



école
normale
supérieure

École normale supérieure de Rennes
Département Sciences du sport et éducation physique

Mémoire de recherche en Sciences de la vie et de la santé
Première année

**Charges internes et charges externes : profil
typique du badiste D7.
Mieux le connaître pour mieux l'entraîner**

SAOUDI Ilyes et DINIER Laurie
Sous la direction de Jacques Prioux

Magistère 1^{re} Année

-

Année universitaire 2016-2017

0.1 Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier chaleureusement le club de Saint-Grégoire pour la mise à disposition du gymnase, la libération de créneaux et le prêt de matériel. Nous aimerions aussi exprimer toute notre reconnaissance à Jezequel Christophe, capitaine de la D2 de Saint-Grégoire, pour son implication sans faille dans notre projet.

Nous remercions également l'ensemble des participants qui ont fait preuve d'un réel engouement pour l'étude et qui ont donné de leur personne sur les terrains.

Enfin, nous remercions Jacques Prioux directeur du département 2SEP de l'ENS Rennes, pour son accompagnement dans cette étude.

Sommaire

0.1 Remerciement	1
Liste des symboles	2
1 Introduction	3
2 Cadrage théorique	4
2.1 Charges Externes et Internes en Badminton	4
2.2 Limites de la littérature	6
3 Problématique et objectif	7
4 Matériel et Méthode	8
4.1 Conception de l'étude	8
4.2 Population	8
4.3 Protocole	8
4.4 Mesures et matériel	9
5 Résultats	11
5.1 Charges externes, analyse vidéo	11
5.2 Charges internes	14
6 Discussion	17
6.1 Charges externes	17
6.2 Charges internes	18
6.3 Limites des résultats	20
6.4 Perspectives	20
7 conclusion	22
7.1 Analyse scientifique	22
7.2 Applications pratiques	22
A Évolution du nombre de licencié-e-s	25
B Annonce de recrutement de sujets	27
C Document Ecrit d'Information et de Consentement	29

Liste des symboles

2SEP	Sciences du Sport et Education Physiques
bpm	Battements par minute
D7	Départemental 7
D8	Départemental 8
ENS	Ecole Normale Supérieure
F/s	Frappes par secondes
Fc	Fréquence cardiaque
FCmax	Fréquence Cardiaque Maximale
FFBad	Fédération Française de Badminton
R6	Régional 6
RPE	Rate of Perception Exertion, traduit en effort perçu

Chapitre 1

Introduction

Le badminton connaît une incroyable croissance en France (A) passant d'une pratique marginale pratiquée par quelques adeptes dans les années 70 à 158246 licenciés pour la saison 2016-2017 (site officiel de la Fédération Française de Badminton, FFBad).

Les licenciés en fonction de leurs résultats aux tournois et championnats sont regroupés en 4 séries : N pour les joueurs de niveau national, R pour les joueurs de niveau régional, D pour les joueurs de niveau départemental et P pour les joueurs de niveau promotion. Chaque série est elle-même composée de trois classements : N1 N2 N3, R4 R5 R6, D7 D8 D9, P10 P11 P12. Lors de compétition les joueurs évoluent sur des tableaux différents en fonction de leur sexe et de leur âge (Simple Dame, Simple Homme, Double Dame, Double Hommes) avec une exception en double mixte où les 2 sexes se rencontrent.

Malgré la diversité des niveaux et des formats de compétition, le badiste majoritaire est à l'heure actuelle (lorsque l'on croise les données de niveau, de sexe et d'âge) un homme, senior, de niveau départemental (FFBad). C'est donc le profil de sportif auquel les entraîneurs sont majoritairement confrontés. Dès lors, il semblerait logique que, dans un but d'entraînement spécifique et adapté, les joueurs et entraîneurs disposent de données précises permettant d'établir la charge de travail qu'induit un match de badminton.

Néanmoins, à quelques rares exceptions près (Docherty (1982); Pastene (2002)), les études se concentrent exclusivement sur le badminton de haut niveau. Cette recherche a donc pour vocation de doter les entraîneurs et joueurs d'une base scientifique afin de préparer des programmes d'entraînement et de préparation physique en prise avec leurs réels besoins.

Dans une première partie nous ferons état de la littérature actuelle et pointerons ses limites. Dans un deuxième temps, nous détaillerons les outils et méthodes utilisés pour cette étude afin de rendre la compréhension de son déroulement claire. Dans une 3ème partie nous présenterons les résultats que nous avons obtenus, en séparant charges externes et charges internes. Enfin dans un dernier temps nous discuterons dans la mesure du possible les résultats avec la littérature, nous ouvrirons des pistes de réflexions pour des travaux ultérieurs et nous donnerons des applications concrètes de nos résultats sur le terrain.

Chapitre 2

Cadrage théorique

2.1 Charges Externes et Internes en Badminton

2.1.1 Charges Externes

La charge externe peut être définie comme les aspects « quantitatifs, structuraux et dynamiques des exercices » ([Werchoschanski \(1992\)](#)). La littérature relève à ce sujet quelques indicateurs pertinents en badminton :

- La fréquence des frappes (nombre de coups/temps des points) exprimée en frappes par seconde
- Le temps de jeu effectif (temps des points/(temps des points + temps de repos)*100) exprimé en %
- Le temps de match total (temps entre le premier service et la dernière fois que le volant touche le sol)
- La densité de travail (temps des points / temps de repos entre les points). ([Faude et al. \(2007\)](#))

Paramètres temporels

La diversité des études menées autour de ces notions sur des athlètes de hauts niveaux fait globalement consensus et fournit des données intéressantes et relativement convergentes.

La fréquence de frappe, tout d'abord, varie aujourd'hui entre 1.02 coups par seconde ([Phomsoupha and Laffaye \(2014a\)](#)) et 0.92 ± 0.31 coups par seconde ([Faude et al. \(2007\)](#)) pour du haut niveau et la vitesse du volant lors d'un smash évolue linéairement avec le niveau de jeu ([Phomsoupha and Laffaye \(2014b\)](#)).

Le temps de jeu effectif total (temps de jeu effectif sur l'ensemble du match) est lui, pour des jeunes élites de niveau international, relevé à 1240s (± 389) ([Fernandez-Fernandez et al. \(2013\)](#)). Chez des joueurs de niveau inférieur mais en pôle régional il a été mesuré à 1362s (± 231.7) ([Chesnais and Valette \(2015\)](#)). Exprimé en pourcentage il s'élève à 27.4% (± 2.4) ([Abian et al. \(2014\)](#)), 38.5% (± 3.8) ([Chen and Chen \(2008\)](#)) ou 32.1% ([Phomsoupha and Laffaye \(2014a\)](#)) du temps total de match.

L'intensité de travail est quant à elle, toujours pour du haut niveau, de 0.51 (± 0.34) avec de temps de points de 5.5s (± 4.0) et des temps de repos de 11.4 (± 6.0) ([Faude et al. \(2007\)](#)). Les phases de jeu sont donc courtes, 80% des points se jouant en dessous de 9s ([Manrique \(2003\)](#)), et suivies de phase de récupération environ deux fois plus longue ([Phomsoupha and Laffaye \(2014a\)](#)). [Faude et al.](#) précisent quand à eux que 45% des points se situent entre 3 et 6s. Cette tendance est renforcée chez le simple femme. Ainsi, elles sont impliquées dans des points significativement plus court corrélés avec des temps de récupération significativement plus court. ([Fernandez-Fernandez et al. \(2013\)](#)). [Docherty \(1982\)](#) a mesuré des temps d'effort de 4,9s ($\pm 0,5$), 4,2s ($\pm 0,7$) et 4,9s ($\pm 0,7$) pour des joueurs de faible, moyen et haut niveau respectivement. Il existerait donc un effet du

niveau sur ces paramètres.

Ces phases de jeu sont constituées de déplacements antéropostérieurs et latéraux (pas chassés, fentes et plonges principalement) et, lors des attaques, de sauts (Pastene (2002)). Au vue de ces données donc, les recherches convergent pour décrire le badminton comme un exercice intermittent, alternant phases d'exercices suivies de phases de repos (Pastene (2002)). Les matchs se déroulent en 3 sets gagnant de 21 points entrecoupés de deux minutes de pause entre chaque. A cela s'ajoute 60s de récupération lorsqu'un joueur arrive à 11 points à chaque set (FFBad). Cependant, sur le niveau D, nous avons empiriquement constaté, qu'il était fréquent de ne pas voir des joueurs prendre volontairement cette pause.

2.1.2 Charges Internes

La charge interne est comprise comme « les données biologiques et physiologiques de l'effort, pouvant être considérées comme des données qualitatives » (Werchoschanski (1992)). La littérature se concentre sur les indicateurs suivant : $\dot{V}O_2$ exprimé en % de $\dot{V}O_2$ max, fréquence cardiaque (Fc), lactatémie, et la "Rate of Perceived Exertion" (RPE).

$\dot{V}O_2$

Le $\dot{V}O_2$ est la quantité d'oxygène captée par les poumons en 1min. Il s'exprime en L/min de manière absolue et en ml/min/kg de poids de corps pour réaliser des comparaisons interindividuelles. Il est souvent exprimé en pourcentage de $\dot{V}O_2$ max (Costill et al. (2013)) afin de rendre plus lisible l'intensité de l'effort pour l'individu. En effet, plus celle-ci augmente plus le travail musculaire devient important et nécessite un apport en O₂ croissant. La littérature s'appuie largement sur cette donnée pour caractériser l'effort consenti par les badistes de haut-niveau. La plupart des études procèdent d'abord à une mesure directe du $\dot{V}O_2$ max des sujets sur tapis de course en laboratoire puis mesure le $\dot{V}O_2$ durant les matchs à l'aide d'analyseur d'échanges gazeux. Ainsi pour Faude et al. (2007) on trouve des $\dot{V}O_2$ entre 45.7 et 100% du $\dot{V}O_2$ max pour du simple homme avec en moyenne un $\dot{V}O_2$ de 74.8% du $\dot{V}O_2$ max \pm 5.3%.

Fréquence cardiaque

La demande cardio-vasculaire est très élevée et s'accroît au cours du match (Manrique (2003)). Elle peut être inférée à partir de la fréquence cardiaque. Pour le haut niveau, La fréquence cardiaque atteint des valeurs moyennes hautes : 175 battements par minute (bpm) (Pastene (2002)) et 173.5 bpm (Manrique (2003)). Elle atteint également des valeurs correspondant à 80% des valeurs maximales théoriques pendant une période supérieure à 85% du temps total de jeu (Lees (2003) citant Hugues, 1995) , et oscille généralement entre 85% (Fernandez-Fernandez et al. (2013)) 90% (Phomsoupha and Laffaye (2014a)) de la fréquence cardiaque maximale des joueurs. Dans tous les cas, les valeurs de fréquence cardiaque maximale (FCmax) mesurées pendant un match de haut niveau sont proches des fréquences maximales réelles ou théoriques calculés à partir de la formule de Gellish et al. :

$$Fc_{max} = 207 - (0,7 * AGE) \quad (2.1)$$

Pour des niveaux d'expertise plus faibles, les fréquences cardiaques pics et moyennes sont plus faibles (Docherty (1982); Pastene (2002))

lactatémie

La mesure de la lactatémie est un bon indicateur de la contribution du système anaérobie lactique (Costill et al. (2013)). Elle représente le taux de lactate sanguin, issu de la glycolyse. Elle s'exprime en mmol.L⁻¹.

Les valeurs trouvées en match de haut niveau, sont souvent inférieures au seuil lactique 2 de 4 mmol.L⁻¹ (Costill et al. (2013)). Ainsi elles sont de 3 à 6 mmol.L⁻¹ pour du haut niveau (Majumdar et al. (1997)), entre 2 et 5 mmol.L⁻¹ pour des joueurs d'élite régional (Pastene (2002); Manrique (2003)) et de 2.5 \pm 1.3 contre 3.2 \pm 2.1 mmol.L⁻¹ respectivement chez les femmes et les hommes de niveau international (Fernandez-Fernandez et al. (2013)).

Ainsi, au regard de ces données, à haut niveau, le badminton ne semble pas solliciter de manière prédominante le système anaérobie lactique. En lien avec ses précédentes caractéristiques relevées sur l'évaluation de la fréquence cardiaque, le badminton serait donc un sport plutôt à dominante aérobie (à hauteur de 60% selon [Phomsoupha and Laffaye \(2014a\)](#)) et anaérobie alactique.

La mesure de la lactatémie nous semble donc pertinente pour évaluer la contribution de chaque système énergétique à condition de la prendre à des moments significatifs du match.

RPE

La "Rate of Perceived Exertion" (RPE) proposée originalement par [Borg](#) est une mesure de l'effort perçu selon la terminologie de [Gros Lambert and Ferréol](#). Elle mesure à la fois le stress physique mais aussi la pénibilité de l'effort ([Gros Lambert and Ferréol \(2014\)](#)). Différentes versions existent. Celle de [Shepard et al.](#) qualifie l'effort de 6 à 20 de "très très léger" à "très très dur". [Fernandez-Fernandez et al.](#) considèrent cette échelle comme valide en badminton. Le badminton induirait alors un effort perçu en moyenne de 14,4 ($\pm 1,8$) sur 20 compris entre "ni léger ni dur" et "dur" et des pics pouvant aller jusqu'à 19 c'est à dire "très très dur".

2.2 Limites de la littérature

Il nous apparaît pertinent de faire émerger quatre grandes limites à ces analyses.

D'une part, les deux études sont très peu précises sur ce qu'elles considèrent comme des joueurs de « faibles niveaux » ([Pastene \(2002\)](#)) ou de « minimal background » dans l'activité ([Docherty \(1982\)](#)), rendant les mesures très peu opérationnalisables pour les entraîneurs.

D'autre part, les études restantes se concentrent presque exclusivement sur le badminton de haut niveau, or, comme nous l'avons soulevé en introduction, les entraîneurs sont majoritairement confrontés à des hommes, seniors, de niveau départemental.

Également, On observe une contradiction dans la littérature : si la plupart des études semblent aller dans le sens du "plus le pratiquant devient expert et plus sa sollicitation physiologique est forte", la thèse de [Dieu \(2012\)](#) montre que chez des élèves en badminton, « l'augmentation de la quantité d'activité physique est fonction non pas du niveau d'expertise mais de la modification de l'orientation de jeu vers une plus grande mobilisation fonctionnelle ». En d'autres termes, l'amélioration du niveau de jeu ne s'accompagne pas systématiquement d'une plus grande activité physique du joueur. C'est le mobile, l'intention organisatrice qui détermine la quantité d'activité physique. L'auteur parle à ce titre de modèle conatif, comme grille de lecture et typologie d'observation de comportements et du sens donné à une activité se décomposant en cinq étapes s'apparentant au niveau d'expertise. A titre d'exemple, le passage de l'étape conative 2 de prévalence fonctionnelle (centrée sur l'intention de placer et diriger le volant dans l'espace libre) à l'étape conative 3 de prévalence technique (centrée sur l'intention de placer un coup gagnant) s'accompagne d'une baisse de la quantité d'activité physique de 3%. Cette quantité d'activité physique est mesurée par accélérométrie triaxiale et s'exprime en count/seconde. La charge externe mesurée en quantité de mouvement aurait donc diminuée avec la progression des joueurs.

La charge externe influant grandement la charge interne, il est probable que les indicateurs de la charge interne (Fc, lactatémie, RPE) n'évoluent eux aussi pas linéairement avec l'amélioration de l'expertise.

Enfin, des grandes modifications de pattern d'activité peuvent n'impliquer que de très légères modifications des réponses physiologiques. Par exemple le simple homme et le simple dame, très différents dans leurs logiques et leur charges externes (rallies plus long chez les hommes) n'ont pas proportionnellement les mêmes différences au niveau de leurs charges internes (% de FCmax, lactatémie; [Fernandez-Fernandez et al. \(2013\)](#))

Chapitre 3

Problématique et objectif

Nous ambitionnons donc d'établir un profil typique du badiste compétitif majoritaire : un homme, senior, de niveau départemental. Ceci a pour vocation de doter les entraîneurs et les joueurs d'une base scientifique en prise avec les réels besoins de l'immense majorité des pratiquants en compétition, afin de préparer des programmes d'entraînement et de préparation physique adaptés en connaissance de cause. Pour cela nous relèverons en lien avec la littérature des indicateurs que nous quantifierons.

Pour la charge externe :

- Le temps de match total (temps entre le premier service et la dernière fois que le volant touche le sol)
- Le temps de jeu effectif ($\text{temps des points} / (\text{temps des points} + \text{temps de repos}) * 100$ exprimé en % de temps total)
- La densité de travail (temps des points / temps de repos entre les points).
- La fréquence des frappes (nombre-s de coups/temps des points) exprimée en frappes par seconde (F/s)

Concernant la charge interne nous nous intéresserons aux données suivantes :

- La fréquence cardiaque
- La lactatémie
- L'effort perçu

Chapitre 4

Matériel et Méthode

4.1 Conception de l'étude

Notre étude vise la quantification de la charge de travail d'un match de badminton départemental. A cette fin, nous avons souhaité mesurer dans les conditions les plus proches possibles d'un match de compétition, les charges internes et externes de chaque badiste.

4.2 Population

Les sujets de cette étude sont issus des différents clubs de la région Ille et Vilaine. Nos 7 participants ont été recrutés via une annonce (B) sur la mail liste des pratiquants de badminton de Bretagne, par affichage de cette même annonce dans divers endroits publics et par démarchages lors de compétitions officielles. Nos critères de sélections des sujets sont : pratiquants en compétition dans la catégorie senior masculin en D7. Néanmoins, entre le recrutement et l'étude, 20 Jours ont passé et le classement de certains de nos participants a changé. Certains sont passés D8 et d'autres R6. Les fluctuations périodiques des classements rendent en effet difficile le recrutement de sujets ayant un classement stable. Néanmoins les sujets ont tous un nombre de points équivalent ou très proche du niveau D7.

<i>Joueurs</i>	<i>Caractéristiques</i>			
	<i>Age (années)</i>	<i>Poids (kg)</i>	<i>Masse grasse (%)</i>	<i>Taille (cm)</i>
Joueur 1	35	61	12,6	170
Joueur 2	23	64	11	171
Joueur 3	29	70,1	15,5	178
Joueur 4	31	75,7	19,6	177
Joueur 5	19	58,5	6,5	172
Joueur 6	36	91,1	27,2	180
Joueur 7	29	78,2	20,2	180
Moyenne	28,85	71,3	17,03	175
Ecart type	5,67	10,52	6,36	3,99

TABLE 4.1 – Caractéristiques des sujets

4.3 Protocole

4.3.1 Déroulement global

Toutes les manipulations ont été effectuées sur 2 jours au Cosec de St Grégoire sur le même terrain. Conformément aux principes de la déclaration d'Helsinki les sujets ont signé un accord d'écrit et de consentement pour participer à cette étude (C).

Il a été demandé aux participants de ne pas réaliser d'effort violent la veille, de manger comme à leur habitude et d'utiliser leur matériel habituel. L'état de fatigue des participants a été contrôlé à l'aide de questionnaires Pichot. Aucun score ne dépassait les 12 donc aucun participant ne rapportait de fatigue excessive. Chaque joueur a effectué deux matchs contre un adversaire différent à chaque fois. Nous avons donc analysés 7 matchs. Les joueurs disposaient d'entre 1H30 et 2H30 de récupération entre chaque match.

4.3.2 Déroulement du match

Les procédures d'échauffement n'ont pas été standardisées dans la littérature (Phomsoupha and Laffaye (2014a); Fernandez-Fernandez et al. (2013); Faude et al. (2007)). Nous avons choisis également de laisser un échauffement libre de 15 minutes. Ensuite 5 minutes ont été systématiquement prises pour la vérification du matériel et les dernières consignes, puis les matchs ont été lancés comme décrit ci-dessous.

Chaque match se déroula selon le règlement officiel de la FFBaD en auto-arbitrage avec des volants plumes homologués. Les temps de jeu n'était donc pas standardisés certains joueurs ont joué plus longtemps (eg : 3 sets) que d'autres (eg : 2 sets). En effet, bien que cela rende difficile la comparaison des matchs entre eux, nous souhaitons mesurer le temps de match effectif ainsi que le temps de match total, ce qui ne serait pas possible dans des conditions de match avec un temps donné.

De l'eau était disponible pour se réhydrater pendant le match mais aucun autre liquide ou aliment. A cet égard, les boissons caféinées semblent être efficaces comme aides ergogéniques à la performance en badminton (Abian et al. (2014)).

4.4 Mesures et matériel

4.4.1 Fréquence cardiaque

Nous souhaitons mesurer la fréquence cardiaque à l'aide des Polar RS800® (Compagnie Polar Electro Oy, Kempele, Finlande) validés (Hernando et al. (2016)). Néanmoins, le matériel n'étant pas disponible, nous avons mesuré la fréquence cardiaque à l'aide du Polar A300® (Compagnie Polar Electro Oy, Kempele, Finlande). Le constructeur indique une précision à 1 bpm. Toutefois, il n'a jamais été validé. Chaque polar présente une montre récupérant les données et une ceinture d'électrode se portant sur la poitrine. Les polars ont été portés par tous les joueurs durant l'intégralité de chaque match. Les données ont ensuite été récupérées à l'aide du logiciel Polar Flow, extraites grâce à ce même logiciel et analysées sur Excel®.

4.4.2 Lactatémie

Afin de mesurer la lactatémie, nous avons utilisé un lactate Pro 2® dont la validité a été démontrée (Pyne et al. (2000)). Cet outil donne à partir d'un prélèvement sanguin d'un échantillon sur le doigt la lactatémie immédiate. La lactatémie a été prise au 21ème point de chaque set immédiatement ou une minute après l'interruption de jeu afin de dénaturer au minimum l'activité. Elle a également été prise à la fin de l'échauffement avant chaque match.

4.4.3 RPE

La note RPE, a été demandée à chaque interruption du match donc à 11 points et à 21 points de chaque set. Nous avons utilisés la traduction française de l'échelle de borg (Borg (1982)) proposée par Shepard et al., ainsi que les recommandations de présentation de l'échelle de Ferréol. Cette version de l'échelle va de 6 pour qualifier un effort "très très léger" à 20 pour qualifier un effort "très très dur". Il était précisé que l'évaluation de l'effort se faisait sur le "total de toutes les sensations intérieures de stress physique et de pénibilité de l'effort" concernant le dernier point joué. Afin que les joueurs ne soient pas influencés par le score annoncé par leur adversaire, nous avons fait pointer avec l'index la note RPE, directement sur une échelle imprimée. Chaque score pointé n'était pas visible pour le joueur adverse.

4.4.4 Analyse vidéo

Les différents paramètres de la charge externes ont été récoltés grâce à une caméra Sony HDR-CX625[®] placée approximativement à 5m de l'angle du terrain afin de d'avoir en visuel les 2 joueurs. L'analyse vidéo a été effectuée à l'aide du logiciel LongoMatch[®] en se focalisant sur 4 paramètres étudiés par points : fréquence de frappes, temps de récupération, temps de jeu effectif, densité de travail. Afin de diminuer les biais intrinsèques liés au temps de réaction interindividuel, le même expérimentateur a réalisé l'intégralité de l'analyse vidéo. Néanmoins, les données d'un set ont été perdues en raison d'un problème de caméra.

Le temps de jeu effectif a été défini comme le temps entre le moment où la raquette touche le volant au service et le moment où le volant touche le sol (Faude et al. (2007)) et le temps de récupération comme le temps entre le moment où le volant touche le sol et le contact de la raquette au prochain service (Faude et al. (2007)).

4.4.5 Analyse statistique

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel Sygmaplot[®]. Le seuil de significativité $p=0,05$ a été choisi.

Les données ont été moyennées par sujet, pour chaque intervalle entre chaque interruptions (entre 0 et 11 points et entre 11 points et 21 points) avant les analyses de significativité. La lactatémie a été moyennée par sujet, pour chaque set. Ainsi, nous avons moyennés les données par individu sur l'ensemble des deux matchs afin de ne comparer simultanément que des données appariées et de taille d'échantillon égale.

Comme le nombre de mesures était plus faible pour le 3ème set, étant donné que certains joueurs n'en ont pas réalisés, nous avons d'abord comparé les sets 1 et 2 entre eux puis les sets 2 et 3 et 1 et 3 entre eux.

Lorsque la distribution de données suivait une loi normale des T-tests pour échantillons dépendants ont été réalisés. Lorsque la distribution des données ne suivait pas une loi normale, des tests de Wilcoxon ont été utilisés.

Les corrélations ont été calculées à l'aide du test de Spearman.

Chapitre 5

Résultats

5.1 Charges externes, analyse vidéo

5.1.1 Résultats globaux

Dans un 1er temps, voici les résultats obtenus toutes données confondues. Les tableaux ci-dessus résumant les résultats obtenus. Au total 575 points ont été joués.

Le temps de jeu total est présenté à part car l'effectif n'est pas le même. N=5. Il est en moyenne de 32'26" (\pm 8'19").

	<i>Temps de jeu (s)</i>	<i>Temps de récupération (s)</i>	<i>Temps de jeu effectif (%)</i>	<i>Densité</i>
Moyenne	6	8	39.63	0.73
Médiane	5	8	38.30	0.62
Ecart type	4	3	11.52	0.42
Maximum	36	39	77.45	3.14
Minimum	2	3	9.77	0.10

FIGURE 5.1 – Charges externes globales temporelles et relatives à la densité

	<i>Nombre de frappe-s par point</i>	<i>Nombre de frappe-s par seconde</i>
Moyenne	4.72	0.81
Médiane	4	0.80
Ecart Type	3.17	0.28
Maximun	25	2.67
Minimum	1	0.11

FIGURE 5.2 – Charges externes globales relatives aux frappes

La figure 5.3 présente la répartition des temps d'effort et de récupération. La plupart des temps d'effort se situent entre 3 et 6 secondes (51,74%) et entre 6 et 9 secondes (19,86%). La plupart des temps de récupération se situent entre 6 et 9 secondes (45,67%) et entre 9 et 11 secondes (27,62 %).

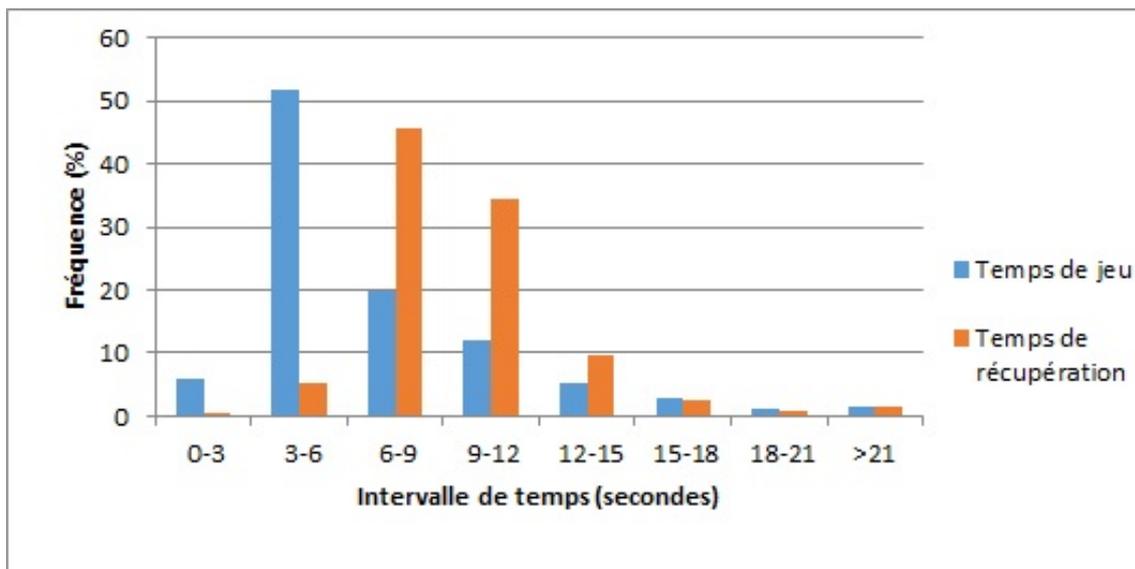


FIGURE 5.3 – Pourcentage des différents intervalles de temps d’effort et de récupération moyens

5.1.2 Temps de jeu et temps de repos

La suite des résultats est détaillée en fonction des sets.

La figure 5.4 présente l’évolution du temps de jeu et du temps de récupération au cours des matchs. Les joueurs avaient des temps de jeu significativement plus importants au 3ème set qu’au premier ($p < 0,001$; $n=10$) et qu’au second ($p=0,021$; $n=14$). Aucune différence significative entre le second set et le 3ème set n’a été trouvée.

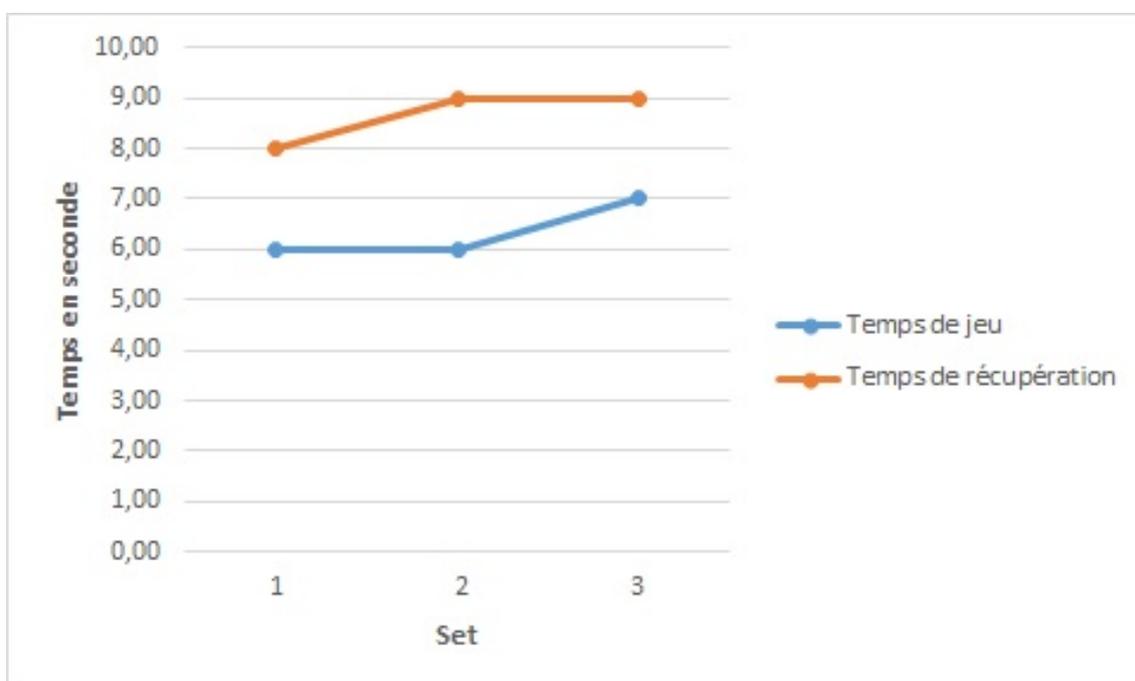


FIGURE 5.4 – Evolution du temps de jeu et du temps de repos au cours des sets

Les temps de récupération sont significativement plus petits au premier set qu’au second

($p=0,002$; $n=14$) et au 3ème ($p=0,019$; $n=10$). Aucune différence significative entre le troisième et le second set n'a été trouvée.

5.1.3 Densité

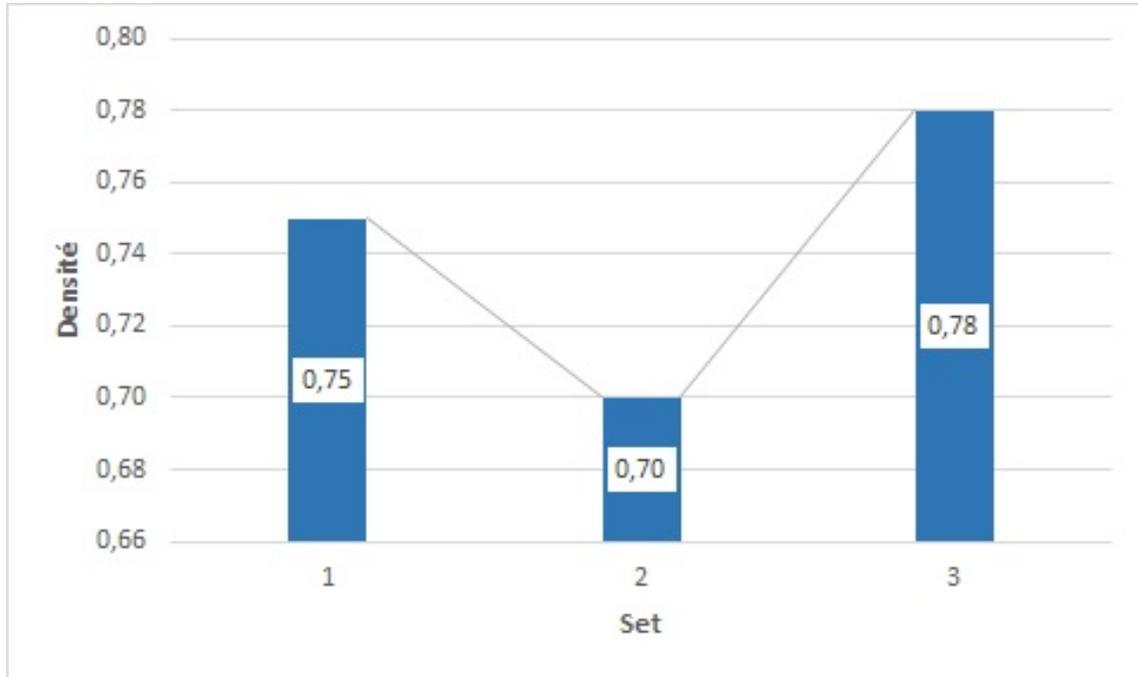


FIGURE 5.5 – Evolution de la densité en fonction des sets

La densité de travail présentée dans la figure 5.5 est significativement plus petite au set 2 qu'au set 3 ($p=0,039$; $n=14$). Il n'existe aucune autre différence significative de densité entre les autres sets. En effet, il existe une corrélation positive ($r=0,329$) et significative ($p=0,0439^*$) entre les temps d'effort et les temps de récupération ce qui pourrait expliquer l'évolution de la densité de travail.

Frappes par points

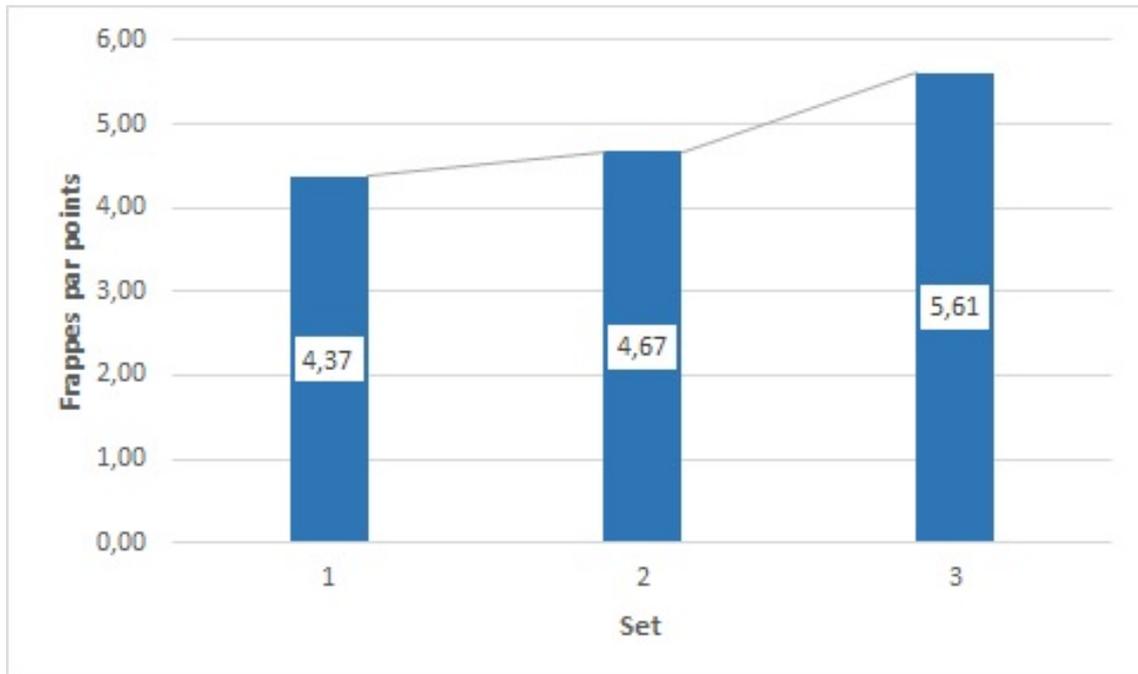


FIGURE 5.6 – Evolution du nombre de frappes par points en fonction des sets

La figure 5.6 décrit l'évolution du nombre de frappe-s par points en fonction des sets. Des T-tests sur mesures répétées révèlent que le nombre de frappes par points est significativement plus grand au 3ème set qu'au second ($p=0,017$; $n=10$) et au premier ($p=0,003$; $n=10$). Le nombre de frappe-s par point est significativement plus grand au second set qu'au premier ($p=0,009$; $n=14$).

5.2 Charges internes

5.2.1 Résultats globaux

	<i>Moyenne</i>	<i>Min</i>	<i>Pic</i>	<i>n</i>
FC (bpm)	171.21 ± 19,89	95	205	25453
Lactatémie (mmol.L¹)	7.65 ± 3.39	1.9	18.7	49
RPE	14.04 ± 1.79	9	19	87

FIGURE 5.7 – Présentation générale des charges internes relevées

5.2.2 Fréquence Cardiaque

Le graphique 5.8 présente le temps passé à différentes intensités d'exercice mesurées en pourcentage de Fréquence cardiaque maximale théorique.

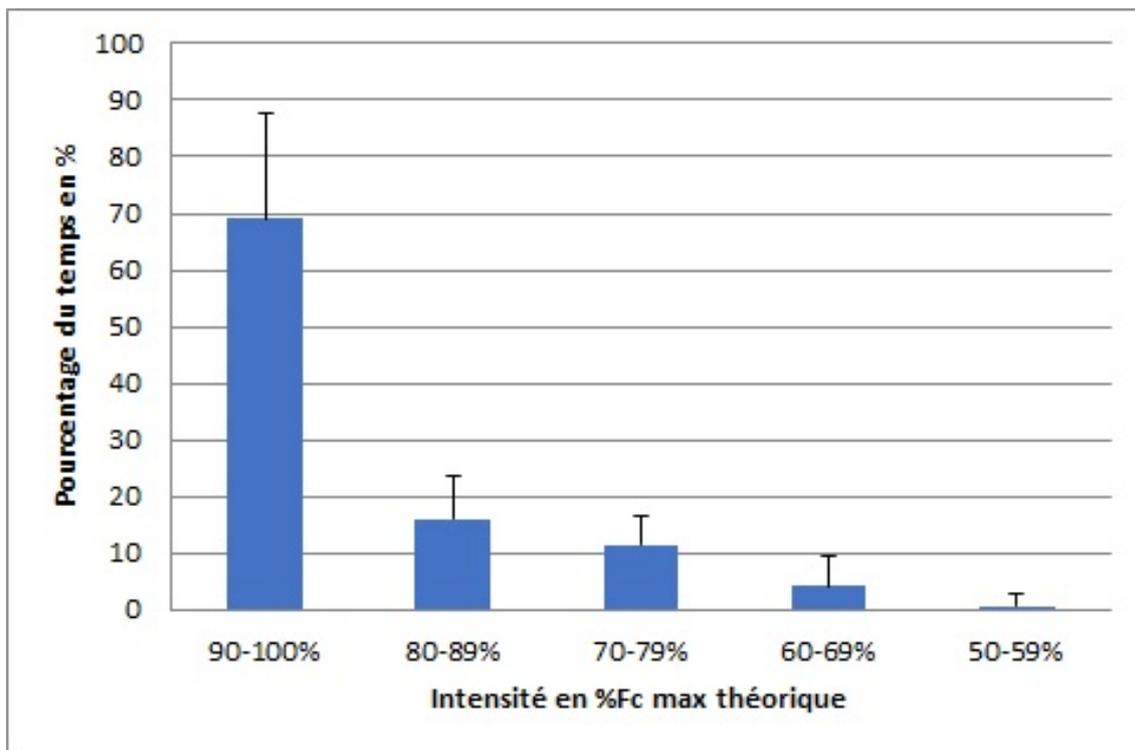


FIGURE 5.8 – Pourcentage de temps passé à différentes intensités de Fc max théorique

5.2.3 Lactatémie

Le graphique 5.9 présente l'évolution de la lactatémie en fonction du temps. Les valeurs de lactatémie sont très significativement inférieures à l'échauffement qu'au 1er ($p=0,07$), second ($p=0,029$) et 3ème set ($p=0,02$). Aucune différence significative de lactatémie entre les sets n'a été trouvée.

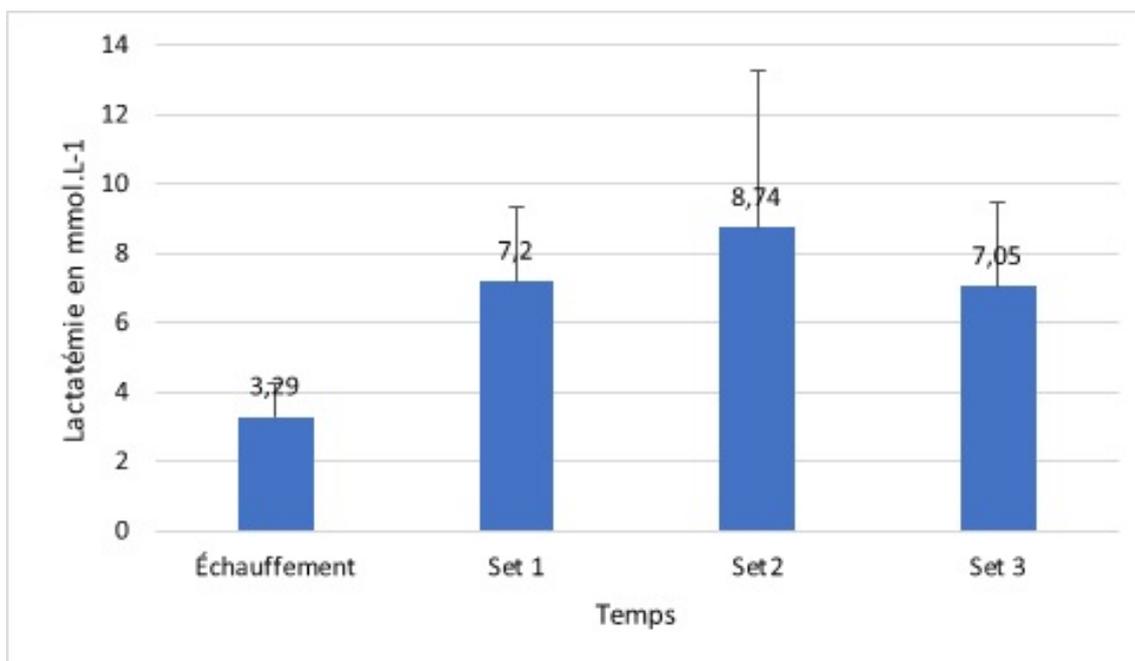


FIGURE 5.9 – Evolution de la lactatémie en fonction du temps

5.2.4 RPE

Il existe des différences très significatives entre les RPE d'échauffement et des sets 1, 2 et 3 du match ($p=0,002$). En revanche, aucune différence significative de RPE entre sets n'a été trouvée.

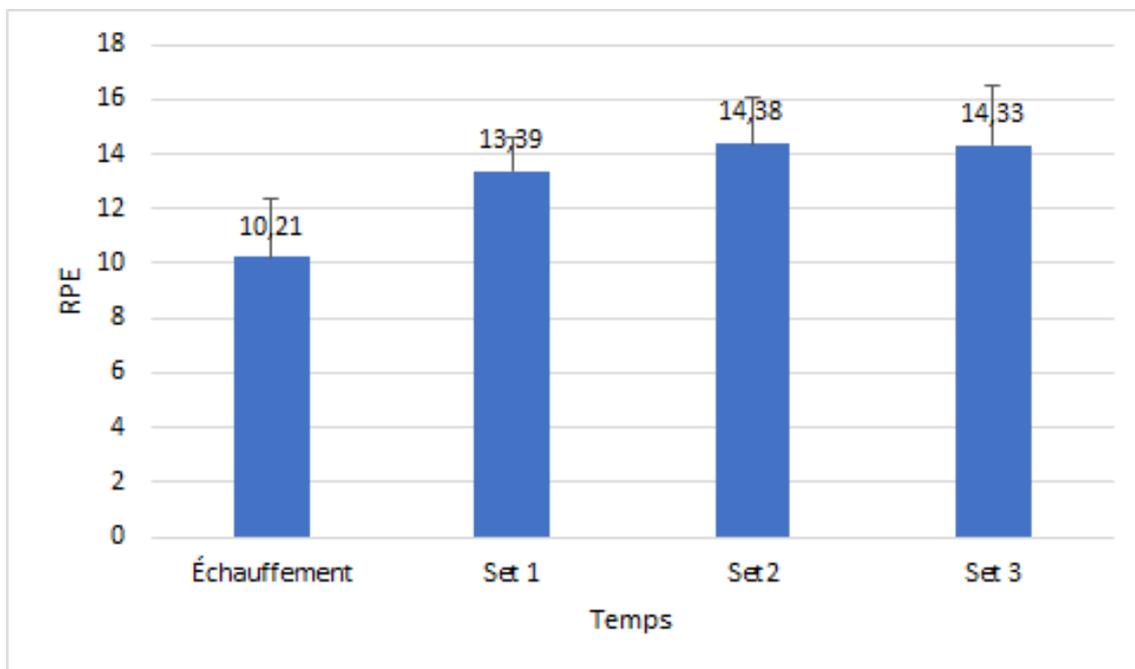


FIGURE 5.10 – Evolution de la RPE en fonction du temps

5.2.5 Association entre les variables

Le test de corrélation de Spearman révèle une corrélation positive ($r=0,443$) et significative ($p= 0,0493$) entre les moyennes des RPE par sujets ($n=20$) pour chaque set et les moyennes des lactatémies par sujet mesurées à la fin de chaque set ($n=20$).

Chapitre 6

Discussion

6.1 Charges externes

6.1.1 Objectifs et hypothèse

Notre objectif concernant les charges externe était de mesurer :

- Le temps de match total
- Le temps de jeu effectif exprimé en pourcentage (%)
- La densité de travail
- La fréquence des frappes exprimée en frappes par seconde (F/s)

Nous avons répondu à cet objectif en exprimant ces charges tout d'abord d'un point de vue global (Voir Tableaux 5.1 et 5.2) puis en les exprimant par sets (Voir figures 5.4, 5.5, 5.6) Compte tenu du caractère exploratoire de l'étude sur ce niveau de joueur, nous n'avons pas émis d'hypothèse qui nous semblait pertinente.

Dans la littérature nous n'avons pas retrouvé d'étude exprimant les données par set. Bien que la présentation des résultats sous ce format constitue un des éléments majeur de l'étude, nous limiterons notre comparaison aux données globales, conformément à ce que nous retrouvons dans les études ultérieures.

6.1.2 Charges externes temporelles et densité

Temps de jeu total

Le temps de jeu total (1946s ou 32min26 sec) est compris entre les valeurs trouvées pour du niveau régional (1362s ou 22min 42s ; [Chesnais and Valette \(2015\)](#)) et les valeurs trouvées pour du niveau international (1885s ou 31min 25s ; [Phomsoupha and Laffaye \(2014a\)](#)). Nous ne retrouvons donc pas de relation linéaire entre le temps de jeu total et le niveau.

Temps de jeu effectif

Le temps de jeu effectif (39.63%) est supérieur à celui retrouvé sur du niveau régional (35.14% ; [Chesnais and Valette \(2015\)](#)). Cette différence est d'autant plus grande avec les joueurs de niveau international (32.1% ; [Phomsoupha and Laffaye \(2014a\)](#)).

Densité

Dans la même logique la densité est nettement plus élevée dans notre étude (0.73) que dans les études portant sur le haut-niveau (0.49 ; [Phomsoupha and Laffaye \(2014a\)](#)).

Temps de jeu et temps de repos

Les temps de jeu s'abaissent pourtant avec la diminution des classements (7.66s pour les joueurs de rang international ; [Phomsoupha and Laffaye \(2014a\)](#)), 5.66s pour les joueurs régionaux ([Ches-](#)

nais and Valette (2015)) et 4s pour les D7. En revanche le temps de repos croît proportionnellement d'avantage au regard du temps de jeu avec l'expertise : 8s pour les joueurs D7, 15.4s pour les joueurs internationaux. L'augmentation du temps de repos avec le niveau est donc supérieure à l'augmentation des temps de jeu.

Hypothèses explicatives

Nous pouvons émettre deux hypothèses sur ces différences. Premièrement, plus le niveau s'élève, plus la présence du public est importante. Celui-ci se manifeste par divers moyens notamment les encouragements verbaux et les applaudissements. Il est possible que ceux-ci influent sur le temps de repos. Cependant la plupart des études se font en simulateur de compétition, sans public véritable. On peut émettre l'hypothèse que c'est l'intériorisation des temps de repos du format compétitif qui constitue une routine qui se répète inconsciemment même lorsque le public est absent. Cette hypothèse pourrait faire l'objet d'une recherche ultérieure.

Deuxièmement le temps de récupération comprend le temps pour aller récupérer le volant additionné au temps de récupération physiologique et/ou mentale que le joueur a besoin ou estime avoir besoin. Le temps de jeu n'est pas le seul facteur influençant ce paramètre. En effet, il faut également prendre en compte la distance effectuée pendant ce temps de jeu, la sollicitation musculaire qui peut être plus ou moins importante etc. On peut supposer que plus le niveau s'élève plus la dépense énergétique sera élevée pour le même temps de jeu ce qui conduira à des temps de repos plus élevés. Nous poursuivrons cette analyse dans la partie Charges externes relatives aux frappes.

6.1.3 Charges externes relatives aux frappes

Frappes par point

Nous notons que le nombre de frappes par point (4.0) est inférieur à celui retrouvé sur des joueurs de niveau régional (5.63; Chesnais and Valette (2015)). L'écart est d'autant plus important avec des badistes de niveau international (6.8) Phomsoupha and Laffaye (2014a)).

On peut éventuellement imputer cela à une présence de fautes directes qui surviennent plus rapidement et fréquemment chez les joueurs de moins bons niveaux à cause d'une précision gestuelle moins importante ou d'une appréciation des trajectoires moins fiables. On a par exemple souvent vu des joueurs laisser retomber le volant dès le service alors qu'il était valide, comportement que l'on ne retrouve a priori pas chez les sportifs de haut niveau. La encore, ces suppositions gagneraient à être vérifiées.

Frappes par seconde

Le nombre de frappe-s par seconde est lui aussi inférieur (0.81) au niveau régional (Chesnais and Valette (2015)) et au niveau international (1.02; Phomsoupha and Laffaye (2014a)). Ceci induit donc une mobilisation musculaire plus importante par points concernant les frappes. Ceci pourrait être un des éléments qui explique la baisse de densité avec l'augmentation de niveau du à un temps de repos proportionnellement plus important. Encore une fois il s'agit d'une piste de réflexion qui mériterait d'être approfondie par des études complémentaires.

6.2 Charges internes

6.2.1 Objectif et hypothèse

Notre objectif concernant les charges internes était de mesurer :

- La lactatémie
- La RPE
- La fréquence cardiaque

Nous avons répondu à cet objectif en exprimant ces charges tout d'abord d'un point de vue global (Voir tableau 5.7 et figure 5.8) puis en les exprimant par sets (Voir figures 5.9 et 5.10).

Comme pour les charges externes, compte tenu du caractère pionnier de l'étude sur ce niveau de joueur, nous n'avons pas émis d'hypothèse qui nous paraissait pertinente.

6.2.2 Fréquence Cardiaque

La Fc moyenne mesurée ($171,20\text{bpm}\pm 19,89$) pour les joueurs départementaux est inférieure à la Fc moyenne rapportée en moyenne pour des joueurs élités (194bpm) et de léger moindre niveau (188bpm) corroborant l'augmentation de la Fc avec le niveau de jeu hypothétisée par (Docherty, 1982) et (Phomsoupha and Laffaye, 2014a).

Les valeurs pics de Fc mesurées sont très élevées ($193,78\text{bpm}\pm 8,95$) mais congruentes avec celles mesurées à plus haut niveau c'est à dire en moyenne 191 bpm (Phomsoupha and Laffaye (2014a))

Les participants passaient 68,9% du temps à une intensité supérieure à 90% et 16% à entre 80 et 90% du temps de leur fréquence cardiaque maximale théorique soit à des intensités relativement similaires à celles rapportées par Lees (2003). Néanmoins, les FC pics mesurées étaient supérieures au Fc maximales théoriques calculée à partir de la formule de Gellish et al. (2007) sur 6 de nos 7 participants. N'ayant pas pu réaliser de test triangulaire afin de déterminer les fréquences maximales réelles de nos participants, il est probable que les Fc cardiaque maximales des sujets aient été sous estimées. Alors, nous aurions surestimé les temps passé à hautes intensités de fréquence cardiaque maximale.

En définitive, le badminton au niveau départemental sollicite intensément le système cardiovasculaire.

6.2.3 Lactatémie

Les valeurs pics de lactatémie trouvées ($18,8 \text{ mmol.L}^1$) sont supérieures aux valeurs de lactatémie rapportées par toutes les études sur le badminton en match réel et simulé. En effet celles-ci se situent entre 2,2 et $12,2 \text{ mmol.L}^1$ (Manrique (2003); Faude et al. (2007); Chen and Chen (2008) Lees (2003) citant Hughes (1995); Majumdar et al. (1997); Fernandez-Fernandez et al. (2013)). La lactatémie moyenne mesurée ($7,65 \text{ mmol.L}^1$) est également supérieure à la moyenne rapportée dans la méta-analyse de Phomsoupha and Laffaye ($4,4 \text{ mmol.L}^1$).

Néanmoins, les méthodologies de prélèvement du lactate sont différentes en fonction des études. Les mesures de lactate étaient prélevées au repos, à la fin du match, et à 1-3-5 et 10 minutes après la fin du match (Manrique (2003); Faude et al. (2007); Chen and Chen (2008); Lees (2003); Majumdar et al. (1997)) dans la plupart des études. Fernandez-Fernandez et al. ont une méthodologie proche de la notre en mesurant la lactatémie à 11-15-21 points du premier set, 5-11-17-21 points du second set et 11-17 et 21 points du 3ème set. Néanmoins, les valeurs pics n'étaient pas précisées mais seulement indiquées à plus de 10 mmol.L^1 et les valeurs moyennes étaient plus faibles ($3,2 \pm 1,8 \text{ .L}^1$). En tout état de cause, les hautes valeurs de lactatémie mesurées très significativement supérieures à celles de l'échauffement plaident pour une mobilisation importante du métabolisme anaérobie lactique ((Costill et al., 2013)). Néanmoins, il convient de nuancer les mesures de lactatémie mesurées qui reflètent la concentration à la fin du set mais ne présage pas de la concentration en lactate au cours même du jeu. Ainsi, le pic de lactaémie est attendu pendant le jeu même (Phomsoupha and Laffaye (2014a)).

6.2.4 RPE

Deux recherches ont mesurées l'effort perçu à l'aide de la Rate of Perceived Exertion (ou échelle de Borg) au badminton : l'étude de Fernandez-Fernandez et al. a effectué les mesures de RPE au 11ème, 15ème, et 21ème du premier et troisième match et après le 5ème, 11ème, 17ème et 21ème du

second match tandis que le mémoire de Chesnais and Valette au 11ème et 21ème point de chaque set pour le type de scoring que nous utilisons. Ces méthodologies proches ont trouvé des RPE moyennes proches de celle que nous avons mesurées ($14,04 \pm 1,79$). Ainsi Chesnais and Valette (2015) trouvent des RPE "entre 14 et 15" pour des jeunes joueurs de niveau régional et (Fernandez-Fernandez et al., 2013) trouvent une moyenne de $14,4 \pm 1,8$ pour des badistes de 19 ans ou moins de niveau international. A ces trois niveaux l'effort perçu peut donc être qualifié en moyenne entre "ni léger, ni dur" et "dur". Néanmoins les pics de RPE à 19 indiquent un effort perçu pouvant aller pour certaines phases de jeu jusqu'à "très très dur".

La corrélation significative entre la lactatémie et la RPE plaide pour la validité de ce dernier outils pour le badminton. Néanmoins en raison de notre technique d'enregistrement de donnée, nous n'avons pas testé la corrélation entre la Fc et la RPE pour conforter cette affirmation.

6.3 Limites des résultats

Notons que les populations comparées n'ont pas forcément le même âge. Les joueurs régionaux étudiés par Chesnais and Valette ont en moyenne 14.6 ans. Il n'y a pas de référence explicite à l'âge des joueurs internationaux pris dans l'article de revue de Phomsoupha et Laffaye. En outre, l'article de revue de Phomsoupha and Laffaye mélange des études réalisées avec l'ancien scoring (Avant 2006 : 2 sets gagnants de 15 points pour les hommes avec points uniquement marqués sur son service) et l'actuel scoring (2 sets gagnants de 21 points avec chaque échange qui donne lieu à une modification du score). Or le type de scoring a un impact sur les charges externes (Chesnais and Valette (2015)). On ne peut donc pas réellement affirmer que les différences observées soient entièrement dues aux classements et non à un effet d'âge ou du scoring.

C'est pourquoi la présente étude n'avait pas pour vocation d'être comparative mais de dresser un état des lieux du profil typique du joueur D7 et d'ouvrir ainsi des pistes de réflexions pour des futures études comparatives.

Certaines données de la charge externes sont à nuancer. En effet, le temps de jeu total, n'a pu être mesuré seulement sur 5 matchs. Nous avons eu sur 2 matchs un problème d'enregistrement vidéos qui a conduit à la perte d'un demi set (début du 2ème set jusqu'à la pause à 11 points) pour un match et à la perte de deux demi set (de la pause à 11 points jusqu'à la fin du 1er set et du début du 2ème set jusqu'à la pause de 11 points) pour le second. Nous n'avons donc pas pu mesurer l'intégralité de ces deux matchs que nous avons donc exclus des temps de jeu effectifs. La moyenne de ce paramètre, en s'appuyant sur un effectif faible (5 matchs) et en ayant un fort écart type ($\pm 8'19''$) est donc à nuancer. Il nous permet toutefois d'esquisser une tendance qui serait à vérifier.

Cette perte partielle d'enregistrement peut également avoir des repercussions sur les autres données. Nous avons en effet eu moins de données enregistrées pour les 1ers set et pour les 2èmes set, que ce qu'il en était réellement. Toutefois, ici les repercussions semblent négligeables puisqu'elles ne concernent proportionnellement qu'un faible nombre de données. Ceci est surtout vrai pour les résultats globaux (N=575).

D'un point de vue des charges internes, il aurait été préférable de mesurer les fréquences cardiaques maximales réelles des participants afin de préciser l'intensité cardio-vasculaire du match. Les mesures de lactatémie trop espacées (eg : une fois par set) ne nous permettent pas de tracer la cinématique de la lactatémie au cours du match.

Enfin, d'un point de vue statistique il aurait été possible d'analyser les résultats plus finement avec des procédures statistiques permettant de lier mesures appariées et non appariées. Nous aurions ainsi perdu moins en puissance statistique qu'en moyennant les données par sujet et par set. Faute de temps nous ne l'avons pas fait.

6.4 Perspectives

Comme nous l'avons évoqué, cette études ouvre de nombreuses perspectives :

- Faire une analyse des charges externes par set pour les niveaux supérieurs afin d'étendre la comparaison entre les niveaux au delà de données globales
- Comparer sur une même durée de points l'influence de la dépense énergétique sur le temps de récupération en fonction des niveaux
- Comparer d'autres paramètres de la charge externe comme l'impact des fautes directes/ fautes provoquées/coups gagnants en fonction des niveaux
- Mener le même type d'étude avec un public féminin ou avec des joueurs de doubles puisque dans les deux cas les charges externes et internes relevées à haut-niveau diffèrent. (([Fernandez-Fernandez et al., 2013](#)); [Phomsoupha and Laffaye \(2014a\)](#))

Chapitre 7

conclusion

7.1 Analyse scientifique

Le simple homme sénior D7 constitue le meilleur niveau de la catégorie majoritairement représentée lorsque l'on croise les variables de sexe, d'âge et de niveau. Ainsi c'est le classement cible de nombreux badistes et, par extension, de leurs entraîneurs. Notre étude révèle que ce joueur D7 fait face à des charges externes telles que : un niveau de temps de jeu total de 32min 26 sec ($\pm 8'26''$), un temps de jeu effectif de 39.43 % ($\pm 11.52\%$), une densité de 0.73 (± 0.42), un nombre de frappe-s par point de 4.72 (± 3.17), un nombre de frappe-s par seconde de 0.81 (± 0.28) et une majeure partie des temps de jeu se déroulant entre 3 et 6 sec.

Concernant les charges internes le joueur D7 est caractérisé par une fréquence cardiaque moyenne de 171.21 bpm (± 19.89) avec des Fc pic moyennes de 193,78 ($\pm 8,95$) et 70% du temps passé entre 90-100% de Fc max théorique, une lactatémie de 7.65 (± 3.39), et une note d'effort perçu de 14.04 (± 1.79). La demande cardio-vasculaire est ainsi intense.

7.2 Applications pratiques

Ainsi en dressant le portrait des charges internes et externes auxquelles le badiste homme D7 doit faire face en compétition, on peut l'entraîner en conséquence. Ces données seront intéressantes dans le cadre de la préparation physique des joueurs de niveau départemental, niveau majoritaire et pourtant délaissé par les études antérieures. Nous espérons apporter ainsi un support scientifique pour les joueurs ou les entraîneurs qui veulent adapter leur entraînement physique conformément à l'effort qu'ils rencontreront en compétition. Ainsi nous espérons rendre plus efficient les programmes de préparation physique pour une majeure population du badminton français.

D'un point de vue technico-tactique il serait donc propice de mettre l'accent sur des schémas de jeu courts puisque la plupart des points se finissent en 4 échanges d'entre 3 et 9 secondes.

D'un point de vue énergétique, il peut être intéressant de préparer les joueurs à de hautes intensités de fréquence cardiaque ($>80\%F_{cmax}$). Un exercice intermittent reprennant les temps d'effort (3-9s) et de récupération (6-12s) pourrait permettre d'entraîner l'endurance spécifique du badiste. De même il apparaît pertinent de préparer les joueurs à supporter les fortes lactatémies 7.65 mmol.L⁻¹ (± 3.39) qu'engendrent un match de badminton à ce niveau. A cet égard, les shadows semblent induire des lactatémies supérieures que les multivolants ([Majumdar et al. \(1997\)](#)).

Bibliographie

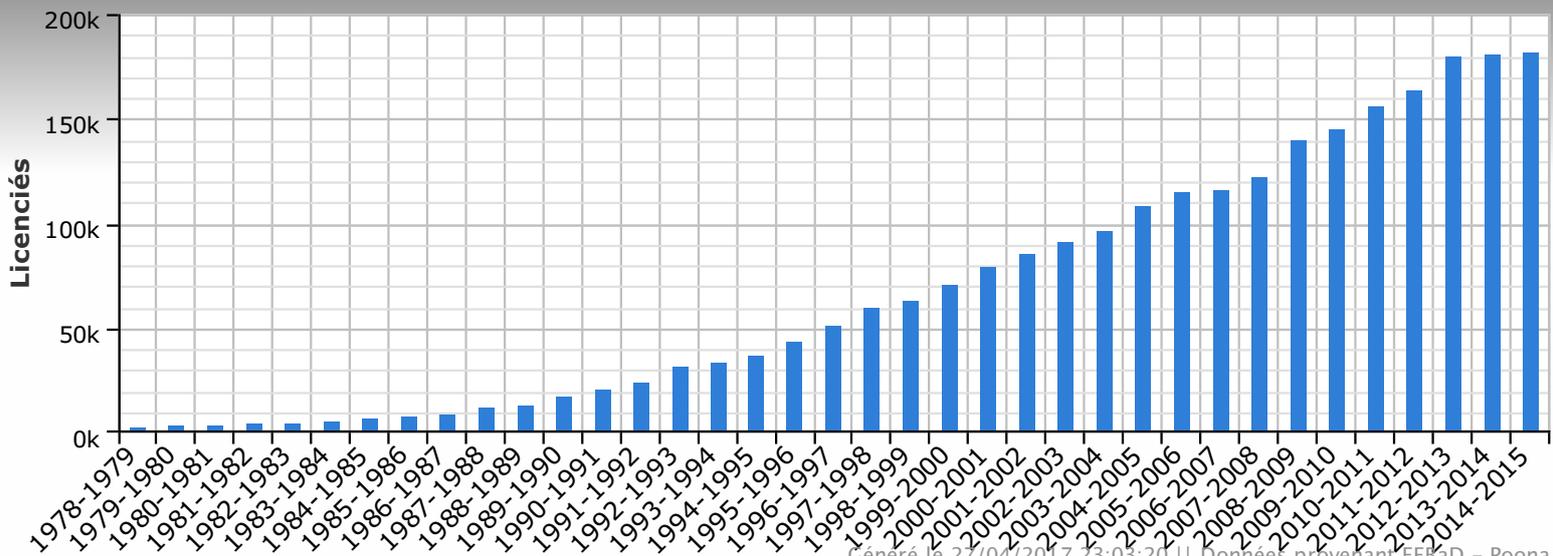
- Abian, P., Coso, J. D., Salinero, J. J., Gallo-Salazar, C., Areces, F., Ruiz-Vicente, D., Lara, B., Soriano, L., Muñoz, V., and Abian-Vicen, J. (2014). The ingestion of a caffeinated energy drink improves jump performance and activity patterns in elite badminton players. *Journal of Sports Sciences*, 33(10) :1042–1050.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5) :377381.
- Chen, H.-L. and 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 and Fitness*, 6 :34–43.
- Chesnais, N. and Valette, A. (2015). Analyse comparative de l'impact de différents scoring sur les charges internes et externes d'un joueur de simple en badminton. Master's thesis.
- Costill, D. L., Kenney, W. L., and Wilmore, J. H. (2013). *Physiologie du sport et de l'exercice*. PUF.
- Dieu, O. (2012). Expérience corporelle et sens du mouvement : matérialisation via l'actimétrie du « contexte altéré par l'action » dans l'évolution du joueur de badminton. *Staps*, 98(4) :49.
- Docherty, D. (1982). A comparison of heart rate responses in racquet games. *British Journal of Sports Medicine*, 16(2) :96–100.
- Faude, O., Meyer, T., Rosenberger, F., Fries, M., Huber, G., and Kindermann, W. (2007). Physiological characteristics of badminton match play. *European Journal of Applied Physiology*, 100(4) :479–485.
- Fernandez-Fernandez, J., de la Aleja Tellez, J. G., Moya-Ramon, M., Cabello-Manrique, D., and Mendez-Villanueva, A. (2013). Gender differences in game responses during badminton match play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(9) :2396–2404.
- Ferréol, A. G. G. (2014). Perception de l'effort : Application dans les domaines de l'Éducation physique, du sport et de la santé. page 14. laboratoire C3S (Culture, Sport, Santé, Société) rattaché à l'Université de Franche-Comté.
- Gellish, R. L., Goslin, B. R., Olson, R. E., McDonald, A., Russi, G. D., and Mougdil, V. K. (2007). Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, pages 822–829.
- Gros Lambert, A. and Ferréol, G. (2014). Perception de l'effort : Application dans les domaines de l'Éducation physique, du sport et de la santé. page 14. laboratoire C3S (Culture, Sport, Santé, Société) rattaché à l'Université de Franche-Comté.
- Hernando, D., Garatachea, N., Almeida, R., Casajús, J. A., and Bailón, R. (2016). Validation of heart rate monitor polar RS800 for heart rate variability analysis during exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, page 1.
- Lees, A. (2003). Science and the major racket sports : a review. *Journal of Sports Sciences*, 21(9) :707–732.

- Majumdar, P., Khanna, G. L., Malik, V., Sachdeva, S., Arif, M., and Mandal, M. (1997). Physiological analysis to quantify training load in badminton. *British Journal of Sports Medicine*, 31(4) :342–345.
- Manrique, D. C. (2003). Analysis of the characteristics of competitive badminton. *British Journal of Sports Medicine*, 37(1) :62–66.
- Pastene, J. (2002). Particularités physiologiques et cardiologiques du badminton. *Document FF-BaD*.
- Phomsoupha, M. and Laffaye, G. (2014a). The science of badminton : Game characteristics, anthropometry, physiology, visual fitness and biomechanics. *Sports Medicine*, 45(4) :473–495.
- Phomsoupha, M. and Laffaye, G. (2014b). Shuttlecock velocity during a smash stroke in badminton evolves linearly with skill level. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 17(sup1) :140–141.
- Pyne, D. B., Boston, T., Martin, D. T., and Logan, A. (2000). Evaluation of the lactate pro blood lactate analyser. *European Journal of Applied Physiology*, 82(1-2) :112–116.
- Shepard, R. J., VANDEWALLE, H., GIL, V., BOUHLEL, E., and MONOD, H. (1992). Respiratory, muscular, and overall perceptions of effort. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 24.
- Werchoschanski, J. W. (1992). *L'entraînement efficace*.

Annexe A

Évolution du nombre de licencié-e-s

Evolution du nombre de Licenciés Fédération Française de Badminton



Annexe B

Annonce de recrutement de sujets



Tu es un homme, sénior, joueur de simple et D7 ?

Qui sommes-nous ?

2 étudiants du département Science
du Sport et Education Physique de
l'ENS de Rennes

Quel est le but de notre recherche ?

Etablir un profil typique du joueur de
badminton majoritaire, pour doter
les entraîneurs d'une base
scientifique adaptée

Comment allons-nous procéder ?

Tu auras 2 matchs à faire.

Nous les filmerons pour établir des
statistiques sur le nombre de coups par
échanges, le temps des points etc.

Aux pauses nous prendrons juste une
goutte de sang pour mesurer une donnée
physiologique (lactatémie)



On a
besoin
de toi !

Viens
aider la
recherche

Et obtiens
des données
scientifiques
personnelles
sur ta
pratique

N'hésites pas à nous contacter (date limite le 15 février 2017)

Tel : Laurie 06 95 62 02 75 Ilyes : 06 58 31 38 48

**Email : laurie.dinier@ens-rennes.fr ou
ilyes.saoudi@ens-rennes.fr**

Annexe C

Document Ecrit d'Information et de Consentement



école
normale
supérieure

Document Ecrit d'Information et de Consentement (DEIC)

Ecole Normale Supérieure de Rennes

Mémoire de Recherche

« Charges internes et charges externes du badiste D7 »

Ilyes SAOUDI, Laurie DINIER

Lettre d'informations

I. Droit du sujet

Participation

Votre participation est volontaire, vous avez le droit de refuser de participer à cette étude ou de la quitter à tout moment sans avoir à vous justifier. Si vous décidez de quitter l'étude, les données collectées seront conservées et utilisées.

Communication

Tout au long de l'étude, vous pouvez solliciter les investigateurs afin d'obtenir communication des informations qu'ils détiennent vous concernant ou pour toutes informations complémentaires.

La prise de contact avec les investigateurs se fera soit de manière directe, soit de manière indirecte aux coordonnées suivantes :

Ilyes SAOUDI : tel 06 58 31 38 48

email : ilyes.saoudi@ens-rennes.fr

Laurie DINIER : tel 06 95 62 02 75

email : laurie.dinier@ens-rennes.fr

Données

Les données collectées serviront exclusivement dans le cadre de la recherche. Les résultats globaux et détaillés individuellement vous seront fournis à l'issue de l'étude.

II. Information sur la recherche

Contexte

Le recueil des données se fera au gymnase du COSEC de Saint Grégoire, avec l'accord de la direction du Flume Ille Badminton.

Objectif

Cette étude a pour objectif d'établir le profil type du joueur homme, sénior de niveau D7, en analysant les charges externes¹ et internes² qui lui sont associées. Ainsi, la base de données collectée servira de support scientifique pour adapter les entraînements.

¹ Charges externes : ici fréquence des frappes, temps de jeu effectif, temps de match total, densité de travail

² Charges internes : ici fréquence cardiaque (FC), lactatémie, et échelle de Borg

Intérêt

La recherche porte sur une population jamais étudiée à ce jour. Or les badistes de niveau départementaux sont les joueurs majoritaires en nombre et donc le public majeur rencontré par les entraîneurs.

Méthode

Le sujet jouera 2 matchs de badminton (un le samedi 4 mars et l'autre le dimanche 5 mars) conformément au règlement FFBad. Les matchs seront entièrement filmés. Nous recueillerons avant le match l'état de forme du sujet à l'aide d'un questionnaire. Entre les sets nous prélèverons le taux de lactate sanguin. A l'issue des matchs les sujets rempliront un questionnaire d'effort ressenti.

Durée

Le recueil des données s'effectuera sur 2 jours. Les sujets, divisés en 2 groupes, seront répartis sur 1 jour chacun.

Autre

La participation à cette recherche ne donne lieu à aucune indemnité financière.

Formulaire de consentement éclairé

Les investigateurs Ilyes SAOUDI et Laurie DINIER m'ont proposé de participer à leur mémoire de recherche intitulé «*Charges externes et charges internes : profit du badiste D7*» (nom susceptible d'être modifié).

J'ai été informé de l'objectif de cette recherche, de la façon dont elle va être réalisée et de ce que ma participation va impliquer pour moi. J'ai bien lu le document d'information (pages 1 à 3). J'ai obtenu les réponses aux questions que je me posais.

J'ai bien compris les contraintes qui seront les miennes durant ma participation à cette étude et je les accepte. J'ai bien été informé que ma participation à cette étude durera 1 jours.

J'ai bien noté les coordonnées d'Ilyes et Laurie que je pourrais contacter à n'importe quel moment.

Si je le souhaite, je serai informé des résultats globaux de l'étude. Je suis parfaitement conscient que je peux à tout moment retirer mon consentement à ma participation à cette recherche, et cela quelles que soient mes raisons et sans encourir aucune responsabilité ni aucun préjudice. En cas de retrait de mon consentement, les données personnelles collectées me concernant pourront être utilisées pour l'étude.

J'ai été informé que dans le cadre du mémoire de recherche auquel je participe, un traitement de mes données personnelles va être mis en œuvre pour permettre d'analyser les résultats au regard de l'objectif de cette dernière qui m'a été présenté.

Nom :

Prénom :

J'accepte librement et volontairement de participer à ce mémoire de recherche. Je conserverai un exemplaire de la lettre d'information et du formulaire de consentement dûment complété et signée.

Signature :

Date :

Table des matières

0.1 Remerciement	1
Liste des symboles	2
1 Introduction	3
2 Cadrage théorique	4
2.1 Charges Externes et Internes en Badminton	4
2.1.1 Charges Externes	4
2.1.2 Charges Internes	5
2.2 Limites de la littérature	6
3 Problématique et objectif	7
4 Matériel et Méthode	8
4.1 Conception de l'étude	8
4.2 Population	8
4.3 Protocole	8
4.3.1 Déroulement global	8
4.3.2 Déroulement du match	9
4.4 Mesures et matériel	9
4.4.1 Fréquence cardiaque	9
4.4.2 Lactatémie	9
4.4.3 RPE	9
4.4.4 Analyse vidéo	10
4.4.5 Analyse statistique	10
5 Résultats	11
5.1 Charges externes, analyse vidéo	11
5.1.1 Résultats globaux	11
5.1.2 Temps de jeu et temps de repos	12
5.1.3 Densité	13
5.2 Charges internes	14
5.2.1 Résultats globaux	14
5.2.2 Fréquence Cardiaque	14
5.2.3 Lactatémie	15
5.2.4 RPE	16
5.2.5 Association entre les variables	16
6 Discussion	17
6.1 Charges externes	17
6.1.1 Objectifs et hypothèse	17
6.1.2 Charges externes temporelles et densité	17
6.1.3 Charges externes relatives aux frappes	18
6.2 Charges internes	18
6.2.1 Objectif et hypothèse	18
6.2.2 Fréquence Cardiaque	19
6.2.3 Lactatémie	19

6.2.4	RPE	19
6.3	Limites des résultats	20
6.4	Perspectives	20
7	conclusion	22
7.1	Analyse scientifique	22
7.2	Applications pratiques	22
A	Évolution du nombre de licencié-e-s	25
B	Annonce de recrutement de sujets	27
C	Document Ecrit d'Information et de Consentement	29



école
normale
supérieure

Charges internes et charges externes : profil typique du badiste D7

Mieux le connaître pour mieux l'entraîner

Résumé

Contexte - Le profil de badiste majoritaire est un homme, sénior de niveau départemental. Afin d'adapter les entraînements, il serait intéressant de connaître son activité en match. Pourtant il est absent des recherches.

Objectifs - Cette étude a pour but de dresser les charges externes et internes du badiste majoritaire.

Méthodes - L'étude a été conduite sur 7 joueurs séniors de niveau D7. Chaque joueur a réalisé 2 matchs. Ceux-ci ont été filmés et analysés pour déterminer les charges externes. La fréquence cardiaque, la lactatémie et la RPE ont été mesurés pour déterminer les charges internes.

Résultats - L'analyse des charges externes a montré que le temps de jeu total est de 32min 26 sec ($\pm 8'26''$), le temps de jeu effectif de 39.43 % ($\pm 11.52\%$), la densité de 0.73 (± 0.42), le nombre de frappe-s par point de 4.72 (± 3.17), le nombre de frappe-s par seconde de 0.81 (± 0.28) et la majeure partie des temps de jeu se déroulait entre 3 et 6s pour des temps de récupération entre 6 et 12s.

L'étude des charges internes a fait ressortir que la fréquence cardiaque moyenne est de 171.21 bpm (± 19.89) avec une fréquence cardiaque pic moyenne de 193,78bpm ($\pm 8,95$) et 70% du temps passé entre 90-100% de Fc max théorique. La lactatémie moyenne était de 7.65 mmol.L⁻¹ (± 3.39), et la note d'effort perçu de 14.04 (± 1.79).

Conclusion - Les données recueillies permettent de dégager des axes intéressants pour l'entraînement des joueurs départementaux. D'un point de vue technico-tactique privilégier les schémas de jeu courts. D'un point de vue énergétique préparer les joueurs à supporter de fortes lactatémies et l'importante demande cardio-vasculaire. Cette étude ouvre des pistes de réflexion pour des études comparatives ultérieures.

Mots-clés : Sport de raquette, physiologie, structure temporelle, niveau départemental

Abstract

Context - The majoritarian French badminton player is a male between 18 and 35 years old playing competition in departmental. Trainers may be interested to get insights about his match activity. Yet, nothing has been done about him in the scientific literature.

Objectives - The goal was to assess the internal and external training load of male departmental badminton match play.

Methods - 7 players ranked D7 each played 2 matches. Matches were recorded and analyzed to assess external training load. Internal training load was assessed by measuring heart rate, blood lactate concentration and RPE.

Résultats - Analysis of external load reveals that total duration of match was 32min26s ($\pm 8'26''$). Effective playing time, work density, mean shot played per rally and per second were respectively 39.43 % ($\pm 11.52\%$), 0.73 (± 0.42), 4.72 (± 3.17) and 0.81 (± 0.28). Most rally lasted between 3 and 6 seconds and most rest duration lasted between 6 and 12 seconds. Analysis of internal load shows that mean heart rate was 71.21 bpm (± 19.89) with mean peaks of 193,78 ($\pm 8,95$). 70% of the time, players were above 90% theoretical maximal heart rate. Mean blood lactate concentration and RPE were 7.65 mmol.L⁻¹ (± 3.39) and 14.04 (± 1.79) respectively.

Conclusion - Data collected here provide new insights into training departmental male players. Tactically and technically it might be interesting to put the emphasis on short duration exercises. Preparing players to endure high blood lactate concentration and heart rate might also be useful to perform in competition. This study open up new avenue of research for subsequent comparative studies.

Key-words : Racket sport, physiology, , temporal structure, departmental level