signaux recueillis des huit capteurs étaient additionnés pour représenter l'ensemble du pied en trois zones de pression (Figure 9) :

- Zone 1 : Phalanges et métatarses
- Zone 2 : Plante du pied
- Zone 3 : Talon



*Figure 9 : Les trois zones de pression plantaire*

Au final, la moyenne du signal pour chaque zone de pression était exprimée en fonction de la valeur 100% de la pression plantaire statique du sujet. Cette dernière représente la moyenne de la pression enregistrée sur l'ensemble des capteurs pendant cinq secondes où il a été demandé au sujet de se tenir en position statique debout sur deux pieds et sans bouger.

#### **II.5. Analyses et démarches statistiques :**

Notre procédure expérimentale nous amène à un plan statistique avec neuf variables dépendantes (VD) :

- Les trois signaux EMG, qui correspondent à l'activation musculaire des trois muscles
- Les trois zones de pression plantaire
- La vitesse d'éjection de la jambe
- La vitesse à l'arrivée (vitesse du dernier appui avant le décollage du volant)

- Durée condition (la durée d'exécution de la technique de départ)

Et une seule variable indépendante (VI) avec deux modalités :

- La condition de départ avec les deux modalités « split step » (SS) et « contre tension » (CT).

Lors des traitements, les données de l'un de nos huit sujets étaient inexploitable<sub>s</sub> suite à un problème d'acquisition. La taille de notre échantillon était réduit à sept sujets (n=7), nous présentons donc dans la partie « Résultat » des statistiques inférentielle. Pour chaque VD c'est la moyenne des essais pour chaque sujet et chaque condition qui était prise. Après avoir vérifié la normalité des données avec le test de Shapiro-Willk ainsi que l'homogénéité des variances avec un test F, il était jugé pertinent d'utiliser le test t de Student pour échantillons appariés T de student qui permet de comparer les moyennes de deux séries de mesures faites sur les mêmes unités statistiques pour les variables : vitesse d'éjection, vitesse à l'arrivée, les trois muscles, les trois zones plantaires ; et le test non paramétrique de Wilcoxon pour la variable durée d'exécution. Pour chacun des tests effectués, le seuil de significativité a été établi à  $p < 0.05$ .

### III. Résultats

#### III.1. Données temporelles

La vitesse des appuis :

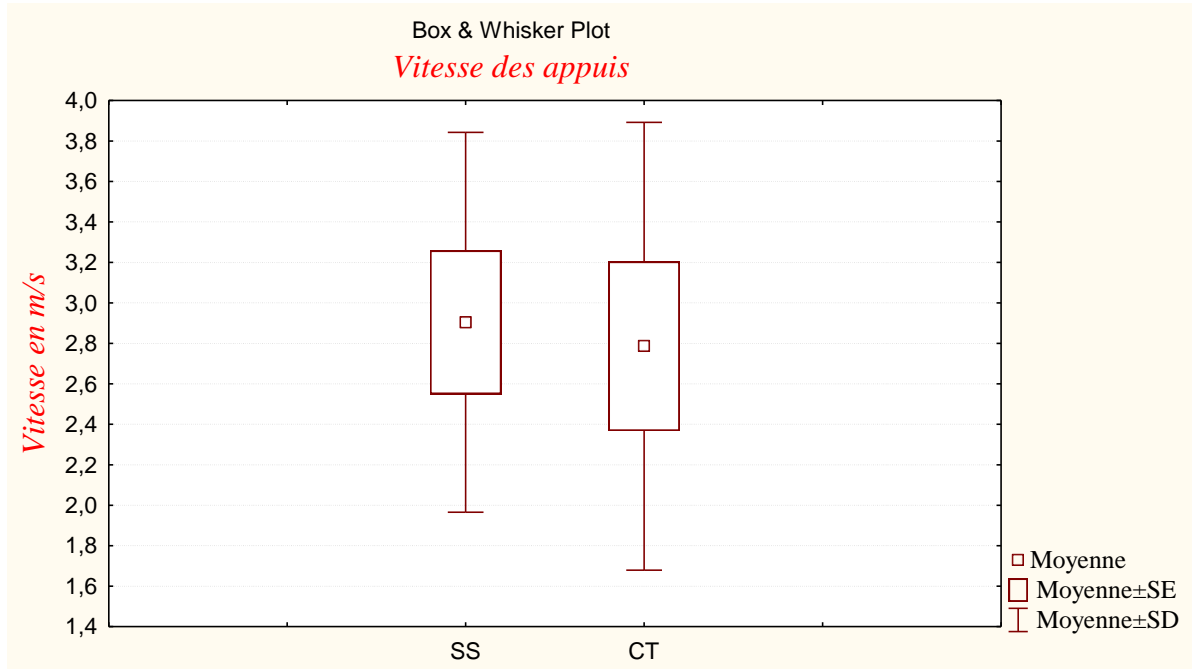


Figure 10 : La vitesse des appuis en m/s, l'erreur type (SE) et l'écart type (SD) pour l'ensemble du groupe dans les deux conditions (SS et CT).

Pour un départ avec une contre tension (CT) la vitesse moyenne à l'arrivée de l'ensemble du groupe était de  $2.78 \pm 1.10$  m/s et de  $2.90 \pm 0.93$  m/s pour un départ en split step (SS). Avec un  $P = 0,57$  supérieur au seuil de significativité établi à  $p < 0.05$ , les résultats statistiques issus du test de student ne montrent aucun effet significatif de la condition choisi pour effectuer le départ sur la vitesse des appuis avant le dégagement du volant.

Vitesse d'éjection :

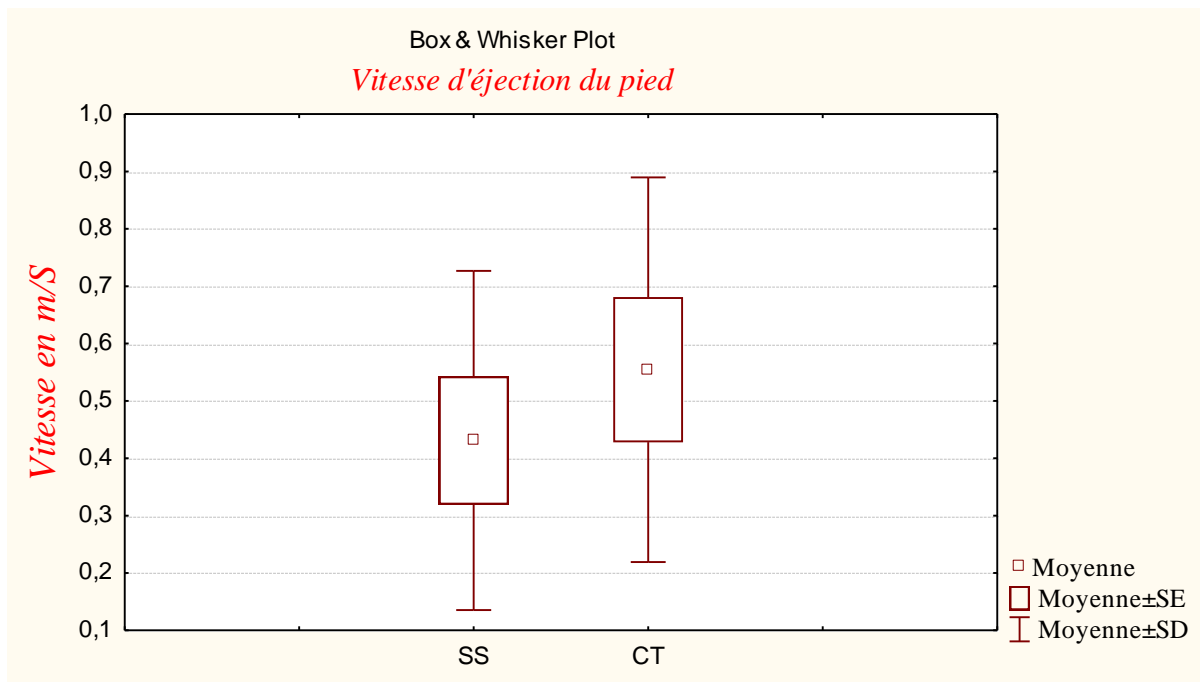
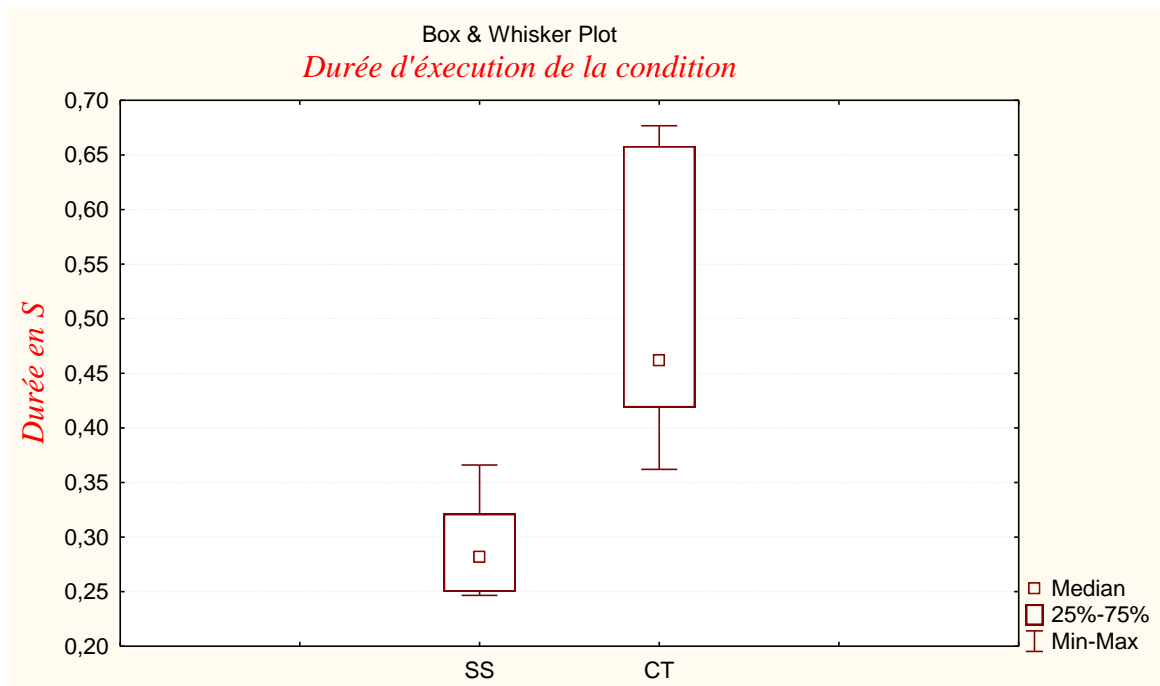


Figure 11 : la vitesse d'éjection moyenne en m/s, l'erreur type et l'écart type pour l'ensemble du groupe et pour chacune des deux conditions (SS et CT)

Pour un départ avec une contre tension (CT) la vitesse d'éjection moyenne du pied de l'ensemble du groupe était de  $0.55 \pm 0.33$  m/s et de  $0.43 \pm 0.29$  m/s pour un départ en split step (SS). Avec un  $P = 0.54$  supérieur au seuil de significativité établi à  $p < 0.05$ , les résultats statistiques issus du test de student ne montrent aucun effet significatif de la condition choisi pour effectuer le départ sur la vitesse d'éjection du pied.

#### Durée de la condition :

La normalité de la durée moyenne de chaque condition sur l'ensemble des essais de chaque sujet pour l'ensemble du groupe était vérifiée avec un test de Shapiro-Wilk, il était montré que ces valeurs ne suivent pas une distribution normale par conséquent un test non paramétrique de Wilcoxon était appliqué pour vérifier la significativité des différences entre les deux conditions.



*Figure 12 : La durée d'exécution moyenne en S des deux conditions, les quartiles 25%-75% et les valeurs Min et Max pour l'ensemble du groupe*

Pour un départ avec un « split step » (SS) la durée d'exécution moyenne de la phase de poussée initiale de l'ensemble du groupe était de  $0.29 \pm 0.04$  sec et de  $0.52 \pm 0.12$  sec pour un départ en contre tension (CT). Avec un  $P = 0.01$  qui est inférieur au seuil de significativité établie à  $p < 0.05$ , les résultats statistiques issus du test de Wilcoxon montrent une différence significative au niveau de la durée d'exécution de la phase de poussée en fonction de la technique choisie pour effectuer le départ. En effet avec un départ en split step le sujet met moins de temps avant de déclencher son déplacement vers le volant par rapport à un départ en contre tension.

À partir de ces résultats temporels, nous pourrions conclure que quelque soit la condition choisie pour effectuer la poussée initiale (SS ou CT) il n'y a pas d'effet significativement remarquable sur la vitesse de déplacement des appuis. La durée d'exécution de la condition « split step » était plus courte que la durée de la condition contre tension mais cela n'avait aucun effet ni sur la vitesse d'éjection du pied ni sur la vitesse de l'appui avant le dégagement du volant. De ce fait, ces résultats nous mènent à rejeter notre hypothèse de départ qui suggérait que le départ avec un sursaut de démarrage « split step » produit un jaillissement plus important vers l'arrière du terrain et permet d'atteindre plus rapidement le volant par rapport à un départ ordinaire sans sursaut.

### III.2. Données neuromusculaires :

Dans cette partie, la moyenne des valeurs RMS en % de MVC de l'activation musculaire des trois muscles (GastM, VastL, GlutG) de l'ensemble du groupe seront présentées pour les deux conditions (SS et CT). La normalité des valeurs moyennes RMS pour chaque muscle de chaque sujet sur l'ensemble du groupe était vérifiée avec le test de Shapiro-Wilk ensuite la différence de l'activation pour chaque muscle entre les deux conditions était vérifiée statistiquement avec un test t de student pour groupe apparié.

#### Gastrocnémien latéral :

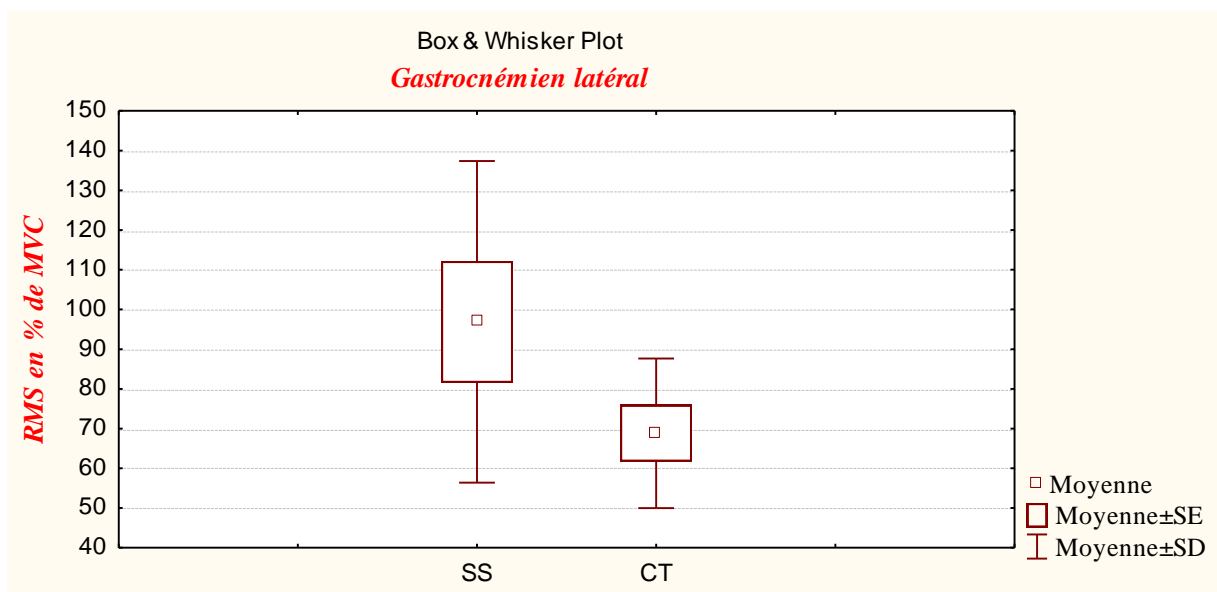


Figure 13 : La valeur RMS moyenne en % de MVC, l'erreur type et l'écart type du muscle gastrocnémien latéral pour l'ensemble du groupe et pour chacune des deux conditions (SS et CT)

La différence entre les deux conditions d'étude au niveau de l'activation musculaire du muscle gastrocnémien latéral nous montre une supériorité graphiquement remarquable en faveur de la condition « split step ». Cette différence n'était pas confirmée statistiquement. En effet, pour un départ avec un « split step » (SS) la valeur RMS moyenne du groupe durant la phase de poussée initiale était de  $96,9 \pm 40\%$  de MVC et de  $69,9 \pm 18,9\%$  de MVC pour un départ en contre tension (CT). Avec un  $P = 0,17$  qui est supérieur au seuil de significativité établie à  $p < 0,05$ .

### Vaste latéral (VastL) :

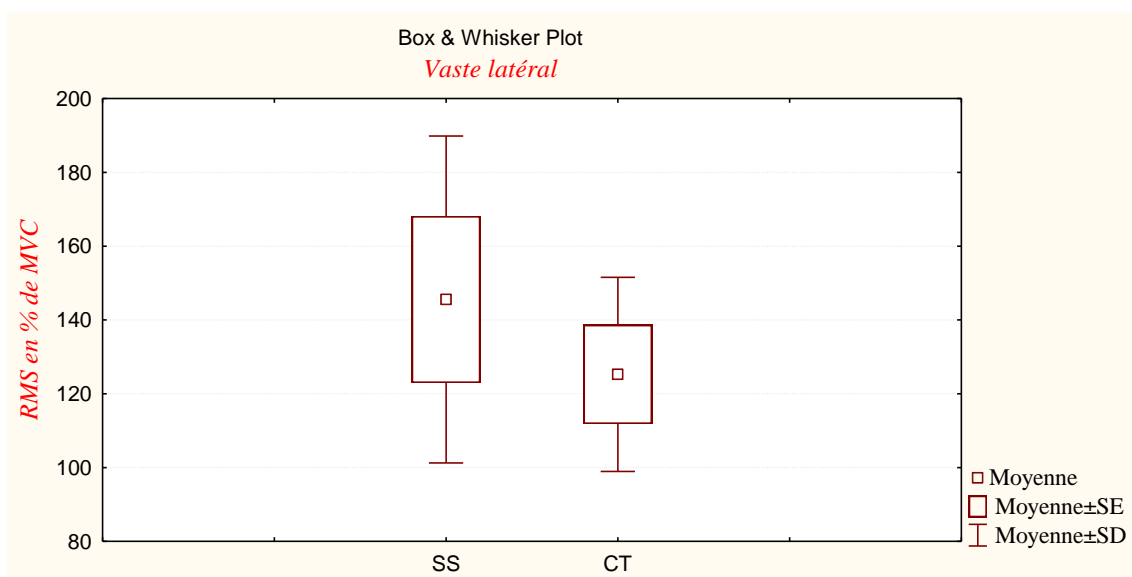


Figure 14 : La valeur RMS moyenne en % de MVC, l'erreur type et l'écart type du muscle Vaste latéral pour l'ensemble du groupe et pour chacune des deux conditions (SS et CT)

Au niveau de l'activation du muscle Vaste latéral on remarque aussi une légère supériorité pour la condition « split step », mais cette différence n'était pas validée statistiquement avec un  $P = 0.50$  qui est supérieur au seuil de significativité établie à  $p < 0.05$ . Le test T de student nous montre les résultats suivants : pour un départ avec un « split step » (SS) la valeur RMS moyenne du groupe durant la phase de poussée initiale était de  $145 \pm 59\%$  de MVC et de  $125 \pm 35\%$  de MVC pour un départ en contre tension (CT).

### Grand glutéal :

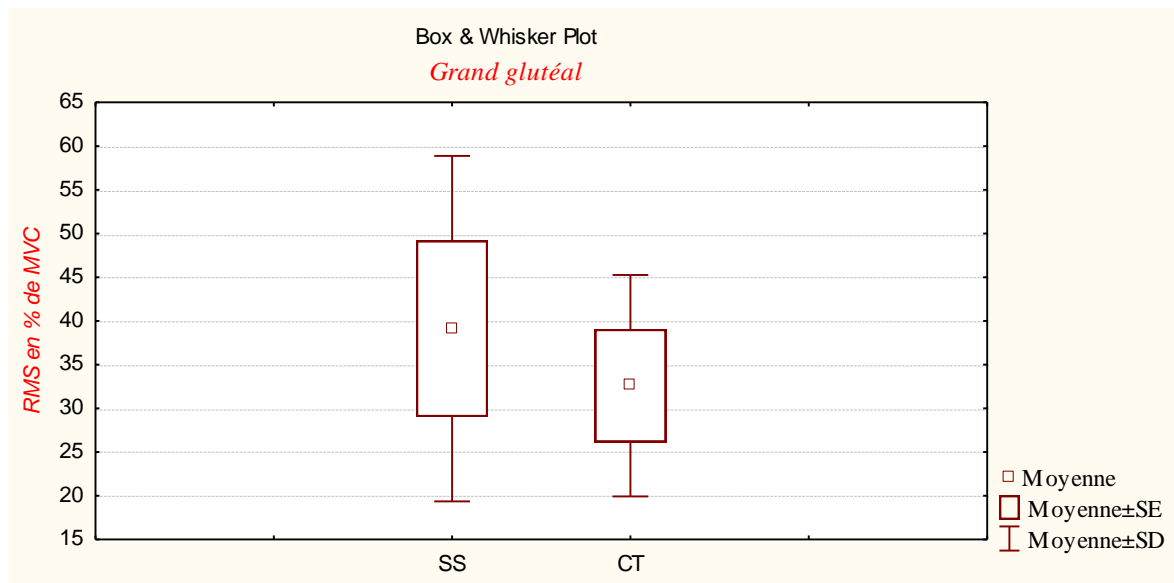


Figure 15 : La valeur RMS moyenne en % de MVC, l'erreur type et l'écart type du muscle Grand glutéal pour l'ensemble du groupe et pour chacune des deux conditions (SS et CT).

On remarque toujours une légère supériorité pour la condition « split step » au niveau de l'activation du muscle grand glutéal mais cette différence n'était pas validée statistiquement avec un  $P = 0.42$  qui est supérieur au seuil de significativité établie à  $p < 0.05$ . Le test T de student nous montre les résultats suivants : pour un départ avec un « split step » (SS) la valeur RMS moyenne du groupe durant la phase de poussée initiale était de  $39,1 \pm 26\%$  de MVC et de  $32 \pm 17\%$  de MVC pour un départ en contre tension (CT).

A partir de nos résultats neuromusculaires, nous pourrions conclure que quelque soit la condition choisie pour effectuer la poussée initiale (SS ou CT) il n'y a pas d'effet significativement remarquable sur l'ampleur de l'activation musculaire des trois muscles de la chaîne extenseur externe de la jambe. L'activation était légèrement plus importante avec la condition « split step » par rapport à la condition contre tension au niveau des trois muscles étudiés, mais cette différence n'était pas liée à la condition. De ce fait, ces résultats nous mènent à rejeter notre deuxième hypothèse de départ qui suggérait que le départ avec un sursaut de démarrage produit une activation musculaire plus importante, issue de l'action pliométrique du « split step », et que cette surproduction musculaire serait à l'origine de la vitesse supérieure qui pourrait être détectée en effectuant la poussée initiale avec un sursaut par rapport à une poussée initiale ordinaire effectuée sans sursaut de démarrage.



### III.3. Données mécaniques :

Dans cette partie, les moyennes des pressions plantaires au niveau des trois zones prédéfinies dans la partie traitement seront présentées pour les deux conditions (SS et CT). Ces données aideront à comprendre une partie de la mécanique de la poussée initiale en regardant l'effet de la condition sur l'organisation plantaire de l'appui initial. La normalité de la distribution des données moyennes pour chaque zone de pression sur l'ensemble du groupe était vérifiée avec le test de Shapiro-Wilk ensuite la différence de l'activation pour chaque muscle entre les deux conditions était vérifiée statistiquement avec un test t de student pour groupe apparié.

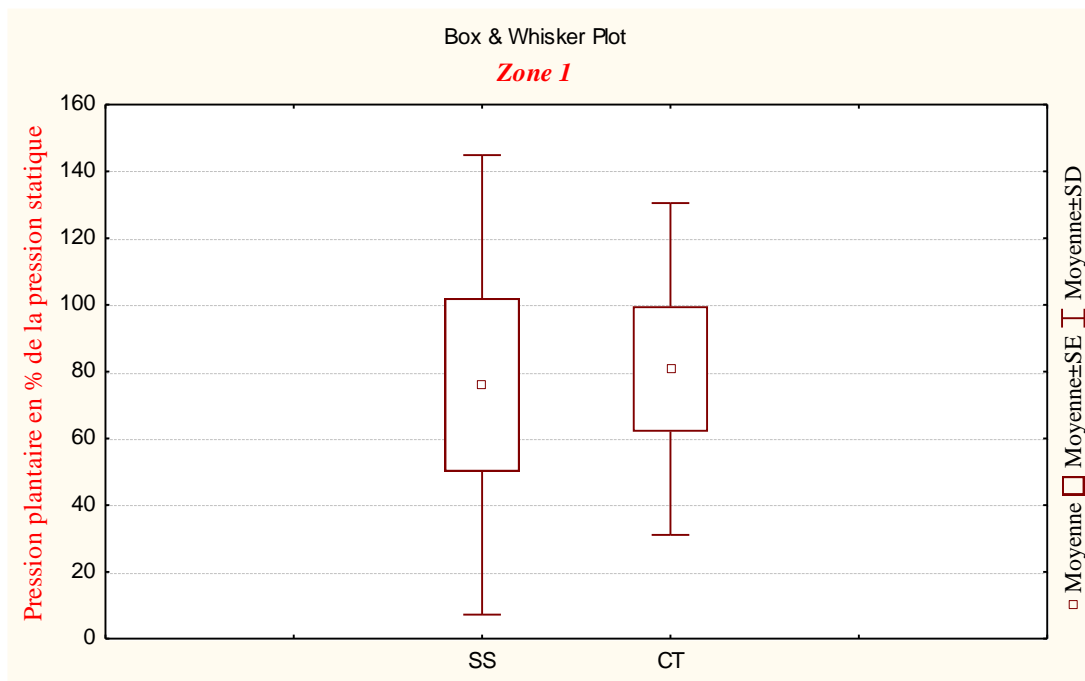


Figure 16: la pression plantaire au niveau de la Zone 1, exprimé en % de la pression plantaire statique

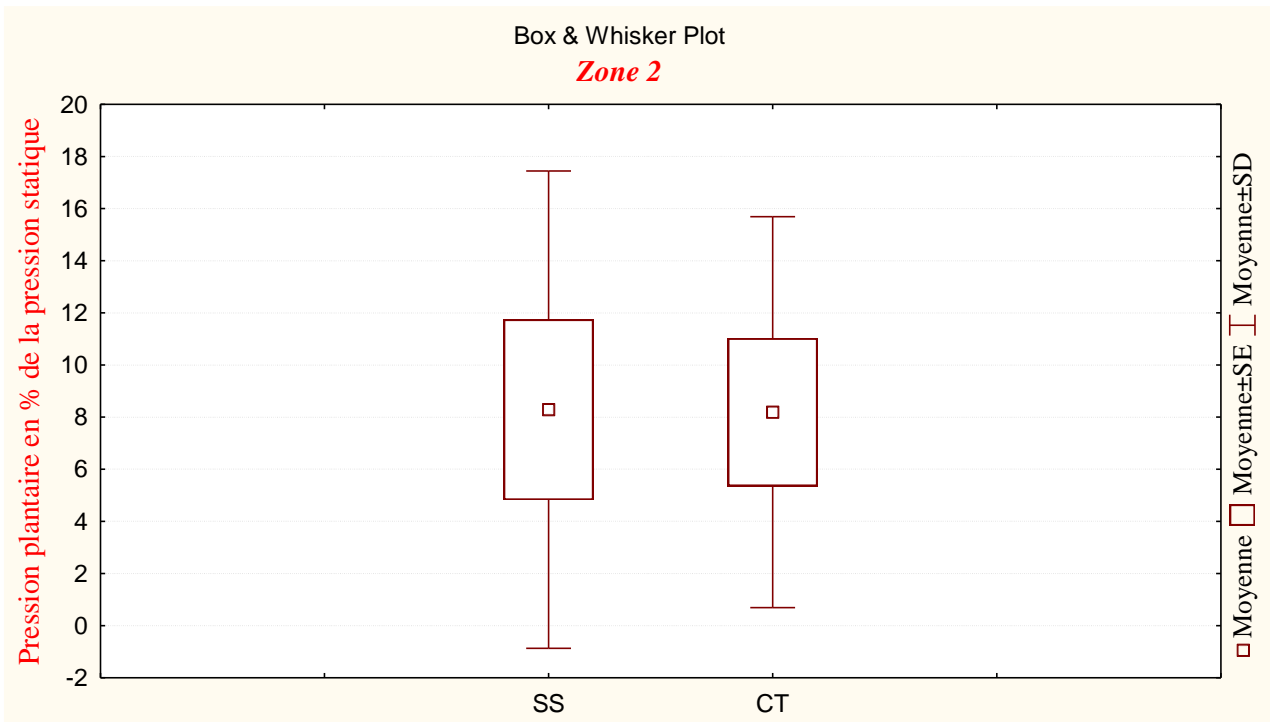


Figure 17 : la pression plantaire au niveau de la Zone 2, exprimé en % de la pression plantaire statique

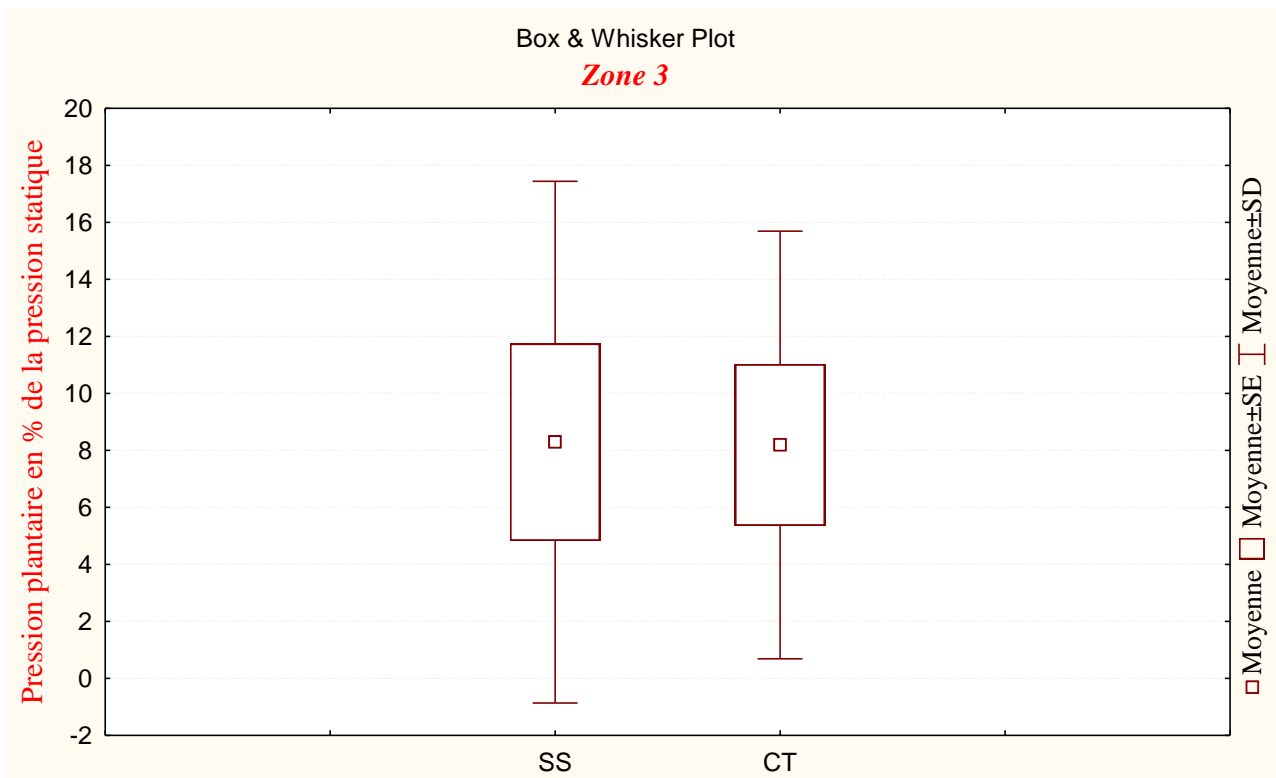


Figure 18 : la pression plantaire au niveau de la Zone 3, exprimé en % de la pression plantaire statique

Les trois tests t de student n'ont pas permis d'identifier des différences significatives entre les moyennes des pressions plantaires pour chacune des trois zones entre les deux conditions. La valeur P était supérieure au seuil de significativité ( $P= 0.05$ ) pour les trois comparaisons. La pression exercée au niveau de la Zone 1 était la plus élevée, avec une moyenne de pression égale à  $76,03 \pm 68$  en % de la pression statique pour la condition SS et à  $80,80 \pm 49,72\%$  pour la condition CT, avec un  $P=0,88 > 0.05$ . Au niveau de la Zone 2 la moyenne de la pression était la plus faible pour l'ensemble du groupe dans les deux conditions ;  $8,28 \pm 9,15$  en % de PS pour la condition SS et de  $8,19 \pm 7,5$  en % de PS pour la condition CT, avec un  $P=0,94 > 0,05$ . Au niveau de la Zone 3 la moyenne de la pression enregistrée avec la condition SS était de  $16,03 \pm 12,33$  en % de PS et de  $18,65 \pm 10,99$  pour la condition CT, avec  $P=0,65 > 0,05$ . Ses résultats non significatifs suggèrent que quelque soit la condition (SS ou CT) utilisé pour déclencher le départ du mouvement le sujet adopte une organisation plantaire des appuis de façon presque identique pour les deux conditions, autrement dit la répartition de la charge sur la base d'appuis (le pied) seraient la même pour les deux conditions.

#### **IV. Discussion :**

L'enjeu principal de notre étude était d'identifier l'effet de deux différentes stratégies de poussée initiale sur la vitesse du déplacement et de changement de direction qui suit un retour de service sur la partie arrière coté revers du terrain. Dans la littérature on a pu constater qu'il n'existe pas un accord chez les spécialistes de badminton autour de cette première phase du déplacement. En effet les entraîneurs évoquent, généralement, deux techniques de poussée initiale, la première consiste à réaliser un petit sursaut de démarrage, une sorte de mouvement préparatoire qui précède le déplacement. La deuxième technique qui est souvent utilisée consiste à pousser sur la jambe opposée à la direction du volant, à partir de la position de prédisposition initiale, pour démarrer le déplacement. A l'issue de cette étude, il était montré qu'aucune des deux techniques de poussée évaluée n'influence la vitesse du premier déplacement qui suit le service, aucune différenciation entre les deux conditions n'étaient relevée à l'exception de la durée d'exécution de la poussée qui était significativement inférieur avec un sursaut de démarrage.

Une première hypothèse supposait que l'utilisation d'un sursaut de démarrage « split step » lors de la poussée initiale, entrainerait un départ plus vif et une vitesse de déplacement plus importante vers l'arrière du cours du jeu coté revers par rapport à un départ effectuer sans

sursaut de démarrage (en contre tension). Cette réflexion était issue principalement du type de la contraction musculaire induite par chacune des deux conditions de notre étude, une poussée avec « split step » engendre une contraction pliométrique tandis qu'une poussée en contre tension engendre une contraction musculaire principalement concentrique. Il était déjà bien montré dans la littérature (Bosco & Komi, 1980; Gasser & Hill, 1924; Katz, 1939; Zatsiorsky & Spivak, 1966) d'un muscle contracter après un étirement (action pliométrique) produira plus de force qu'un muscle contracté en concentrique. De ce fait nous avons émis une seconde hypothèse supposant que l'apport supplémentaire en force induit par l'action pliométrique du « split step » influencera le niveau de l'activation musculaire, et que cette activation pourrait expliquer la supériorité de vitesse en faveur de la condition SS.

Dans le cadre de cette étude les résultats temporels ne dévoilent aucune différence significative entre les deux conditions (SS et CT), autrement dit, la stratégie choisie pour effectuer la poussée initiale n'aura pas d'effet ni sur la vitesse d'éjection du pied ni sur la vitesse de l'appui qui précède le décollage du volant. Ces résultats diffèrent de celle retrouvée en tennis, où il a été montré que le « split step » permet une réaction plus rapide (Hsueh et al., 2016; Nieminen et al., 2014) et un déclenchement rapide du mouvement (Uzu et al., 2009). Ces résultats suscitent peut-être l'idée de contrôler certains paramètres méthodologiques et certains phénomènes. En fait, ces études étaient accomplies dans des conditions de laboratoires simulés, dans une situation dite « know when, not where », avec un signal de départ randomisé et une standardisation du déplacement qui suit le sursaut, le sujet connaît le moment du déclenchement mais c'est la direction (déplacement à gauche ou à droite) qui était variable et qui serait indiquée par un signal lumineux, le trajet vers la cible (photocellule) était aussi contrôlé (une distance invariable) et la forme du déplacement qui suit le sursaut (le sujet ne devrait effectuer que des pas de côté pour atteindre la cible). Contrairement à notre étude où l'objectif était plutôt de se rapprocher des conditions concrètes du terrain avec une évaluation dans une situation réelle de jeu, ce qui a limité le contrôle de certains paramètres méthodologiques tels que le lieu de tomber du volant et le déplacement qui accompagne la condition. Un autre facteur fondamental qui pourrait expliquer cette différence des résultats, c'est la durée de l'atterrissage du sursaut; cette variable temporelle (le temps de l'atterrissage) qui influence directement l'efficacité du sursaut n'était pas contrôlée dans le cadre de notre procédure expérimentale. Horita, Komi, Nicol, et Kyröläinen (2002) suggèrent qu'un long temps d'atterrissage empêche l'utilisation des pré-tensions musculaires en faveur du mouvement qui suit le sursaut. Ces résultats suggèrent que le

transfert de l'énergie cinétique générée par le saut préparatoire vers l'énergie cinétique du déplacement dépendra de l'intervalle de temps entre le saut et la poussée initiale après l'atterrissage (Torres-Luque et al., 2011). En badminton les informations sur l'initiation du sursaut de démarrage sont insuffisantes une étude menée par Hsueh et al., 2016 pour comparer le timing du sursaut, les résultats de cette étude étaient légèrement inférieurs (approximativement 0.15 secs) en comparaison à ce qui était indiqué dans une étude similaire en tennis (0,18-0,2 sec) (Nieminen et al., 2014). La différence entre les deux études peut être expliquée par le fait qu'en badminton le rythme des échanges est plus rapide qu'en tennis, ce qui a amené les participants à l'étude à atterrir plus tôt pour préparer leur prochain mouvement.

La durée d'exécution de la poussée initiale était la seule variable à dévoilé une différence significative entre nos conditions d'études. En effet, avec un sursaut le sujet mettait en moyenne  $0.29 \pm 0.04$  secondes avant que son pied quitte le sol en direction du volant alors qu'avec une contre tension la moyenne était de  $0.52 \pm 0.12$  sec. Cela suscite l'idée que le « split step » améliore le temps de réaction, une piste encore à vérifier en badminton. Par contre, en tennis, Torres-Luque et al. (2011) ont mesuré un temps de réaction encore plus faible avec un « split step » dans une situation de retour du service ( $0.180 \pm 0.089$  s). Ils ont également défini cette valeur comme une valeur optimale pour l'exécution d'un « split step » et un « side step » en tennis.

En termes de résultats neuromusculaires, on a pu remarquer un taux plus élevé de l'activation musculaire du gastrocnémien latéral avec un « split step » ( $96,9 \pm 40\%$  de MVC et  $69,9 \pm 18,9\%$  de MVC encontre tension), mais cette différence n'était pas validée statistiquement. Bien que nos résultats se rapprochent de ce qui était trouvé dans l'étude de Nieminen et al., 2014, où aucune différence majeure d'activation musculaire n'était observée dans les synergies musculaires, à l'exception du soleus qui produisait plus de force en « split step ». Uzu et al. (2009) ont déduit une activation plus importante du gastrocnémien au niveau de la jambe d'appui par rapport à la jambe de poussée. Incontestablement, nos résultats ne permettent pas de confirmer notre seconde hypothèse qui suppose que le cycle étirement-détente musculaire issu du sursaut engendra une activation musculaire plus importante, mais cela ne pourrait pas être déterminant pour nier l'idée qu'une contraction pliométrique serait plus bénéfique en terme d'activation musculaire et de transfère de l'énergie cinétique déjà bien illustrée dans la littérature (Bosco & Komi, 1980). Il faut se rendre à l'évidence aussi que

les principales études qui démontrent l'efficacité d'une contraction pliométrique par rapport à une contraction isométrique étaient réalisés sur des mouvements type « squat jump » et « drop jump », généralement les participants étaient familiarisés avec ses deux conditions et leurs exécutions étaient techniquement correctes et bien maîtrisées. Alors que dans le cadre de notre étude nous avons évalués l'effet d'un geste technique qui se rapproche bien d'un « drop jump » mais qui implique peut être une différente stratégie mécanique et musculaire et qui nécessite une certaine initiation. Dans l'étude de (Nieminen et al., 2014) , les participants connaissent bien le « split step » et l'aspect du pivotement qui l'accompagne et le mouvement était instruit verbalement et démontré par les chercheurs ainsi que par des séquences vidéos (d'un entraîneur qualifié). Bien que la population de notre étude était compétitive et on avait même des sujets de niveau national voir international (une championne de France dans sa catégorie) la plupart d'entre eux n'était pas bien familiariser avec le départ en « split step », d'ailleurs avant de procéder à notre manipulation il était demandé à chaque sujet d'indiquer la condition qu'il préférerait le plus pour déclencher son mouvement, seulement trois sujets ont déclaré qu'ils préféreraient le « split step » et qu'ils l'utilisaient dans leurs entraînements. Certes que la taille de notre échantillons était relativement faible ce qui peut expliquer la non-significativité de nos résultats mais c'est surtout la maîtrise et la familiarisation avec cette technique qu'on peut considère comme le facteur le plus déterminant.

En parallèle aux données temporelles et neuromusculaires, nous avons utilisé une semelle intelligente qui était encore sous-développement par la structure IEE, l'idée était d'identifier les caractéristiques mécaniques de la poussée initiale en termes de zone de pression plantaire et en fonction des deux conditions de départ étudié. À nos connaissances, ce genre de mesure n'était jamais fait auparavant au moins dans les sports de raquette. Nos données n'ont pas permis d'identifier aucun effet significatif de la condition sur la pression plantaire au niveau des trois zones prédéfinies. Ces résultats suggèrent que quelque soit la condition utilisée, l'organisation plantaire serait la même et le sujet va effectuer sa poussée initiale en basculant son appui sur la partie avant du pied. Les études vues précédemment (Nieminen et al., 2014; Uzu et al., 2009, Hsueh et al., 2016) ont utilisé des plateformes de force pour s'informer sur la cinétique de la poussée et ils ont considéré la surface plantaire dans son ensemble en une seule zone, autrement dit ces études n'ont pas regardé comment le sujet s'organise en terme de zone plantaire pour exécuter sa poussée initiale, mais plutôt ils se sont intéressé à d'autres paramètres cinétiques liés directement à la force de réaction au sol (i.e la force selon les trois axes, la vitesse du centre de pression et la position du centre de masse).

Au final, cette étude est une primeur qui évalue les caractéristiques de la poussée initiale en badminton, dans la littérature on trouve que cette technique n'était jamais ou peu étudiée auparavant, on a pu retrouver qu'un seul rapport de recherche menée par Hsueh et al. (2016). Cependant dans ce rapport les auteurs n'ont pas comparé deux différentes techniques de départ mais plutôt ils admettent directement l'idée que le « split step » permet un meilleur départ et ils passent à l'évaluation des paramètres temporels liés à la durée du sursaut ainsi que certaines paramètres cinétiques (force de réaction au sol) or la plupart des autres études où le « split step » était évoqué, ils étaient réalisés chez des joueurs de tennis. A travers cette discussion et en comparant notre méthodologie aux travaux achevés en tennis on se rend compte que certains paramètres pourraient être mieux contrôlés pour mieux illustrer l'intérêt de l'utilisation d'un sursaut de démarrage en badminton. Il serait plus pertinent d'élargir la taille de l'échantillon, d'initier le « split step » aux sujets participants à l'étude en intégrant cette technique dans leur programme d'entraînement avant de procéder à l'expérimentation, de plus il serait plus favorable de comparer deux groupes indépendants (un groupe initier à l'exécution du split step et un deuxième groupe contrôle) qu'un seul groupe apparié.

Tout compte fait, nos résultats ne sont qu'une interprétation et ne favorisent pas une condition par rapport à une autre en termes d'amélioration de la vitesse du déplacement. En revanche on a pu montrer qu'avec un « split step » le temps mis pour effectuer la poussée initiale était remarquablement inférieur, autrement dit, avec un sursaut de démarrage, un badiste mettra moins de temps pour préparer et déclencher son déplacement. Il serait éventuellement intéressant de dupliquer cette idée en évaluant le temps de réaction relative à chacune des deux conditions de départ. Pour que l'analyse soit plus discriminative il serait plus favorable qu'elle prenne en compte à la fois des variables cinématiques (la durée du sursaut, les paramètres angulaires des articulations de la jambe de poussée ...), des variables cinétiques relatives à la poussée initiale (la force de réaction au sol, COP, COM ...), et les différences d'activation musculaire ainsi que l'organisation des synergies musculaires.

## **V. Conclusion**

En badminton, la poussée initiale du premier déplacement qui suit le retour d'un service est souvent un élément peu évoqué dans la littérature technique et représente un élément indéchiffrable chez les entraîneurs du badminton. Dans ce contexte, Le principale objectif de notre étude était donc d'identifier quelle technique de poussée initiale (avec ou sans sursaut de

démarrage) serait la plus efficace pour un changement de direction et un départ plus vifs vers l'arrière de la cour du jeu coté revers. Nos principaux résultats temporels, neuromusculaires et mécaniques ne montrent aucun effet significatif de la technique utilisée (Split Step ou Contre Tension) pour déclencher le mouvement sur la vitesse de changement de direction vers la cible ou encore sur la configuration de la poussée initiale. Cependant, on a pu constater que le sursaut permet une réaction plus brève. Compte tenu du manque des références au tour de la poussée initiale en badminton, nos données étaient confrontées à des études plus au moins semblable réalisé chez des joueurs de tennis. Il s'est avéré que nos résultats diffèrent de celle retrouvée en tennis où l'intérêt de l'utilisation de la technique « split step » était déjà prouvé. Enfin, il serait plus pertinent de refaire cette étude, avec un plus grand nombre de sujet, un meilleur contrôle de certains paramètres tels que la standardisation du trajet vers la cible et de la trajectoire du volant ainsi que sa vitesse en utilisant une machine lanceuse de sorte que la variabilité entre les essais serait limitée au maximum. Mais aussi en prenant en considération des nouvelles variables cinématiques et cinétiques (telles que la durée des différentes phases du sursaut, la force de réaction au sol, COP, COM ...) en raison de leurs effets discriminatifs sur la poussée initiale illustrée dans les études faites en tennis.



## VI. Bibliographie :

- Asmussen, & Bondepet. (1974). Storage of Elastic Energy in Skeletal Muscles in Man. *Acta Physiol. Scand.* 1974. 91. 385-392.
- Aubert, X. (1956). *Le couplage énergétique de la contraction musculaire*. Bruxelles: Arscia.
- Bertrand Ferly, & Guy Papelier. (1998). *Le Badminton*. Amphora.
- Besier, T. F., Lloyd, D. G., Ackland, T. R., & Cochrane, J. L. (2001). Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting maneuvers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(7), 1176–1181.
- Bloomfield, J., Ackland, T., & Elliott, B. (1994). *Applied Anatomy and Biomechanics in Sport*. Melbourne: Blackwell Scientific Publications.
- Bobbert, Gerritsen, Litjens, Maria, Van Soest, & Arthur. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.
- Bosco, C., & Komi, P. V. (1980). Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 45(2–3), 209–219. <https://doi.org/10.1007/BF00421329>
- Cavagna, G. A., & Citterio, G. (1974). Effect of stretching on the elastic characteristics and the contractile component of frog striated muscle. *The Journal of Physiology*, 239(1), 1–14. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1974.sp010552>
- Dorianne Gomet. (2003). *Le badminton, de l'élève au joueur de haut niveau*. Vigot.
- Filipčič, A., Leskošek, B., Munivrana, G., Ochiana, G., & Filipčič, T. (2017). Differences in Movement Speed Before and After a Split-Step Between Professional and Junior Tennis Players. *Journal of Human Kinetics*, 55(1). <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0011>
- Francine Grunenfelder, & Georges Couartou. (1996). *Badminton de l'école aux associations*. REvue EPS.
- Fujii, K., Yoshioka, S., Isaka, T., & Kouzaki, M. (2013). Unweighted state as a sidestep preparation improve the initiation and reaching performance for basketball players. *Journal of*

*Electromyography and Kinesiology*, 23(6), 1467–1473.

<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.08.001>

Fulton, K. T. (1992). BASKETBALL: Off-season strength training for basketball. *National Strength & Conditioning Association Journal*, 14(1), 31. [https://doi.org/10.1519/0744-0049\(1992\)014<0031:OSSTFB>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1519/0744-0049(1992)014<0031:OSSTFB>2.3.CO;2)

Gasser, H. S., & Hill, A. V. (1924). The Dynamics of Muscular Contraction. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 96(678), 398–437. <https://doi.org/10.1098/rspb.1924.0035>

Gray, A. J., & Jenkins, D. G. (2010). Match Analysis and the Physiological Demands of Australian Football: *Sports Medicine*, 40(4), 347–360. <https://doi.org/10.2165/11531400-000000000-00000>

Grice, T. (2008). *Badminton: steps to success* (2nd ed). Champaign, IL: Human Kinetics.

Handel, M., Horstmann, T., Dickhuth, H. H., & Gülch, R. W. (1997). Effects of contract-relax stretching training on muscle performance in athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 76(5), 400–408. <https://doi.org/10.1007/s004210050268>

Henry, G. J., Dawson, B., Lay, B. S., & Young, W. B. (2016). Relationships Between Reactive Agility Movement Time and Unilateral Vertical, Horizontal, and Lateral Jumps: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(9), 2514–2521. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a20ebc>

Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361–374. [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(00\)00027-4](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(00)00027-4)

Hill, A. V. (1950). The series elastic component of muscle. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 137(887), 273–280.

Horita, T., Komi, P. V., Nicol, C., & Kyröläinen, H. (2002). Interaction between pre-landing activities and stiffness regulation of the knee joint musculoskeletal system in the drop jump:

implications to performance. *European Journal of Applied Physiology*, 88(1–2), 76–84.

<https://doi.org/10.1007/s00421-002-0673-6>

Hsueh, Y.-C., Pan, K.-M., & Tsai, C.-L. (2016). HOP LING OF SPLIT STEP AND KINETICS ANALYSIS OF LOWER EXTREMITIES IN BADMINTON START FOOTWORK. ISBS.

Katz, B. (1939). The relation between force and speed in muscular contraction. *The Journal of Physiology*, 96(1), 45–64. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1939.sp003756>

Keogh, J. W. L., Weber, C. L., & Dalton, C. T. (2003). Evaluation of anthropometric, physiological, and skill-related tests for talent identification in female field hockey. *Canadian Journal of Applied Physiology = Revue Canadienne De Physiologie Appliquee*, 28(3), 397–409.

KIM, Y.-K., & KIM, Y. H. (2011). TAEKWONDO BIOMECHANICS: INTERSEGMENTAL JOINT COORDINATION AND HOPPING EFFECT. Department of Mechanical Engineering, Kyung Hee University, Yongin 446-701, KOREA.

Komi, P. V. (Ed.). (2008). *Strength and Power in Sport*. Oxford, UK: Blackwell Science Ltd.

<https://doi.org/10.1002/9780470757215>

Kuntze, G., Mansfield, N., & Sellers, W. (2010). A biomechanical analysis of common lunge tasks in badminton. *Journal of Sports Sciences*, 28(2), 183–191.

<https://doi.org/10.1080/02640410903428533>

Lars Sologub, & Klaus Fuchs. (1992). *Badminton : Technique, Tactique, Entraînement*. Robert Laffont.

MacIntyre, D. L., Reid, W. D., & McKenzie, D. C. (1995). Delayed muscle soreness. The inflammatory response to muscle injury and its clinical implications. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 20(1), 24–40.

Mark Burden, A., Lewis, S. E., & Willcox, E. (2014). The effect of manipulating root mean square window length and overlap on reliability, inter-individual variability, statistical significance and clinical relevance of electromyograms. *Manual Therapy*, 19(6), 595–601.

<https://doi.org/10.1016/j.math.2014.06.003>

- Markovic, G., Jukic, I., Milanovic, D., & Metikos, D. (2007). Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 543–549. <https://doi.org/10.1519/R-19535.1>
- Nieminen, M. J. J., Piirainen, J. M., Salmi, J. A., & Linnamo, V. (2014). Effects of neuromuscular function and split step on reaction speed in simulated tennis response. *European Journal of Sport Science*, 14(4), 318–326. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.785598>
- Perrin Perrot, Domi. (2000). Dizziness in Discus Throwers is Related to Motion Sickness Generated While Spinning. *Acta Oto-Laryngologica*, 120(3), 390–395. <https://doi.org/10.1080/000164800750000621>
- Philippe Limouzin, & Ian Wright. (2000). *Badminton vers le haut niveau*. INSEP.
- Reilly, T., Williams, A. M., Nevill, A., & Franks, A. (2000). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 695–702. <https://doi.org/10.1080/02640410050120078>
- Salonikidis, K., & Zafeiridis, A. (2008). The Effects of Plyometric, Tennis-Drills, and Combined Training on Reaction, Lateral and Linear Speed, Power, and Strength in Novice Tennis Players: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 182–191. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31815f57ad>
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919–932. <https://doi.org/10.1080/02640410500457109>
- Shiraki, Y., Yamamoto, S., & Kushiro, K. (2015). Effects of Different Modes of Preparatory Motion on Dart-Throwing Performance. *Comprehensive Psychology*, 4, 25.CP.4.12. <https://doi.org/10.2466/25.CP.4.12>
- Sturgess, S., & Newton, R. U. (2008). Design and Implementation of a Specific Strength Program for Badminton: *Strength and Conditioning Journal*, 30(3), 33–41. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181771008>
- Tony Grice. (2001). *Vers le succès Badminton*. Vigot.

- Torres-Luque, G., Cabello-Manrique, D., Hernández-García, R., & Garatachea, N. (2011). An analysis of competition in young tennis players. *European Journal of Sport Science, 11*(1), 39–43.  
<https://doi.org/10.1080/17461391003770533>
- Tsai, C.-L., Pan, K.-M., Huang, K.-S., & Chang, S.-S. (2007). THE SURFACE EMG ACTIVITY OF THE LOWER EXTREMITIES IN BADMINTON FOOTWORK. *Journal of Biomechanics, 40*, S757.  
[https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(07\)70745-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(07)70745-5)
- Uzu, R., Shinya, M., & Oda, S. (2009). A split-step shortens the time to perform a choice reaction step-and-reach movement in a simulated tennis task. *Journal of Sports Sciences, 27*(12), 1233–1240. <https://doi.org/10.1080/02640410903233222>
- Vescovi, J. D., & Mcguigan, M. R. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *Journal of Sports Sciences, 26*(1), 97–107.  
<https://doi.org/10.1080/02640410701348644>
- Young, W. B., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 42*(3), 282–288.
- Zatsiorsky, M. V., & Spivak, M. (1966). *Les qualités physiques du sportif : (bases de la théorie et de la méthodique de l'éducation)*. Russie: Culture Physique et Sport.

Impact de la technique de poussée initiale sur l'efficacité du déplacement en badminton

Hedhli Ayadi Jobrane

UNIVERSITE DE LORRAINE

Juin 2017

**Mots clés :** Jeu de jambe, sursaut de démarrage, mouvement préparatoire, changement de direction, badminton

**Contexte :** En badminton, la poussée initiale qui suit le retour d'un service est souvent un élément peu évoqué dans la littérature technique et représente un abstrus chez les entraîneurs du badminton. D'une part, certains spécialistes conseillent l'utilisation d'un mouvement préparatoire inspiré du tennis et connu sous le nom de « split step » (sursaut de démarrage) d'autre part, plusieurs spécialistes n'encouragent pas l'utilisation du sursaut de démarrage, ils considèrent que la sortie de la position équilibrée s'effectue par une poussée du pied opposé au sens du déplacement.

**Objectif :** Dans ce contexte, Le principale objectif de notre étude était d'identifier quelle technique de poussée initiale (avec ou sans sursaut de démarrage) serait la plus efficace pour un changement de direction et un départ plus vifs vers l'arrière de la cour du jeu coté revers.

**Résultats :** nos résultats n'ont pas montré une différence significative entre les deux techniques de poussée initiale étudié en termes d'amélioration de la vitesse du déplacement. En revanche on a pu montrer qu'avec un « split step » le temps mis pour effectuer la poussée initiale était remarquablement inférieur, autrement dit, avec un sursaut de démarrage, un joueur de badminton mettra moins de temps pour déclencher son déplacement.

**Perspectives :** A l'issu de cette étude nous suggérons de continuer l'illustration de l'intérêt du sursaut de démarrage en badminton en se concentrant d'avantage sur l'analyse du temps de réaction et la rapidité de la réponse motrice qui peut être dû au « split step ».

**Title :** Impact of the initial push-off technique on the effectiveness of the badminton displacement.

**Key words :** Push-off, split step, preparatory motion, change of direction, badminton

**Purpose :** In badminton, the initial push-off of the first displacement that follows the return of a serve is often an element little evoked in the technical literature and badminton trainers considerate as an abstruse. On the one hand, some specialists advise the use of a preparatory movement inspired by tennis and known as "split step" (small hop before step).. On the other hand, several badminton referents do not encourage the use of this technique; they consider that the way out from the ready position should be done by a deviation of the support leg with simultaneously a drive on the opposite foot to the direction of displacement.

**Goal:** the main objective of our study was to identify which initial push-off technique (with or without hop) would be most effective for a sharper change of direction and a faster shifting to the backhand side.

**Results:** Our results did not show a significant difference between the two initial thrust techniques studied in terms of improvement of displacement velocity. On the other hand, it was shown that with a "split step" the time taken to carry out the initial thrust was remarkably inferior, in other words, with a split step; a badminton player will take less time to start his displacement.

**Prospects:** At the end of this study we suggest to continue the illustration of the interest of the push-off in badminton by concentrating more on the analysis of the reaction time and the speed of the motor response which can be linked to the split step.