

Année universitaire 2022-2023

Master 1^{ère} année

*Master STAPS mention : Entraînement et Optimisation de la Performance
Sportive*

Parcours : Préparation du sportif : aspects physiques, nutritionnels et mentaux

MEMOIRE

TITRE : Influence du port de gilet lesté sur les caractéristiques
des efforts lors d'un jeu réduit et la fatigue musculaire

Par : **Lucas Peltier**

Sous la direction de : **François-Xavier Gamelin**

Soutenu à la Faculté des Sciences du Sport et
De l'Éducation Physique le :

« La Faculté des Sciences du Sport et de l'Éducation Physique n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les mémoires ; celles-ci sont propres à leurs auteurs. »

Remerciements

Je remercie tout d'abord l'Université de Lille par le biais de son président M. Régis Bordet de m'avoir permis de réaliser ce stage dans le cadre de mon projet universitaire et professionnel. Je remercie également la FFSEP et sa doyenne Mme. Murielle Garcin ainsi que mon directeur de mémoire Mr François-Xavier Gamelin qui, de par sa qualité de chercheur, m'a conseillé et accompagné activement tout le long de ce mémoire.

Je remercie également l'association sportive du Lille Olympique Sporting Club et son président Patrick Robert de m'avoir fait confiance cette année. Je remercie fortement Caroline La Villa, responsable de la formation du LOSC féminine et entraîneuse des U19 féminine du LOSC, pour son professionnalisme, son expertise et son accompagnement durant tout le long de mon stage et de la réalisation du protocole.

Je remercie également Yanis Ould Bouamama, Lucas Kiebbe et Cyril Fouquart qui m'ont conseillé tout le long de la réalisation de mon mémoire.

Je remercie également le groupe U19F du LOSC qui a réalisé avec une concentration et un investissement sans faille qui a permis un bon traitement des données.

Enfin, je remercie ma famille, mes parents, mon frère et ma sœur pour leur soutien et leur enthousiasme dans ce projet.

<i>Master STAPS mention : Entraînement et Optimisation de la Performance Sportive</i>	1
Glossaire	6
Introduction	7
1. Revue de littérature	9
1.1 Les jeux réduits	9
1.1.1 Définition	9
1.1.2 Les différents paramètres d'un SSG	9
1.1.2.1 Le nombre de joueur/se d'un SSG	9
1.1.2.2 La taille du SSG	10
1.1.2.3 La durée du SSG	11
1.2 Port de charge et gilet lesté	12
1.2.1 Définition	12
1.2.2 L'influence d'un port de charge en saut	12
1.2.3 L'influence d'un port de charge sur la vitesse	14
2. Problématique, objectifs et hypothèse	15
2.1 Problématique	15
2.2 Objectifs	15
2.3 Hypothèses	15
3. Le stage	16
3.1 Milieu professionnel	16
3.2 Sujets	16
3.3 Matériels et techniques de mesure	17
3.4 Protocole	17
3.5 Analyse statistique	20
3.6 Résultats	20
3.7 Discussions	26
3.8 Conclusions et Perspectives	27
Références bibliographiques	29
Résumé et mots clés en français :	33

Glossaire

SSG = Small Sided Game = jeux réduits

WV = Weighted Vest = gilet lesté

CMJ = Counter Movement Jump

SJ = Squat Jump

PDC = Poids De Corps

RSA = Répétitions de sprints

FC = Fréquence Cardiaque

%FCmax = Pourcentage de Fréquence Cardiaque Maximale

LOSC = Lille Olympique Sporting Club

U17 = Under 17 = moins de 17 ans

U19 = Under 19 = moins de 19 ans

U19F = Under 19 Féminine = moins de 19 ans féminin

U8 = Under 8 = moins de 8 ans

U13 = Under 13 = moins de 13 ans

U15 = Under 15 = moins de 15 ans

R1 = Régionale 1

LFP = Ligue de Football Professionnel

MEL = Métropole Européenne de Lille

Hz = Hertz

RPE = Rate of Perceived effort = Niveau d'effort perçu

Introduction

« Le football se définit comme un affrontement collectif qui oppose deux équipes dans un espace interpénétré, en vue de s'approcher d'un but protégé par des joueurs de champ et un gardien de but seul habilité à se servir des mains pour manipuler le ballon. Le ballon est joué avec le pied, la tête, toute surface de contact autre que le bras. Les contacts sont réglementés par les lois du jeu » d'après E.Mombaerts (1999). Un terrain de football est délimité par des lignes continues, celui-ci possède une longueur comprise entre 90 et 120 mètres et une largeur entre 45 et 90 mètres. Le temps d'un match est de 90 minutes, coupé en deux mi-temps de 45 minutes et se joue à 11 contre 11.

Les paramètres de temps, de distance et de nombre de joueurs augmentent au fur et à mesure de l'âge pour rester cohérent sur les capacités physiques des enfants. C'est à partir de la catégorie U16 que l'on utilise les paramètres officiels du jeu à 11.

On relève également les propos de Gréhaigne qui définit le football comme « un affrontement pour la possession d'un ballon, entre 2 équipes identifiées, finalisé par l'atteinte des cibles qui détermine le gain du match » en 2009. Cette définition identifie bien l'intérêt de posséder la balle sur un temps conséquent lors d'un match.

Le football est complexe dans sa réalisation, cela demande de maîtriser un grand nombre de gestes techniques, tout en maintenant un niveau de forme physique, avec de grandes distances parcourues (Cazorla et al, 2016), et un niveau de concentration opérationnel.

Les lois du jeu qui réglementent le football selon Mombaerts (1999) ont été codifiées en Angleterre en 1863 par la Football Association (FA), et il est dirigé par la FIFA au niveau international.

C'est un sport qui rassemble énormément comme le montre l'audience de la finale de la coupe du monde 2022 au Qatar, qui a battu un record de téléspectateurs en France à hauteur de 24 millions.

Les pays émergents en Europe sont l'Angleterre, l'Espagne, la France ou encore l'Allemagne. C'est un sport très nettement dominé par la gent masculine, avec des moyens financiers extrêmement conséquents et une longévité beaucoup plus grande que pour le football féminin.

Cependant, le football féminin se développe d'année en année, notamment grâce à la lutte pour l'égalité homme-femme mais aussi grâce aux clubs professionnels masculins qui investissent pour obtenir une équipe féminine en parallèle.

Il y a des facteurs modifiables tels que les capacités techniques (maîtrise du ballon), les capacités physiques (force, vitesse, détente, accélération, motricité), les capacités tactiques ainsi que les capacités mentales (motivation, confiance en soi), et des facteurs non modifiables (âge, sexe, taille). Les capacités physiques prennent une place de plus en plus importante dans le développement du joueur, on peut donc s'interroger sur l'impact de l'amélioration de ces qualités sur la performance sportive. Cependant, le travail physique intégré est de plus en plus favorisé pour allier l'aspect technico-tactique et l'aspect physique.

Le football est un sport d'équipe qui va demander des contraintes physiques répétées comme des sauts et des actions intermittentes à haute intensité, la performance qui va dépendre de ses paramètres mais également de paramètres techniques, tactiques et mentaux.

Dans le football moderne, les entraînements et échauffements d'avant-match sont orientés principalement vers du travail physique intégré, avec notamment des jeux réduits (SSG) pour travailler la capacité aérobie et également la répétition de courses à moyenne et haute intensité. Ces SSG sont devenus une pratique très répandue avec des ouvrages complets sur les différentes variantes (Wein, 2020).

Ces jeux réduits sont donc utilisés en avant-match, mais également à l'entraînement en échauffement avant un jeu d'une surface supérieure, d'après les suggestions de la FFF en formation. Le port de charge est une pratique répandue sur des protocoles d'amélioration des performances en sauts (Makaruk et al., 2010 ; Kawamori et al., 2004), mais pas encore observé lors de leurs intégrations à un jeu réduit.

1.Revue de littérature

1.1 Les jeux réduits

1.1.1 Définition

Le jeu réduit (SSG) est une méthode d'entraînement qui permet d'optimiser le temps d'entraînement en répondant aux exigences d'un match officiel au niveau physique, tactique et technique. Cette méthode permet un grand nombre de variations selon le nombre de joueurs, la taille du terrain, la présence de cibles ou non, les règles mises en place par l'entraîneur.

Ce type d'exercice est très répandu aujourd'hui, et de nombreuses études se sont penchées sur les effets physiques, techniques et tactiques de ce procédé. (Fernandez-Espinola, 2020 ; Riboli et al., 2021 ; Nayiroglu et al., 2022).

Hill et Haas (2011) ont défini les SSG comme des exercices ludiques créant des déplacements rapides se rapprochant d'un match classique de football. L'étude de Fernandez-Espinola en 2020 nous permet de savoir les avantages et inconvénients de chacun des changements de données tels que le nombre de joueurs qui influent sur le nombre de passes et de dribbles.

1.1.2 Les différents paramètres d'un SSG

1.1.2.1 Le nombre de joueur/se d'un SSG

Le nombre de joueur est une des caractéristiques les plus variables des SSG, allant d'une opposition en 3v3 jusqu'à 7v7. Au-delà on considère que c'est une situation de match, car le 8v8 est autorisé en match officiel.

Le nombre de joueur est un paramètre qui influe sur la Fréquence cardiaque (FC) et le pourcentage de Fréquence cardiaque maximale (%FCmax) (Aroso et al., 2004).

Ainsi l'augmentation du nombre de joueurs sur le terrain réduit les moyennes en FC (Hill-Haas et al., 2009).

L'étude de Abrantes en 2012, étudie l'efficacité du 3v3 et du 4v4 sur les réponses de la FC, de la Rate of Perceived effort (RPE) et l'exécution technique des joueurs. Le 3v3 est le système

qui se rapproche le plus des conditions de match au niveau de la FC. C'est également le 3v3 qui a donné la RPE la plus élevée, celle qui se rapproche le plus de celle donnée en match. L'ensemble des études montrent qu'au moins il y a de joueurs, au plus les joueurs vont réaliser des courses à moyenne et haute intensité et avoir un %FCmax qui se rapproche d'un match (Aguiar, 2012).

L'étude Owen en 2004 étudie les variations physiologiques et techniques en fonction du nombre de joueur. Lors d'un SSG, à chaque fois qu'un joueur était rajouté, le nombre d'actions techniques globales augmentaient. Cependant le nombre d'actions techniques par joueur diminuait. On explique cela par le nombre de solutions plus élevé pour le joueur qui possède le ballon. L'étude montre également que les SSG en 3v3 produisent des FC moyennes semblable au 11v11 par rapport au 1v1, 2v2, 4v4, 5v5.

Les 1v1 et 2v2 obtiennent des FC moyennes supérieures à celle retrouvée en match à 11.

Les 4v4 et 5v5 obtiennent des FC moyennes inférieures environ à 20 battements / min que les oppositions en 11v11.

En conclusion, le nombre de joueur lors d'un jeu réduit qui se rapproche le plus de la réalité de la compétition est le 3v3.

1.1.2.2 La taille du SSG

La taille va dépendre du nombre de joueurs choisis, du niveau des joueurs (Dellal et al., 2011), du travail recherché (aérobie ou anaérobie par exemple).

Les dimensions du terrain peuvent varier. Si elles augmentent, les courses à haute intensité sont plus nombreuses (Santos, 2021). La distance totale parcourue augmente également en même temps que la taille du SSG.

D'après l'étude Santos (2021), des différences significatives se créent entre les différentes dimensions possibles à partir de 10 mètres d'écart au-dessus de 16 ans.

Une étude a comparé les différentes possibilités de dimension d'un terrain (Owen, 2004), il a utilisé trois dimensions différentes (SMALL, MEDIUM, LARGE) pour cinq affrontements différents (1v1, 2v2, 3v3, 4v4, 5v5).

Il est conclu sur le plan physiologique, que la FC augmentait progressivement en même temps que l'augmentation de la taille du terrain. L'agrandissement de la taille du terrain n'a eu aucun impact sur le nombre d'actions techniques effectués par les joueurs. C'est la taille du terrain 25x30m sur le 3v3 (choix du nombre de joueurs pour notre étude) où la FC est la plus similaire par rapport au 11v11.

1.1.2.3 La durée du SSG

Plusieurs études se sont intéressées à l'influence du nombre de joueur (Aguiar, 2012), de la distance du terrain (Owen, 2004) mais peu d'études ont vérifié l'effet de la durée des SSG.

Les différentes possibilités sont : de réaliser le jeu en un seul temps plein, ou de le diviser en plusieurs séquences.

Si on l'on divise 20 minutes de temps de jeu d'un SSG en 4x5 minutes, la distance totale, et le nombre de course à haute intensité sera plus élevé (Alcantara, 2021). Une durée courte(4x5min) est donc plus contraignante physiologiquement qu'une durée moyenne (2x10min) ou longue (20 min).

Il existe également une différence d'intensité entre une période de 2 minutes et une période de 6 minutes. En effet, il y a une diminution de l'intensité pour la durée plus longue. Il y a une légère augmentation également de la FC entre une période courte de 2 minutes et une période moyenne de 4 minutes, mais qui n'est pas significative. (Fanchini, 2011)

1.2 Port de charge et gilet lesté

1.2.1 Définition

Le travail avec charge externe est une méthode largement répandue et étudiée depuis plusieurs années (Cook et al., 1987 ; Kawamori et al., 2004 ; Helberg et al., 2010), et encore utilisé aujourd'hui (Gaffney et al., 2021), de par les matériaux relativement simple et variés pour pouvoir travailler sous différentes méthodes comme une poulie (Vuk et al., 2012) ou un gilet lesté (Makaruk et al., 2010). Le travail avec charge est utilisé pour travailler toute la chaîne inférieure sur différentes qualités physiques comme la vitesse, la détente.

On définit un entraînement avec charge externe comme tout exercice provoquant la contraction des muscles avec une résistance externe avec comme objectif d'augmenter les paramètres force, endurance, endurance musculaire, explosivité, etc. (Evo, 2023).

Cette résistance peut provenir d'haltères, de machines, de disques ou des gilets lestés.

Un gilet lesté permet de s'entraîner en augmentant son poids de corps (PDC) de façon artificielle. Cet outil permet de rajouter une charge externe sur soi tout en gardant la liberté de mouvement des membres inférieurs et supérieurs.

1.2.2 L'influence d'un port de charge en saut

D'après une étude de Makaruk et al., (2010) où il examine les effets d'une charge supplémentaire avec un gilet lesté (5% du PDC) sur la puissance d'un drop jump avec une charge et sans charge, ses résultats montrent qu'il n'y a pas de bénéfices par rapport au groupe qui travaille sans charge sur une durée de 8 semaines d'entraînement en pliométrie.

Ça conclut donc que sur un travail pliométrique, l'ajout d'une charge supplémentaire ne semble pas nécessaire, car les bénéfices au niveau puissance sont équivalents. De plus, la vitesse de mouvement est moins élevée au niveau du groupe avec charge. (Makaruk et al. 2010).

Cependant, le paramètre force est lui amélioré d'après la relation de Sayers et al.,

Force = puissance/vitesse. Un entraînement avec gilet lesté serait donc plus approprié sur des sports qui subissent une résistance comme le lancer de poids, plutôt que les sports collectifs comme le football, car la charge est directement reliée à l'activité.

L'utilisation d'un gilet lesté lors d'un échauffement dynamique a également été pensé et testé afin d'en tirer des conclusions (Reiman et al., 2010). On apprend donc qu'un échauffement dynamique avec une charge de 5% de PDC n'exerce aucune influence significative sur la performance au test de Margaria-Kalamen.

Ce test est utilisé pour mesurer la puissance anaérobie (Davies, 2003).

Il existe une différence entre les deux sauts les plus utilisés lors de protocoles, le squat jump (SJ) et le Counter Movement jump (CMJ).

Le SJ s'effectue à partir d'une position fixe. Une amélioration apparaît avec comme liens principaux une augmentation de la force et de la puissance des extenseurs de la jambe. Contrairement aux sauts verticaux dits naturels comme le CMJ, le facteur cinétique prend une place importante dans la performance (Markovic, 2013).

Les études sur l'influence d'un port de charge sur les performances en saut varient selon les résultats. Soit certains voient une amélioration significative sur les résultats en saut (Markovic, 2013) mais d'autres obtiennent des données sans changement significatifs ou parfois même des résultats plus concluants avec d'autres méthodes qu'une charge externe (Makaruk et al, 2010).

L'ensemble des études citées ici ont été réalisées avec des protocoles s'étalant sur plusieurs semaines. Cela ne nous montre donc pas l'effet immédiat que cela peut causer comme notre protocole. Cependant ces informations sont extrêmement importantes pour nous permettre de prévoir certains résultats.

1.2.3 L'influence d'un port de charge sur la vitesse

Le port de charge pendant un exercice de vitesse pourrait être considéré comme dangereux pour le système articulaire et musculaire, en augmentant le risques de blessure. Ce paramètre a été contrôlé pour connaître le risque de port d'une charge, et il a été démontré qu'il y avait certes une augmentation du stress chronique, mais que la démarche biomécanique reste identique sur deux courses avec et sans charge (Gaffney et al, 2021). Cette information est précieuse pour nous assurer que notre protocole ne met pas en danger les athlètes.

L'étude de Rey (2017) a démontré qu'un protocole de 6 semaines en sprint avec et sans charges améliorait les performances sur tous les paramètres tels que la répétition de sprints (RSA), sur le meilleur temps et le temps moyen.

Concernant le groupe qui travaille avec une charge externe, celle-ci sera utilisé de manière différente. La moitié du groupe charge a réalisé le protocole avec des gilets lestés, et l'autre partie du groupe charge à l'aide de traîneau lesté.

Il conclut que le gilet lesté est plus efficace sur un travail vertical et le traîneau sur un travail horizontal. Les résultats sont significatifs pour le groupe avec charge avec une amélioration de la vitesse, de l'accélération et de RSA. Mais il n'existe pas de différence significative avec le groupe qui a travaillé sans charge. On en conclut que, si notre objectif principal est d'améliorer sa capacité au sprint, il n'est pas nécessaire de charger les athlètes selon cette étude.

Le port de gilet lesté lors d'entraînements peut avoir d'autres bienfaits. Une charge supplémentaire lors d'exercices de course améliore l'équilibre et stimule la contraction musculaire et la formation osseuse (Roghani, 2013).

2. Problématique, objectifs et hypothèse

2.1 Problématique

Après la consultation et l'analyse de plusieurs articles, il ne semble pas exister d'études vérifiant l'influence du port d'un gilet lesté pendant les jeux réduits. Nous avons vu cependant concernant la charge externe, que son intérêt est souvent remis en cause (Makaruk et al., 2010 ; Gaffney et al., 2021) et que d'autres méthodes sont montrées étant plus adaptées comme le travail de vitesse sans charge (Rey, 2017).

Les jeux réduits sont des méthodes d'entraînement qui permettent de se rapprocher le plus du jeu à 11 au niveau physiologique (Owen, 2004) et au niveau des distances parcouru (Santos, 2021).

On peut donc s'interroger sur l'intérêt du port d'un gilet lesté lors de jeux réduits au niveau de plusieurs paramètres comme la FCmax, %FCmax, la distance totale parcourue, les distances parcourues dans les différentes zones de vitesse ou encore sur les performances en sauts.

2.2 Objectifs

Le premier objectif de cette étude sera de déterminer si une charge externe lors d'un SSG permettra d'améliorer les qualités de vitesse et d'explosivité en comparaison avec un SSG sans charge externe.

Le deuxième objectif sera de voir l'influence de la charge externe lors d'un SSG sur la distance totale parcourue, ainsi que la distance de course à moyenne et haute intensité (zone de vitesse 3 et 4 défini par le GPS : 10 à 16km/H et >16km/H).

2.3 Hypothèses

Nous émettons l'hypothèse H0 que la charge externe réduirait la distance totale parcourue pendant le SSG en raison de la demande d'énergie aérobie, mais que la course à haute intensité serait préservée.

Nous formulons également l'hypothèse H1 que les résultats donnés par le CMJ et le SJ se seront améliorés après un SSG avec une charge externe, mais que le test vitesse sur 20 mètres n'aura pas d'amélioration dû à la fatigue neuromusculaire.

3. Le stage

3.1 Milieu professionnel

Le stage se réalise dans le club de football du Lille Olympique Sporting Club (LOSC) au sein de leur association, créée en 1944 à la suite d'une affiliation ente l'Olympique Lillois et le Racing Club Fivois.

Le club compte 534 licenciés, ses équipes U17, U19, U19F jouent dans les championnats nationaux jeunes, toutes les catégories garçons de U14 à U16 jouent en R1 dans la Ligue de Football des Hauts-de-France, et les catégories U8 à U13 jouent en niveau 1 au sein du District de Football des Hauts-de-France.

Les équipes U8 à U15 féminines jouent dans les championnats garçons au niveau district. L'équipe première joue au plus haut niveau national, au sein de la LFP.

Le président du club se nomme Olivier Létang, en poste depuis 2020. Leur lieu d'entraînement se trouve dans la ville de Camphin-en-Pévèle et se nomme le Domaine de Luchin. Les matchs de l'équipe masculine se jouent au Stade Pierre Mauroy à Villeneuve d'Ascq et ceux de l'équipe féminine au Stadium MEL à Villeneuve d'Ascq également.

3.2 Sujets

Les participants de cette étude sont les joueuses de la catégorie U19 Féminine du LOSC qui évoluent dans le championnat National féminin U19 ou en senior R1 féminine. Le groupe est composé de 22 joueuses dont 4 gardiennes.

Pour notre procédure, 12 joueuses sont sélectionnées, elles sont nées en 2005 et 2006.

L'âge moyen du groupe est de 17,2 ans ($\pm 0,54$)

Les joueuses s'entraînent 4 à 5 fois par semaine, avec des séances d'une durée comprise entre une heure quinze et une heure quarante-cinq, et ont un match le week-end. Elles sont en première ou en terminale dans la section sportive du Lycée Jean Perrin. Elles ont toutes 6 ans d'expérience minimum dans le football, et au minimum 2 ans à un haut niveau en club professionnel.

3.3 Matériels et techniques de mesure

Approche expérimentale du problème

Nous avons utilisé un plan d'étude croisé pour étudier l'effet du port de gilet lesté sur les caractéristiques d'effort pendant les jeux réduits et les performances anaérobies (sprint de 20 mètres, squat jump (SJ) et counter movement jump (CMJ)).

La variable indépendante sera le jeu réduit joué avec ou sans gilet lesté.

Les caractéristiques des efforts déterminées par le GPS haute fréquence (15 Hz) pendant les jeux réduits seront utilisés comme variables dépendantes. La performance du sprint de vingt mètres, ainsi que les hauteurs SJ et CMJ sont les variables dépendantes utilisées pour évaluer la performance anaérobie.

3.4 Protocole

L'étude va être menée sur une période de 3 semaines et comprenait 2 séances expérimentales séparées par une période de 2 semaines.

Les sujets ont été répartis au hasard en 2 groupes de 2 équipes de 3 joueuses. Chaque groupe a participé à une étude dans laquelle les joueuses ont suivi deux séquences de jeux réduits, soit en portant un gilet lesté correspondant à 8 % de leur masse corporelle sous forme de charge externe (condition LOAD) ou sans charge externe (condition UNLOAD).

Les participantes ne se sont pas entraînées pendant 24 heures avant chaque jeu réduit.

Une semaine avant la première séance de jeu réduit, les joueuses sont familiarisées avec les jeux réduits et la procédure de test pour éviter les effets d'apprentissage.

De plus, les jeux réduits ont déjà été pratiqué pendant la saison à différents entrainements au sein du club.

Chaque séquence de jeux réduits est composée de 3 séquences de 4 minutes entrecoupés de 3 minutes de récupération passive. La taille du terrain est de 30 x 20 m. Pour éviter les temps morts pendant le jeu réduit, 4 encadrants sont positionnés à l'extérieur du terrain de jeu réduit avec des ballons qu'ils doivent renvoyer le plus rapidement possible lorsque la balle utilisée par les joueurs sort du terrain de jeu réduit. Les caractéristiques de déplacement dans le temps vont être déterminées par GPS haute fréquence (15 Hz) pendant le jeu réduit.

Dans les 5 à 10 minutes avant début du jeu réduit et immédiatement après la 3^{ème} séquence de jeu réduit, les joueuses vont effectuer un CMJ, un SJ et un sprint de 20m dans cet ordre.

Les participantes vont effectuer deux essais pour chaque test. La cote globale de l'effort de perception (RPE) va être évaluée 30 minutes après le jeu réduit à l'aide de l'échelle de Borg (CR-10, 0-10) (4).

Avant chaque séance expérimentale, les joueuses vont subir une période d'échauffement normalisée de 15 minutes, sous forme de PPG en dissocié, de mouvements balistiques et d'exercices techniques. Chaque session (SSG + tests de performance anaérobie) va être effectuée sur un terrain de football en gazon artificiel entre 16 et 18 heures.

Tests de performance anaérobie

Les participantes ont effectué SJ et CMJ avec une récupération complète entre les deux ; la hauteur de saut a été évaluée avec un système d'acquisition optique (Optojump Microgate, Udine, Italie). Pour le SJ, les joueurs ont commencé en position accroupie avec le genou plié à environ 90° et les mains sur les hanches. Après avoir maintenu la position pendant 2 s, le joueur a effectué un saut maximal sans mouvement de poussé avec les bras.

Pour le CMJ, le sujet a commencé en position debout avec les mains sur les hanches et a reçu l'instruction de sauter avec un contre-mouvement rapide.

Pour les deux sauts, les participantes devront sauter le plus haut possible tout en gardant les mains sur les hanches, en maintenant leur corps à la verticale tout au long du saut et en se

réceptionnant les genoux complètement étendus. Tout saut perçu comme déviant des instructions requises sera exclu de l'analyse.

Le meilleur saut pour chaque test sera sélectionné pour les analyses.

Pour le sprint de 20 m, le temps va être mesuré avec des portes de synchronisation (système de synchronisation TC, Brower, USA) placées à 0 m et 20 m. Les participantes vont commencer en position debout avec leurs pieds à 0,5 m derrière la porte de synchronisation de 0 m. On leur demandera de commencer quand elles voulaient et d'effectuer la distance de 20 m le plus rapidement possible. Le meilleur temps sera choisi pour les analyses.

Caractéristiques du jeu réduit

Chaque joueuse portera une unité GPS (GPS SPI-pro X, GPSport, Canberra, Australie) au niveau des omoplates dans un harnais pour déterminer la distance parcourue et la vitesse atteinte pendant le jeu réduit.

Le système GPS a une fréquence d'échantillonnage à 15 Hz et a été couplé avec une ceinture d'électrodes élastiques (Polar T31, Finlande) placée juste en dessous des muscles thoraciques pour surveiller et enregistrer la fréquence cardiaque. Le GPS sera activé au début de chaque session de la SSG.

Après enregistrement, les données seront téléchargées sur un ordinateur et analysées avec le logiciel Team AMS v 2.1 (GPSport, Canberra, Australie).

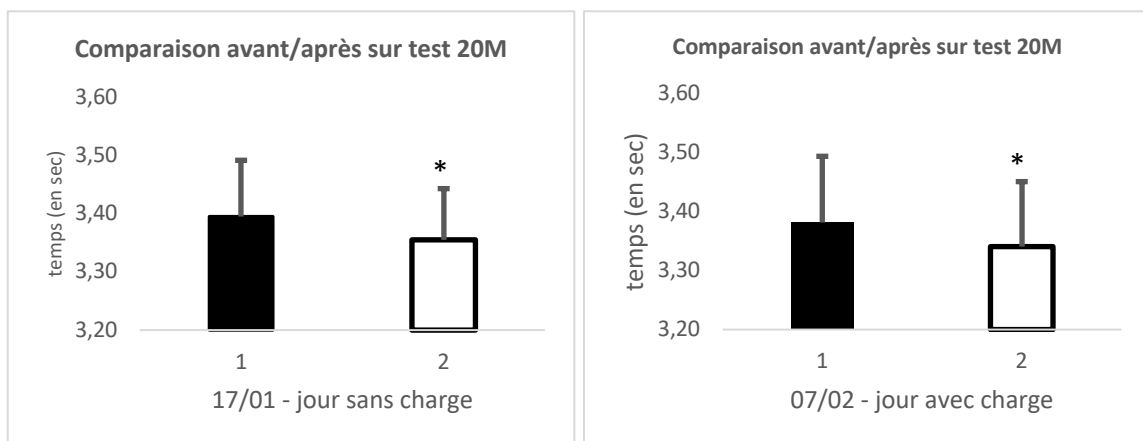
Pour l'analyse des données d'effort, 4 zones de vitesse ont été déterminées selon Hill-Haas et al. : zone de vitesse 1 (debout et à pied : 0 – 5,9 km.h⁻¹), zone de vitesse 2 (jogging : 6,0 – 9,9 km.h⁻¹), zone de vitesse 3 (course à vitesse modérée : 10 – 15,9 km.h⁻¹) et zone de vitesse 4 (course à grande vitesse : > 16 km.h⁻¹). Nous avons déterminé la vitesse maximale pendant chaque match de SSG (V_{max}), la distance totale parcourue, la distance parcourue et le temps passé par zone. Selon Dellal et al. (9), les zones de vitesse 3 et 4 sont considérées comme des courses à haute intensité. Pour l'analyse de la fréquence cardiaque, 4 zones de fréquence cardiaque (FC) ont été sélectionnées en fonction du pourcentage de la fréquence cardiaque maximale estimée à l'aide de l'équation de l'âge prédit de 220 – âge : zone FC 1 (< 75 % de la

FC maximale), zone FC 2 (75,0 – 84,9 % de la FC maximale), zone FC 3 (85 à 90 % de la FC maximale) et zone 4 des FC (> 90 % de la FC maximale).

3.5 Analyse statistique

Les données statistiques sont présentées sous forme d'écart-type moyen. La distribution normale des données sera vérifiée par le test de Shapiro–Wilk. Le test t de la joueuse a été utilisé pour comparer la distance totale parcourue, Vmax, FCmax et RPE pendant le SSG dans les conditions de CHARGE EXTERNE et SANS CHARGE. Une analyse bidirectionnelle de la variance (ANOVA) sera utilisée pour évaluer l'évolution des performances SJ, CMJ et sprint avant et après le SSG. Des mesures répétées bidirectionnelles ANOVA seront utilisé pour analyser l'effet de la charge externe sur les changements dans Vmax, FCmax, la distance totale et le temps passé dans chaque zone de vitesse et les zones de FC pendant les 3 SSG. Le seuil de significativité a été établie à $p < 0,05$ pour toutes les analyses. Tous les calculs seront effectués avec Statistica 6.0 (Statsoft, Tulsa, États-Unis).

3.6 Résultats



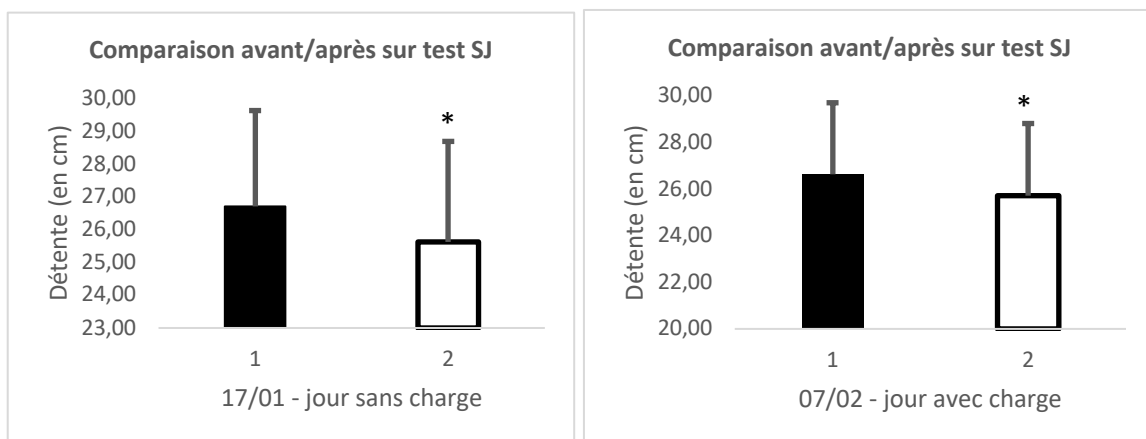
Ici nous avons la réalisation du test sprint sur 20m départ arrêté. À gauche, les résultats le jour du SSG sans charge, et à droite les résultats le jour du SSG avec charge.

Concernant le graphique de gauche, la différence est significative avec un $p = 0,008$. Le graphique de droite montre également une différence significative entre le sprint 20m fait avant le SSG et celui fait après le SSG avec un $p = 0,048$

Les moyennes pour le 17/01 sont de 3,40 secondes avant le SSG et de 3,36 secondes après, avec un écart-type de 0,097 et de 0,088.

Les moyennes pour le 07/02 sont de 3,38 secondes avant le SSG et de 3,34 secondes après, avec un écart-type de 0,112 et 0,110.

Une analyse bidirectionnelle de la variance (ANOVA) a été réalisée pour obtenir toutes ces données.

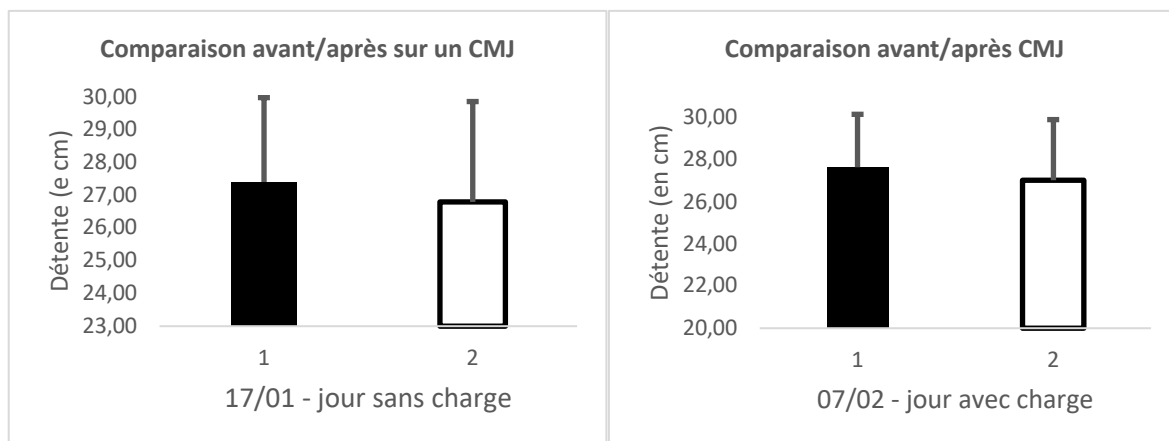


Voici les résultats des tests Squat Jump réalisés avant et après le SSG.

Le premier graphique représente les SJ réalisés le jour du SSG sans charge. La différence est significative avec $p = 0,016$. La moyenne du premier test est de 26,71 cm avec un écart-type de 2,93 cm. Le deuxième test a une moyenne de 25,63 cm et un écart-type de 3,07 cm.

Le deuxième graphique correspond aux résultats du SJ lors du SSG avec charge. La différence est également significative avec un $p = 0,028$. Le premier test a une moyenne de 26,63 cm et un écart-type de 3,072 cm, le deuxième test qui a lieu après le SSG a une moyenne de 25,72 cm et un écart-type de 3,098 cm.

Une analyse bidirectionnelle de la variance (ANOVA) a été réalisée pour obtenir toutes ces données.

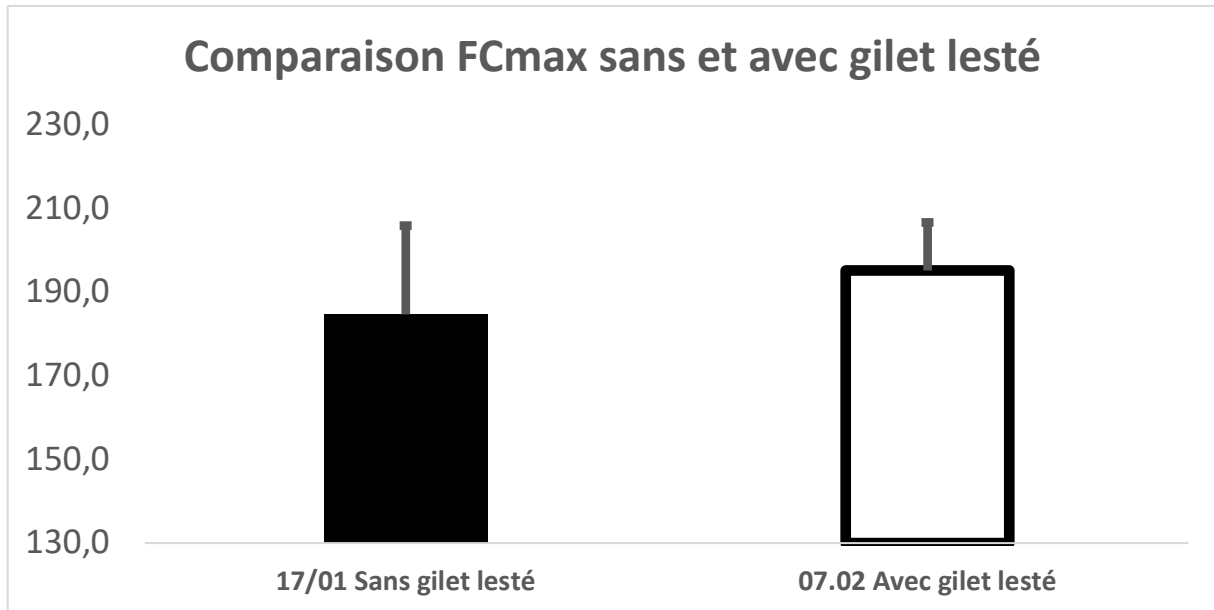


Ici nous observons les résultats sur le test CMJ lors des deux sessions.

À gauche, nous avons le graphique représentant les moyennes des CMJ réalisées avant et après le SSG sans charge. La différence n'est pas significative avec un $p = 0,118$. La première moyenne est de 27,40 cm avec un écart-type de 2,58 cm pour le CMJ réalisé avant le SSG. La deuxième moyenne est égale à 26,79 cm pour un écart-type de 3,06 cm pour le CMJ réalisé après le SSG.

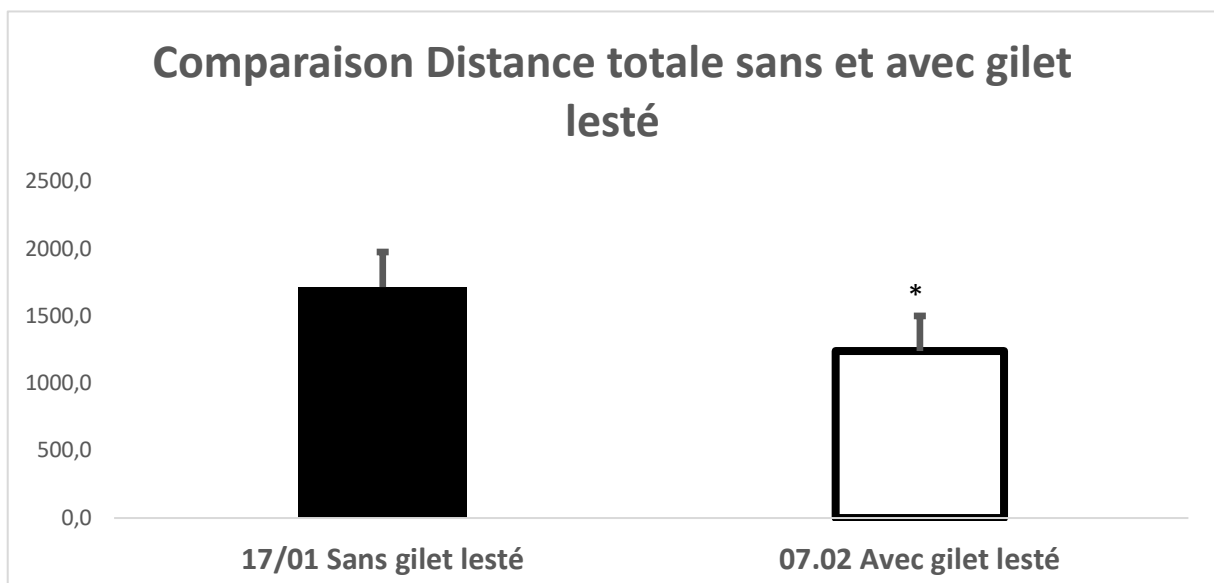
À droite, nous avons le graphique représentant les moyennes des CMJ réalisées avant et après le SSG avec charge. La différence n'est également pas significative avec un $p = 0,098$. La première moyenne est de 27,65 cm avec un écart-type de 2,517 cm pour le CMJ réalisé avant le SSG. La deuxième est égale à 27,03 cm pour un écart-type de 2,883 cm.

Une analyse bidirectionnelle de la variance (ANOVA) a été réalisée pour obtenir toutes ces données.

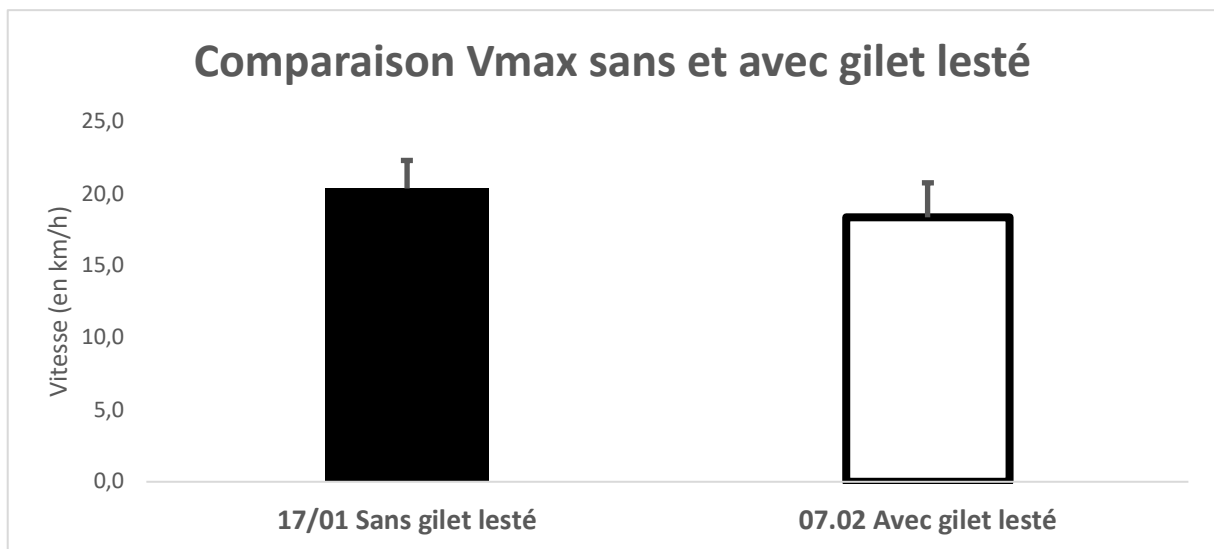


On a ici une comparaison de la FC max entre l'exercice AVEC CHARGE et l'exercice SANS CHARGE.

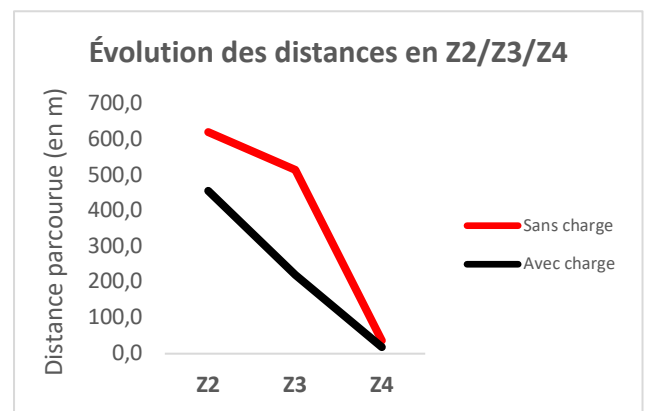
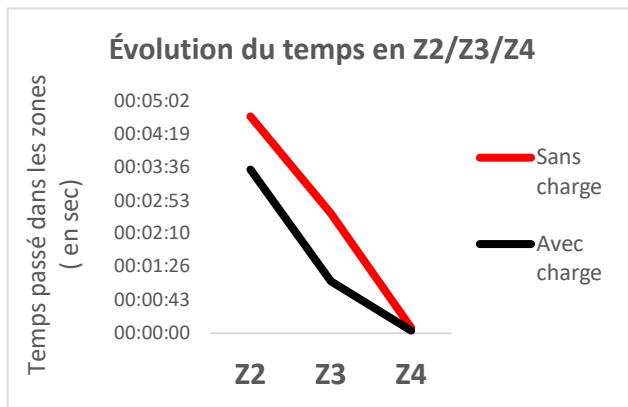
On observe une FCmax moyenne de 184,7 BPM pour le SSG sans gilet lesté avec un écart-type 21,2 BPM(médiane : 193 BPM). Pour le SSG avec gilet lesté, on obtient une FCmax moyenne de 195,2 BPM avec un écart-type de 11,5 BPM(médiane : 190,5 BPM). La différence entre les 2 SSG au niveau de la fréquence cardiaque n'est pas significative avec un $p = 0,436$.



À propos de la distance totale parcourue, on remarque une différence significative entre le SSG sans charge (1718,5m en moyenne parcourue) et le SSG avec charge (1242,8m en moyenne) avec un $p = 0,009$. Pour le SSG sans charge, on a un écart-type de 261,2m et pour le SSG avec charge on a un écart-type de 215,6m.



Concernant la Vmax, l'analyse ne révèle aucun effet significatif du port de charge ($p = 0,107$)
On obtient une Vmax moyenne de 20,4 km/h lors du SSG sans charge, et une Vmax moyenne de 18,4 km/h lors du SSG avec charge.



Au niveau de l'évolution des distances et du temps passés dans les Z2,Z3,Z4, la charge a un effet significatif sur la zone 2 au niveau de la distance ($p= 0 ,0056$). Le charge a également un effet significatif sur le temps passé dans la Z2 ($p = 0,0045$).

Au niveau de la Z3, la charge a un effet significatif sur la zone 3 en terme de distance ($p= 0,014$) et également au niveau du temps ($p = 0,015$).

Enfin, la charge n'a pas d'effet significatif sur la distance passée en Z4 ($p= 0,059$), et n'a pas d'effet significatif sur la Z4 ($p = 0,054$).

Statistiques complémentaires :

La différence du nombre de sprint n'est pas significative avec la charge ($p= 0,07$).

Il n'y a également aucune variation significative de la RPE ($p=0,51$).

3.7 Discussions

L'objectif de cette étude est double.

Le premier est de déterminer si une charge externe lors d'un SSG permet d'améliorer les qualités de vitesse et d'explosivité en comparaison avec un SSG sans charge externe et le deuxième est de voir l'influence de la charge externe lors d'un SSG sur la distance totale parcourue ainsi que les distances de course à moyennes et hautes intensités (Z3 : 10 à 16 km/h et Z4 : > 16 km/h).

Au vu de notre revue de littérature, et de notre protocole, on émet plusieurs hypothèses. La première est que la charge externe réduit la distance totale parcourue pendant le SSG en raison de la demande d'énergie aérobie, mais que la course à haute intensité serait préservée. La deuxième est que les résultats obtenus au CMJ, SJ seront améliorés après un SSG avec charge externe, mais que le test vitesse sur 20 mètres n'aura pas d'amélioration dû à la fatigue musculaire.

Les résultats nous montrent une différence significative au niveau de la distance parcourue lors du SSG avec charge avec une différence de 475 mètres. On a conservé les courses à haute intensité en zone 4, cependant on a une différence significative en zone 3. L'étude de Barns (2013) confirme que la charge ne fait pas diminuer la course à haute intensité.

On explique la différence significative en zone 3 également par la demande d'énergie aérobie supérieure au SSG sans charge.

La charge n'a également pas eu d'impact significatif sur la FCmax et la VMax. L'effort étant déjà très intense avec une moyenne de 90,6 %FCmax lors de l'exercice sans charge et une moyenne de 96%FCmax avec charge. D'après Marius (2021), lors d'un jeu réduit en 3v3, la fréquence cardiaque est au dessus de 81% en moyenne.

La Vmax diminue mais pas significativement. A ma connaissance, il n'existe pas d'étude de port de gilet lesté en jeu réduit. Cette non-significativité provient de la faible charge mise sur les joueurs qui a donc un impact sur les performances aérobies mais aucun sur l'anaérobie.

Concernant la deuxième hypothèse, le test de 20m ne présente effectivement pas d'amélioration mais montre également une diminution significative, que ce soit avec charge ($p = 0,048$) et sans charge ($p=0,008$). Cette diminution de la performance s'explique par la fatigue neuromusculaire induite par le SSG, qui peuvent notamment avoir un impact par rapport à la fatigue causée par le match du week-end. (Rowell, 2018)

Cependant la deuxième partie de notre hypothèse qui annonçait une amélioration sur le CMJ et le SJ est contraire. En effet, que ce soit avec ou sans charge, la performances sur le SJ et le CMJ ont diminué. Le SJ a diminué significativement à la suite des 2 SSG ($p = 0,016$ et $p 0,028$). On explique donc cette diminution par la fatigue musculaire également induite par le SSG. Malheureusement, peu d'études ont été effectuées sur le port de gilet lesté en jeu réduit et son implication dans les performances en explosivité sur les sauts, ce qui rend nos résultats difficilement discutables et donc nous permettent pas d'avoir un avis objectif sur le sujet

3.8 Conclusions et Perspectives

L'objectif de cette étude étant d'analyser l'influence du port d'un gilet lesté lors des jeux réduits sur les caractéristiques des efforts et de la fatigue musculaire.

Nous avons émis 2 hypothèses, la première sur l'amélioration des qualités d'explosivités sur un CMJ et un SJ, et la deuxième sur la régulation de la distance parcourue, avec une baisse sur un test vitesse.

La deuxième fût validée, la fatigue neuromusculaire est un facteur de la diminution des performances sur le test 20 mètres, et la distance fût conservée. Cependant, la première n'est pas validée, car il y a eu une diminution des performances sur les tests de sauts. La fatigue musculaire du SSG semble avoir été trop importante pour obtenir un bénéfice sur les performances après.

Ces résultats sont la conclusion des observations faites durant les tests. La surface du jeu réduit semblait trop grande, elle a été choisie de par l'analyse présente dans la revue de littérature, mais sur un public masculin. Or, les filles ont plus de difficultés à répéter des efforts à grosse intensité, car elle possède notamment moins de force (10 à 15% de moins que l'homme) et également une V_{O2max} inférieure à l'homme en moyenne. (Masson, 1980)

On peut donc dire qu'un SSG avec charge, dans les conditions mise en place, est trop contraignant physiquement et impactant sur les performances pour être utilisé par exemple en échauffement d'avant-match. Il peut cependant correspondre à un travail de force-endurance intégré lors d'une séance à haute intensité.

Ce protocole permet donc un travail des qualités aérobies sur le long terme, plutôt qu'un échauffement complet d'avant-match ou de début d'entraînement.

Les améliorations envisagées seraient de réduire la taille du terrain, mais ce qui réduirait donc les courses à haute intensité. On peut également envisager de maintenir la même surface, en y ajoutant un joueur supplémentaire par équipe.

Le paramètre qui semble le plus modifiable est le paramètre temps, pour diminuer le volume et ainsi la fatigue induite.

Par la suite, il serait intéressant de réaliser un protocole de travail des sauts CMJ et SJ avec une charge sur un protocole de plusieurs semaines, pour voir l'impact sur l'amélioration des performances, et le travail d'explosivité.

Il serait également intéressant de réaliser ce protocole sur des hommes, ayant déjà l'âge adulte et la croissance complètement terminée afin d'observer les différences hommes-femmes ainsi que l'influence des différences d'âge sur ce protocole.

Références bibliographiques

Abrantes C, Nunes M, Maçãs V, Leite N, Sampaio J, 2012, Effects of the Number of Players and Game Type Constraints on Heart Rate, Rating of Perceived Exertion, and Technical Actions of Small-Sided Soccer Games, *Journal of Strength and Conditioning Research*, **26**, 976-981

Aguiar M, Botelho G, Lago C, Maçãs V, Sampaio J, 2012, A Review on the Effects of Soccer Small-Sided Games, *Journal of Human Kinetics*, **33**, 103-113

Alcântara C, Teixeira A, Teixeira R, Oliveira Dutra G, Nakamura F, Castagna C, Fernandes da Silva J, 2021, Manipulation of number of players and bouts duration in small-sided games in youth soccer players, *Sport Sciences for Health*, **17**, 597-605

Aroso J, Rebelo N, Gomes-Pereira J, 2004, Physiological impact of selected game-related exercises, *J Sports Sci*, **22**, 522.

Bacquart P, 2019, Performances sportives, les inégalités femmes-hommes, Sport au féminin, *Insitut de recherche du bien-être de la médecine et du sport santé*.

Bauer E, 1981, Humanbiologie, Verhagen und klassing,

K.R. Barnes*, W.G. Hopkins, M.R. McGuigan, A.E. Kilding, 2013, Warm-up with a weighted vest improves running performance via leg stiffness and running economy, *Journal of Science Medicine Sport*, **18**, 103-108

Cazorla G, Zazoui M, Zahi B, Ben Osmane N, 2016, Etude de la charge physique d'un match de football. Conséquences pour l'évaluation et la préparation du joueur. *Sciences & Football. Recherches et Connaissances Actuelles*, 103-120

Cook T, Neumann D, 1987, The effects of load placement on the EMG activity of the low back muscles during load carrying by men and women, *Ergonomics*, **30**, 1413-1423

Dellal A, Chamari K, Pintus A, Girard O, Cotte T, Keller D, 2008, Heart Rate Responses During Small-Sided Games and Short Intermittent Running Training in Elite Soccer Players: A Comparative Study, *Journal of Strength and Conditioning Research*, **22**, 1449-1457

Dellal A, Hill-Haas S, Lagos-Penas C, Chamari K, 2011, Small-Sided Games in Soccer: Amateur vs. Professional Players' Physiological Responses, Physical, and Technical Activities, *Journal of Strength and Conditioning Research*, **25**, 2371-2381

Fanchini M, Azzalin A, Castagna C, Schena F, McCall A, Impellizzeri F, 2011, Effect of Bout Duration on Exercise Intensity and Technical Performance of Small-Sided Games in Soccer, *Journal of Strength and Conditioning Research*, **25**, 453-458

Fernández-Espinola C, Tomás M, Giménez J, 2020, Small-Sided Games as a Methodological Resource for Team Sports Teaching: A Systematic Review, *Measurement and Evaluation in Physical Education, Physical Activity and Sports*, **17**, 1884

Gaffney C, Cunnington J, Rattley K, Wrench E, Dyche C, Bampouras T, 2021, Weighted vests in CrossFit increase physiological stress during walking and running without changes in spatiotemporal gait parameters, *Ergonomics*, **65**, 147-158

Ghennam N, 2016, Étude analytique des facteurs de la performance d'un « Champion » Le Bayern de Munich 2013/2014. *Sciences Humaines*, **42**, 14-16

Gréhaigne JF, Marle P, 2009, FOOTBALL, <https://epsetsociete.fr/football-reperes/>

Hellberg P, Hartman M, Winchester J, 2010, The Effects Of External Load On Vertical Jump Peak Power And Eccentric Utilization Ratio, *Journal of Strength and Conditioning Research*, **24**, 1

Hill-Haas S. V, Dawson B, Impellizzeri F.M, Coutts, A. J, 2011, Physiologie de l'entraînement des jeux à petits côtés dans le football. *Sports Med.*, **41**, 199–220.

Hill-Haas S.V, Rowsell G, Dawson B, Coutts A, 2009, Acute Physiological Responses and Time-Motion Characteristics of Two Small-Sided Training Regimes in Youth Soccer Players, *Journal of Strength and Conditioning Research*, **23**, 111-115

Kawamori, Naoki, Haff G, 2004, The Optimal Training Load for the Development of Muscular Power, *Journal of Strength and Conditioning Research*, **18(3)**, 675-684

Makaruk H, Sacewicz T, Czaplicki A, Sadowski J, 2010, Effect of Additional Load on Power Output during Drop Jump Training, *Journal of Human Kinetics*, **26**, 31-37

Makaruk H, Starzak M, Suchecki B, Czaplicki M, Stojiljkovic N, 2020, The Effects of Assisted and Resisted Plyometric Training Programs on Vertical Jump Performance in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis, *J Sports Sci Med*, **19**, 347-357

Markovic S, Dragan M, Olivera K, Slobodan J, 2013, Jump training with different loads: effects on jumping performance and power output, *European Journal of Applied Physiology*, **113**, 2511-2521

Mombaerts E, 1999, Pédagogie du football, apprendre à jouer ensemble, Vigot, P.13

Nayiroglu S, Yilmaz A, Silva A, Silva R, Nobari H, Clemente F, 2022, Effects of small-sided games and running-based high-intensity interval training on body composition and physical fitness in under-19 female soccer players, *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, **14**, 119

Owen A, Twist C, Ford P, 2004, Small-sided games: The physiological and technical effect of altering pitch size and player numbers, *Insight – issue 2*, **7**, 50-53

Petrigna L, Karsten B, Marcolin G, Paoli A, D'antona G, Palma A, Bianco A, A Review of Countermovement and Squat Jump Testing Methods in the Context of Public Health

Examination in Adolescence: Reliability and Feasibility of Current Testing Procedures, *Frontiers in Physiology*, **10**, 1384

Reiman M, Peintner A, Boehner A, Cameron C, Murphy J, Carter J, 2010, Effects of Dynamic Warm-Up with and Without a Weighted Vest on Lower Extremity Power Performance of High School Male Athletes, *Journal of Strength and Conditioning Research*, **24**, 3387-3395

Rey E, Padron-Cabo A, Fernández-Penedo D, 2017, Effects of Sprint Training With and Without Weighted Vest on Speed and Repeated Sprint Ability in Male Soccer Players, *Journal of Strength and Conditioning Research*, **31**, 2659-2666

Riboli A, Oltho S, Esposito F, Coratella G, 2021, Training elite youth soccer players: area per player in small-sided games to replicate the match demands, *Biology of Sports*, **39**, 579-598

Roghani T, Torkaman G, Movassegh S, Hedayati M, Goosheh B, Bayat N, 2013, Effects of short-term aerobic exercise with and without external loading on bone metabolism and balance in postmenopausal women with osteoporosis, *Rheumatology International*, **33**, 291-298

Santos F.J, Figueiredo T, Pessôa Filho D, Verardi C, Macedo A, Ferreira C, Espada M, 2021, Training Load in Different Age Category Soccer Players and Relationship to Different Pitch Size Small-Sided Games, *Tracking Systems Used to Monitor the Performance and Activity Profile in Elite Team Sports*, **21**, 5220-5233

Sirbu M, Hantiu I, 2021, Optimizing the aerobic performance of junior football players through small-sided football games training, *Analele Universitatii din Oradea*, 3-10

Vuk S, Markovic G, Jaric S, 2012 External loading and maximum dynamic output in vertical jumping: The role of training history, *Human Movement Science*, **31**, 139-151

Evo, 2023. <https://evofitness.ch/fr/entrainement-de-resistance/>

Résumé et mots clés en français :

Objectifs : Le but de mon étude était d'analyser l'influence du port d'un gilet lesté lors d'un jeu réduit au football sur les caractéristiques des efforts et la fatigue musculaire.

Matériels et méthodes : 12 joueuses d'un centre de formation ont contribué à cette étude. Elles sont âgées de 17,2 ans ($\pm 0,54$), mesurant 162,54 cm $\pm 6,24$ cm et pesant 57,42 kg $\pm 9,34$ kg. 2 protocoles ont été réalisés avec une seule variante, le port d'un gilet lesté.

Elles réalisaient un échauffement identique, et ensuite un test CMJ, SJ et sprint 20 mètres. Elles réalisaient ensuite un SSG de 3x4 minutes entrecoupés de 3 minutes de pause. Elles recommençaient ensuite la même batterie de tests réalisés avant le SSG. Chaque joueuse portée une unité GPS. Elles ont donc réalisé 2 fois ce protocole sur 3 semaines d'intervalles, avec comme seule variante le port d'un gilet lesté lors du SSG à la deuxième réalisation.

Résultats : Une analyse bidirectionnelle de la variance ANOVA a été utilisé pour évaluer l'évolution des performances sur le SJ, le CMJ et le sprint. Des mesures répétées bidirectionnelles ANOVA ont été utilisé pour analyser l'effet de la charge externe sur les changements dans Vmax, FCmax, la distance totale et le temps passé dans chaque zone de vitesse et les zones de FC pendant les SSG. Le seuil de significativité a été établi à $p < 0,05$ pour toutes les analyses.

Discussion et conclusion : Notre étude a montré une diminution significative des résultats sur SJ et sur le sprint 20 mètres après les 2 protocoles. On a également une diminution significative de la distance parcourue au SSG avec charge par rapport à celui sans charge. Elle n'a rien montré de significatif sur le FCmax ainsi que la Vmax entre les 2 SSG. Ce n'est donc pas un échauffement optimal pour la performance.

Mots clés : Football – gilet lesté – fatigue – SSG – explosivité

Résumé et mots clés en anglais :

Objectives: The aim of my study was to analyze the influence of wearing a weighted vest during a reduced game of football on the characteristics of effort and muscle fatigue.

Materials and Methods: 12 players from a training center contributed to this study. They are 17.2 years of age (± 0.54), 162.54 cm ± 6.24 cm and 57.42 kg ± 9.34 kg. 2 protocols were carried out with only one variant, the wearing of a weighted vest. They performed the same warm-up, then performed a CMJ, SJ and 20m sprint test. They then performed an SSG of 3x4 minutes interspersed with a 3-minute break. They then repeated the same battery of tests done before the GSS. Each player carries a GPS unit. They therefore performed this protocol twice over 3 weeks intervals, with the only variant being wearing a weighted vest during the SSG at the second performance.

Results: A two-way analysis of variance ANOVA was used to evaluate the evolution of performance on the SJ, CMJ and sprint. Two-way repeated measures ANOVA was used to analyze the effect of external load on changes in Vmax, FCmax, total distance, and time spent in each speed zone and FC zone during SSG. The significance level was set at $p < 0.05$ for all analyses.

Discussion and conclusion: Our study showed a significant decrease in SJ and 20-meter sprint results after the 2 protocols. There is also a significant decrease in distance traveled at the loaded GSU compared to the unloaded GSU. It showed nothing significant on FCmax as well as Vmax between the 2 SSG. So, it's not an optimal warm-up for performance.

Keywords: Soccer – weighted vest – fatigue – SSG – explosiveness

3 compétences acquises durant la mise en place de ce mémoire :

- Maîtriser l'usage d'outils technologiques au service du projet de performance (objets connectés, analyse vidéo...) pour évaluer des facteurs de la performance.
- Mettre en œuvre et adapter les séances d'entraînement en anticipant les conditions favorables à la sécurité et à la santé.
- Analyser les résultats des évaluations et l'évolution des performances dans les disciplines sportives pour modéliser et optimiser la performance et entrainer les pratiquants

Annexes :

07.02 (AVEC GILET LESTÉ)												
Fcmax	Vmax	Distance totale	D zone 1	D zone 2	D zone 3	D zone 4	Tps zone 1	Tps Zone 2	Tps Zone 3	Tps zone 4	Nb sprint	RPE
188	19,1	1344,5	489,8	578,5	268,7	7,6	00:13:58	00:04:28	00:01:23	00:00:01	22	8
204	16,8	1223,3	650,5	442,9	118,9	11	00:20:18	00:03:33	00:00:37	00:00:02	11	8
187	17,2	1572,8	464,2	639,4	448,7	20,5	00:16:50	00:04:48	00:02:16	00:00:04	34	5
185	18,5	1032,9	576,5	340,7	98,5	17,2	00:16:16	00:02:44	00:00:29	00:00:03	12	6
184	13,9	1245,3	583,8	576,1	85,3	0	00:15:43	00:04:39	00:00:28	00:00:00	8	6
193	16	986,4	514,8	343	127,7	0,9	00:19:37	00:02:44	00:00:39	00:00:00	19	7
214	22,7	1296,7	587,7	391,3	264,6	53,2	00:17:07	00:03:01	00:01:23	00:00:10	39	7
128	20,5	1587	431,2	623,1	498,7	34	00:15:01	00:04:44	00:02:29	00:00:07	30	6
17,3	1333,5	558,7	517,2	251,4	6,3	00:13:56	00:04:04	00:01:16	00:00:01	23	8	
199	17,2	1160,8	476,8	505,4	170,3	8,3	00:16:05	00:03:54	00:00:53	00:00:01	16	8
Fcmax (Bpm)	Vmax (km/h)	Distance totale (m)	D zone 1 (m)	D zone 2 (m)	D zone 3 (m)	D zone 4 (m)	Tps zone 1 (min)	Tps Zone 2 (min)	Tps Zone 3 (min)	Tps zone 4 (min)	Nb sprint	RPE
195,2	18,4	1242,8	547,3	456,0	221,2	18,4	00:17:21	00:03:33	00:01:08	00:00:03	22,8	7,0
190,5	17,9	1260,0	545,7	417,1	196,2	14,1	00:16:59	00:03:17	00:01:01	00:00:02	20,5	7
11,5	2,4	215,6	69,9	125,7	134,3	18,4	00:02:19	00:00:54	00:00:41	00:00:04	11,5	1,2

Tableau 1 : Récapitulatif des données GPS du 07.02

17/01/23 - SANS CHARGE							07/02/23 - AVEC CHARGE						
S20 Avant (en sec)	S20 Après (en sec)	S1 Avant (en cm)	S1 Après (en cm)	CMJ Avant (en cm)	CMJ Après (en cm)	écart-type	S20 Avant (en sec)	S20 Après (en sec)	S1 Avant (en cm)	S1 Après (en cm)	CMJ Avant (en cm)	CMJ Après (en cm)	écart-type
334	328	302	286	298	284		344	337	30	287	298	287	
333	334	257	254	272	261		34	327	259	256	277	264	
337	334	246	225	255	233		337	34	242	22	252	25	
343	339	268	242	28	274		345	334	273	247	285	27	
359	341	248	228	257	241		351	355	249	231	259	241	
353	344	236	242	246	247		35	341	241	247	249	245	
354	356	237	23	236	222		354	347	237	226	241	225	
331	329	333	31	326	31		328	333	336	311	328	31	
326	328	294	309	303	325		322	326	292	308	30	322	
344	339	274	267	278	287		338	333	275	269	284	291	
334	327	254	228	259	259		327	32	233	229	262	26	
332	327	256	254	278	272		322	316	259	255	283	279	
340	336	2671	2563	2740	2679	Moyenne	338	334	2663	2572	2765	2703	
0,097	0,088	2,93	3,07	2,58	3,06	écart-type	0,112	0,110	3,072	3,098	2,517	2,883	

Tableau 2 : Données CMJ, SJ et sprint 20m sans charge et avec charge