

UNIVERSITÉ DE NANTES



UFR DES SCIENCES ET TECHNIQUES EN ACTIVITÉS PHYSIQUES ET SPORTIVES

MÉMOIRE DE MASTER 1 « EXPERTISE, PERFORMANCE, INTERVENTION »

ANALYSE TEMPORELLE, SPATIALE ET EVENMENTIELLE DU SIMPLE DAME DE HAUT NIVEAU EN BADMINTON

Présenté et soutenu publiquement par

Martin Boiveau

Le 15 juin 2017

Lieu de stage :

Laboratoire Motricité, Interactions, Performance UFR STAPS NANTES

Directeur de mémoire :

Marc Jubeau

Jury :

Marc Jubeau (Maître de Conférences, laboratoire MIP, Université de Nantes)

Antoine Nordez (Maître de Conférences, laboratoire MIP, Université de Nantes)

Jérôme Bourbousson (Maître de Conférences, laboratoire MIP, Université de Nantes)

Je soussigné(e) *Martin Boiveau*, étudiant en Master 1 à l'Université de Nantes, certifie que ce mémoire est strictement le résultat de mon travail personnel.

Il respecte en tous points la charte anti-plagiat de l'Université de Nantes que j'ai rendue signée au moment du dépôt de ma convention de stage. Tout manquement à cette charte entraînerait immédiatement la note de 0.

De plus, je certifie que les résultats présentés sont issues d'expérimentations que j'ai personnellement réalisées. Je tiens à la disposition du jury l'ensemble des résultats bruts et traités pour vérification. En cas de demande de la part du jury, la non-présentation de ces données entraînerait immédiatement la note de 0.

Fait à Nantes le 22/05/2017

Martin Boiveau

Remerciements

*En premier lieu je souhaite remercier **Marc Jubeau**, en tant que directeur de mémoire qui m'a fait confiance et m'as aidé au cours des différentes étapes d'élaboration de cette étude.*

*Ensuite, je remercie **Antoine Nordez**, Directeur de Master qui a su m'orienter et m'aider dans mes différents choix durant mon année universitaire.*

*Je remercie également **Claude Leveau** en tant que référent universitaire de mon second stage pour son aide permanente, ses précieux conseils ainsi que ses encouragements.*

*Je tiens à remercier aussi **Mourad Amrani**, en tant que maître de stage de mon second stage réalisé au sein du Pôle Espoir Badminton de Nantes. Les nombreux échanges, plus intéressants les uns que les autres m'ont permis d'élargir ma vision du badminton.*

*Je tiens également à remercier **Erwin Kehlhoffner** et **Arnaud Etienne** qui m'ont énormément apporté en termes de connaissances dans l'entraînement du badminton*

Enfin je remercie sincèrement mes proches qui me soutiennent et m'encouragent au quotidien.

Sommaire

1. Introduction	5
2. Revue de littérature	6
2.1 Analyse énergétique et temporelle de la discipline badminton	6
2.1.1. <i>Analyse de la demande énergétique au badminton</i>	6
2.1.2. <i>Analyse de la structure temporelle du badminton</i>	9
2.2 Analyse spatiale et évènementielle de la discipline badminton	11
2.2.1. <i>Analyse des déplacements spécifique au badminton</i>	11
2.2.2. <i>Analyse des différentes frappes au badminton</i>	14
3. Objectifs et Hypothèses	16
4. Méthodologie générale	17
4.1 Sujets et matchs	17
4.2 Présentation du design expérimental	18
4.3 Description du mode d'analyse	18
4.3.1. <i>Analyse des différentes frappes au badminton</i>	18
4.3.2. <i>L'analyse évènementielle</i>	19
4.3.3. <i>L'analyse spatiale</i>	20
4.4 Traitement de données et statistiques	20
5. Résultats	21
5.1 Résultats sur l'ensemble des matchs	21
5.1.1. <i>Résultats de la structure temporelle</i>	21
5.1.2. <i>Résultats de l'analyse évènementielle</i>	23
5.1.3. <i>Résultats de l'analyse spatiale</i>	25
5.2 Résultats de Carolina Marin comparés à ceux des autres joueuses	27
5.2.1. <i>Stratégie temporelle</i>	27
5.2.2. <i>Qualités techniques</i>	28
6. Discussion	29
6.1 Discussion concernant l'ensemble des matchs	29
6.1.1. <i>La structure temporelle</i>	29
6.1.2. <i>Les différents déplacements</i>	29
6.1.3. <i>Les différentes frappes</i>	30
6.1.4. <i>L'analyse spatiale</i>	30
6.2 Discussion de la comparaison entre Carolina Marin et les autres joueuses	31
6.3 Limites de l'étude	32
7. Conclusions	33
8. Perspectives	34
9. Bibliographie	35
10. Annexes	38
11. Résumé – Abstract	44

1. Introduction

Sport olympique depuis les JO de Barcelone en 1992, le badminton connaît une forte progression du nombre de ses pratiquants au cours de la dernière décennie. On peut dénombrer 230 millions de joueurs dans le monde. Au niveau français, l'image du sport de plage ainsi que la très faible médiatisation, font du badminton un cercle très fermé. Cependant, la Fédération Française de Badminton possède 185 000 licenciés en 2017 alors qu'ils n'étaient que 70 000 en 2000. Le récent engouement pour cette discipline est donc réel. A l'échelle mondiale, la discipline est très fortement dominée par les pays asiatiques. Le badminton européen commence petit à petit à faire ses armes grâce notamment à la joueuse espagnole Carolina Marin sacrée championne olympique en simple dame à Rio. Cette dernière ne cesse de surprendre les meilleures joueuses mondiales par son jeu à la fois agressif et rigoureux.

L'image du sport de plage a longtemps collé à la peau du badminton, ludique et déstressant, il a souvent été réduit à une activité de loisir. Pourtant, si on se penche sur le jeu à haut niveau, on constate très rapidement que les demandes énergétiques et musculaires sont considérables. En effet l'ensemble du corps est mis en mouvement à une intensité très élevée. La puissance, l'endurance, la vitesse et l'agilité sont des vecteurs évidents de performance.

Lors des matchs de haut niveau en simple, l'expertise des deux joueurs est si grande que le fait d'attendre la faute directe de l'adversaire ne suffit plus. En effet, le gain du point s'obtient par l'accumulation de frappes précises qui entraînent une crise de temps de plus en plus prononcée chez l'adversaire. En plus de la variété des frappes qui jouent un rôle essentiel dans l'évolution de la pression temporelle, nous pouvons aussi noter l'importance de la qualité des déplacements du joueur. Il est évident qu'un déplacement efficace permet au badiste de frapper le volant plus tôt et en conséquence de réduire le temps d'organisation de l'adversaire. Bien entendu, ces déplacements, bien qu'ils soient efficaces, sont très coûteux sur le plan énergétique au regard de l'athlète. La gestion du temps de récupération est donc primordiale pour conserver la qualité, tant sur le plan des déplacements ou au niveau de la précision des frappes. Il apparaît donc intéressant d'analyser ces trois composantes : variabilité et précisions des frappes, efficacité des déplacements ainsi que la gestion du temps lors des matchs de simple dame de très haut niveau.

Dans ce mémoire nous allons étudier le simple dame lors des Championnats d'Europe de badminton 2016. L'analyse se décomposera en trois parties : temporelle, spatiale et événementielle. Nous établirons ensuite une comparaison entre le jeu de l'espagnole Carolina Marin et les autres joueuses afin de trouver les clés qui lui permettent de dominer les autres joueuses européennes.

2. Revue de littérature

2.1 Analyse énergétique et temporelle de la discipline badminton

2.1.1. *Analyse de la demande énergétique au badminton*

Au cours des dernières années, les nouvelles technologies ont véritablement été au service de l'évolution du badminton. En effet les prouesses techniques au niveau des raquettes et des cordages ont sensiblement fait évoluer le jeu de volant vers un jeu d'une rapidité époustouflante. Le record du monde du smash le plus rapide a été enregistré à 493 km/h. La vitesse de couverture de terrain doit être adaptée en conséquence par le joueur. Effectivement, selon **Cabello et al., (1997)** le badiste exécute au cours d'un match un grand nombre de déplacements brefs de moyenne à haute intensité, tel sauts, fentes et rotations. La répétition de ces actions permet au badminton de rentrer dans la catégorie des sports intermittents courts d'intensité élevée. Or selon **Wilmore et Costill (2009)**, l'exercice intermittent court permet de passer plus de temps à un pourcentage élevé de VO₂max et par conséquent de fréquence cardiaque maximale. Il semble désormais pertinent d'observer les valeurs de fréquence cardiaque enregistrées lors des matchs de badminton.

Une multitude d'études sont parvenues à recueillir des valeurs de fréquence cardiaque au cours d'un match de badminton et elles tendent toutes vers les mêmes résultats. Dans un premier temps **Abe et al., (1990)** puis **Cabello et González-Badillo (2003)** s'accordent à dire que les valeurs des fréquences cardiaques théoriques maximales sont quasiment atteintes au cours d'un match de simple. Il est vrai que la barre des 190 battements par minute est souvent franchie, tandis que la moyenne au cours d'un match est de 173 battements par minute. Puis, une nouvelle étude de **Cabello et al., (2004)** démontre qu'au cours d'un match de niveau national, de 45 minutes en moyenne, les deux adversaires passent 54% du temps à une fréquence cardiaque avoisinant les 190 battements par minute (bpm). De façon plus détaillée, **Kim et al., (2002)** ont permis d'obtenir une fréquence cardiaque moyenne en fonction d'un exercice ciblé de la discipline. Leurs résultats montrent qu'un exercice de smashes correspond à une valeur de fréquence cardiaque de 183 ± 5 bpm, tandis qu'une succession d'amortis fond de court engendre une valeur de 180 ± 6 bpm, alors qu'un enchaînement de slices nous donne une moyenne de 178 ± 8 bpm, enfin, un exercice de déplacement spécifique induit une fréquence cardiaque moyenne de 182 ± 7 bpm. Ces fortes contraintes cardiovasculaires demandent donc au badiste de grandes ressources notamment au niveau de ses filières énergétiques.

L'étude de **Chin et al., (1995)**, basée sur une simulation d'un match de badminton avec recueils et analyses d'échanges respiratoires, a permis d'établir le pourcentage de chaque filière

énergétique. Les résultats montrent que 60% à 70% de l'énergie fournie pendant un match provient de la filière aérobie tandis que le pourcentage restant est approvisionné par le biais de la filière anaérobie. Ces résultats sont en concordance avec l'étude de **Hughes et Cosgroves (2007)** qui révèle que les joueurs de badminton travaillent à un pourcentage élevé de leur puissance maximale aérobie. Au contraire, le rendement énergétique du système anaérobie lactique est modéré. Finalement il est intéressant de s'appuyer une nouvelle fois sur l'étude de **Cabello et al., (2004)** dans le but de pouvoir faire progresser un joueur de badminton de haut niveau sur le plan cardiovasculaire. En effet ce dernier doit posséder une bonne qualité de puissance aérobie afin de maintenir l'effort intermittent court très intense durant une trentaine de minutes au minimum.

La lactatémie est une valeur permettant de témoigner de l'intensité d'un effort physique. En effet, un exercice à intensité croissante va induire dans un même temps une augmentation continue de la production d'acide lactique. Cette augmentation va engendrer, à long terme, une fatigue musculaire rendant la poursuite de l'effort plus difficile. Lors de cette augmentation, deux moments précis, correspondant à deux points clés sur la courbe de la lactatémie, sont à retenir. Le premier se situe à 2mmol/L et se nomme le « seuil d'apparition des lactates ». Le second correspond à une valeur de 4mmol/L et a pour nom « le seuil d'accumulation des lactates ». Une fois que ce second seuil est dépassé, l'équilibre entre la production de lactate et son élimination est rompu. C'est ainsi que le sportif verra alors sa puissance musculaire baisser au cours de l'effort.

La lactatémie au cours d'un effort badistique semble intéressante à étudier car elle permet de refléter l'intensité d'un match ainsi que son coût énergétique. Dans un premier temps nous allons découvrir le taux de lactate au cours d'un match de badminton. Les études de **Mikkelsen (1979)** et **Abe et al., (1990)** tendent vers un même résultat : au cours d'un match de badminton, la lactatémie moyenne est comprise entre 4 et 5 mmol/L. **Cabello et al., (1997)** nous indique même que la lactatémie peut atteindre jusqu'à 7mmol/L au cours d'une rencontre de badminton. Ensuite, des auteurs se sont intéressés à la lactatémie présente lors d'un exercice spécifique de déplacement au badminton. C'est alors que **Ghosh et al., (1993)** et **Dias et Ghosh., (1995)** découvrent que le taux de lactate dans le sang lors d'un exercice de déplacements spécifique au badminton est au minimum de 6,7mmol/L et peut grimper jusqu'à 10,5mmol/L. **Kim et al., (2002)** ont permis de compléter ces données puisqu'ils se sont intéressés au taux de lactate dans le sang lors de 4 exercices spécifiques au badminton : smash, amorti fond de court, slice et enfin déplacement spécifique. En ce qui concerne le déplacement spécifique, qu'on appelle aussi « shadows », la lactatémie moyenne des sujets testés correspond à $12,2 \pm 2,1$ mmol/L. On remarque que les valeurs trouvées ici sont encore

plus élevées que celles de l'étude précédemment citée. Au niveau des exercices de coups spécifique, les valeurs de lactatémie sont aussi élevées, en effet, $11,6 \pm 1,9$ mmol/L pour un exercice de répétitions de smashes, $10,2 \pm 1,2$ mmol/L pour un exercice de répétitions d'amortis fond de court et enfin $10,7 \pm 1,1$ mmol/L pour un exercice d'enchaînement de slices.

Le tableau suivant (*Tableau 1*) résume l'étude de **Kim et al., (2002)**. Il nous montre la fréquence cardiaque et la lactatémie en réponse à un exercice spécifique au badminton.

Tableau 1 : Fréquence cardiaque (Heart Rate (HR)) et Lactatémie (Lactate (Lac)) en réponse aux exercices spécifiques au badminton (Kim et al., 2002)

Badminton strokes	HR (b/min)		Lac(mM/L)	
	Mean	SD	Mean	SD
Over head Smash	183	5	11.6	1.9
Over head Drop	180	6	10.2	1.2
Over head Toss	178	8	10.7	1.1
Shadow	182	7	12.2	2.1

Après avoir étudié les réponses physiologiques causées par la réalisation de séances de badminton, il semble intéressant maintenant, d'observer l'évolution de la fréquence cardiaque après ces séances, lors de la récupération (*Figure 1*). Ainsi nous pourrions comparer ces résultats avec les temps de récupération réels lors de matchs en compétition.

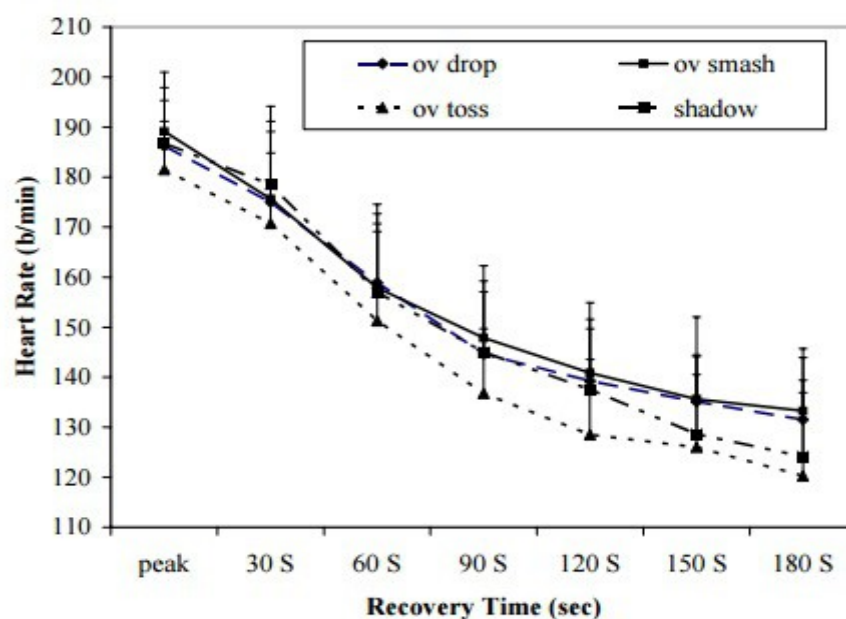


Figure 1 : Evolution de la fréquence cardiaque lors de la récupération selon les exercices. (ov drop : amorti fond de court, ov toss : slice, ov smash : smash, shadow : déplacement) (Kim et al., 2002)

2.1.2. *Analyse de la structure temporelle du badminton*

Nous sommes parvenus à déterminer la demande énergétique nécessaire à la performance en badminton. Désormais nous pouvons nous interroger sur la stratégie adoptée par les joueurs afin de répondre au mieux à cette demande énergétique. C'est pourquoi nous allons dans cette partie, analyser la structure temporelle de la discipline badminton. Attention toutefois, certaines études concernent l'ancien système de scoring, la structure temporelle peut donc fortement varier d'une étude à l'autre. Tout d'abord, **Coad et al., (1979) et Docherty., (1982)** ont déterminé que la durée moyenne d'un point est de 5 secondes, pour une récupération entre chaque point de 5 à 10 secondes. Or, lors de ces études, la professionnalisation du badminton était très faible et donc l'expertise de la discipline aussi. Les joueurs de l'époque ne possédaient pas les qualités physiques des badistes actuels. Ensuite, l'étude de joueurs espagnols de niveau national a permis à **Cabello et al., (1995)** d'établir une nouvelle structure des points. L'expérimentation conclue que le temps d'un point moyen est de 8 secondes et que la durée de récupération est environ égale au double de la durée du point précédent.

Depuis cette étude, le règlement a changé une première fois, passant de 3 sets gagnants de 7 points à 2 sets gagnants de 15 points au cours de l'année 2000. **Cabello et González-Badillo (2003)** ont alors mené une nouvelle expérimentation lors de matchs de niveau international cette fois et y trouvent des résultats légèrement différents. En effet, la quasi-totalité des points durent entre 0 et 9 secondes. La récupération quant à elle est comprise entre 6 et 15 secondes. En parallèle, cette étude nous dévoile l'évolution du rapport : nombre de frappes en fonction de la durée du point, depuis 1995. Ce dernier aurait augmenté de 34%, tout comme la durée de chaque échange. En conséquence, le temps de récupération aurait lui aussi fortement augmenté. Au final, cette étude montre que l'intensité des échanges a fortement évolué et que le badminton tend à être de plus en plus explosif. En contrepartie les joueurs de badminton ont besoin d'une plus grande récupération.

Actuellement, et depuis 2007, le mode de scoring est de 2 sets gagnants de 21 points sans la nécessité d'avoir le service pour marquer le point. Dans le but d'analyser la structure des points soumis à ce nouveau mode de scoring, **Chen et Chen (2008)** ont mené une étude complète sur un très grand nombre de matchs du meilleur niveau international. Les résultats montrent que la durée moyenne des matchs est de 44 ± 10 minutes avec un minimum de 13 minutes pour un maximum de 74 minutes. Ensuite, la durée d'un point avoisine $10,3 \pm 8,4$ secondes. L'écart type de ce résultat étant important, cela montre bien que la durée des points au badminton est extrêmement variable au cours d'un match. Ensuite, la période de temps entre deux échanges dure en moyenne 21 ± 9

secondes. Une fois encore, l'écart type important de la durée de récupération montre la variabilité des périodes de repos, en effet ces dernières dépendent totalement de la longueur des points. Le temps où le volant est en jeu au cours du match se nomme le temps de jeu effectif. Ici il se rapproche de 31%. Par ailleurs, il est démontré qu'au cours d'un échange le volant est frappé par la raquette une fois par seconde. En conséquence le joueur de badminton doit frapper le volant toutes les deux secondes.

Les précédents résultats sont en parfaite adéquation avec ceux édités dans l'étude de **Abian et al., (2014)**. Cette étude vise à comparer la structure temporelle d'un match de badminton en simple homme. Pour cela, 20 matchs des Jeux Olympiques de Pékin et 20 matchs des Jeux Olympiques de Londres ont été analysés. Les résultats montrent d'une part que la durée moyenne d'un set est augmentée entre les JO de Pékin ($18,4 \pm 3,5$ min) et les JO de Londres ($21,1 \pm 4,28$ min) de 12,4%. En parallèle le temps de jeu réel par set est lui aussi augmenté, mais seulement de 7,3%, il évolue de $5,2 \pm 0,46$ min en 2008 à $5,6 \pm 1,28$ min en 2012. Quant au temps de récupération, il augmente de manière conséquente (15,6%) passant de 13,28 min en 2008 à 15,74 min en 2012. Au final on obtient un temps de jeu effectif réduit entre les JO de Pékin (27,9%) et les JO de Londres (26,5%). Nous avons bien ici des résultats concordants aux précédentes études puisque les points sont devenus en 2012 plus longs qu'en 2008, mais les temps de récupération sont eux aussi devenus, logiquement, encore plus longs. Cela est confirmé par la récurrence des intervalles de temps de jeu de 0 à 2,9 secondes : très fréquent en 2008, leur nombre a chuté en 2012. Quant aux intervalles de temps de récupération longs, c'est à dire autour des 30 secondes, ils ont vu leur nombre augmenter en 2012 par rapport à 2008. Le tableau ci-dessous (*Tableau 2*) résume la structure temporelle des matchs de simple homme aux JO 2008 par rapport aux JO 2012.

Tableau 2 : Comparaison des analyses de structure temporelle des matchs de Simple Homme entre les JO 2008 et les JO 2012 (Abian et al., 2014)

Analyse Simple Homme	JO Pékin 2008	JO Londres 2012
Durée d'un set (min)	18,4 ± 3,51 min	21,1 ± 4,28 min
Temps de jeu réel par set (min)	5,2 ± 0,46 min	5,6 ± 1,28 min
Temps de récupération par set (min)	13,3 min	15,7 min
Temps de jeu effectif (%)	27,90%	26,50%
Intervalle de temps de jeu (0 – 2,9 sec)	Très fréquent	Peu fréquent
Intervalle de temps de repos (27–29 sec)	Peu fréquent	Très fréquent

2.2 Analyse spatiale et évènementielle de la discipline badminton

2.2.1. Analyse des déplacements spécifique au badminton

Nous avons établi auparavant que le joueur de badminton doit couvrir une surface de près de 32 m² toutes les 2 secondes. On imagine alors l'intensité des déplacements qui en résultent, ainsi que la violence des contraintes physiques appliquées aux membres inférieurs au cours d'un point.

Parmi les nombreux mouvements présents dans le déplacement du badiste, il existe la fente qui est régulièrement utilisée et reconnue pour ses exigences physiques élevées au niveau des membres inférieurs. Grâce à une analyse vidéo, **Kuntze et al., (2010)** ont montré que la fente représente 15% des mouvements du badiste au cours d'un match. Cependant, ces auteurs ont voulu en savoir plus et se sont penchés sur la biomécanique de cette fente spécifique au badminton. Neuf badistes expérimentés ont alors réalisés un grand nombre de fentes qu'ils réalisent en match. Les forces de réaction au sol ainsi que les données cinématiques ont été recueillies. De cette expérimentation est ressortie la présence de trois fentes spécifiques au badminton : la fente en quadriceps, la fente en dos et la fente chaîne postérieure.

La fente en quadriceps est caractérisée par une attaque de l'avant du pied. Le freinage violent est alors effectué en grande partie par les quadriceps. Sur ce type de fente, le joueur aura tendance à ne pas chercher une grande amplitude du fait de sa violence. Ajouté à cela, peu de groupes musculaires y participent et la faiblesse du rapport entre la force des quadriceps et des ischio-jambiers tend une nouvelle fois à ne pas chercher trop d'amplitude. La stabilité du pied et de la cheville figure aussi comme un inconvénient sur cette fente puisque tout le poids du corps est réceptionné uniquement sur l'avant du pied.

La fente en dos est majoritairement utilisée lorsque le joueur est en crise de temps. Elle consiste à s'avachir sur la jambe avant afin de la soulager au détriment des lombaires. Le plus souvent, cette fente est révélatrice d'un manque de force au niveau des membres inférieurs tout comme au niveau abdominal. (**Michel, 2016**)

La fente en chaîne postérieure est recommandée lors de l'apprentissage de la discipline, seulement l'évolution du jeu ne permet pas de la réaliser parfaitement à chaque fois. Cette fente consiste en un alignement talon – genou – bassin afin d'absorber au mieux le choc du talon sur le sol.

Dans le même registre, **Hong et al., (2014)** ont étudié les contraintes associées aux fentes réalisées aux quatre coins du terrain. Pour cela, les joueurs ont effectué des fentes sur une plateforme de force à l'aide de chaussures équipées d'un footscan. L'intérêt de ce protocole est de mesurer la répartition des pressions, des forces de contact et de réaction au sol, ainsi que les moments de force. Les résultats montrent que la fente avant gauche génère une force d'impact verticale significativement plus élevée que les autres. De plus, le moment où la charge est la plus grande est lors de l'impact du talon avec le sol. La grande variété de ces fentes et leur violence laissent envisager un renforcement musculaire indispensable au niveau des membres inférieurs ainsi qu'au niveau abdominal.

Ces fentes s'accompagnent d'autres gestes qui composent ensemble la grande palette de déplacements du badiste :

- Des petits sauts de type pliométrique en guise de saut d'allègement ou de reprise d'appuis essentiel au bon démarrage.
- Les sauts d'interception qui se caractérisent par une contraction rapide jambes tendues.
- Les sauts de smashes sont une contraction maximale de l'ensemble des deux membres inférieurs afin de permettre au corps d'être le plus haut possible.

Enfin, pour se diriger aux quatre coins du terrain, les déplacements utilisés sont les pas chassés, les pas croisés ainsi que les pas courus :

- Pas chassés définis par la pose du pied droit, puis le pied gauche chasse le pied droit et enfin le pied droit vient se poser pour effectuer une fente avant.
- Pas croisés s'effectuent comme les pas chassés sauf que le pied gauche passe en arrière du pied droit au lieu de le chasser.
- Pas courus quant à eux sont définis par la pose du pied droit puis la pose du pied gauche pour finir en fente avant.

Au cours de cette revue des déplacements du badiste, nous pouvons admettre qu'une succession de déplacements réussis serait vecteur de performance. Il ne faut cependant pas oublier que le badminton est un sport d'incertitude où le badiste est sans cesse dans une situation de freinage – accélération dans le but d'un changement de direction optimal. **Hewit et al., (2011)** ont étudié le phénomène de décélération dans le sport dans un but de performance. Les résultats montrent qu'augmenter le temps de contact au sol lors de l'atterrissage d'une fente ou d'un saut par

exemple permet à la force d'être absorbée pendant une plus grande quantité de temps. Ceci engendre donc une diminution du stress musculo-squelettique des membres inférieurs. Cependant dans le badminton, le temps de décélération est un déterminant essentiel du succès. Il est donc obligatoire pour un badiste de haut niveau de posséder une force excentrique suffisante pour absorber l'ensemble de sa propre énergie cinétique tout au long du match dans le but de préserver son intégrité physique puis de performer.

Dans un but corrélé de santé et de performance, **Sarshin et al., (2011)** ont étudié dans le même registre l'effet de la fatigue sur le contrôle postural du badiste lors de ses activités fonctionnelles. Les résultats confirment l'hypothèse selon laquelle la fatigue fonctionnelle diminue le contrôle postural et dynamique des joueurs de badminton. Par conséquent, les risques de blessures des membres inférieurs augmentent avec la fatigue et donc l'avancement du match.

En parallèle, deux études se sont penchées sur l'entraînement associé en force explosive et en endurance des joueurs de badminton. Que ce soit dans l'étude de **Andersen et al., (2007)** ou dans l'étude de **Sturgess et Newton (2008)** les résultats tendent vers une même conclusion, la pratique du badminton engendre un très haut niveau de force explosive, cependant l'entraînement en endurance a un effet néfaste sur la force explosive du badiste. Pourtant, cette endurance est belle et bien nécessaire à la performance, surtout lors des longs points en fin de match.

Ajouté à cela, deux études ont montré un fort intérêt à placer des programmes d'entraînement en pliométrie dans le cycle de formation des badistes de haut niveau. Il s'agit des études de **Hughes et al., (2009)** et celle de **Rambley et al., (2005)**. D'autre part, l'entraînement à la répétition de sprint serait d'un grand bénéfice pour le jeune badiste **Walklate et al., (2009)**.

Nous pouvons dorénavant comprendre la complexité qu'il existe entre un déplacement qualitatif non traumatisant mais pas suffisamment rapide pour la performance. Ainsi plus la durée du match est longue plus le joueur pourrait commettre des fautes dues à un mauvais déplacement. Mais nous pouvons aussi imaginer que la fatigue et la sensation d'avoir des déplacements plus faibles avec l'avancement du match engendreraient des changements tactiques et des prises de décisions différentes au niveau des frappes de la part des badistes. Il est donc désormais approprié de parcourir la palette des coups disponibles pour le joueur de badminton.

2.2.2. *Analyse des différentes frappes au badminton*

Le badminton est un sport de duel qui voit s'affronter deux joueurs, lors d'un match de simple, séparés par un filet se renvoyant successivement un volant à l'aide d'une raquette. Le but est de provoquer la faute de l'adversaire ou bien de faire tomber le volant du côté du terrain adverse. Afin d'y parvenir plusieurs coups sont disponibles pour le joueur aux différentes zones du terrain. Il faut savoir que l'ensemble des frappes à haut niveau sont masquées et fixées, c'est à dire qu'il est impossible de prédire la direction du volant avant que celui-ci n'ait été frappé par la raquette.

Le dégagé est frappé depuis le fond de court et permet de déplacer l'adversaire vers son fond de court. Le dégagé permet de se donner du temps pour revenir se replacer au milieu du terrain. Il existe deux types de dégagés : offensif et défensif. **Le dégagé offensif** a une trajectoire presque parallèle au sol. Le volant se déplace à plat et rapide vers la zone arrière de l'adversaire. Ce coup donne moins de temps à l'adversaire de s'organiser pour se positionner derrière le volant ce qui peut entraîner un faible rendement. **Le dégagé défensif** a une trajectoire élevée et profonde, ce coup est joué principalement pour se donner du temps lorsque la pression temporelle est trop forte.

Il existe différents coups d'attaques depuis le fond du court. En particulier **le smash** qui consiste à prendre le volant le plus tôt et le plus haut possible tout en avançant dans le terrain. Le volant est frappé de manière à ce qu'il descende très rapidement du côté adverse. Le joueur peut jouer sur la puissance de la frappe et l'angle de frappe. On parlera aussi de demi smashes. **Le slice** et **le reverse slice** sont semblables au smash, mis à part qu'au moment de la frappe, le tamis va venir frotter le volant au lieu de le frapper à plat. Cette action de venir frotter le volant au lieu de le frapper va entraîner une trajectoire très piquée qui va atterrir juste derrière le filet.

Au niveau du milieu du terrain, les coups sont souvent joués à hauteur d'épaule ou en dessous. On parlera de **bloc** lorsqu'il y a défense de smash et de **drive** lorsqu'on renvoi le volant de manière tendue à hauteur d'épaule parallèlement au sol.

Dans la zone avant, près du filet, on citera **le contre amorti** qui vient successivement à un amorti, ici on va déposer le volant le plus près possible du filet du côté du demi terrain adverse. Puis il y a **le lob** qui consiste à renvoyer le volant de manière haute et longue du filet vers la zone arrière adverse. Enfin nous pouvons citer **le rush** qui consiste à « smasher » un contre amorti trop haut de la part de l'adversaire.

En jouant sur la direction (droite ou croisée), la forme (montante, plate, descendante), la longueur (longue, moyenne, courte) et la nature des trajectoires (franche, coupée, piquée), le joueur produit des effets variés sur l'évolution du rapport de force. Cette classification permet de comprendre en quoi la technique est au service de la tactique et influe concrètement sur l'évolution de la pression temporelle. (Leveau, 2005)

En ce qui concerne les frappes « main haute », c'est à dire celles exécutées en zone arrière, une étude a montré l'intérêt du cycle « étirement – raccourcissement » sur la qualité de la frappe. En effet, **Gissis et al., (2006)** ont étudié le geste d'armé du bras et son lancement. On retrouve ce geste dans le lancer au hand-ball, le smash au volley-ball, le service au tennis et sur toutes les frappes main haute au badminton. Ce sont 42 sujets qui ont participé à l'étude afin d'étudier différents paramètres : la vitesse du mouvement initial, la vitesse de sortie du geste, la vitesse des 50 premières millisecondes de la phase concentrique, la décélération du mouvement initial et les valeurs d'impulsions pendant les phases concentriques et excentriques. Les résultats confirment l'hypothèse selon laquelle le cycle « étirement – raccourcissement » est bien le type de contraction musculaire qu'on retrouve dans les gestes main haute de lancement, très récurrent dans le badminton. En outre il est possible d'augmenter la vitesse de lancement en augmentant la vitesse du mouvement initial. Cette phase d'armée et « d'étirement – raccourcissement » est très présente chez la championne olympique Carolina Marin comme nous pouvons le voir sur la figure suivante (Figure 2).



Figure 2 : Photo de Carolina Marin lors de sa phase d'armée « étirement - raccourcissement ».

3. Objectifs et Hypothèses

Cette étude présente un double objectif. Dans un premier temps nous établirons une analyse complète des matchs de simple dame lors des Championnats d'Europe de Badminton 2016. Cette analyse se découpera en 3 parties : temporelle, évènementielle et spatiale. Dans un second temps nous ferons un focus sur la gagnante de ces Championnats d'Europe : Carolina Marin. Nous établirons plus particulièrement sa stratégie temporelle ainsi que les qualités qui permettent de la démarquer par rapport aux autres joueuses.

L'analyse temporelle aura pour principal objectif d'établir une structure temporelle type du simple dame au badminton de niveau européen grâce notamment à la récurrence plus ou moins prononcée de certaines périodes de jeu ou de récupération. Cette structure temporelle sera aussi démontrée grâce au temps de jeu effectif.

L'analyse évènementielle devra quant à elle rendre compte de l'ensemble des déplacements des joueuses sur le terrain ainsi que l'intégralité des frappes effectuées.

L'analyse spatiale aura pour but de déterminer quelles zones du terrain adverse sont privilégiées et évitées par les joueuses.

Au cours de ces analyses, nous comparerons les résultats des joueuses à ceux de Carolina Marin dans le but d'obtenir des différences de choix tactiques et techniques ou bien des différences sur le plan physique.

Au regard de la revue de littérature, nous pensons que le type de jeu de la gagnante de ces Championnats d'Europe aura tendance à se rapprocher du type de jeu masculin. C'est à dire des échanges un peu plus longs et une récupération beaucoup plus longue comparée aux autres joueuses. Enfin, le nombre de coups gagnants réalisés par la joueuse espagnole devrait être supérieur aux autres joueuses, quant aux fautes directes, elles devraient être inférieures.

Ces différentes analyses vont nous permettre d'orienter l'entraînement des joueuses souhaitant évoluer vers le plus haut niveau européen.

4. Méthodologie générale

4.1 Sujets et matchs

Cette étude est menée en partenariat avec l'Université de Nantes et la Fédération Française de Badminton (FFBaD). Les analyses vidéos sont élaborées à partir des vidéos officielles des Championnats d'Europe de Badminton 2016. Dans le cadre de ce mémoire, l'analyse des matchs de simple dame est réalisée sur les 7 derniers matchs de la compétition, à savoir la finale, les 2 demi-finales et les 4 quarts de finales.

Ce sont 8 joueuses ($n=8$) qui participent donc à cette étude menée lors des Championnats d'Europe de Badminton 2016 joués à Mouilleron le Captif en Vendée (85) du 26 Avril 2016 au 1er Mai 2016. L'âge moyen des badistes féminines de l'étude est de $24,0 \pm 3,6$ ans. La taille moyenne des participantes est de $166,8 \pm 4,7$ cm. Le poids moyen des joueuses est de $60,0 \pm 3,5$ kg. Le faible écart type de la taille et du poids nous permet de dégager un profil type de la badiste de haut niveau européenne : 167 cm pour 60kg âgée de 24 ans. Le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des caractéristiques des sujets de l'expérimentation (*Tableau 3*).

Tableau 3 : Caractéristiques des joueuses participantes de l'étude

Nom	Prénom	Pays	Age	Taille (cm)	Poids (kg)	Dominance	Rang Mondial	Stade atteint
Marin	Carolina	Espagne	22	172	65	Gauchère	1ère	Gagnante
Gilmour	Kirsty	Ecosse	22	168	59	Droitière	20ème	Finale
Kjaersfeldt	Line	Danemark	21	173	65	Droitière	27ème	Demi-Finale
Madsen	Anna Thea	Danemark	21	162	57	Droitière	54ème	Demi-Finale
Vainio	Nanna	Finlande	24	170	60	Droitière	73ème	Quart de Finale
Corrales	Beatriz	Espagne	23	166	61	Droitière	43ème	Quart de Finale
Zetchiri	Linda	Bulgarie	28	160	55	Gauchère	42ème	Quart de Finale
Schnaase	Karin	Allemagne	31	164	58	Droitière	26ème	Quart de Finale
Moyenne		/	24,00	166,88	60,00	/	/	/
Ecart Type		/	3,63	4,70	3,59	/	/	/

Les matchs analysés lors de cette étude ont principalement été joués en deux sets, seule la demi-finale opposant K.Gilmour à A-T.Madsen s'est déroulée en trois sets. Le temps moyen d'un match était de $2487,5 \pm 629,1$ secondes. C'est à dire environ 44,3 minutes \pm 10,3 minutes. Les principales informations des 7 matchs sont reprises dans le tableau ci-dessous (*Tableau 4*). Nous pouvons relever un écart type important au niveau de la durée des matchs, en effet la demi-finale jouée en trois sets est deux fois plus longue que le quart de finale opposant L.Kjaersfeldt à L.Zetchiri.

Tableau 4 : Stades, joueuses, score et durée des matchs analysés

Stade	Gagnante	Perdante	1 st set	2 nd set	3 rd set	Durée (sec)
Finale	Carolina Marin	Kirsty Gilmour	21 – 12	21 – 18	/	2590,2
Demi Finale	Kirsty Gilmour	Anna Thea Madsen	17 – 21	21 – 18	21 – 19	3327,6
Demi Finale	Carolina Marin	Line Kjaersfeldt	23 – 21	21 – 15	/	2934,9
Quart de Finale	Carolina Marin	Nanna Vainio	21 – 11	21 – 07	/	1701,3
Quart de Finale	Line Kjaersfeldt	Linda Zetchiri	21 – 10	21 – 10	/	1602,0
Quart de Finale	Anna Thea Madsen	Karin Schnaase	21 – 19	21 – 19	/	2538,7
Quart de Finale	Kirsty Gilmour	Beatriz Corrales	21 – 19	22 – 20	/	2717,9
Moyenne						2487,51
Ecart Type						629,07

4.2 Présentation du design expérimental

Cette étude a été réalisée à partir des supports vidéos reprenant l'ensemble des matchs disputés au cours des Championnats d'Europe de badminton 2016. Plusieurs paramètres ont ainsi pu être comptabilisés comme les temps de jeu et les temps de récupération, les différentes frappes et déplacements réalisés et enfin les différentes zones du terrain recherchées par les joueuses.

4.3 Description du mode d'analyse

Il semble important de préciser comment ont été comptabilisés les données. En effet, sans cette étape la comparaison avec d'autres études n'aurait pas lieu d'être, puisque certaines données peuvent varier d'une analyse à l'autre.

4.3.1. L'analyse temporelle

Les données récoltées pour l'analyse temporelle ont été analysées à l'aide d'un chronomètre. Nous avons pris la décision de retranscrire les données à un chiffre après la virgule. Le début du point correspond à l'instant t où le volant frappe la raquette lors du service. La fin du point correspond soit au moment où le volant chute sur le sol en cas de coup gagnant, soit à l'instant où le volant atterrit dans le filet en cas de faute directe, soit au moment où le volant chute en dehors des limites du terrain en cas de faute directe hors limite. Nous avons mesuré la récupération à la pause à 11 et entre les sets afin de comparer ces résultats avec la réglementation actuelle du badminton. En parallèle nous avons calculé le temps de jeu effectif (temps de jeu/temps total du match * 100) ainsi que le « work to rest ratio » (temps de jeu/temps de récupération).

4.3.2. *L'analyse évènementielle*

Les vidéos ont été analysées à vitesse réduite avec de nombreuses pauses dans le but d'être le plus rigoureux possible dans l'analyse des frappes et des déplacements. Les données quantitatives ont été dénombrées à l'aide d'un compteur. Pour permettre à l'ensemble des données d'être prises en compte de façon rigoureuse chaque match a été visionné 4 fois.

A propos des frappes, il convient d'être aussi très rigoureux dans le mode d'analyse. Tout d'abord nous pouvons définir une frappe lorsque le volant touche la raquette et change significativement de direction. En effet en défense de smash, il est possible que le volant effleure la raquette mais continue sa chute dans la même direction, on ne parlera pas de frappe dans ce cas. Par ailleurs les frappes sont comptabilisées selon leur nom comme indiqué dans la revue de littérature. Dans cette étude nous dénombrerons 14 types de frappes différentes : service long, service court, smash, demi-smash, coup dans le retard à plat, reverse slice, slice, dégagé offensif, dégagé défensif, rush, block, drive, lob et contre-amorti.

Au sujet des déplacements nous comptabilisons dans cette étude 6 déplacements distincts : déplacement vers l'avant, déplacement vers l'arrière, remplacement de l'avant vers le milieu, remplacement de l'arrière vers le milieu, fentes latérales et sauts.

- Le déplacement vers l'avant se définit comme l'action pour le joueur de partir du milieu du court vers la zone avant du court.
- Le déplacement vers l'arrière représente l'action, pour le joueur, de partir du milieu du terrain vers la zone arrière du terrain.
- Le remplacement de l'avant vers le milieu correspond à l'action de revenir au milieu du terrain depuis la zone avant.
- Le remplacement de l'arrière vers le milieu se définit comme l'action pour le joueur de rejoindre le milieu du terrain depuis la zone arrière du court.
- Une fente latérale correspond à une flexion de genou autour de 90 degrés effectuée dans la zone mi-court.
- Un saut correspond à un décollement du sol significatif des deux pieds du joueur. Il y a ici une intention réelle de sauter pour prendre de la hauteur et frapper le volant plus tôt.

Attention néanmoins les fentes latérales ne sont pas les seules fentes rencontrées au cours d'un match. Au contraire, on retrouve des fentes dans la majorité des déplacements vers l'avant et dans quelques déplacements vers l'arrière.

4.3.3. *L'analyse spatiale*

Il est maintenant nécessaire de parler des différentes zones du terrain définies pour l'analyse. Nous avons fait le choix de couper le terrain en 6 zones : zone avant coup droit – zone avant revers – zone mi court coup droit – zone mi court revers – zone arrière coup droit – zone arrière revers. Encore une fois, il faut faire attention à la dimension revers / coup droit et non pas la dimension droite / gauche. Ces zones seront donc inversées pour les deux joueuses gauchères de l'étude.

4.4 Traitement de données et statistiques

Afin de prouver les différences significatives entre deux séries de données nous avons utilisé une démarche très précise : dans un premier temps nous vérifions si la distribution des données est normale grâce au test de Shapiro – Wilk. Une fois la normalité de la distribution prouvée, il nous faut obtenir la variance, grâce au test de Fischer, qui doit être comprise entre 0,05 et 1. Enfin nous démontrerons la significativité grâce au test de comparaison paramétrique de Student. Si une des deux conditions d'applications du test de Student n'est pas validée, alors nous devons utiliser un test non paramétrique. Dans tous les cas, la comparaison est interdépendante, nous utiliserons donc le test de Mann-Whitney. Le seuil de significativité est fixé à : $p < 0,05 = *$ / $p < 0,01 = **$ / $p < 0,001 = ***$.

5. Résultats

5.1 Résultats sur l'ensemble des matchs

5.1.1. Résultats de la structure temporelle

La structure temporelle est primordiale au regard de l'analyse de l'activité, en effet elle joue un rôle prédominant dans la dimension physiologique du badminton. En premier lieu nous pouvons remarquer une corrélation très importante ($r=0,87$) entre le nombre de points par match et la durée du match (*Figure 3*).

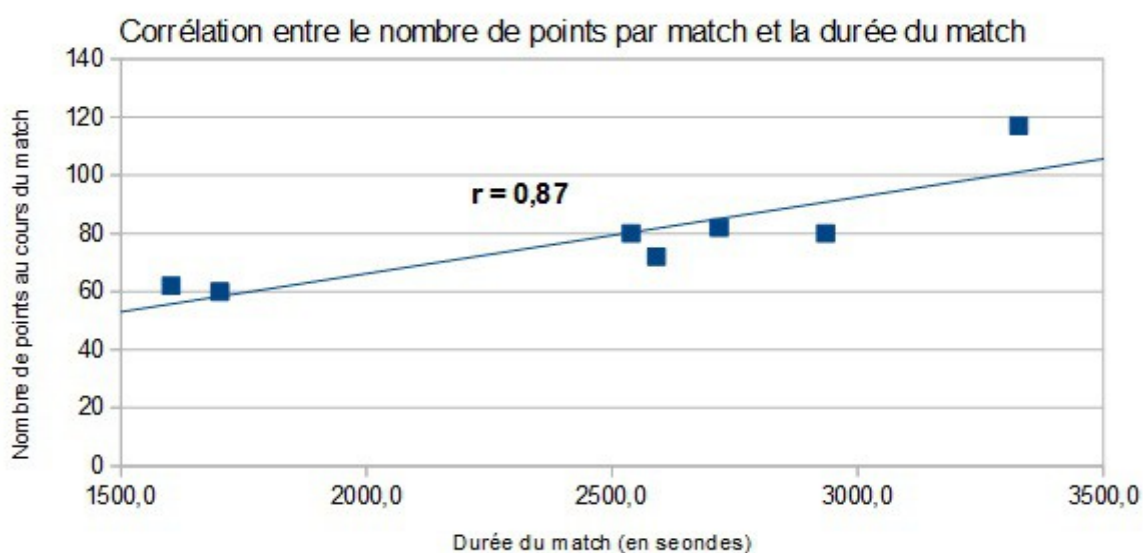


Figure 3 : Graphique de la corrélation entre le nombre de points par match et la durée du match

En parallèle nous avons pu découvrir un résultat comparant les points gagnés selon l'issue du match. En effet l'histogramme suivant (*Figure 4*) nous montre que la gagnante du match remporte en moyenne des points plus longs ($8,6 \pm 6,4$ sec) que la perdante du match ($8,1 \pm 5,3$ sec). Cet histogramme nous montre également une donnée très importante : la durée moyenne des échanges lors de ces Championnats d'Europe est de $8,3 \pm 5,9$ sec.

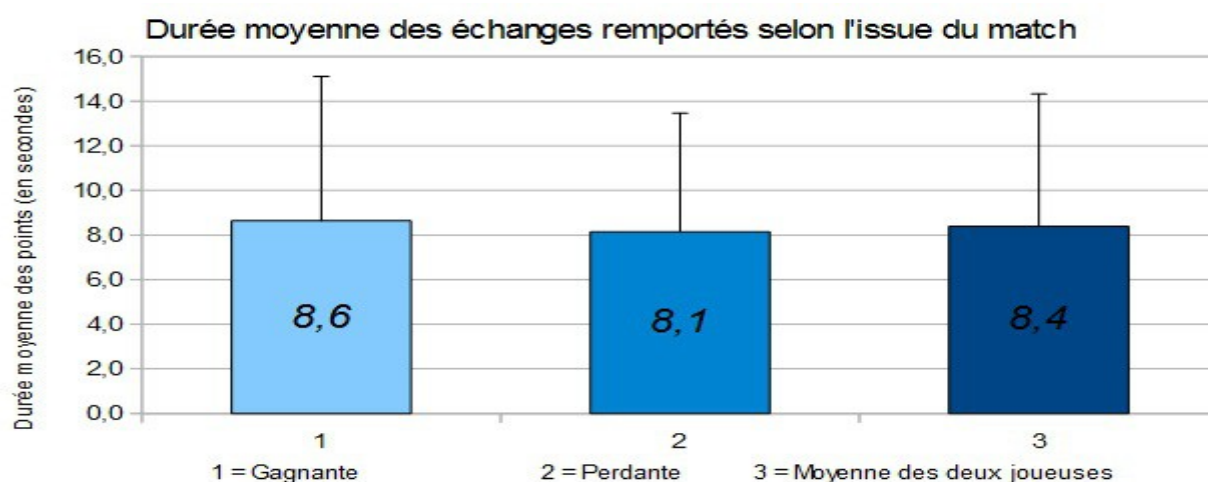


Figure 4 : Histogramme de la durée moyenne des échanges selon l'issue du match

Après avoir rendu compte de la durée moyenne de tous les échanges, il semble important d'étudier leur distribution. Ajouté à cela, la distribution des périodes de récupération doit être aussi prise en compte dans le but de dégager une structure temporelle du simple dame européen. La *Figure 5* nous rend compte de la distribution, selon la durée, des périodes de jeu et des périodes de récupération de l'ensemble des matchs étudiés. Ces résultats ont été donnés en pourcentage. Les périodes de récupération supérieures à 60 secondes correspondent aux pauses à 11 et entre les sets.

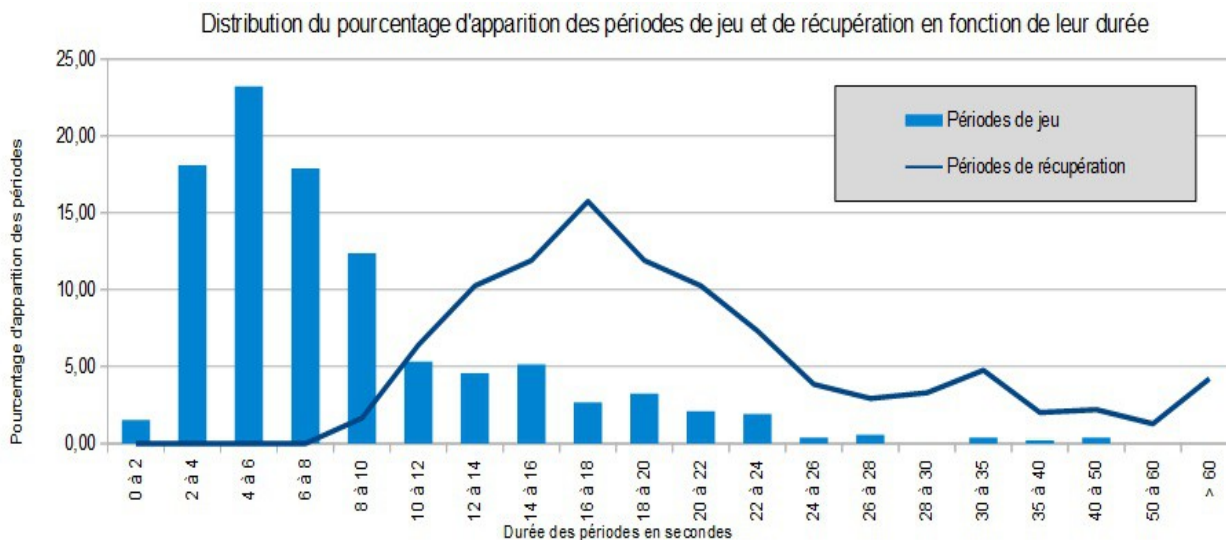


Figure 5 : Distribution des périodes de jeu et de récupération lors des Championnats d'Europe.

La *Figure 5* nous indique que 23,2% des échanges se concluent dans un temps compris entre 4 et 6 secondes et qu'une récupération de 16 à 18 secondes est requise dans 15,7% des cas. Par ailleurs l'ensemble des données des temps de jeu et des temps de récupération nous permettent de dégager une valeur importante au regard des entraîneurs de la discipline : le temps de jeu effectif. C'est à dire le pourcentage de temps de jeu par rapport au temps de récupération lors d'un match. Sur l'ensemble des 7 matchs analysés lors de cette étude, nous parvenons à trouver que 26,7% du temps total du match est consacré à un temps d'effort. (*Annexe 1*)

Bien que le temps de jeu effectif soit une donnée très utile, nous pouvons établir d'une autre manière la structure temporelle de l'activité grâce au « work to rest ratio ». Ce dernier nous indique que le rapport temps de jeu sur temps de récupération est de 0,4. (*Annexe 2*).

Nous avons voulu aussi déterminer un indicateur de la vitesse de jeu du simple dame lors de cette compétition. Pour ce faire nous avons calculé le temps moyen entre deux frappes. Le résultat de ce calcul nous indique qu'il y a en moyenne 1,0 secondes entre chaque frappes (*Annexe 3*).

Enfin, dans l'optique de vérifier si la réglementation est bien appliquée, nous avons mesuré la récupération entre les sets. Celle-ci ne doit pas être supérieure à 120 secondes. L'*Annexe 4* nous montre que la récupération moyenne entre les sets est de 126 secondes. La réglementation est donc légèrement dépassée.

5.1.2. Résultats de l'analyse événementielle

Dans cette partie nous allons traiter spécifiquement des déplacements et des frappes. D'abord nous allons représenter schématiquement le nombre de déplacements sur le terrain en fonction de leur direction (*Figure 6*).

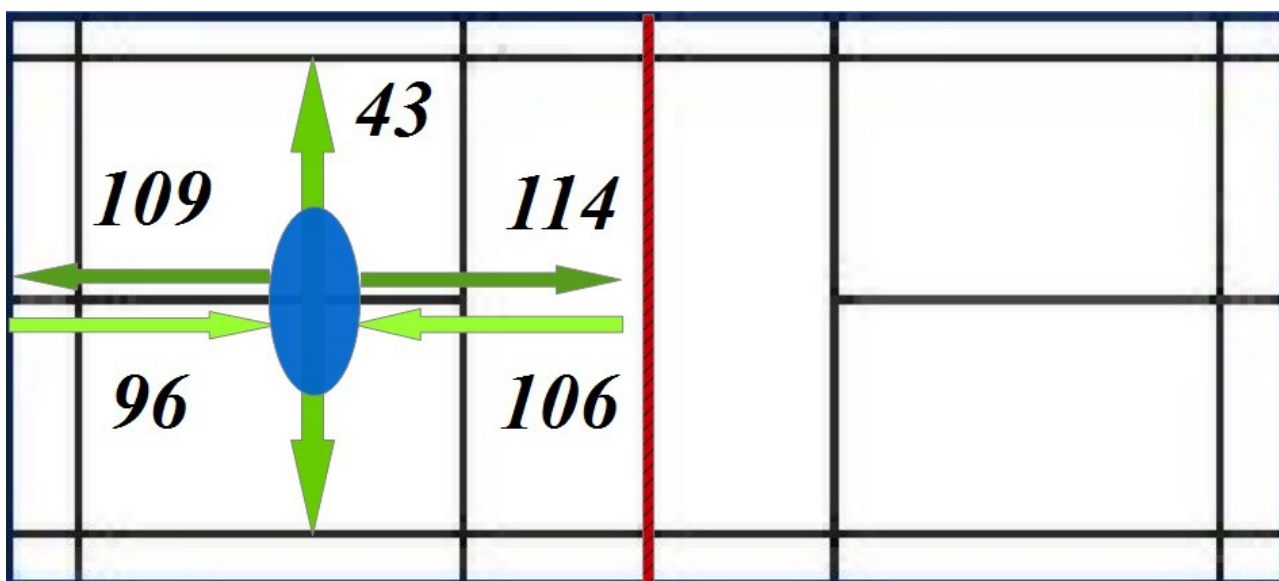


Figure 6 : Représentation schématique du nombre de déplacements en fonction de leur direction.

A l'aide de la *Figure 6*, nous pouvons nous apercevoir que le rond bleu représente le centre du jeu et la zone de replacement à atteindre idéalement, entre chaque frappe, pour un joueur. Le nombre moyen de déplacements du milieu du court vers l'avant du court est de 114 quant au replacement vers le milieu le chiffre se porte à 106. En ce qui concerne le déplacement vers la zone arrière du court, nous pouvons en dénombrer en moyenne 109 par match lors de cette compétition. Le nombre de relocations de la zone arrière vers le centre du jeu est quant à lui de 96. A propos des déplacements latéraux, nous pouvons en dénombrer pas moins de 43 en moyenne par match. Nous n'avons cependant trouvé aucune différence quantitative notable entre les déplacements de la gagnante ou de la perdante. Mise à part sur le nombre de déplacements latéraux ou la gagnante en effectue en moyenne 49 au cours du match pour 38 réalisés par la perdante.

Une fois l'ensemble des déplacements décomptés, il est désormais nécessaire de comptabiliser le nombre de sauts et de fentes réalisés par les joueuses. Ces sauts et ces fentes sont des actions que l'on retrouve fréquemment dans tous les déplacements cités auparavant. Ils sont révélateurs de l'intensité du match et sont de bons indicateurs, au regard des entraîneurs, pour monitorer l'entraînement. La *Figure 7* nous montre le nombre moyen de sauts et de fentes réalisés au cours d'un match. On constate qu'en moyenne une joueuse réalise $57,6 \pm 18,1$ sauts ainsi que $174,9 \pm 47,9$ fentes lors d'un match.

Nombre moyen de sauts et de fentes réalisé par une joueuse au cours d'un match

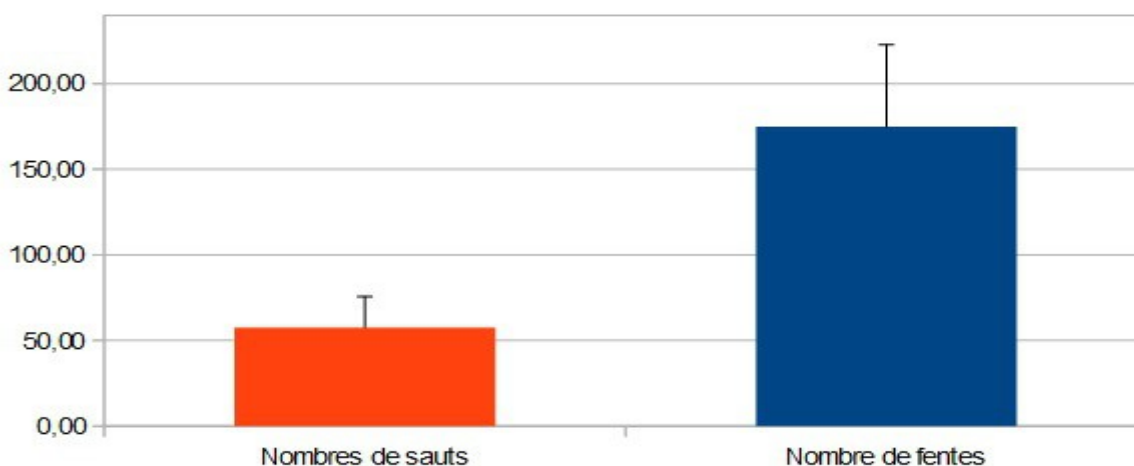


Figure 7 : Histogramme représentant le nombre de sauts et de fentes selon l'issue du match

Dès à présent nous pouvons nous attarder sur la nature des frappes réalisées au cours de l'ensemble des matchs étudiés. La *Figure 8* nous montre le pourcentage de frappes réalisées en coup droit ou en revers. Il est certain que frapper le volant en coup droit, notamment au fond du court, est préférable pour un badiste s'il souhaite faire évoluer la pression temporelle en sa faveur. Il est alors compréhensible de trouver un pourcentage de coup droit (65,1%) bien supérieur à celui de revers (24,8%).

Répartition des frappes coup droit - revers

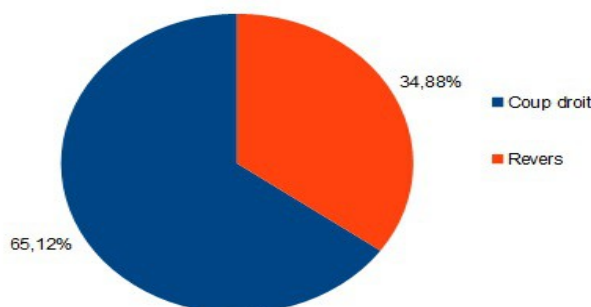


Figure 8 : Pourcentage de frappes réalisées en coup droit et revers.

Par ailleurs, lors de cette étude, l'ensemble des coups ont été comptabilisés. Comme expliqué dans la méthodologie, nous avons classé les frappes en 14 catégories différentes. Si on retire les services courts et longs, 12 types de frappes sont dénombrés. Nous avons fait le choix de séparer ces types de frappes en 2 : frappes d'attaque et frappes de défense. La *Figure 9* nous présente le nombre moyen de frappes d'attaque et de défense selon l'issue du match. En moyenne, la gagnante effectue $137,3 \pm 38,4$ coups d'attaque tandis que la perdante en réalise $133,8 \pm 34,9$. Au niveau des coups défensif, la gagnante en effectue en moyenne $113,7 \pm 33,8$ quant à la perdante elle en réalise $114,3 \pm 35,1$.

Comparaison du nombre de frappes d'attaque et de défense entre la gagnante et la perdante du match

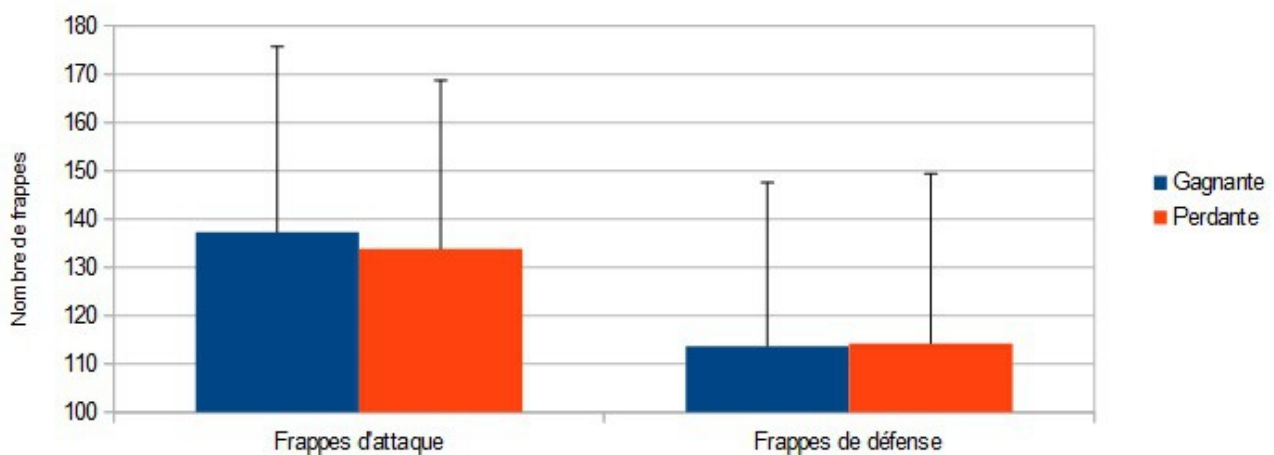


Figure 9 : Nombre moyen de frappes d'attaque ou de défense selon l'issue du match.

Le nombre de chaque frappes réalisées au cœur de chaque match est disponible en *Annexe 5*.

5.1.3. Résultats de l'analyse spatiale

Après avoir rendu compte des déplacements et des frappes lors des matchs étudiés, nous allons pouvoir maintenant prendre en compte la dimension spatiale. La *Figure 10* nous permet de dresser l'état des lieux de 4 paramètres selon la position sur le terrain : Nombre de frappes, Nombre de chutes de volants, Nombre de frappes gagnantes et enfin Nombre de frappes fautes. La *Figure 10* est composée de deux demi-terrain. Celui de gauche est représenté comme étant celui de la gagnante, celui de droite est représenté comme étant celui de la perdante. Sur les 8 joueuses de l'étude, 6 d'entre elles sont droitrières, nous avons donc fait le choix de représenter le terrain vu par une droitrière. C'est à dire, lorsque la joueuse se situe en face du filet, son coup droit se situe sur sa droite et son revers sur sa gauche. Chaque demi-terrain a été découpé en 6 zones : avant, mi-court et arrière selon le coup droit ou le revers.

▲	37	▲ 60	▲ 41	▲ 37	▲ 55	43	▲
▲	0,3	▲ 2,6	▲ 2,4	▲ 1,1	▲ 5,0	0,7	▲
↗	3,9	↗ 1,3	↗ 3,1	↗ 0,7	↗ 0,7	2,6	↗
↘	3,7	↘ 4,1	↘ 4,4	↘ 3,4	↘ 5,1	6,3	↘
▲	46	▲ 53	▲ 38	▲ 46	▲ 48	42	▲
▲	0,6	▲ 3,1	▲ 1,1	▲ 3,9	▲ 4,9	0,9	▲
↗	3,0	↗ 1,6	↗ 3,6	↗ 1,9	↗ 1,1	3,1	↗
↘	4,0	↘ 3,3	↘ 3,3	↘ 3,9	↘ 3,6	3,9	↘

▲ = Nombre de frappes ▲ = Nombre de chutes de volants ↗ = Nombre de frappes gagnantes ↘ = Nombre de frappes fautes
 Le demi-terrain de gauche = Gagnante. Le demi-terrain de droite = Perdante. Demi-terrain type pour une drotière

Figure 10 : Schéma représentant le type de frappes réalisées en fonction de sa zone de réalisation.

Grâce à la *Figure 10*, nous pouvons nous apercevoir que la zone avant revers est d'avantage visée que la zone avant côté coup droit puisque de chaque côté, le nombre de frappes côté revers est supérieur au nombre de frappes réalisées côté coup droit. Aussi, le fond de court côté coup droit de la gagnante est beaucoup plus ciblé (46 frappes \pm 12,8) que le côté revers (37 frappes \pm 11,1). Par ailleurs nous pouvons remarquer qu'il y a une différence significative ($p < 0,01$) au niveau du nombre de frappes gagnantes entre les deux joueuses. En effet la gagnante en réalise en moyenne $16,4 \pm 2,9$ tandis que la perdante n'en comptabilise que $10,1 \pm 5,9$. Cette différence significative est remarquable sur le schéma au niveau de la zone avant. Alors que la perdante ne réalise que $1,9 \pm 1,0$ frappes gagnantes dans la zone avant côté revers, la gagnante en réalise elle $3,1 \pm 1,9$. En ce qui concerne le côté revers de la zone avant, la perdante réussit seulement $0,7 \pm 1,1$ frappes gagnante par match tandis que la gagnante en réalise en moyenne $3,6 \pm 1,8$. En conséquence de ces frappes gagnantes, le paramètre du nombre de chutes de volants en fonction de la zone, est quant à lui très intéressant à relever, en effet, il reflète des zones de faiblesse des joueuses. On relève ici encore une différence significative ($p < 0,05$) entre la moyenne des chutes de volants dans la zone mi court côté revers de la gagnante ($2,6 \pm 2,1$) et de la perdante ($4,9 \pm 1,7$). Enfin, en ce qui concerne le nombre moyen de frappes entraînant une faute nous pouvons observer une différence significative ($p < 0,05$) au niveau de la zone fond de court côté coup droit. Il est vrai que la gagnante n'effectue seulement que $4 \text{ fautes} \pm 1,9$ tandis que la perdante en réalise $6,3 \pm 2,4$. L'ensemble des données représentées sur le schéma en fonction de chaque match est disponible en *Annexe 6*.

5.2 Résultats de Carolina Marin comparés à ceux des autres joueuses.

5.2.1. Stratégie temporelle

A présent nous allons nous intéresser plus particulièrement aux stratégies temporelles mises en place par Carolina Marin pour remporter ses matchs. Dans un premier temps nous pouvons remarquer grâce à la *Figure 11* que le temps moyen d'un point gagné par Carolina Marin est de $7,8 \pm 5,6$ secondes. En revanche, le temps moyen d'un point remporté par son adversaire est de $8,7 \pm 5,7$ secondes.

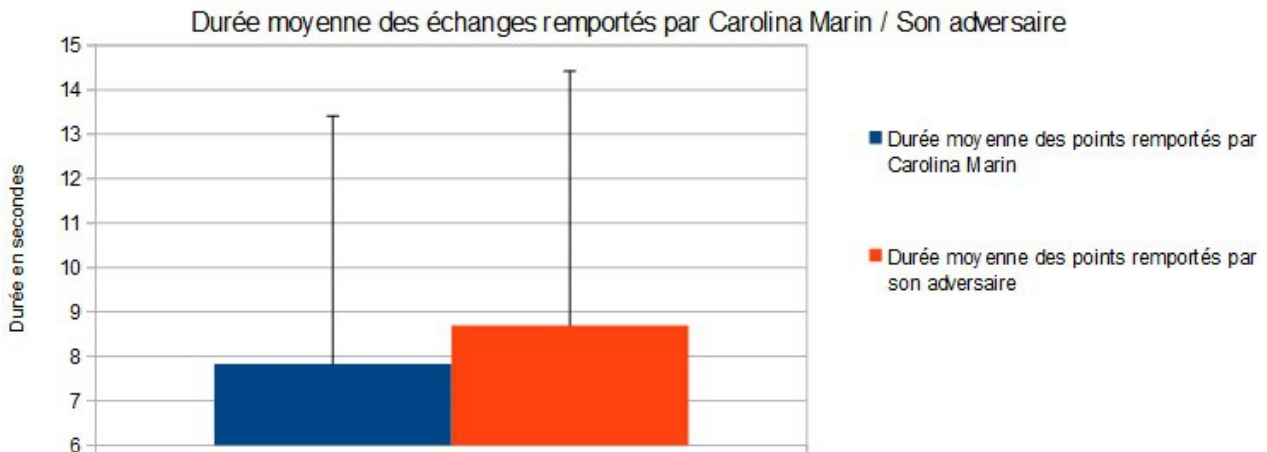


Figure 11 : Durée moyenne des points remportés par Carolina Marin et son adversaire.

Grâce à la *Figure 11*, nous pouvons observer que le temps moyen d'un point remporté par Carolina Marin est inférieur au temps moyen d'un point remporté par son adversaire. Désormais nous allons, grâce à la *Figure 12*, pouvoir comparer, la distribution des périodes de jeu et de récupération, des matchs auxquels Carolina Marin a participé à ceux dont elle n'a pas participé.

Distribution du pourcentage d'apparition des périodes de jeu et de récupération en fonction de leur durée et de la présence de Carolina Marin

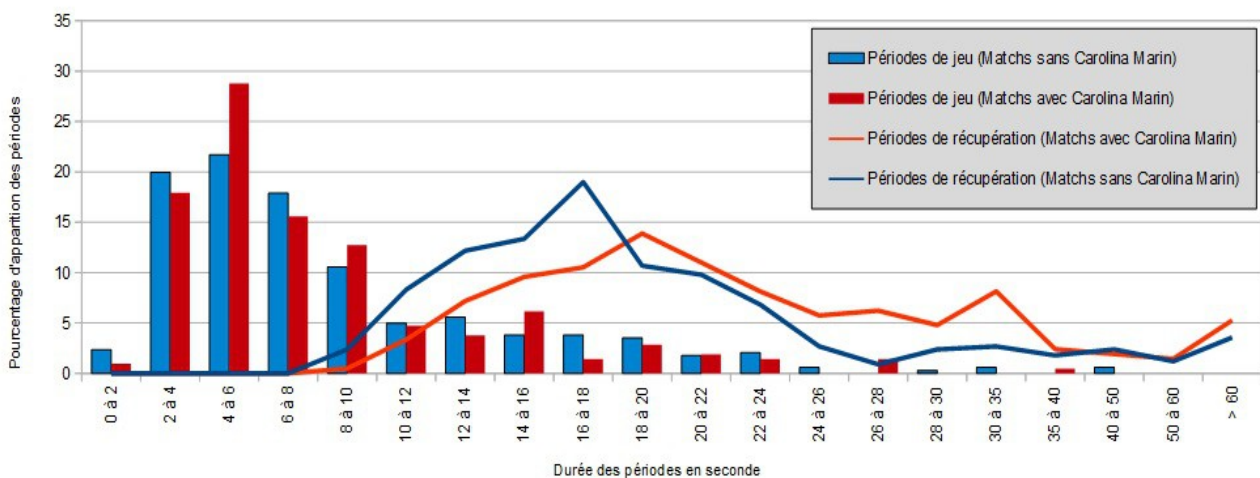


Figure 12: Distribution des périodes de jeu et de récupération selon la participation ou non de C.M.

La *Figure 12* permet de nous rendre compte de la stratégie temporelle de la Championne d'Europe. En effet, elle remporte un nombre considérable d'échanges d'un temps de 4 à 6 secondes comparé au reste du groupe. En parallèle, la courbe orange nous montre bien qu'elle utilise un temps de récupération bien plus long que ses homologues. La *Figure 13* confirme bien ce constat puisque le temps de jeu effectif d'un match de Carolina Marin est de 24,2 % tandis que le temps de jeu effectif d'un match sans Carolina Marin est de 28,6 %.

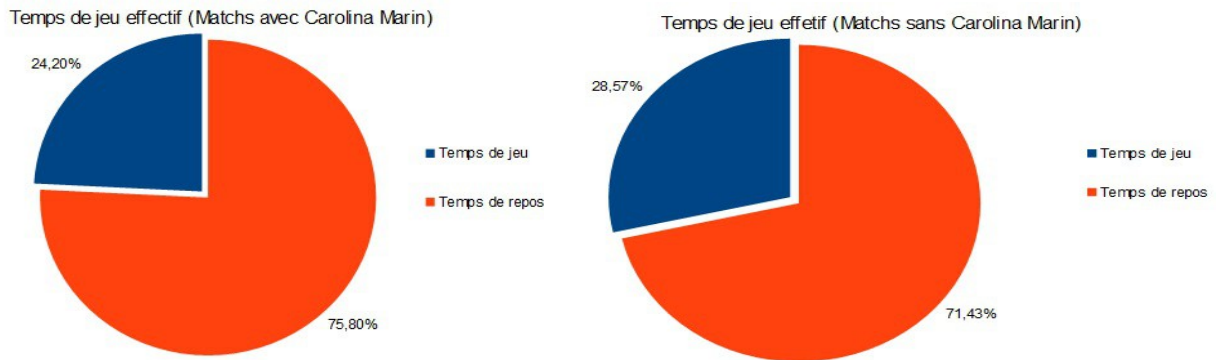


Figure 13 : Temps de jeu effectif selon la présence ou non de Carolina Marin.

5.2.2. Qualités techniques

Bien que la stratégie temporelle de Carolina Marin paraisse évidemment comme une clé principale de son succès, nous pouvons désormais nous intéresser à ses qualités techniques. Ces dernières sont mises en évidence par le biais des frappes et notamment de leur efficacité. En effet le nombre moyen de frappes gagnantes et de frappes entraînant une faute directe semble être un bon reflet des qualités techniques d'une badiste. C'est pourquoi la *Figure 14* nous montre le nombre moyen de frappes gagnantes et perdantes par match qui sortent de la raquette de Carolina Marin comparé à celui des autres joueuses du championnat. On observe que lorsque la Championne Olympique commet $17,7 \pm 2,1$ fautes par match, les autres joueuses en commettent $26,4 \pm 7,4$. Quand elle réalise $17,3 \pm 4,0$ frappes gagnantes, les homologues n'en réalise que $12,2 \pm 5,5$.

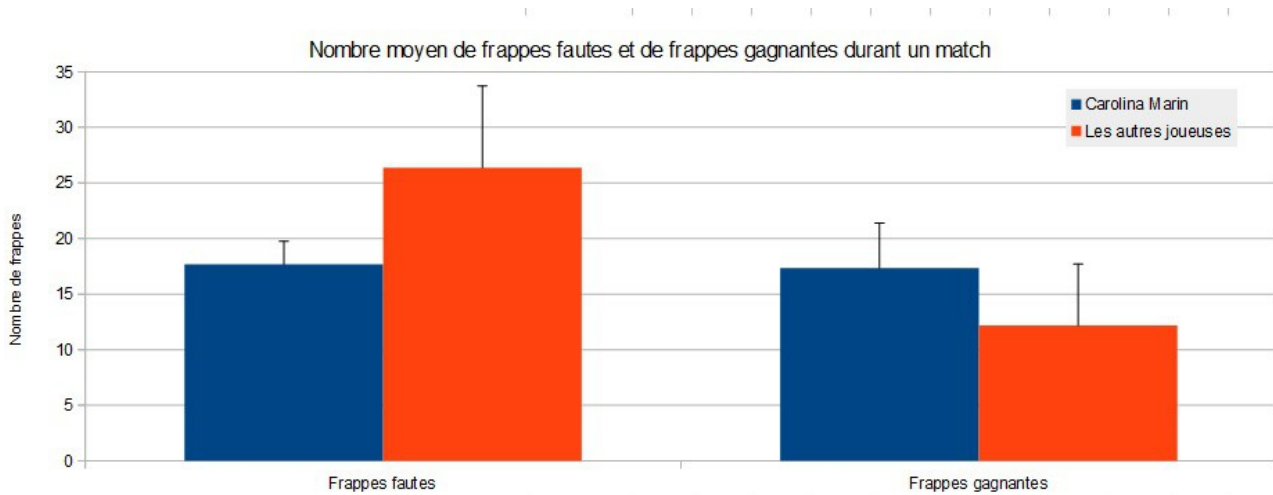


Figure 14 : Nombre moyen par match de frappes fautes et gagnantes par joueuses.

6. Discussion

Ce mémoire avait pour premier objectif de dresser une analyse complète des matchs de simple dame disputés lors des Championnats d'Europe de Badminton 2016. Cette analyse devait se découper en 3 parties : une première partie concernant la structure temporelle, une seconde partie devait établir la récurrence des différents déplacements et des différentes frappes réalisées au cours d'un match, la troisième partie quant à elle devait rendre compte de la dimension spatiale reflétant des choix tactiques des joueuses.

6.1 Discussion concernant l'ensemble des matchs

6.1.1. *La structure temporelle*

Tout d'abord le temps de jeu effectif que nous avons mesuré lors de cette étude est de 26,7%, ces résultats sont en accord avec l'étude de **Abian et al, (2014)** puisqu'ils avaient déterminé un temps de jeu effectif lors des JO de Pékin de 27,9% puis de 26,5% durant les JO de Londres en simple homme. La durée moyenne des échanges que nous avons trouvés est de $8,4 \pm 5,94$ secondes. Ce résultat est en adéquation avec l'étude de **Cabello et al. (1995)** où la durée d'un point avoisinait les 8 secondes. Si on observe de plus près la répartition des points selon leur durée, on peut constater que 75% des points sont compris entre 2 et 10 secondes. Ces résultats sont encore semblables aux études de **Cabello et González-Badillo, (2003)** démontrant que la majorité des points étaient compris entre 0 et 9 secondes. Dans les 25% restant, une très grande majorité des points sont compris entre 10 et 24 secondes. Concernant la récupération, notre étude montre que près de 75% des périodes de récupération durent de 10 à 24 secondes et que les 25% restant sont compris entre 24 secondes et 60 secondes. Ces résultats permettent de dégager une structure temporelle type du simple dame féminin au niveau européen : c'est un enchaînement de 3 points d'une durée de 0 à 10 secondes entraînant une récupération de 10 à 24 secondes. A la suite de ces 3 échanges apparaît un point d'une durée de 10 à 20 secondes entraînant une récupération de 24 à 60 secondes. Ce cycle se reproduit tout au long du match. L'établissement de cet enchaînement d'intervalles atypiques permet de structurer l'entraînement afin de faire évoluer les joueuses vers le meilleur niveau européen.

6.1.2. *Les différents déplacements*

L'analyse des déplacements va permettre de construire les exercices d'entraînement dont la structure temporelle a déjà été définie auparavant. On remarque que les déplacements vers l'avant du court sont très légèrement supérieurs à ceux vers la zone arrière du terrain mais restent cependant

les déplacements majoritairement rencontrés au badminton. En effet les déplacements latéraux ne représentent qu'un déplacement sur six réalisé par la joueuse. On peut donc dire que la majorité des déplacements sont effectués de l'arrière vers l'avant et inversement. Cependant lorsque la joueuse passe par le centre du terrain, une fois sur six elle devra effectuer un déplacement latéral.

L'analyse des déplacements nous a permis de dénombrer 2 types d'actions très fréquemment rencontrées au badminton : les fentes et les sauts. Les résultats montrent que la joueuse effectue près de 180 fentes par match pour 60 sauts. C'est à dire que les déplacements effectués, vers l'avant, vers l'arrière et de façon latérale, comportent trois fois sur 4 une fente et une fois sur quatre un saut. Cette structure des déplacements permet de compléter la structure temporelle des exercices pouvant faire évoluer la joueuse vers le meilleur niveau européen.

6.1.3. Les différentes frappes

Les frappes, lorsqu'elles sont réalisées ont un but bien précis, elles peuvent permettre à la badiste de se donner du temps en défense ou bien d'augmenter la pression temporelle qui pèse sur l'adversaire, on parlera ici de frappes d'attaque. Les résultats montrent que la gagnante réalise davantage de coups d'attaque que la perdante du match. Le gain du point nécessite donc de prendre l'attaque au cours de l'échange et le fait d'établir une stratégie de défense n'est pas optimal en vue du succès du point. Par ailleurs que ce soit au niveau de la perdante ou de la gagnante, les frappes d'attaques sont plus récurrentes que les frappes de défense. Cette nouvelle donnée va nous permettre d'établir plus précisément la structure type des exercices à réaliser en vue du haut niveau. En effet après avoir établi la structure temporelle et la nature des déplacements à effectuer dans ces exercices, nous pouvons dès à présent ajouter la nature des frappes.

6.1.4. L'analyse spatiale

Les résultats concernant le nombre de frappes selon la zone du terrain nous montrent que le jeu est assez latéralisé. En effet le nombre de frappes réalisées côté coup droit ou revers est sensiblement le même. Au final l'ensemble de ces analyses qui reposent sur l'intégralité des matchs visionnés permettent d'établir la structure type des points rencontrés lors d'un match de simple dame de niveau européen et donc d'établir la nature des exercices à placer dans l'entraînement de la joueuse de haut niveau. Les exercices doivent donc suivre les paramètres suivants : au niveau temporel, le cycle type rencontré est : 3 * (6 secondes d'effort pour 18 secondes de récupération) + 16 secondes d'effort pour 40 secondes de récupération. Les déplacements sont cinq fois sur six de l'avant vers l'arrière et inversement et une fois sur six de nature latérale. A propos des déplacements,

trois sur quatre devront comporter une fente et une fois sur quatre le déplacement devra comporter un saut. Enfin, deux tiers des frappes réalisées seront de nature offensive et un tiers de nature défensive. Les exercices peuvent être de différentes natures. En effet, nous pouvons les proposer sous forme de shadows, de multi-volants ou bien de routines. Dans tous les cas la vitesse et l'intensité demandée est maximale. L'établissement et la réalisation de ces exercices très précis peuvent permettre aux joueuses de simple dame de reproduire les exigences du haut niveau lors des séances d'entraînement.

6.2 Discussion de la comparaison entre Carolina Marin et les autres joueuses

Le second objectif de ce mémoire était de comparer les performances de Carolina Marin à celles des autres joueuses, ainsi que les matchs auxquels elle a participé à ceux dont elle n'a pas été l'actrice. Cette comparaison va nous permettre d'identifier en quoi Carolina Marin se distingue largement des autres joueuses du circuit européen.

Au contraire de l'analyse générale établie auparavant, Carolina Marin semble gagner les points les plus courts par rapport à ses adversaires qui semblent gagner les points les plus longs. On peut émettre ici l'hypothèse que le niveau bien supérieur de la Championne Olympique lui permet d'abréger les points bien plus rapidement que ses opposantes. La deuxième donnée extrêmement intéressante qui nous est disponible, est le temps de récupération moyen lors d'un match auquel l'espagnole participe et auquel elle ne participe pas. En effet, on constate ici que le temps de récupération moyen lors d'un match de Carolina Marin est de 21,6 secondes, tandis qu'un match sans cette dernière possède des périodes de récupérations moyenne de 18,3 secondes. Cela se traduit par le temps de jeu effectif des matchs comprenant la joueuse ibérique : 24,20% et ceux où elle n'apparaît pas : 28,57%. C'est sans conteste qu'on peut admettre que Carolina Marin possède une stratégie temporelle très précise et différente des autres joueuses : ses temps de récupération sont bien plus longs. C'est sur ce point que la différence est flagrante, en effet, ce temps supérieur de récupération permet sans doute une régénération plus grande des réserves musculaires ainsi qu'au niveau mental, une reconcentration optimale pour aborder le point suivant. La récupération est la même pour les deux joueuses, certes, cependant, Carolina Marin est préparée et entraînée pour évoluer dans cet environnement de longues intermittences, ce que les autres joueuses ne sont pas prêtes à affronter. Alors que Carolina Marin est revenue à son point de concentration maximum au moment du service, l'adversaire quant à elle attend depuis 3 secondes en flexion de genou. Ces temps de récupération accrue sont sans doute une des causes du succès espagnol.

A propos des frappes gagnantes et des frappes fautes, la Championne d'Europe possède un ratio d'une frappe gagnante pour une frappe fautive. En effet elle réalise en moyenne 17,66 fautes par match et 17,33 frappes gagnantes par match. En ce qui concerne les autres joueuses, le ratio est d'une frappe gagnante pour plus de deux frappes fautes. Ces joueuses effectuent en moyenne 12,17 frappes gagnantes par match en moyenne pour 26,36 frappes fautes en moyenne par match. La différence évidente que l'on peut tirer de cette analyse est la régularité. En effet, le fait de conserver le volant dans le terrain présente ici une des clés de la suprématie de la joueuse espagnole. Cette régularité vient d'être prouvée comme un vecteur évident de performance.

6.3 Limites de l'étude

Les riches analyses réalisées au cours de ce mémoire cachent néanmoins quelques limites. En effet, nous pouvons regretter de ne pas avoir analysé plus de 7 matchs. Il aurait été possible d'analyser les 1/8ème et les 1/16ème de finale portant le nombre de matchs total à analyser à 31. Ces données supplémentaires nous auraient permis de réduire l'influence des matchs déséquilibrés où le potentiel physique et tactique des joueuses ne s'exprime pas totalement. Par ailleurs il aurait été intéressant grâce à ces données supplémentaires de suivre chaque joueuse dans son évolution au cours de la compétition. L'évolution du nombre de fautes et de coups gagnants aurait pu alors être étudié, tout comme le nombre de sauts et de fentes, nous aurions pu alors déterminer l'impact de la fatigue au cours d'une semaine de compétition sur la performance des badistes.

Au regard de l'analyse spatiale, d'autres limites peuvent être aussi évoquées. Nous avons découpé le terrain en 6 zones distinctes en négligeant la hauteur à laquelle le volant a été frappé. Il aurait été intéressant de prendre en compte ce paramètre afin de comparer le pourcentage de volants frappés en dessous et au-dessus de la bande du filet, ce qui correspond respectivement à une position de défense et d'attaque. Ces données nous auraient permis d'être plus précis en ce qui concerne la détermination du profil de chaque joueur. Ajouté à cela, nous aurions pu retirer les 6 zones du terrain et indiquer l'endroit exact de chaque frappe. Par ailleurs, il aurait été aussi pertinent de calculer le pourcentage de chaque frappe spécifique réalisé à tel endroit. Ainsi, au-delà d'un certain seuil, fixé auparavant, nous aurions pu émettre des probabilités quant à la chance d'apparition d'une frappe en fonction de chaque zone du terrain pour chaque joueuse. Par exemple, lorsque Carolina Marin est dans la zone avant côté coup droit, il y a 25% de chance de rencontrer un contre-amorti croisé, 35% de chance de voir apparaître un contre amorti droit et 40% de chance d'observer un lob droit.

7. Conclusion

Au cours de cette étude nous avons procédé à plusieurs analyses portant sur les matchs de simple dame lors des Championnats d'Europe de Badminton 2016. Les nombreux résultats nous permettent dès lors, d'orienter l'entraînement afin d'atteindre le plus haut niveau européen. En effet, grâce à cette étude nous pouvons apporter quelques conseils aux joueuses concernant des exercices spécifiques répondants exactement à la structure d'un match. Ces exercices sont à placer lors de la période d'affûtage, quelques jours avant la compétition, après avoir effectué une période de préparation physique générale ainsi qu'une période de préparation physique spécifique. Ces exercices peuvent se réaliser en shadows, en multi-volants ou bien en routine. Le temps d'effort de ces exercices est de $3 * (6 \text{ secondes pour } 18 \text{ secondes de récupération}) + 1 * (16 \text{ secondes pour } 40 \text{ secondes de récupération})$. Cette série peut être répétée 40 fois, équivalent à un set. Au cœur de ce temps d'effort, nous trouverons en majorité des déplacements de la zone arrière vers la zone avant et inversement ainsi que quelques déplacements latéraux. Ces déplacements seront composés de fentes dans 3 cas sur 4 et de sauts dans 1 cas sur 4. Enfin 2 tiers des frappes seront offensives et le reste seront des frappes défensives. L'intégralité de ces exercices devra être réalisée à vitesse et intensité maximale. Ces derniers répondent exactement à la demande imposée par l'activité badminton en simple dame. Cette demande provient de l'analyse complète réalisée lors de cette étude.

En parallèle, nous avons voulu comparer les données de Carolina Marin, Championne d'Europe et Olympique à celles des autres joueuses. Deux paramètres indiquent une différence flagrante qui semble faire la différence. D'une part le temps de récupération est considérablement plus long lors des matchs auxquels Carolina Marin prend part. En effet, on peut supposer qu'elle est plus entraînée et préparée à jouer avec des intervalles de récupération majorés d'environ 3 secondes par rapport aux autres joueuses. Ainsi elle peut se reconcentrer davantage sur le point à venir et accroître ses réserves musculaires tandis que l'adversaire, elle, attend en flexion de genou durant 3 secondes supplémentaires. Ces trois secondes si bénéfiques pour l'espagnole multipliées au nombre de points rencontrés lors d'un match semblent être un vecteur évident de fatigue chez ses adversaires. D'autre part, nous pouvons constater un ratio d'une frappe gagnante pour une frappe fautive en ce qui concerne la gagnante de ces championnats. Alors que le ratio établi pour les autres joueuses est en moyenne d'une frappe gagnante pour plus de deux frappes fautes. Nous pouvons donc conclure sur l'importance de la régularité au badminton qui semble être primordiale au regard de la performance.

8. Perspectives

Afin d'accorder plus de puissance à notre étude il aurait été intéressant d'augmenter la précision de quelques paramètres :

- En ce qui concerne les sauts, nous aurions pu les trier en 4 catégories différentes : sauts de démarrage, saut d'interception, saut ciseaux et saut de smash.
- A propos des fentes, là encore il aurait été judicieux de les répartir en 3 catégories différentes établies selon la revue de littérature.

Cette classification nous aurait permis de comprendre plus précisément la demande énergétique et physique du badminton.

Au-delà de la dimension physique, la précision aurait pu être aussi accrue en ce qui concerne les zones de frappe des volants. Il aurait été judicieux de marquer directement le point précis où le volant a été frappé plutôt que de catégoriser le terrain en 6 zones distinctes.

Par ailleurs, nous pouvons aussi comparer ces résultats avec l'analyse réalisée sur les simples hommes et constater les nombreuses différences. Ainsi nous pourrions adapter l'entraînement selon le sexe, ce qui n'est pas encore assez répandu en France par exemple.

Maintenant que le simple dame au plus haut niveau européen a été analysé, il convient de transposer cette analyse sur le plus haut niveau mondial : les Jeux Olympiques de Rio par exemple. Ainsi nous pourrions comparer les résultats et interpréter ce qui différencie le plus haut niveau européen du plus haut niveau mondial. En parallèle, il serait pertinent d'étudier si Carolina Marin possède la même stratégie au niveau européen qu'au niveau mondial.

Enfin, un nouveau mode de scoring dans le monde du badminton devrait sans doute apparaître dans les prochaines années, il serait alors intéressant de réaliser une nouvelle analyse afin d'établir l'évolution du badminton.

9. Bibliographie

Abe, K., Haga, S., Nakatani, T., Ikarugi, H., Ushiyama, Y., Togashi, K., & Ohta, K. (1990). The work intensity of badminton matches in Japanese top male players. *Bulletin of Institute of Health & Sport Sciences, University of Tsukuba*, 13, 73-80.

Abian, P., Castanedo, A., Feng, X Q., Sampedro, J., & Abian-Vicen, J. (2014). Notational comparison of men's singles badminton matches between Olympic Games in Beijing and London. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 42 – 53.

Andersen, L., Larsson, B., Overgaard, H., & Aagaard, P. (2007). Torque-velocity characteristics and contractile rate of force development in elite badminton players. *European Journal of Sport Science*, 7, 127-134.

Cabello, D. An analysis of performance in badminton competition. (2004). *Journal of Human Movement Studies*, 47 (4), 351-365.

Cabello D. M., Cruz J-C., & Padiál P. (1995). Estudio de la frecuencia cardíaca y ácido láctico en bádminton. VIII Congreso Europeo de Medicina del Deporte, Granada, October.

Cabello, D. M., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2003). Analysis of the characteristics of competitive badminton. *British Journal of Sports Medicine*, 37 (1), 62-66.

Cabello, D., Padiál, P., & Lees, A. (2004) Temporal and physiological characteristics of elite women's and men's singles badminton. *International Journal of Applied Sports Sciences*. 16 (2), 1-12.

Cabello, D. M., Tobar H., Puga E., & Delgado M. (1997). Determinación del metabolismo energético en bádminton. *Archivos de Medicina del Deporte*, 62, p.469-75.

Chin, M-K., Wong, A. S. K., So R. C. H., Siu O. T., Steininger K., & Lo D. T. L. (1995) Sport specific fitness testing of elite badminton players. *British Journal of Sports Medicine*, Vol 29, p.153–157.

- Coad D., Rasmussen B., & Mikkelsen F. (1979) Physical demands of recreational badminton. *Science in racket sports*.
- Chen, H., & Chen, T. C. (2008) Temporal structure comparison of the new and conventional scoring systems for men's badminton singles in Taiwan. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 6 (1), 3443.
- Dias, R., & Ghosh, A.K., (1995). Physiological evaluation of specific training in badminton. *Sports Authority of India*, p38.
- Docherty, D. (1982) A comparison of heart rate responses in racquet games. *British Journal of Sports Medicine*, 16, p.96–100.
- Ghosh A. K., Goswami A., & Ahuja A. (1993) Evaluation of a sports specific training programme in badminton players. *Indian Journal Medicine Research*, 98, p 232-239.
- Gissis, I., Sotiropoulos, A. A., Nikolaidis, D. V., & Souglis, A. G. (2006). Musclecontraction properties in overarm throwing movements. *Journal of Strength and Conditioning*, 20 (1), 117-123.
- Hewit, J., Cronin, J., Button, C., & Hume, P. (2011). Understanding deceleration in sport. *Strength and Conditioning Journal*, 33 (1), 47-52.
- Hong, Y., Wang, S. J., Lam, W. K., & Cheung, J. T. M. Kinetics of badminton lunges in four directions. *Journal of applied biomechanics*, (2014) 30(1), 113.
- Hughes, M. G., & Cosgrove, M. (2007) Badminton. In *Sport and Exercise Physiology Testing, Guide, Volume one. Ed. Winter a kol. London: Routledge*, s. 214-219.
- Hughes, M. G. (2009). Field-based assessment of speed and power in junior badminton players. In A. Lees, D. Cabello and G. Torres (Eds.), *Science and racket sports IV* (pp. 71-76). London : Routledge.
- Kim, Y. C., Sung, H. K., & Gu, H. M. (2002). Heart rate response during badminton single matches. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 14, 36-45.

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

Leveau, C. (2005). *Le badminton en situation*. Broché.

Michel, M. (2016). Comprendre la fente du joueur de badminton. Les dossiers bad n°19.

Mikkelsen, F. (1979) Physical demands and muscle adaptation in elite badminton players. In J. Terauds (Ed.), *Science in racquet sports*. Del Mar: Academis Publishers.

Rambely, A. S., Abas, W. A. B. W., & Yusof, M. S. (2005) The analysis of jumping smash in the game of badminton. In *International Society of Biomechanics in Sports* (Ed.), *Proceedings of International Symposium on biomechanics in sports conference* (pp. 671674).

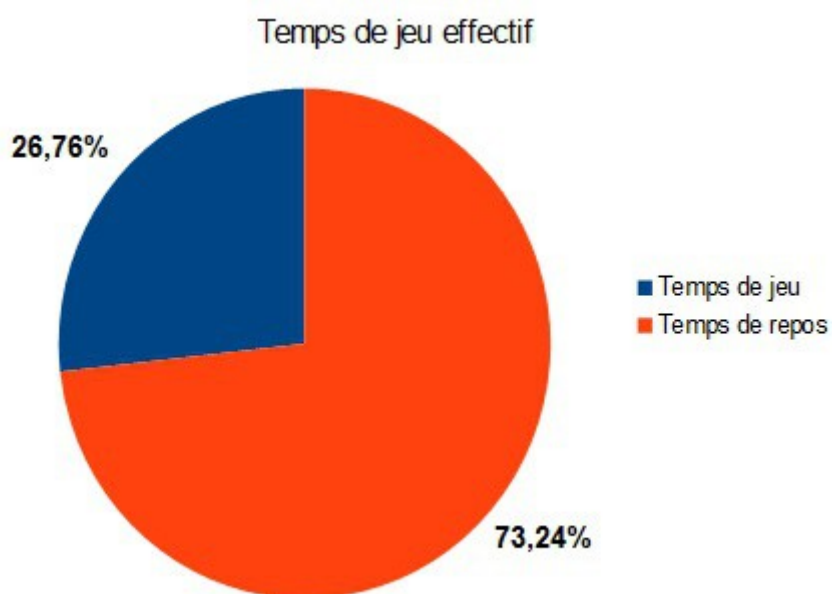
Sarshin, A., Mohammadi, S., Shahrabad, H. B. P. & Sedigh, M. (2011). The effects of functional fatigue on dynamic postural control of badminton players. *Biology of Exercise*, 7, 25-34.

Sturgess, S. & Newton, R. U. (2008). Design and implementation of a specific strength programme for badminton. *Strength and Conditioning Journal*, 30 (3), 33-42.

Walklate, B.M., (2009). Supplementing regular training with short duration sprint agility training leads to a substantial increase in repeated sprint-agility performance with national level badminton players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23 (5), 1477-1481.

Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kennedy, L., (2009) Physiologie du sport à l'exercice : *Adaptations physiologiques à l'exercice physique*.

10. Annexes



Annexe 1 : Temps de jeu effectif moyen des 7 matchs analysés

Analyse temporelle SD Championnat d'Europe	Finale	Demi n°1	Demi n°2	Quart n°1	Quart n°2	Quart n°3	Quart n°4	Moyenne
Work to rest ratio	0,377	0,456	0,339	0,428	0,431	0,509	0,460	0,429

Annexe 2 : Work to rest ratio selon chaque matchs analysés

Analyse temporelle SD Championnat d'Europe	Finale	Demi n°1	Demi n°2	Quart n°1	Quart n°2	Quart n°3	Quart n°4	Moyenne
Nombre de frappe au cours du match	611,0	848,0	685,0	395,0	396,0	719,0	728,0	626,00
Nombre de frappe moyen au cours d'un point	8,5	7,2	8,6	6,6	6,4	9,0	8,9	7,93
Temps moyen des points (sec)	8,8	7,7	8,3	7,2	7,2	9,8	9,5	8,39
Ratio : Frappes par secondes	1,03529	1,06944	0,96512	1,09091	1,12500	1,08889	1,06742	1,05813

Annexe 3 : Temps entre chaque frappes

Analyse temporelle SD Championnat d'Europe	Finale	Demi n°1	Demi n°2	Quart n°1	Quart n°2	Quart n°3	Quart n°4	Moyenne
Temps moyen de récupération entre deux sets (sec)	130,4	129,1	155,7	100,7	117,1	111,6	132,6	126,68

Annexe 4 : Temps moyen de récupération entre deux sets

Analyse événementielle SD Championnat d'E	Finale	Demi n°1	Demi n°2	Quart n°1	Quart n°2	Quart n°3	Quart n°4	Total	Moyenne
Nombre de coup droit (gagnante) (-service)	162	249	207	117	123	171	192	1221	174,43
Nombre de coup droit (perdante) (-service)	168	244	218	127	108	229	219	1313	187,57
Nombre de coup droit (2 joueuses) (-service)	165	247	213	122	116	200	206	1267	181,00
Nombre de revers (gagnante) (-service)	96	118	132	47	45	129	137	704	100,57
Nombre de revers (perdante) (-service)	103	129	121	53	64	76	107	653	93,29
Nombre de revers (2 joueuses) (-service)	100	124	127	50	55	103	122	678,5	96,93
Nombre de fautes filet (gagnante)	6	22	8	9	7	16	16	84	12,00
Nombre de fautes filet (perdante)	17	20	15	12	10	8	10	92	13,14
Nombre de fautes filet (2 joueuses)	23	42	23	21	17	24	26	176	25,14
Nombre de fautes hors limite (gagnante)	11	17	12	7	8	13	7	75	10,71
Nombre de fautes hors limite (perdante)	9	19	7	14	13	17	12	91	13,00
Nombre de fautes hors limite (2 joueuses)	20	36	19	21	21	30	19	166	23,71
Nombre de service longs (gagnante)	11	11	5	20	4	7	24	82,0	11,71
Nombre de service longs (perdante)	2	14	1	18	9	6	6	56,0	8,00
Nombre de service longs (2 joueuses)	7	13	3	19	7	15	15	69,0	9,86
Nombre de services courts (gagnante)	31	48	38	22	37	34	17	227,0	32,43
Nombre de services courts (perdante)	28	44	35	0	12	33	33	185,0	26,43
Nombre de service courts (2 joueuses)	30	46	37	11	25	34	25	206,0	29,43
Nombre de smashes (gagnante)	30	27	32	16	10	21	18	154,0	22,00
Nombre de smashes (perdante)	14	21	24	7	18	14	21	119,0	17,00
Nombre de smashes (2 joueuses)	22	24	28	12	14	18	20	136,5	19,50
Nombre de demi-smashes (gagnante)	7	7	2	2	2	4	3	27,0	3,86
Nombre de demi-smashes (perdante)	5	4	3	1	3	1	17	34,0	4,86
Nombre de demi-smashes (2 joueuses)	6	6	3	2	3	3	10	30,5	4,36
Nombre de coups dans le retard à plat (gagnante)	17	14	10	2	4	8	11	66,0	9,43
Nombre de coups dans le retard à plat (perdante)	10	10	16	8	4	11	21	80,0	11,43
Nombre de coups dans le retard à plat (2 joueuses)	14	12	13	5	4	10	16	73,0	10,43
Nombre de reverse slice (gagnante)	2	19	9	7	3	18	14	72,0	10,29
Nombre de reverse slice (perdante)	16	18	6	6	1	14	6	67,0	9,57
Nombre de reverse slice (2 joueuses)	9	19	8	7	2	16	10	69,5	9,93
Nombre de slice (gagnante)	12	37	15	10	20	40	29	163,0	23,29
Nombre de slice (perdante)	22	27	41	27	20	30	18	185,0	26,43
Nombre de slice (2 joueuses)	17	32	28	19	20	35	24	174,0	24,86
Nombre de dégagés offensifs (gagnante)	18	17	35	23	13	28	6	140,0	20,00
Nombre de dégagés offensifs (perdante)	15	30	24	3	7	16	13	108,0	15,43
Nombre de dégagés offensifs (2 joueuses)	17	24	30	13	10	22	10	124,0	17,71
Nombre de dégagés défensifs (gagnante)	8	46	13	4	15	22	20	128,0	18,29
Nombre de dégagés défensifs (perdante)	19	28	13	15	16	52	20	163,0	23,29
Nombre de dégagés défensifs (2 joueuses)	14	37	13	10	16	37	20	145,5	20,79
Nombre de rush (gagnante)	1	2	6	2	2	3	8	24,0	3,43
Nombre de rush (perdante)	4	1	3	0	1	2	5	16,0	2,29
Nombre de rush (2 joueuses)	3	2	5	1	2	3	7	20,0	2,86
Nombre de block (gagnante)	24	51	28	18	33	28	63	245,0	35,00
Nombre de block (perdante)	38	25	40	18	12	23	30	186,0	26,57
Nombre de block (2 joueuses)	31	38	34	18	23	26	47	215,5	30,79
Nombre de drive (gagnante)	13	19	14	10	6	8	11	81,0	11,57
Nombre de drive (perdante)	6	14	9	13	10	17	11	80,0	11,43
Nombre de drive (2 joueuses)	10	17	12	12	8	13	11	80,5	11,50
Nombre de lob (gagnante)	75	84	75	35	49	93	74	485,0	69,29
Nombre de lob (perdante)	64	111	94	35	56	96	78	534,0	76,29
Nombre de lob (2 joueuses)	70	98	85	35	53	95	76	509,5	72,79
Nombre de contre amorti (gagnante)	56	45	51	33	12	42	61	300,0	42,86
Nombre de contre amorti (perdante)	54	64	29	36	25	43	77	328,0	46,86
Nombre de contre amorti (2 joueuses)	55	55	40	35	19	43	69	314,0	44,86
Nombre de coups d'attaque (Gagnante)	139	173	164	103	68	164	150	961,0	137,29
Nombre de coups d'attaque (Perdante)	136	179	139	93	85	137	168	937,0	133,86
Nombre de coups de défense (Gagnante)	116	149	113	55	86	129	148	796,0	113,71
Nombre de coups de défense (perdante)	112	146	150	61	72	130	129	800,0	114,29

Annexe 5 : Détails du nombre de frappes selon leur type.

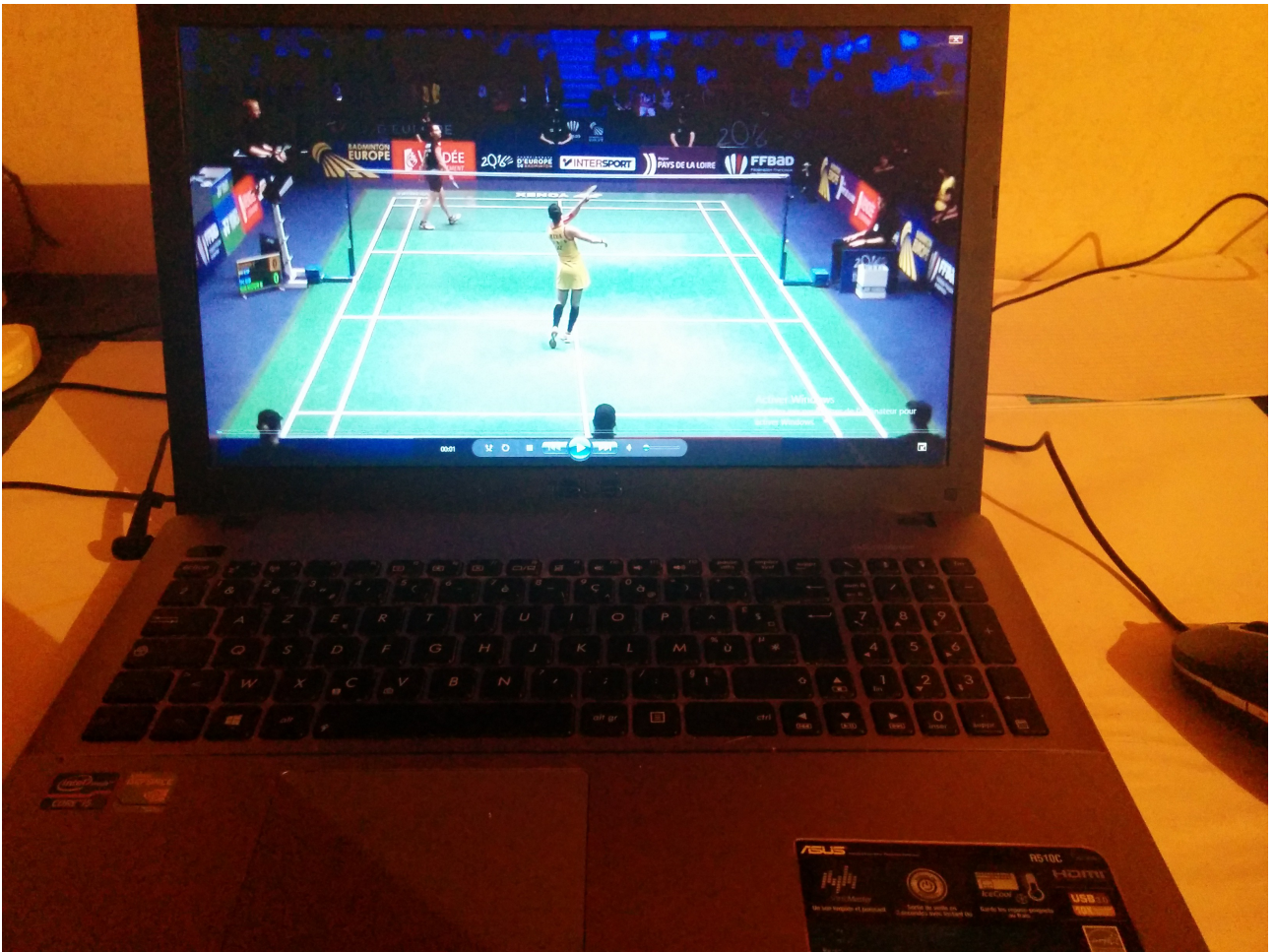
Analyse spatiale SD Championnat d'Europe	Finale	Demi n°1	Demi n°2	Quart n°1	Quart n°2	Quart n°3	Quart n°4	Total	Moyenne
Nombre de frappes zone avant coup droit (gagnante)	46	57	39	34	10	28	52	266	38,00
Nombre de frappes zone avant coup droit (perdante)	25	45	42	20	19	38	68	257	36,71
Nombre de frappes zone avant coup droit (2 joueuses)	36	51	41	27	15	33	60	261,5	37,36
Nombre de frappes zone avant revers (gagnante)	48	55	44	21	22	51	51	292	41,71
Nombre de frappes zone avant revers (perdante)	45	75	37	22	35	52	56	322	46,00
Nombre de frappes zone avant revers (2 joueuses)	47	65	41	22	29	52	54	307	43,86
Nombre de frappes zone mi-court coup droit (gagnante)	56	67	61	33	39	53	67	376	53,71
Nombre de frappes zone mi-court coup droit (perdante)	57	76	76	35	30	62	50	386	55,14
Nombre de frappes zone mi-court coup droit (2 joueuses)	57	72	69	34	35	58	59	381	54,43
Nombre de frappes zone mi-court revers (gagnante)	58	55	67	37	55	74	77	423	60,43
Nombre de frappes zone mi-court revers (perdante)	64	58	72	27	26	45	49	341	48,71
Nombre de frappes zone mi-court revers (2 joueuses)	61	57	70	32	41	60	63	382	54,57
Nombre de frappes zone arrière coup droit (gagnante)	38	63	40	34	37	65	50	327	46,71
Nombre de frappes zone arrière coup droit (perdante)	48	51	45	33	25	58	43	303	43,29
Nombre de frappes zone arrière coup droit (2 joueuses)	43	57	43	34	31	62	47	315	45,00
Nombre de frappes zone arrière revers (gagnante)	29	76	50	16	14	46	32	263	37,57
Nombre de frappes zone arrière revers (perdante)	26	61	33	25	26	72	56	299	42,71
Nombre de frappes zone arrière revers (2 joueuses)	28	69	42	21	20	59	44	281	40,14
Nombre de frappes gagnantes zone avant coup droit (g)	6	2	3	4	2	2	6	25	3,57
Nombre de frappes gagnantes zone avant coup droit (p)	1	3	0	0	0	1	0	5	0,71
Nombre de frappes gagnantes zone avant coup droit (2)	4	3	2	2	1	2	3	15	2,14
Nombre de frappes gagnantes zone avant revers (g)	1	2	6	5	4	1	3	22	3,14
Nombre de frappes gagnantes zone avant revers (p)	2	2	2	1	0	3	3	13	1,86
Nombre de frappes gagnantes zone avant revers (2)	2	2	4	3	2	2	3	17,5	2,50
Nombre de frappes gagnantes zone mi-court coup droit (g)	1	2	3	2	1	1	1	11	1,57
Nombre de frappes gagnantes zone mi-court coup droit (p)	2	1	1	0	0	0	1	5	0,71
Nombre de frappes gagnantes zone mi-court coup droit (2)	2	2	2	1	1	1	1	8	1,14
Nombre de frappes gagnantes zone mi-court revers (g)	0	0	1	2	2	3	1	9	1,29
Nombre de frappes gagnantes zone mi-court revers (p)	2	0	4	0	0	1	1	8	1,14
Nombre de frappes gagnantes zone mi-court revers (2)	1	0	3	1	1	2	1	8,5	1,21
Nombre de frappes gagnantes zone arrière coup droit (g)	3	3	5	1	1	5	3	21	3,00
Nombre de frappes gagnantes zone arrière coup droit (p)	2	5	4	0	3	1	3	18	2,57
Nombre de frappes gagnantes zone arrière coup droit (2)	3	4	5	1	2	3	3	19,5	2,79
Nombre de frappes gagnantes zone arrière revers (g)	4	5	4	1	5	3	5	27	3,86
Nombre de frappes gagnantes zone arrière revers (p)	4	6	4	0	1	2	5	22	3,14
Nombre de frappes gagnantes zone arrière revers (2)	4	6	4	1	3	3	5	24,5	3,50
Nombre de volants par terre zone avant coup droit (g)	0	3	1	1	0	2	1	8	1,14
Nombre de volants par terre zone avant coup droit (p)	1	2	0	1	2	0	2	8	1,14
Nombre de volants par terre zone avant coup droit (2)	1	3	1	1	1	1	2	8	1,14
Nombre de volants par terre zone avant revers (g)	4	7	1	0	1	4	0	17	2,43
Nombre de volants par terre zone avant revers (p)	2	4	7	3	5	2	4	27	3,86
Nombre de volants par terre zone avant revers (2)	3	6	4	2	3	3	2	22	3,14
Nombre de volants par terre zone mi-court coup droit (g)	4	1	7	0	2	0	8	22	3,14
Nombre de volants par terre zone mi-court coup droit (p)	6	5	8	1	3	7	5	35	5,00
Nombre de volants par terre zone mi-court coup droit (2)	5	3	8	1	3	4	7	28,5	4,07
Nombre de volants par terre zone mi-court revers (g)	5	4	5	0	1	1	2	18	2,57
Nombre de volants par terre zone mi-court revers (p)	3	3	7	7	5	4	5	34	4,86
Nombre de volants par terre zone mi-court revers (2)	4	4	6	4	3	3	4	26	3,71
Nombre de volants par terre zone arrière coup droit (g)	0	1	1	0	0	1	1	4	0,57
Nombre de volants par terre zone arrière coup droit (p)	1	0	0	1	0	0	3	5	0,71
Nombre de volants par terre zone arrière coup droit (2)	1	1	1	1	0	1	2	4,5	0,64
Nombre de volants par terre zone arrière revers (g)	0	1	0	0	0	0	1	2	0,29
Nombre de volants par terre zone arrière revers (p)	2	0	0	2	0	2	0	6	0,86
Nombre de volants par terre zone arrière revers (2)	1	1	0	1	0	1	1	4	0,57
Nombre de frappes fautes zone avant coup droit (g)	5	7	2	5	1	0	3	23	3,29
Nombre de frappes fautes zone avant coup droit (p)	5	6	0	1	1	4	7	24	3,43
Nombre de frappes fautes zone avant coup droit (2)	5	7	1	3	1	2	5	23,5	3,36

Nombre de frappes fautes zone avant revers (g)	1	10	2	2	2	6	8	31	4,43
Nombre de frappes fautes zone avant revers (p)	5	2	4	5	4	4	3	27	3,86
Nombre de frappes fautes zone avant revers (2)	3	6	3	4	3	5	6	29	4,14
Nombre de frappes fautes zone mi-court coup droit (g)	3	3	3	4	2	4	4	23	3,29
Nombre de frappes fautes zone mi-court coup droit (p)	4	11	3	6	3	4	5	36	5,14
Nombre de frappes fautes zone mi-court coup droit (2)	4	7	3	5	3	4	5	29,5	4,21
Nombre de frappes fautes zone mi-court revers (g)	4	6	4	2	4	7	2	29	4,14
Nombre de frappes fautes zone mi-court revers (p)	3	4	4	6	4	3	1	25	3,57
Nombre de frappes fautes zone mi-court revers (2)	4	5	4	4	4	5	2	27	3,86
Nombre de frappes fautes zone arrière coup droit (g)	3	8	3	3	3	5	3	28	4,00
Nombre de frappes fautes zone arrière coup droit (p)	6	9	8	3	9	5	4	44	6,29
Nombre de frappes fautes zone arrière coup droit (2)	5	9	6	3	6	5	4	36	5,14
Nombre de frappes fautes zone arrière revers (g)	1	5	6	0	4	7	3	26	3,71
Nombre de frappes fautes zone arrière revers (p)	3	7	3	5	2	5	2	27	3,86
Nombre de frappes fautes zone arrière revers (2)	2	6	5	3	3	6	3	26,5	3,79
Nombres de frappes totales (gagnante)	307	426	343	206	208	361	371	2222	317,43
Nombres de frappes totales (perdante)	304	422	342	189	188	360	357	2162	308,86
Nombres de frappes totales (2 joueuses)	305,5	424	342,5	197,5	198	360,5	364	2192	313,14
Nombres de frappes fautes (gagnante)	17	39	20	16	16	29	23	160	22,86
Nombres de frappes fautes (perdante)	26	39	22	26	23	25	22	183	26,14
Nombres de frappes fautes (2 joueuses)	21,5	39	21	21	19,5	27	22,5	171,5	24,50
Nombres de frappes gagnantes (gagnante)	15	14	22	15	15	15	19	115	16,43
Nombres de frappes gagnantes (perdante)	13	17	15	1	4	8	13	71	10,14
Nombres de frappes gagnantes (2 joueuses)	14	15,5	18,5	8	9,5	11,5	16	93	13,29
Nombres de volants par terre (gagnante)	13	17	15	1	4	8	13	71	10,14
Nombres de volants par terre (perdante)	15	14	22	15	15	15	19	115	16,43
Nombres de volants par terre (2 joueuses)	14	15,5	18,5	8	9,5	11,5	16	93	13,29

Annexe 6 : Détails des zones du terrain



Annexe 7 : Type de chronomètre utilisé pour mesuré les périodes.



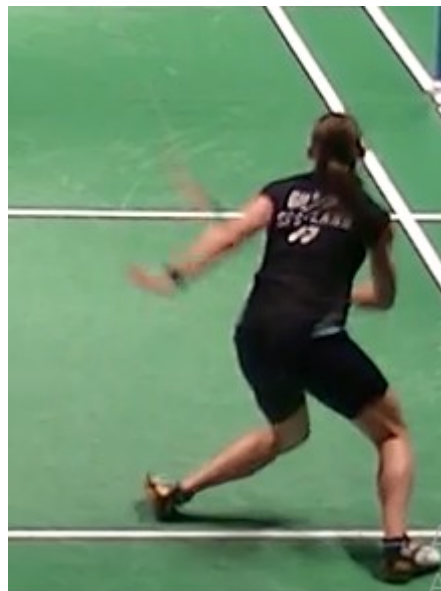
Annexe 8 : Ordinateur qui a permis de lire les vidéos



Annexe 9 : Exemple de « fente en dos »



Annexe 10 : Exemple de fente en « chaîne postérieure »



Annexe 11 : Exemple de « fente quadriceps » après un saut d'interception (au niveau de la jambe droite)

11. Résumé

Cette étude traite de l'analyse vidéo des matchs de Simple Dame disputés lors des Championnats d'Europe de Badminton 2016. Le premier objectif de ce mémoire est de dresser une analyse à la fois temporelle, événementielle et spatiale du Simple Dame européen. Le second objectif vise à identifier les stratégies mises en place par Carolina Marin, Championne Européenne et Olympique en titre, lui permettant de largement dominer le badminton continental. Les 7 derniers matchs de la compétition ont été visionnés afin d'étudier différents paramètres : les temps d'effort et de récupération, les types de déplacements et leurs directions, les différentes frappes ainsi que leurs zones de réalisation. Les résultats montrent que le temps de jeu effectif des matchs étudiés est de 26,7%. Nous avons également identifié un cycle temporel type qui se répète tout au long d'un match : $3 * (6 \text{ secondes d'effort pour } 18 \text{ secondes de récupération}) + 16 \text{ secondes d'effort pour } 40 \text{ secondes de récupération}$. Ensuite, nous observons qu'une joueuse réalise en moyenne 60 sauts significatifs ainsi que 175 fentes au cours d'un match. Le pourcentage de frappes jouées en coup droit est d'environ 65% pour 35% jouées en revers. Par ailleurs les matchs auxquels Carolina Marin participe ont un temps de jeu effectif réduit, la stratégie temporelle de la joueuse espagnole est donc d'augmenter la récupération entre les échanges. Enfin nous avons comptabilisé un ratio d'un coup gagnant pour une faute directe pour la joueuse espagnole et un ratio d'un coup gagnant pour plus de deux fautes directes pour les autres joueuses. Afin de parvenir au meilleur niveau européen en simple dame au badminton, il semble nécessaire d'augmenter au maximum la récupération entre les points et de structurer son entraînement autour du cycle temporel type observé.

Mots clés : Carolina Marin, Championnats d'Europe de Badminton 2016, Analyse vidéo, Structure temporelle, Entraînement pour le haut niveau

Abstract :

This study focuses on video analysis performed on women single matches played during 2016 European Badminton Championships. The first purpose of this report is to provide an analysis of european woman single in terms of time, space and events during the game. The second goal is to clearly identify the different strategies established by the european and olympic champion Carolina Marin which allows her to dominate the sport on the continent. Last 7 matches of the competition were examined in order to evaluate different parameters : effort and recovery time, type and direction of the displacements, different shots and the position they were done. The results indicate that effective playing time is 26.7% on the matches studied. A reference time cycle repeating during a match has been identified : $3 * (6 \text{ seconds of effort for } 18 \text{ seconds of recovery}) + 16 \text{ seconds of effort for } 40 \text{ seconds of recovery}$. Afterwards, we observe that 60 significant jumps and 175 lunges are made on average by a player during a match. The percentage of forehand shots is approximately 65% and 35% for the backhand shots. Furthermore, Carolina Marin's matches have a reduced effective playing time : her temporal strategy is therefore to increase recovery between the points. Finally, we recorded a ratio of one winning shot for one direct error for the spanish player, whereas for other players this ratio is one for at least two. In order to reach the top women single european level in badminton, it seems necessary to maximise recovery between points and to structure the training around the reference time cycle observed.

Keywords : Carolina Marin, European Championships Badminton 2016, Vidéo Analysis, Temporal structure, Hight level training.