



Année universitaire 2024-2025

Master 1^{ère} année

Master mention STAPS : Entraînement et Optimisation
de la Performance Sportive

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

MÉMOIRE

TITRE :

COMPRENDRE COMMENT EST VÉCU LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT
EN FOOTBALL EN COMPARANT DEUX STATUTS : JOUEURS SAIN ET
JOUEUR EN RETOUR DE BLESSURE

Présenté par : Alexis YVEN

Sous la direction de : François-Xavier GAMELIN

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

19/05/2025



« 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 tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude à madame Garcin, doyenne de la faculté des Sciences du sport et de l'éducation physique (FSSEP), pour avoir accordé son soutien et son autorisation tout au long de mon parcours. Gratitude également partagée à monsieur Coquart, responsable du Master 1, pour avoir accordé son soutien et son autorisation tout au long de mon processus.

Je souhaite également adresser mes plus sincères remerciements à mon directeur de mémoire, M. François-Xavier Gamelin, pour son accompagnement précieux, ses conseils et le temps qu'il m'a consacré tout au long de cette année. Sa patience, son expertise et son dévouement ont grandement contribué à la conception de ce travail de recherche.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance envers le club professionnel du Valenciennes Football Club et tout particulièrement au staff de l'équipe réserve, monsieur Hugo Delfosse préparateur physique et responsable du pôle préparation physique, monsieur Corentin Joly analyste vidéo et responsable du pôle vidéo, monsieur Simon Raux responsable du centre de formation, ainsi qu'à monsieur Loïc Fievet entraîneur principal de l'équipe réserve. Leur collaboration, leur soutien et leur engagement envers le développement sportif ont été d'une aide précieuse pour l'évolution de mon objet d'étude.

Mon travail scientifique de « terrain » a été passionnant, au contact des techniciens et des joueurs qui m'ont accueilli au sein de leur structure, comme si je faisais des leurs.

Mes remerciements ne seraient pas complets si j'omettais de souligner l'importance capitale des membres de ma famille et de mes amis. Toujours à mes côtés ou bien au-delà, vos pensées et paroles réconfortantes m'auront donné l'énergie nécessaire pour mener à bien ce travail.

Sommaire

Remerciements.....	3
Sommaire	4
Glossaire.....	6
Introduction.....	1
1. Revue de littérature	3
1.1 Le football.....	3
1.2 La charge d'entraînement.....	5
1.2.2 Le monitoring de la charge externe.....	6
1.2.3 Le monitoring de la charge interne	7
1.2.4 Lien entre la charge externe et la charge interne.....	10
1.3 La blessure	11
2. Problématique, Objectifs et Hypothèses	12
2.1 Problématique	12
2.2 Objectifs	12
2.3 Hypothèses	12
3. Protocole expérimentale.....	13
3.1 Conception de l'étude	13
3.2 Participants.....	13
3.3 Protocole	15
3.4 Matériels et procédures	16
3.5 Analyse statistique	18
4. Résultats	19
4.1 Présentation des résultats	19
4.3 Discussion	24
5.1 Interprétation.....	24
5.2 Limites	27
5.3 Perspectives.....	29

Conclusion et application terrain	30
Références bibliographiques	1
Annexe	10
Résumé.....	14
Abstract	14
Compétences développées	15

Glossaire

FFF : Fédération Française de Football

FIFA : Fédération Internationale de Football Association

IFAB : International Football Association Board

GPS : Global Positioning System

FC : Fréquence cardiaque

ACWR : Acute Chronic Workload Ratio

W : Week, semaine

DT : Distance totale

Vmax : Vitesse maximale

HI : Haute intensité (20 – 25 km/h)

DS : Distance en sprint (>25 km/h)

DE : Durée d'entraînement

RPE : Rating of Perceived Effort, Index de l'Effort Perçu

PHV : Peak Height Velocity

RTP : Return to play

RTC : return to compete

N1 : National 1

N3 : National 3

H0 : Hypothèse 0

RTR : return to run

RTT : return to train

FMS : Functional Movement Screening, évaluation fonctionnelle du mouvement

MD : Match-day, jour de match

u.a : Unité arbitraire

Introduction

Le football est le sport le plus populaire au monde (Soler, 2009), avec plus de 265 millions de pratiquants (Aguiar, 2012). En France, le football est également le sport avec le plus de licenciés devant le tennis, avec plus de 2 millions de licenciés en 2022. Le football français masculin rayonne à l'international grâce à ses nombreux clubs de renom, le Paris Saint-Germain, l'Olympique de Marseille, etc. De Plus, grâce à sa sélection nationale, les Bleus, plus communément appelé l'équipe de France, possède 2 victoires dans la plus prestigieuse des compétitions, la Coupe du Monde en 1998 et 2018. Elle se classe cinquième à égalité avec l'Uruguay du classement mondial par nation. Chez les femmes, un club rayonne et domine le football mondial féminin depuis plus d'une décennie, l'Olympique Lyonnais avec en figure de proue ses 8 victoires en Ligue des champions. Du côté de l'équipe nationale féminine celle-ci est toujours à la poursuite de leur première victoire en Coupe du Monde. La FFF (Fédération Française de Football) au centre du football français (Slimani, 2000), cherche à professionnaliser ce domaine au mieux. C'est alors que de nouveaux métiers émergent, allant de l'analyse vidéo au préparateur physique, et qui sait ce que nous réserve le futur ! Comme vous pouvez le constater de nouveau corps de métier émerge, c'est également le cas de de nouvelle méthode d'entraînement, toute rassemblé sous le nom de processus d'entraînement.

Leonid P. Matveïev (1977) le définit : « Le processus d'entraînement en football est l'organisation méthodique d'exercices et de situations de jeu visant à optimiser les qualités physiques, techniques, tactiques et mentales du joueur ou de l'équipe, en vue de la performance en match ». L'objectif d'un processus d'entraînement en football est d'optimiser le stimulus d'entraînement pour maximiser les performances en utilisant une charge d'entraînement acceptable pour le joueur tout en limitant les effets néfastes du sous-entraînement et du surentraînement (Morton, 1997). Un processus d'entraînement est constitué de nombreux paramètres qui restent toujours les mêmes comme le volume, la fréquence et l'intensité de l'entraînement (Davies et Knibbs, 1971 ; Wenger et Bell, 1986) qu'il faut réguler afin d'obtenir des adaptations psychologiques et physiologiques optimales pour permettre l'amélioration de la performance individuelle et collective (Pyne, 2009). L'article de Rago, et al. (2019) met en avant la corrélation entre la performance et les fluctuations de la charge d'entraînement en football. Un entraîneur ou un préparateur physique va planifier ses cycles en fonction des objectifs associés (la performance, le développement, etc.) et la charge d'entraînement est l'un des facteurs clés permettant de qualifier une période d'entraînement comme dure ou facile (Banister, 1975). Carl Foster (2001) définit la charge d'entraînement comme une mesure de l'effort total d'un athlète pendant l'entraînement, prenant en compte la charge externe et la charge interne.

Ainsi, il est aujourd'hui important de prendre en compte la charge d'entraînement dans la planification en football afin de pouvoir améliorer la capacité à performer de notre athlète. De nombreuses études s'intéressent à la relation entre la charge externe et la capacité à performer, à récupérer comme (Modena, 2024), ou mais encore au suivi de la charge d'entraînement à la suite d'une blessure (Bühler, 2020). De plus, toujours en football la comparaison de la charge externe est souvent étudiée mais majoritairement entre les joueurs remplaçants et les joueurs titulaires (Oliveira, 2021). Ici nous allons nous intéresser à la comparaison de charge interne entre un joueur en retour de blessure, de retour sur le terrain, et un joueur toujours en action. J'effectue mon stage au sein d'un club professionnel de football. L'occurrence de blessure fait partie intégrante de l'activité (Nilsson, 2023). N'échappant pas à la règle nous possédons également des blessés, c'est pourquoi le souhait d'étudier le phénomène de charge vécue liée au retour au terrain est pour nous primordial pour ainsi éviter de potentielles rechutes, optimiser au mieux le retour des joueurs dans l'équipe et ainsi pouvoir répondre aux exigences du football de haut niveau.

La première partie de ce mémoire mettra en avant une partie théorique pour définir l'ensemble des termes de ce sujet, comme la charge externe ou encore la charge interne. Par la suite, nous allons exposer une problématique, différents objectifs et les hypothèses de cette étude. Ensuite, nous présenterons le matériel et la procédure utilisés pour la mise en place de ce mémoire. Enfin, nous analyserons les résultats afin de valider ou non les hypothèses et d'interpréter nos données.

1. Revue de littérature

1.1 Le football

La définition du football par Larousse : Sport dans lequel deux équipes de onze joueurs chacun cherchent à envoyer dans le but adverse un ballon sphérique, avec les pieds, la tête ou toute autre partie du corps (excepté la main ou le bras). Le football est un sport d'équipe à dominante pédestre, nécessitant donc une technique de pied importante, c'est-à-dire une capacité à conduire, frapper, passer le ballon en toute circonstance. En effet, ce sport se pratique avec un ballon de forme sphérique, répondant aux normes dictées par la FIFA (Fédération Internationale de Football Association) et l'IFAB (International Football Association Board), renouvelées toutes les saisons (FIFA, 2024). À travers cet ouvrage, on retrace les différentes lois du jeu et leur évolution.

L'article de (Kitching, 2015) nous raconte que le football d'aujourd'hui trouve ses racines dans une succession d'évolutions complexes plutôt qu'une seule création. La création de la Football Association en octobre 1863 a constitué une avancée significative en instaurant un code de règles universel. Pour autant, ce projet nous vient d'un processus d'évolution prolongé. En effet, le football pratiqué par un groupe de gentlemen amateurs à Londres différait grandement de celui pratiqué par les couches populaires d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande. Les règles initiales de la Football Association autorisaient des actes comme la course avec le ballon dans les mains plus communément appelé le « fait catch » chez nos amis anglo-saxons. Le jeu a évolué pour devenir un sport professionnel et commercialisé. L'article remet également en question l'idée traditionnelle du football, pour des historiens comme Jhon Golstone et Adrian Harvey le football serait né dans les écoles publiques britanniques, pratiqués selon des règles précises mais n'étant pas toujours écrites. Le football a ainsi évolué en intégrant des influences variées mais en restant ancré dans la culture populaire, le Sheffield Football Club en est la représentation parfaite avec des premières oppositions entre les hommes mariés contre les célibataires, sur le modèle ancestral de la soule.

Le football est un sport complexe (Clemente, 2023). Ses nombreux paramètres le prouvent : la technique, la tactique et le physique tous interdépendants les uns des autres. Vítor Frade entraîneur et théoricien du football portugais reconnu pour ses contributions à la compréhension du jeu et pionnier de la périodisation tactique définit le football comme « un sport complexe où l'interaction entre les joueurs, les décisions tactiques et les dynamiques de jeu sont prédominantes ». Pour lui la compréhension tactique est centrale en football, les joueurs doivent être en capacité d'exécuter des stratégies collectives mais également répondre en temps réel, collectivement et individuellement, aux situations sur le terrain.

Le football résulte d'un équilibre entre les compétences techniques et la compréhension tactique. Il soutient que le football est à aborder de manière holistique ce qui permet de mieux comprendre les dynamiques qui influencent la performance sur le terrain. La FFF voit le football sous un autre angle, elle conçoit le football comme un ensemble de parties qu'il faut développer. Weineck (1980) a mis en avant la pratique dissociée et le fait que pour qu'une qualité se développe il faut qu'elle soit sollicitée à son maximum. Or en football, du fait de la contrainte du ballon le sportif n'est jamais à 100 %, d'où l'intérêt du travail dissocié. C'est sur la base de cette idéologie que la FFF fonctionne aujourd'hui avec un modèle à 5 compétences pour la performance : Technique ; Physique ; Tactique ; Mental ; Comportement Éthique. C'est par ce biais que de nouvelles professions apparaissent comme le rôle de préparateur physique (Slimani, 2000). Aujourd'hui, on sait que le football induit différentes demandes (Nobari, 2021) qui rendent les efforts très spécifiques à ce jeu (Hourcade, 2017). Un joueur professionnel peut réaliser jusqu'à près de 1400 actions lors d'un match de compétition (Bangsbo, 1991; Rienzi, 2000). Lors des 90 minutes de jeu, les joueurs alternent des courses et actions à différentes intensités, la somme entrecoupée de temps de récupération aléatoires, ce qui représente environ 98 % du temps sans ballon (Drust, 1998; Reilly and Thomas, 1976 ; Withers, 1982). Le football peut donc être défini comme une activité intermittente, composée de courses à différentes intensités et directions (Bloomfield, 2007), les demandes varient en fonction des postes et du contexte de la situation de compétition (Vigne, 2011).

Après avoir validé ces patterns, différents outils de mesures et d'observation des efforts ont été utilisés, en commençant par Reilly and Thomas (1976) qui ont été les premiers à mettre en place un protocole reconnu pour sa validation méthodologique à ce sujet. Cette première recherche présentait des volumes de course ainsi que des paramètres d'intensité. Au début des années 2000, le progrès technologique a permis l'utilisation de nouveaux moyens d'analyse des déplacements des joueurs (Carling, 2008). Dans les systèmes les plus connus on va trouver Prozone Sport Ltd® en Angleterre et Amisco Pro® en France qui sont tous deux des systèmes vidéo automatiques, au même titre que Veo aujourd'hui. Les unités GPS (Global Positioning System) ne sont admises que depuis la saison 2015-2016 par la FIFA.

Aujourd'hui, la totalité des constructeurs associe aux données GPS, des données physiologiques complémentaires comme la FC (Fréquence cardiaque).

1.2 La charge d'entraînement

1.2.1 Définition de la charge d'entraînement

L'entraînement au service du sportif en général a évolué en flèche depuis les années 60, prescrit sur la seule expérience intuitive de l'entraîneur. Mais depuis peu, avec la multiplication des méthodes de quantification, les avancées technologiques en matière d'équipements, l'accompagnement des athlètes sur le plan individuel et collectif, nous avons pu constater une optimisation de l'entraînement et ainsi une amélioration des performances (Platonov, 1984).

La quête de médaille dans une grande compétition demande que l'entraîneur ait une connaissance avérée de son athlète, mais surtout une capacité à l'amener dans un pic de forme optimal (Morton, 1997) le jour de la compétition. Pour atteindre ce pic de forme, de nombreuses heures d'entraînements sont nécessaires. Depuis les années 2000, de nombreux chercheurs ont porté leur regard sur la quantification des caractéristiques d'entraînement de sportifs élites, notamment en endurance (Seiler, 2009). La réalisation de ces travaux descriptifs a permis d'étudier et ainsi d'établir certaines références des charges d'entraînement de ces sportifs d'endurance experts (Anaël Aubry, 2016). S. Ingham (2012) a présenté une étude de cas auprès d'un athlète Internationale Britannique coureur de 800 et 1500 m pendant deux saisons. La 1^{ère} saison cherchait à décrire son entraînement habituel, tandis que la deuxième optait pour une modification de la répartition des intensités d'entraînement. Le volume kilométrique était moins important (112 km de volume hebdomadaire contre 114 précédemment), mais le volume de travail à haute intensité était beaucoup plus élevé. L'étude de C. Barnes (2014) met en avant qu'une charge d'entraînement inférieure aux demandes du match va augmenter les risques de blessure et engendrer une sous-performance. En effet, atteindre des charges d'entraînement supérieures à celles des matchs est cruciale pour optimiser la performance du joueur, permettant notamment une prévention des blessures plus accrue en préparant au mieux les corps à des efforts extrêmes. Cependant, l'étude met également en avant l'importance de la gestion de la charge d'entraînement pour éviter les blessures, 2 à 3 séances à une intensité supérieure à celle du match placées en début de semaine. Les sports collectifs se sont également servis de ces constats pour effectuer une augmentation significative du volume et du nombre d'actions à hautes intensités. Un nouvel élément clé a alors fait son apparition, en corrélation étroite avec l'optimisation de la performance et la performance seule, la gestion de la charge d'entraînement. Dans notre étude, nous fonctionnons sous la forme de cycles, trois dans l'année (Annexe 1 : Programmation athlétique par cycle).

La charge d'entraînement est définie comme la combinaison des paramètres de volume, intensité et fréquence (Pollock, 1973; Wenger and Bell, 1986). La charge de travail, quant à elle est relative à un seul paramètre de l'effort, le volume (km) par exemple. Les sports d'endurance ont connu un flou qui règne encore aujourd'hui quant au vocabulaire utilisé, le volume se réfère à la durée à l'origine.

1.2.2 Le monitoring de la charge externe

La charge d'entraînement est égale à la combinaison du volume, de l'intensité et de la fréquence d'entraînement et décrit le « stress » physiologique imposé à l'athlète. Une séance d'entraînement définie en amont (intensité, volume, fréquence) et exprimée en valeurs absolues va constituer la charge externe (Bartlett, 2016).

1.2.2.1 Les GPS

L'étude de Scott (2016) met en avant l'importance de bien paramétrer les outils et de comprendre les métriques avant de les utiliser, notamment avec les phases d'accélération, de décélération et de changement de direction qui doivent être interprétées avec prudence. Pour les sports d'endurance, comme le football, les GPS vont nous permettre d'obtenir des marqueurs de charge externe avec la Vitesse maximale (Vmax), la distance totale (DT), la distance à haute intensité (HI) comprise entre 20-25 km/h, la distance en sprint (DS) soit supérieure à 25 km/h et la durée d'entraînement (DE) (Bourdon, 2017). Rago (2020) a mis en avant dans sa revue systématique la pertinence de l'utilisation des GPS pour quantifier, mesurer la charge d'entraînement externe. Akenhead et al. (2016) mettent en avant la pertinence d'utiliser les GPS pour quantifier la charge d'entraînement mais sur l'utilisation de paramètres bien précis qui sont la distance totale parcourue, la vitesse maximale et les zones d'intensité, ils font également références aux accélérations et décélérations ainsi qu'à la puissance métabolique estimée, pour notre part nous ne nous servons pas de ces données.

Notre perspective d'études a notamment déjà en partie été réalisée au football féminin américain, en National Collegiate Athletic Association Division 1. Askow (2021) met en avant l'utilisation des mesures GPS pour évaluer la charge d'entraînement externe et pour corrélérer ces données avec des mesures de charges internes afin d'obtenir une mesure de la charge d'entraînement la plus proche de la réalité du terrain.

1.2.3 Le monitoring de la charge interne

La charge interne correspond à l'impact d'une séance d'entraînement individualisée à un athlète et non à un groupe (Campos-Vazquez 2015). La charge interne est mesurée par des paramètres physiologiques ou psycho-physiologiques en réponse à la séance d'entraînement vécue. Le contrôle de la charge interne ne peut s'effectuer qu'à posteriori de l'entraînement, ce qui provoque une individualisation et un réajustement en permanence des séances pour permettre un effort optimal (Bartlett, 2016).

1.2.3.1 Le questionnaire RPE

La méthode CR-10 modifié, proposée par Foster (2001), consiste à multiplier des cotations de perceptions de l'effort par la durée de l'exercice. Scott (2013) a mis en place une étude pour mettre en avant la validité et les biais de cette méthode de passation. L'échelle CR-10 modifié de Foster, elle-même tiré de l'échelle de Borg (Borg, 1962), permet d'obtenir un indicateur précis de l'intensité de l'exercice validé par le principe scientifique de la perception de l'effort. Cette méthode repose sur le ressenti « subjectif » du joueur validé et appliqué dans de nombreuses disciplines dont le rugby (Gabbett and Jenkins, 2011), le football (Akenhead and Nassis, 2015), également dans les sports individuels (Wallace, 2008). Wallace (2009) a montré que les sportifs avaient tendance à évaluer l'entraînement comme plus difficile que ce qui avait été prévu par l'entraîneur pour les sessions à haute intensité, chez des nageurs experts. A contrario, pour des séances à basse intensité, ils les évaluaient comme moins difficiles que l'entraîneur, différence confirmée en football (Brink, 2014).

Vous pouvez retrouver le mode de passation du questionnaire RPE (Rating of Perceived Effort) via le logiciel MyCoach Pro, je n'ai pas trouvé d'étude validant directement l'utilisation de MyCoach Pro dans la passation de questionnaire RPE, mais l'étude de Gallo et al. (2015) met en avant la validité de l'échelle utilisé (Figure 1), image tiré directement du logiciel en question.

Cependant, l'étude de Gallo et al. (2015) met en avant la version anglaise de l'échelle, et non la version française que nous avons utilisée. Haddad et al. (2013) ont validé la traduction française de l'échelle CR-10 modifiée de Foster et al. (2001), échelle similaire à la notre. Ainsi, la version française de cette échelle présente une fiabilité, validité et sensibilité aux changements de la version originale en anglais. Malgré quelques différences de vocabulaire avec l'échelle que nous avons utilisée, cette étude soutient la validité de son utilisation.

Rpe joueur	
1	- Très très facile
2	- Très facile
3	- Facile
4	- Modéré
5	- Moyen
6	- Un peu difficile
7	- Difficile
8	- Très difficile
9	- Très très difficile
10	- Maximal

Figure 1 : RPE MyCoach Pro

Les données RPE nous permettent de calculer le ratio ACWR (Acute Chronic Workload Ratio), la charge aiguë de travail réalisée sur une semaine, Week 1 (W1), représente la composante fatigue (Hulin, 2016). La notion de charge chronique renvoie à la moyenne de charge sur 4 semaines et renvoie à la composante fitness (Carey, 2017). Le monitoring de cet indice offre une vision dynamique de la préparation des joueurs (Malone, 2017). Ce ratio permet aux entraîneurs de prendre en compte la charge d'entraînement que l'athlète a effectuée récemment (au cours de la dernière semaine d'entraînement) par rapport à la charge d'entraînement à laquelle l'athlète s'est préparé (au cours des quatre dernières semaines). La RPE ne doit pas être interprétée seule, couplée à des valeurs objectives comme la distance totale pour avoir une interprétation moins biaisée des résultats. Blanch et Gabbett (2016) mettent en avant la présence d'une zone optimale, appelé Sweet Spot comprise entre 0,8 et 1,3, pour des valeurs inférieurs à 0,8 nous sommes en condition de sous-entraînement et pour des valeurs supérieurs à 1,5 en surentraînement, Danger Spot.

1.2.3.2 Le questionnaire Wellness

Le questionnaire Wellness est un questionnaire visant à mettre en avant les marqueurs de bien-être de notre athlète qui sont : L'Énergie Générale, la Fraicheur Musculaire, l'Humeur, le Sommeil et la Présence ou non de Douleurs (Ryff, 1995).

Les marqueurs de bien-être n'ont pas d'effets directs de par leurs résultats mais permettent une forme de susceptibilités d'interprétations des données. De par la passation du questionnaire relatif au bien-être, nous allons être sur un climat motivationnel d'entraînement qui va être plus favorable au contrôle de l'état de notre athlète, c'est-à-dire son état de stress/récup.

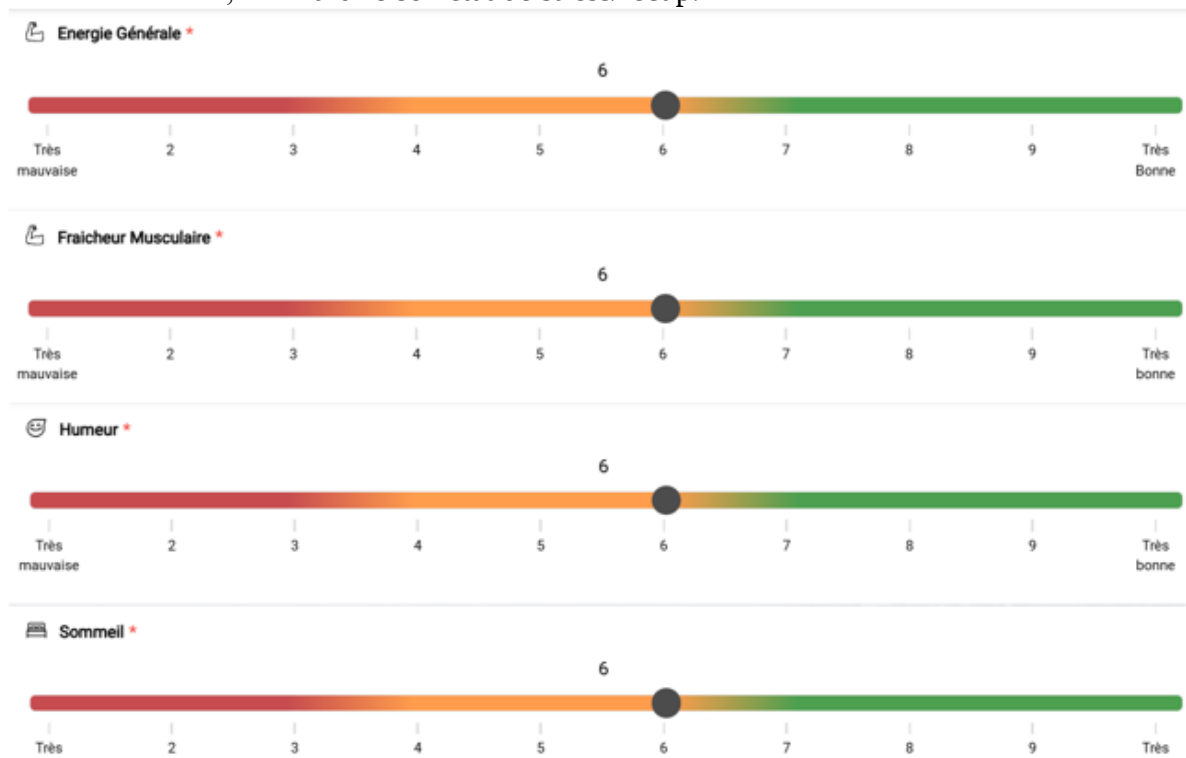


Figure 2 : Première partie questionnaire Wellness

L'étude de Jesús Muñoz -Jiménez (2022) visait à étudier la relation entre la perception de la douleur, des charges de travail mécaniques et métaboliques, et les blessures ainsi que le bien-être des joueurs pendant les Jeux Paralympiques de 2012 à Londres de five-a-side football (tournoi à cinq) de personnes en situation de handicap, aveugle. Les données ont été collectées auprès de joueurs de l'équipe nationale espagnole et soulignent que les joueurs blessés rapportent une douleur musculaire et un stress plus élevés.

Gastin et al. (2013) ont mis en évidence la validité du questionnaire Wellness pour le suivi de l'état de forme et de récupération des athlètes. Cependant, cette étude ayant été réalisée auprès de joueurs de football australien, il s'agit d'une version anglaise du questionnaire. À ce jour, nous n'avons pas trouvé d'étude validant la traduction en français du questionnaire Wellness, et plus précisément de la version que nous avons utilisée. C'est pourquoi nous avons eu recours à la traduction fournie par le logiciel MyCoach Pro.

Notre étude va chercher in fine à mettre en avant ou non une corrélation entre les réponses aux questionnaires Wellness et ses différents marqueurs (Figure 2 et Figure 3) et le fait d'obtenir une charge interne supérieure ou inférieure pour notre groupe de joueur lésé. Ainsi identifier un potentiel facteur autre que le retour de blessure qui pourrait impacter nos résultats.

The image shows the user interface of the 'Wellness' questionnaire. It is divided into three main sections:

- Douleurs Pré O/N**: A section for pre-game pain with two buttons: 'Oui' (Yes) in red and 'Non' (No) in green.
- Emplacement Douleur**: A section for pain location. It has two tabs: 'LISTE' (List) and 'CORPS' (Body). Below the tabs is a diagram of a human body with labels for 'Muscles' and 'Articulations' (Joints).
- Inquiétude blessure**: A section for injury concern. It features a horizontal slider with a scale from 1 to 10. The slider is currently set at 6. The left end is labeled 'Très faible' (Very low) and the right end is labeled 'Très élevée' (Very high). The slider has a color gradient from green on the left to red on the right.

Figure 3 : Seconde partie questionnaire Wellness

1.2.4 Lien entre la charge externe et la charge interne

La charge d'entraînement correspond à la combinaison du volume, de l'intensité et de la fréquence d'entraînement et décrit le « stress » physiologique imposé à l'athlète. Dans la littérature, deux types de charge d'entraînement apparaissent, la charge interne et la charge externe.

La méta-analyse de Shaun J. McLaren (2018) met en avant la relation entre les mesures internes et externes de la charge d'entraînement chez les athlètes de sports d'équipe. La méta-analyse a examiné 13 études indépendantes, incluant 295 athlètes et 100 418 observations individuelles d'entraînement. Les mesures internes étaient évaluées par la notation de l'effort perçu (sRPE) et le TRIMP (Training Impulses) dérivé de la fréquence cardiaque. La session-RPE (sRPE) est une méthode qui calcule la charge d'entraînement interne en multipliant la RPE de l'individu (à l'aide de l'échelle CR10 de Borg) par la durée de séance (en minutes). Elle permet l'évaluation de l'effort perçu de la séance et ainsi évaluer la charge d'entraînement interne de notre athlète (Scott, 2013). Le TRIMP est un outil de quantification de l'intensité et de la durée de l'entraînement en tenant compte de la fréquence cardiaque. Il permet d'évaluer la charge d'entraînement optimal, et ainsi associée ou non à des améliorations de la condition physique (Banister, 1991). Les mesures externes incluaient la distance totale, la distance parcourue à des vitesses élevées, la charge accélérométrique et le nombre d'impact. Les résultats ont mis en évidence des associations positives significatives, mais la force de ces relations dépendant du type d'entraînement, soulignant l'importance de la quantification précise des charges d'entraînement pour optimiser la préparation des athlètes. Impellizzeri (2019) souligne l'importance des concepts de charges d'entraînements internes et externes pour optimiser les réponses d'adaptation des athlètes. Pour lui privilégier la charge interne paraît plus pertinent, celle-ci pouvant varier considérablement d'un athlète à un autre en fonctions de facteurs tels que l'état de santé. Il insiste sur l'importance d'intégrer les charges internes et externes pour une évaluation des plus holistiques de la réponse à l'entraînement.

Impellizzeri parle de facteurs pouvant influencer le vécu de la charge d'entraînement comme l'état de santé, c'est pourquoi nous avons décidé de coupler nos prises de données RPE avec celles du questionnaire Wellness. Ainsi, durant l'étude statistique nous allons pouvoir mettre en avant une potentielle corrélation entre nos paramètres calculés et ceux mesurés par le questionnaire Wellness. Un autre de ces facteurs pourrait être le PHV (Peak Height Velocity). Robert L. Mirwald (2002) a mis au point une méthode de calcul pour l'obtenir à l'aide de 3 valeurs mesurables : le poids, la taille et la taille assise. Cette formule permet de déterminer l'avancée de l'athlète quant à son pic de croissance, s'il l'a passé ou non, s'il est en retard par rapport à son âge, en avance. De nouveau, durant l'étude statistique, nous allons évaluer une potentielle corrélation entre les résultats obtenus, la durée du protocole et le PHV de nos athlètes.

1.3 La blessure

Les blessures sont plus fréquentes dans le football que dans la plupart des autres types de sport (De Loes, 1995) et de nombreuses études ont été menées pour étudier le type, la localisation et la gravité des blessures en football (Arnason, 1996 ; Chomiak, 2000). L'étude de Arnasson (2004) a mis en avant une prédominance des blessures dans les membres inférieurs en football. Les elongations musculaires des ischio-jambiers, avec un taux d'incidence de 8,4 blessures pour 1000 heures de match, étaient les plus fréquentes.

Pour notre part, nous n'allons pas nous intéresser à la blessure en elle-même, ni même à l'incidence de blessure (Injury incidence in male elite youth football players is associated with preceding levels and changes in training load), mais plutôt à la phase de RTP (return to play) qui vient par la suite. Le « return to play » (RTP) va consister en un retour au terrain avec le groupe et possiblement un travail supplémentaire sur la zone qui a été lésée (Dunlop et al, 2020). Cependant, le type de blessure, la raison de la blessure (externe ou interne), la durée d'arrêt total de sport, la durée de réathlétisation seront connus mais pas au centre de notre étude. Van Der Horst (2017) a également donné une définition du RTP ainsi que les critères associés à celui-ci, en football, pour l'exemple de la blessure aux ischios-jambiers (Annexe 2).

Lors de l'étude nous utiliserons les termes de joueur « lésé » et joueur « sain ». Un joueur « lésé » sera défini comme un joueur ayant fini son protocole de soin et de réathlétisation et venant de reprendre l'entraînement avec le groupe. Cela concerne un joueur dans la phase de RTP, se dirigeant vers la phase de RTC (return to compete). Un joueur « sain » est quant à lui un joueur évoluant au même poste que notre joueur « lésé » et n'ayant pas subi de période d'arrêt, c'est-à-dire un joueur étant toujours en action.

En effet, la blessure fait aujourd'hui partie intégrante de l'univers du sport. Après avoir explicité la charge d'entraînement et ses différents patterns, ainsi que son rapport à la blessure. Il nous faudrait comprendre comment celle-ci est vécu par nos joueurs, précisément par nos joueurs en retour de blessure. Comparer la charge d'entraînement aussi bien interne que externe vécu par notre joueur lésé, comparé à un joueur sains, nous permettrait au mieux d'adapter le principe de progressivité vers le RTP. À la fois, nous optimiserons le retour au terrain pour nos joueurs blessés, mais également nous améliorerons notre compréhension globale quant au vécu de la charge d'entraînement des joueurs. La charge d'entraînement étant primordiale dans la capacité à performer du joueur.

2. Problématique, Objectifs et Hypothèses

2.1 Problématique

Cette étude vise à mettre en avant l'existence ou non d'une différence de charge interne vécue, à charge externe équivalente, entre un joueur en retour de blessure et un joueur toujours en action. Pour ce faire, nous avons décidé de mettre en place deux groupes : un groupe composé de joueurs en retour de blessure et un groupe composé de joueurs toujours en action.

C'est ainsi, qu'une question centrale émerge : Peut-on constater des différences de charges vécues, à charge externes équivalentes, chez un footballeur élite en retour de blessure et un footballeur élite toujours en action ?

2.2 Objectifs

Ce club dispose d'une équipe masculine évoluant en National 1 (N1) et d'une équipe réserve évoluant en National 3 (N3) sur laquelle se porte l'étude. Évoluant dans la 5^{ème} division française, il faut tout au long de l'année avoir le plus de joueurs disponibles pour pouvoir aligner l'équipe la plus compétitive possible pour espérer performer à ce niveau. À la suite d'une discussion avec le responsable de la préparation physique sur le centre de formation, également préparateur physique de l'équipe réserve, il a été convenu que d'améliorer notre compréhension sur le vécu de la charge d'entraînement en football serait crucial. À la fois sur le phénomène de retour au terrain (RTP) et plus globalement la compréhension de celle-ci de manière quotidienne.

L'intégration des questionnaires RPE et Wellness permettra une meilleure compréhension de la charge vécue par les joueurs. De plus, l'apport des GPS nous donne un retour direct sur la charge externe vécue par les joueurs et ainsi nous apporte des valeurs chiffrées et permettra in fine d'augmenter la performance individuelle et collective. L'objectif de cette étude sera donc d'améliorer notre compréhension quant à la charge d'entraînement vécue par des joueurs de football élites.

2.3 Hypothèses

H0 : Les joueurs en retour de blessure et les joueurs en action n'ont aucune différence quant à leur charge vécue

H1 : Les joueurs en retour de blessure ont une charge vécue supérieure aux joueurs en action

H2 : Les joueurs en retour de blessure ont une charge vécue inférieure aux joueurs en action

3. Protocole expérimentale

3.1 Conception de l'étude

Cette étude a été portée sur une saison complète d'une équipe réserve d'un club professionnel pendant 45 semaines évoluant dans la 5^{ème} division française au cours de la saison 2024 – 2025. Les 42 semaines de la saison ont été divisées en 4 périodes : la pré-saison (W1 à W5), le début de saison (W6 à W17), la mi-saison (W18 à W30) et la fin de saison (W31 à 45). Dans les 45 semaines, seront comptés les 3 semaines de repos accordé aux joueurs durant la saison, soit 42 semaines d'étude. La saison comporte 37 semaines non encombrées (un match en l'espace de 7 jours), 1 semaine encombrées (deux matchs en l'espace de 7 jours) et 4 semaines sans matchs. Ces périodes ont été utilisées pour analyser les différences entre les joueurs lésés et les joueurs sains pour la Vitesse maximale, la distance totale, la distance à haute intensité comprise entre 20-25 km/h, la distance en sprint soit supérieure à 25 km/h et la durée d'entraînement. Ainsi que leur réponse aux questionnaires RPE et Wellness. Sur les vingt-cinq joueurs, tous ne correspondaient pas aux critères de l'étude, ceux répondant aux critères ont été divisés en deux groupes, en fonction de leur statut : les joueurs lésés (n = 1) et les joueurs sains (n = 0). Statut : les lésés (n = 7) et les sains (n = 7). Notre étude portera sur 7 sujets lésés à comparer à 7 sujets sains. Les joueurs lésés étant la base de notre étude, les joueurs sains étant choisis en fonction des lésés afin de pouvoir comparer des joueurs évoluant au même poste. Comme l'a démontrée Douchet (2023), les demandes des joueurs sur le terrain sont spécifiques à leur poste occupé, ainsi en conséquence du joueur lésé, nous allons choisir un joueur répondant aux critères de l'étude et évoluant au même poste.

3.2 Participants

L'étude ci-dessus présentée est une étude longitudinale qui a été menée tout au long de l'année 2024-2025 dans un championnat français de 5^{ème} division, National 3. Un groupe de vingt-cinq joueurs de football ($19,5 \pm 2,1$ ans ; $179,01 \pm 6,1$ cm ; $74,87 \pm 7,3$ kg) d'un club professionnel ont participé à l'étude pendant toute la saison, qui a duré 42 semaines. Cette recherche a été effectuée par les préparateurs physiques du club après coordination avec les dirigeants et l'entraîneur principal. La sélection des joueurs pour participer à cette étude comprend : un pourcentage de réponse supérieur à 95 % pour les questionnaires RPE et Wellness ; un suivi GPS continu sur les compétitions et séances d'entraînements. Pour le groupe de joueurs sains, la sélection comprend : une participation continue aux compétitions et aux séances d'entraînement pendant la saison (lorsqu'un joueur n'a pas participé à la compétition hebdomadaire, il a participé à une séance d'entraînement alternative telle qu'un entraînement par intervalles à haute intensité) ; les joueurs n'étaient pas blessés pendant plus de deux semaines (Bogdanis, 2012). De plus, si un joueur ne portait pas son GPS lors d'une séance d'entraînement, il était automatiquement inapte à l'étude.

Pour le groupe de joueurs lésés, la sélection comprend : une période d'arrêt, de blessure supérieure à deux semaines ; une période continue de retour à l'entraînement menant a minima à un retour aux valeurs d'avant blessure ou à celle des joueurs ; un retour à la compétition (paramètres à retrouver dans le Tableau 1).

Paramètres	Description
Indentification du joueur	Identifiant du joueur
Position du joueur	Position du joueur
Blessure	1-Lésée, 0-Sain
Temps de blessure	Jour passé sans s'entraîner

Tableau 1 : Paramètres de base pour la description du joueur.

Sur la base de ces deux études (Nobarie, 2022), les gardiens n'ont pas été inclus en raison des variables physiologiques dans la préparation à la compétition (Mallo, 2015). Les gardiens n'étant pas munis de GPS, nous ne pouvions pas effectuer un comparatif sur les données post-blessure ou un comparatif sur les autres gardiens. De plus, du fait d'une rotation importante les gardiens présents avec cette équipe sont changeants. Les joueurs participants à cette étude ont donc été répartis en deux groupes, les joueurs sains et les joueurs lésés, groupe lésé à retrouver dans le Tableau 2 et groupe sains dans le tableau 3.

Numéro	Poste	Type de Blessure	Durée d'absence (en jour)	PHV (date de prise : 15/02/2025)
Joueur 1	Latéral	Rupture partielle du ligament collatéral médiale	26	4,5
Joueur 2	Défenseur central	Rupture complète du ligament TFAI	51	3,9
Joueur 3	Latéral	Rupture complète du ligament TFAI	98	3,6
Joueur 4	Ailier	Fissure tendon rotulien	36	3,7
Joueur 5	Attaquant	Déchirure du muscle droit fémoral droit	116	5,2
Joueur 6	Ailier	Pubalgie	93	4,6
Joueur 7	Milieu	Rupture complète du ligament TFAI	45	4,9

Tableau 2 : Caractéristiques des joueurs du groupes lésé

Numéro	Type de Blessure	Poste	PHV (date de prise : 15/02/2025)
Joueur 8	Sain	Latéral	8
Joueur 9	Sain	Défenseur central	4,3
Joueur 10	Sain	Latéral	4,4
Joueur 11	Sain	Ailier	4
Joueur 12	Sain	Attaquant	6,6
Joueur 13	Sain	Ailier	4,5
Joueur 14	Sain	Milieu	4,9

Tableau 3 : Caractéristiques des joueurs du groupes sain

3.3 Protocole

Le protocole comporte plusieurs phases et nous permettra de vérifier si une différence significative de la charge vécue existe entre le groupe de joueurs en retour de blessure (lésée) et le groupe de joueurs toujours en action (sains), obtenue pour la charge externe par les GPS et la charge interne par les questionnaires RPE et Wellness. La période d'analyse commencera dès le RTP, retour à l'entraînement normal pour le joueur, ce moment de RTP est défini en collaboration avec le pôle médical, kinésithérapeute et médecin et la durée de la blessure – RTP dépendra de la blessure en question. La période blessure – RTP, comprend la période de soin, le RTR (return to run) et le RTT (return to train). La période de RTP commence à la suite du retour aux valeurs d'avant blessure sur les tests, FMS, de force, de puissance, d'endurance par l'isocinétisme que nous utilisons suivant la blessure (Ardern, 2016 ; Ekstrand, 2020 ; Dijkstra, 2017).

La fin de la période d'analyse sera marquée par la validation de deux critères par nos joueurs dits « lésés », des données sur le plan athlétique de retour aux bases d'avant blessure ou comparable à celle des joueurs toujours en action évoluant au même poste, ainsi qu'une charge interne, charge vécue de retour aux valeurs d'avant blessure ou dans la norme des joueurs sains.

La validation de ces deux critères marquera également le RTC (return to compete) et la fin de notre suivi sur ce joueur. Étant sur un test longitudinal, la passation des tests est effectuée de manière continue tout au long de l'année (W1 à W45), chaque passation a été effectuée dans les mêmes conditions afin que les tests et données soient reproductibles et valides. Lors de la récolte de données et passation des questionnaires, le questionnaire Wellness était réalisé le matin au réveil, le questionnaire RPE trente minutes après la séance et la récolte des GPS dans la journée correspondant à la séance d'entraînement.

Les questionnaires étaient réalisés lors de chaque séance d'entraînement, 5 fois par semaine à la normale et 4 fois par semaine lors des semaines comprenant une coupure à MD-2 (Match-Day-2), le lundi, mardi, mercredi, jeudi (MD-2) et vendredi. Les données récoltées lors du jour de match ne seront pas utilisées. La passation durera une à deux minutes suivant les questionnaires, pour la récolte et nettoyage des données GPS cela dure dix à vingt minutes, celle-ci étant réalisée par le staff. Les données GPS récoltées comprennent l'intégralité de la séance, de l'échauffement au procédé de fin. Les GPS leur étant remis à l'entrée sur le terrain et ils les restituent à la sortie, les données sont nettoyées de sorte à avoir uniquement le temps d'effort, l'introduction et conclusion de fin de séance sont nettoyées.

3.4 Matériels et procédures

3.4.1 GPS

Tout d'abord, une récolte des données GPS (Ferraz, 2023) a été faite sur l'équipe de N3 durant les 45 semaines de protocole, soit l'équivalent de 251 séances terrains, les matchs et rencontres ont été exclus car ils n'étaient pas pertinents pour notre étude, un sujet en retour de blessure ne va pas directement commencer à rejouer, donc aucun comparatif de données possible sur ces rencontres. De plus, nous n'avons également exclu les séances de musculations en salle étant prévu 2 fois par semaine, à MD-4 (haut du corps) et MD-3 (bas du corps). Nous avons analysé toutes les semaines d'entraînement, quelle que soit leur structure ou le nombre de jours entre les matchs. Les mesures de la charge GPS ont été analysées en fonction du nombre de jours avant (-MD) ou après (+MD) un match. Les joueurs sont donc divisés en deux groupes lors de l'étude des données : les joueurs en retour de blessure et les joueurs toujours en action. Les objectifs spécifiques pour chaque jour d'entraînement se trouvent dans l'annexe (Annexe 3 : Semaine type, Axe de travail ; Annexe 4 : Semaine type détaillé). Les données GPS ont été collectées à l'aide du dispositif Catapult Vector S7 (Figure 4) avec une échantillonnage de 10 Hz. Selon les assurances et la certification du fabricant, l'appareil fournit des mesures fiables et crédibles lors des séances d'entraînement en plein air et des matchs dans les stades (Catapult). Les appareils ont été placés dans des gilets spéciaux de la taille du joueur afin de ne pas affecter les exercices effectuées pendant l'entraînement et les matchs (Figure 5).



Figure 4 : Dispositif Catapult Vector S7



Figure 5 : Dispositif porté en séance

Les données sont recueillies et analysées à l'aide du logiciel Console Opérateur OpenFields version 3,13,0. C'est à ce stade que les données sont nettoyées en fonction des plages horaires d'entraînement. Ensuite, les données sont envoyées à une base de données dédiée. Les dispositifs GPS mesurent la distance calculée par différentiation positionnelle. L'ensemble de données contient des informations sur 1064 événements fournis par le système Catapult, seulement 5 ont été sélectionnés. Chaque élément est décrit par les paramètres à retrouver dans le Tableau 4. Le choix des attributs provient de l'expérience des préparateurs physiques dans l'analyse de la relation entre la charge d'entraînement externe des joueurs et son impact sur la capacité à performer, s'entraîner. L'ensemble de données est traité via le logiciel cité précédemment, mais celui-ci devient une limite de l'étude du fait d'un filtre de lissage dans le logiciel du fabricant.

Paramètre	Description
Distance Total	Distance total parcourue en mètre
Vmax	Vitesse maximale en km/h
Haute Intensité	Distance en mètre à Haute Intensité (>20 km/h <25 km/h)
Distance Sprint	Distance en mètre en Sprint (>25 km/h)
Durée d'entraînement	Minutes passé sur le terrain

Tableau 4 : Paramètres GPS utilisés

3.4.2 RPE

Pour le premier questionnaire, trente minutes après la fin de chaque séance, les joueurs avaient à répondre à l'échelle RPE (Figure 1) et étaient invités à rendre compte de l'effort qu'ils ont fourni en leur demandant d'évaluer la difficulté globale de la séance, RPE séance.

L'utilisation de cette méthode a déjà été utilisée dans des études de suivi de l'entraînement physique (Scott, 2013). Cette utilisation de la RPE est quelque peu différente de l'approche conventionnelle qui consiste à demander au sujet d'évaluer la difficulté de l'exercice à l'aide d'instructions verbales très standardisées, la difficulté de l'exercice qu'il perçoit à un moment donné. Nous avons plutôt expliqué au sujet que nous voulions une évaluation globale de l'ensemble de l'entraînement et non pas d'une séquence en particulier.

La réponse à l'échelle RPE s'effectue 30 minutes après l'entraînement pour éviter tout biais dû à des parties de séances, une fin de séance plus difficile ne domine pas l'évaluation complète de la séance. La RPE représente une évaluation globale et unique de l'intensité pour l'ensemble de la session d'entraînement.

3.4.3 Wellness

Le bien-être général des joueurs, la fatigue, le sommeil et la présence de douleurs pendant l'entraînement ont été évalués par le questionnaire Wellness (Figure 2 et Figure 3). Le questionnaire a été validé sur la base des recommandations du suivi de l'athlète (McLean, 2010). Au même titre que pour la RPE, c'est une échelle qui a été utilisée, bornée de « Très mauvaise » à « Très Bonne », validé par Muñoz-Jiménez (2022). Il devait également répondre à une question fermée (« Oui » ou « Non ») sur la présence de douleur, si la réponse était positive l'emplacement de la gêne ainsi que l'inquiétude quant à celle-ci étaient à signaler. Les joueurs ont fait part de leur état de bien-être tous les matins au réveil durant l'intégralité du protocole.

3.4.4 MyCoach Pro

Pour les deux questionnaires précédents la récolte et les réponses étaient effectuées via le logiciel MyCoach Pro, facilitant ainsi la récolte et l'étude des données. Le logiciel MyCoach Pro est un logiciel de gestion destinée au staff des équipes sportives. En majeure partie développé dans les sports collectifs, plus précisément le football il permet une collecte et centralisation des données sur un même référentiel commun. Il permet ainsi de faciliter la planification des entraînements en offrant des analyses détaillées pour staff et joueur. Étant un logiciel, une pratique nouvelle dans la sphère du football, les joueurs ont été familiarisés à l'avance avec le logiciel et les questionnaires, de plus les joueurs étaient sensibilisés en amont sur le sujet et l'intérêt des réponses aux questionnaires.

3.5 Analyse statistique

Tout d'abord, le traitement statistique des données a été effectué à l'aide du logiciel Excel ainsi que du logiciel Anastats. Les données quantitatives sont exprimées en (moyenne $\pm$ écart-type) et les données qualitatives sont exprimées en pourcentage. Nous avons vérifié la normalité des paramètres suivant les données RPE et Wellness collectées ainsi que les données GPS collectées avec le test de Shapiro-Wilk, puis l'homogénéité des variances par le test de Levene.

Pour comparer les données de nos joueurs sains à celles des joueurs lésés, nous allons utiliser un test ANOVA pour échantillon dépendants pour un test paramétrique ; si notre test est non paramétrique, nous allons utiliser un test de Friedman. À l'aide du D de Cohen, nous avons calculé la taille de l'effet pour avoir un deuxième regard sur nos données, 0,2 étant considéré comme un effet faible, 0,5 comme un effet moyen et 0,8 comme un effet important. Les valeurs sont considérées comme significatives pour un $p < 0,05$. Nos études statistiques réalisées sont toutes issues du site Anastats.

Nous avons envisagé d'étudier la corrélation entre nos données à l'aide des tests de Bravais-Pearson ou de Spearman. Pour des raisons d'organisation, nous avons renoncé à cette analyse et n'avons pas exploité les données sur le PHV. Ce choix reste peu contraignant, le PHV n'étant pas notre sujet principal.

4. Résultats

4.1 Présentation des résultats

4.1.1 La charge interne

Tout d'abord, toutes les données sur la charge interne sont quantifiées à l'aide d'une échelle de 0 à 10, à noter pour l'interprétation, hormis l'ACWR.

Ratio ACWR	Groupe	W1	W2	W3	W4
Moyenne +/-	Lésé	2,21 ± 1,4	1,3 ± 0,69	1,39 ± 0,59	0,87 ± 0,21
écart-type	Sain	1,2 ± 0,86	1,55 ± 0,47	1,05 ± 0,47	0,92 ± 0,35

Tableau 5 : Présentations des moyennes et écart-type des données récoltés pour le groupe lésé et le groupe sain concernant le ratio ACWR

Le Tableau 5 ci-dessus nous présente les données quantitatives exprimées en moyenne et +/- écart-type. Ce tableau présente les données pour le groupe lésé et le groupe sain en indiquant la moyenne et +/- écart-type des données recueillies concernant le ratio ACWR (Acute Chronic Workload Ratio) et ce durant les 4 semaines, W1 à W4.

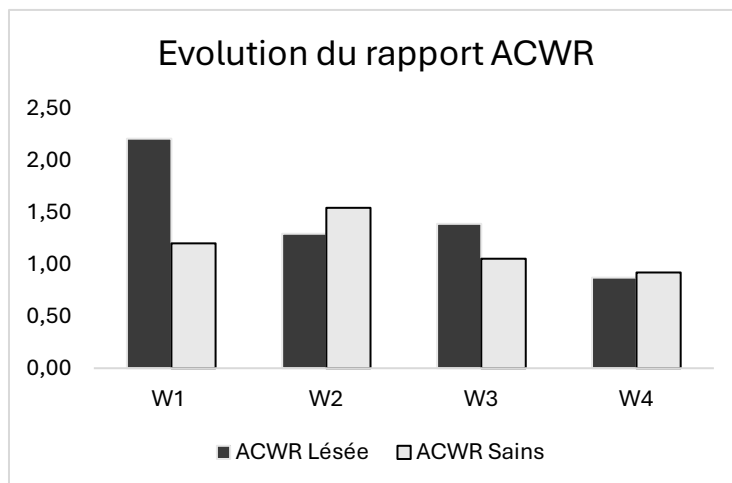
Ensuite, les tableaux 6, 7, 8 et 9 nous présentent les données quantitatives exprimées en moyenne et +/- écart-type. Ces 4 tableaux présentent les données pour le groupe lésé et le groupe sain en indiquant la moyenne et +/- écart-type des données recueillies concernant le questionnaire Wellness et ses 4 dimensions (Énergie Générale, Fraîcheur Musculaire, Humeur, Sommeil), et ce durant les 4 semaines, W1 à W4.

Puis, le tableau 10 nous présente les données quantitatives exprimées en moyenne et +/- écart-type. Ce tableau présente les données pour le groupe lésé et le groupe sain en indiquant la moyenne et +/- écart-type des données recueillies concernant le questionnaire RPE, en nous indiquant la charge d'entraînement hebdomadaire et ce durant les 4 semaines, W1 à W4. Les données présentées sont à retrouver en annexe et nous apportent une vue d'ensemble des résultats obtenus.

4.1.2 La charge externe

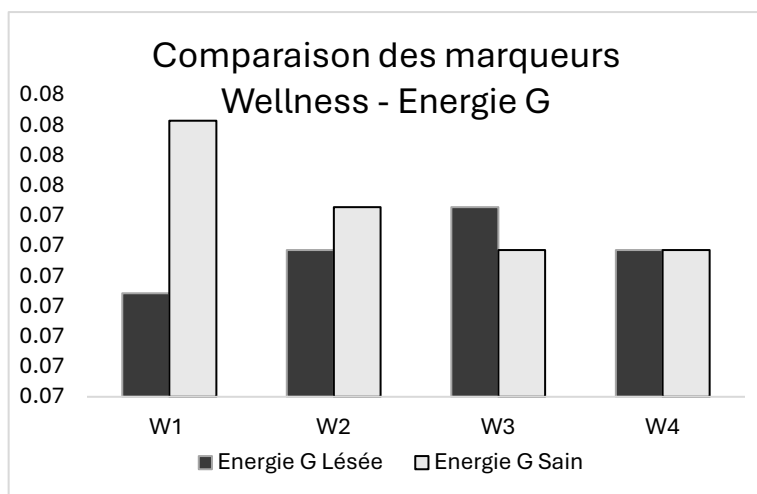
Par la suite, les tableaux de 11 à 15 nous présentent les données quantitatives exprimées en moyenne et +/- écart-type. Ces tableaux présentent les données pour le groupe lésé et le groupe sain en indiquant la moyenne et +/- écart-type des données recueillies concernant les GPS de manière hebdomadaire et ce durant les 4 semaines, W1 à W4. Comprenant la durée d'entraînement, la distance totale, la vitesse maximale, la distance entre 20 et 25 km/h (haute intensité) et la distance au-delà de 25 km/h (distance en sprint). Les données présentées sont à retrouver en annexe et nous apportent une vue d'ensemble des résultats obtenus.

4.2 Comparaison des résultats



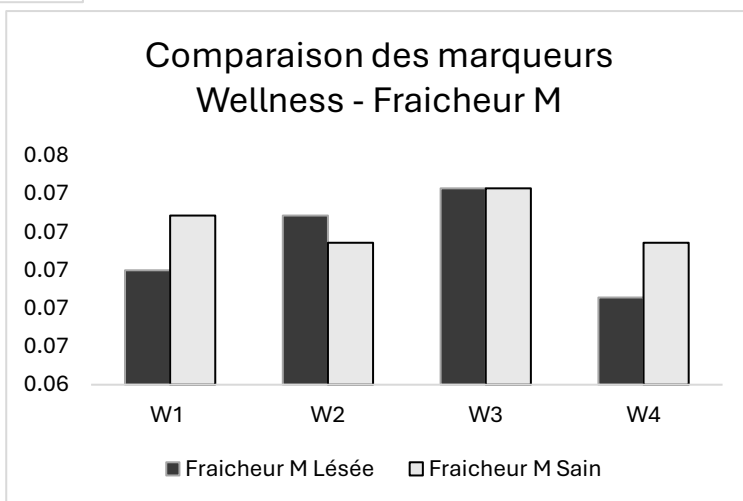
Graphique 1 : Comparaison du ratio ACWR durant les 4 semaines

Sur le graphique 1 ci-dessus, on retrouve les résultats du ratio ACWR et ce durant 4 semaines pour le groupe lésé ainsi que pour le groupe sain. Concernant le groupe lésé vis-à-vis du groupe sain, on observe une différence significative par rapport au ratio ACWR avec un $p = 0.03$. Cependant, après réalisation des tests post-hoc on n'obtient pas de différence significative au seuil de 5 %, la comparaison W2 à W4 était celle avec l'effet le plus important mais pas significatif.

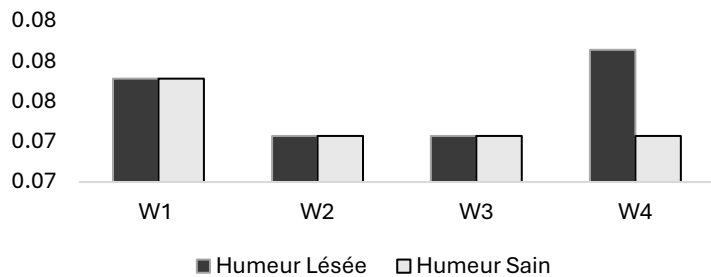


Graphique 2 : Comparaison de la dimension énergie générale du questionnaire Wellness

Graphique 3 : Comparaison de la dimension fraîcheur musculaire du questionnaire Wellness

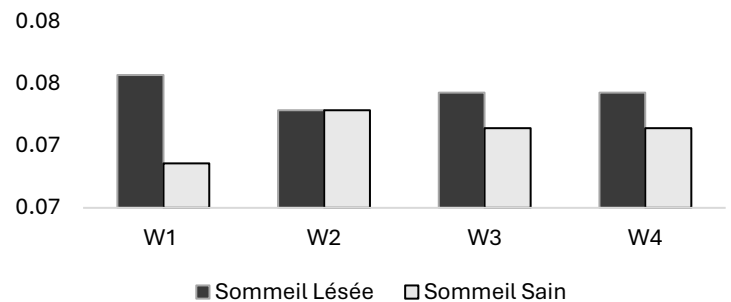


Comparaison des marqueurs Wellness - Humeur



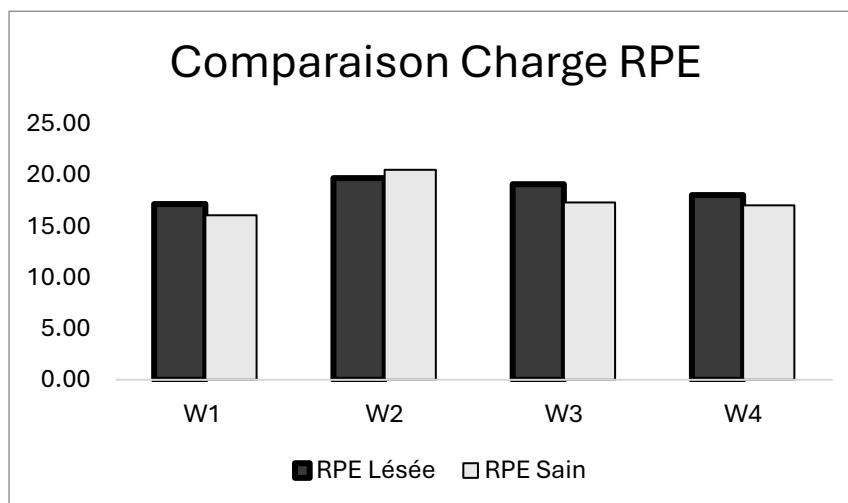
Graphique 5 : Comparaison de la dimension
sommeil du questionnaire Wellness

Comparaison des marqueurs Wellness - Sommeil



Vous pouvez retrouver ci-dessus les résultats pour le questionnaire Wellness avec ses 4 dimensions. Après étude statistique, nous n'obtenons pas de différences significatives entre nos 2 groupes et ce durant les 4 semaines. Les valeurs du questionnaire Wellness pour la dimension énergie générale ont notamment présenté un $p = 0.64$, n'affichant pas un $p > 0,05$, ce fût de même pour les autres dimensions. Pour la dimension de la fraîcheur musculaire, on obtient un $p = 0,35$, non significatif au seuil de 5 %. Pour la dimension de l'humeur, on obtient un $p = 0,34$, non significatif au seuil de 5 %. Pour la dimension du sommeil, on obtient un $p = 0,72$ pour la différence entre groupes, un $p = 0.99$ pour le changement au cours des mesures et un $p = 0.66$ pour l'interaction entre groupes et répétitions, toutes ces valeurs ne permettent pas de conclure à une différence significative.

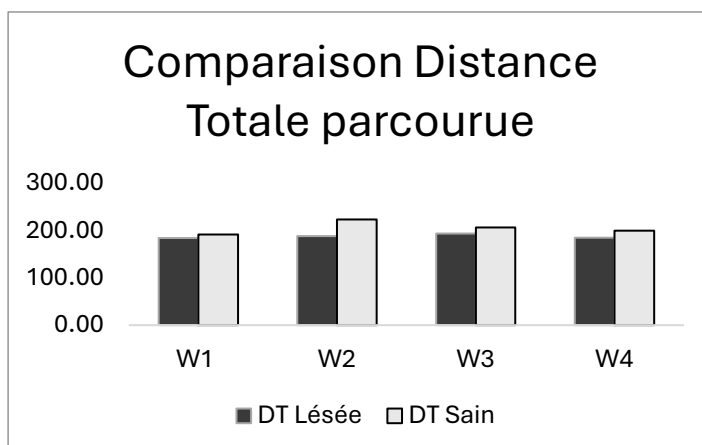
Comparaison Charge RPE



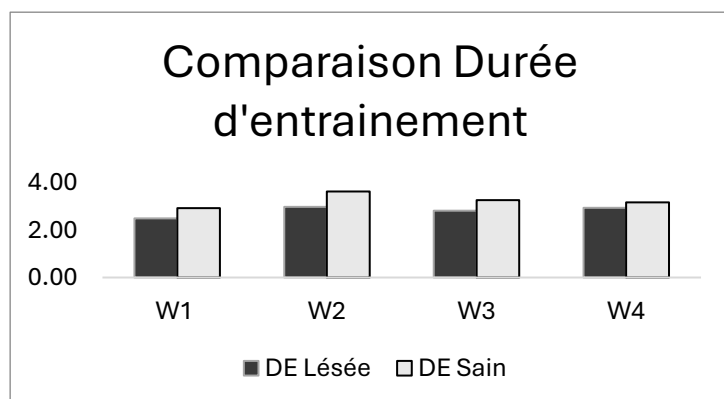
Graphique 6 : Comparaison de la charge d'entraînement obtenu avec le questionnaire RPE

Les valeurs de la charge RPE ci-dessus, charge d'entraînement en u.a., ont présenté un $p = 0,64$ pour la différence entre groupes, un $p = 0,12$ pour le changement au cours des mesures et un $p = 0,82$ pour l'interaction entre groupes et répétitions, toutes ces valeurs non significatives au seuils de 5 %.

Graphique 7 : Comparaison de la distance totale parcourue

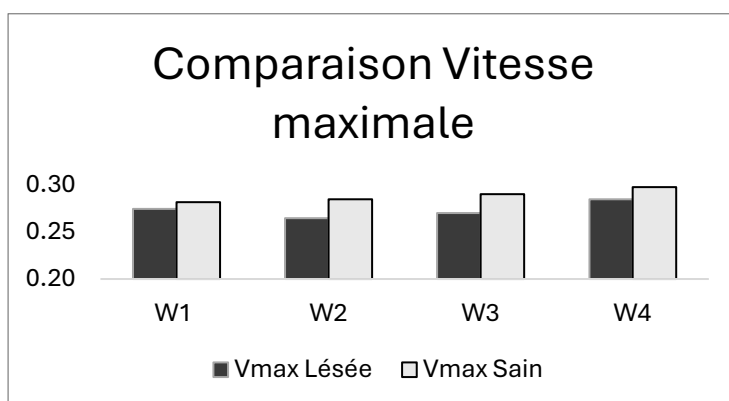


Les valeurs de la distance totale, ci-dessus, en mètres ont présenté un $p = 0,36$, non significatif au seuil de 5 %. Les valeurs de la durée d'entraînement, ci-dessous, en minutes ont présenté un $p = 0,4$ pour la différence entre groupes, un $p = 0,78$ pour le changement au cours des mesures et un $p = 0,89$ pour l'interaction entre groupes et répétitions, toutes ces valeurs non significatives au seuils de 5 %.

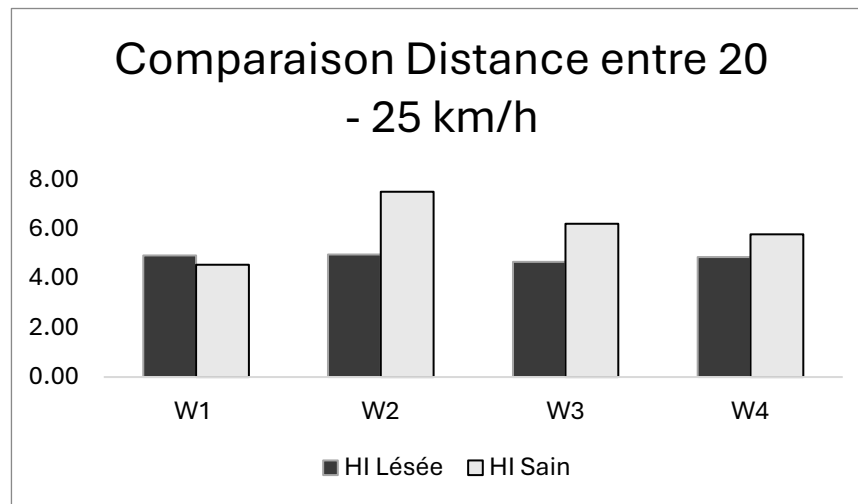


Graphique 8 : Comparaison de la durée d'entraînement

Graphique 9 : Comparaison de la vitesse maximale atteinte

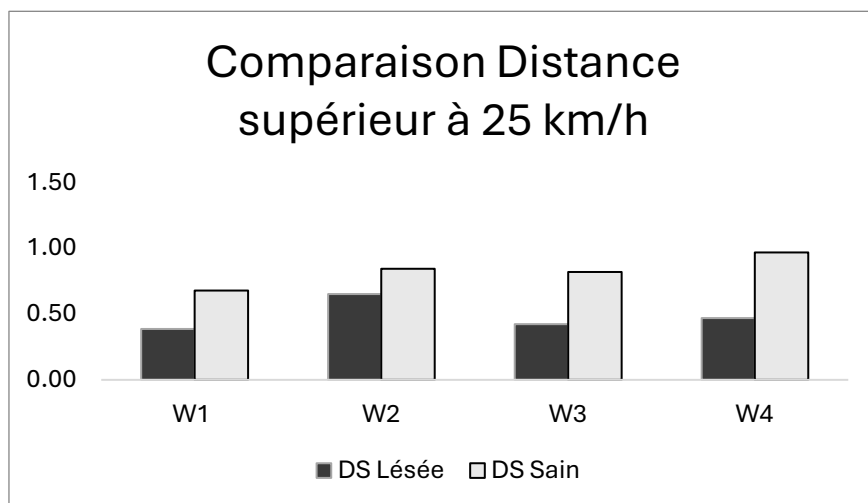


Les valeurs de la Vmax, ci-dessous, en km/h, on observe une différence significative avec un $p = 0,01$. Cependant, après réalisation des tests post-hoc on n'obtient pas de différence significative au seuil de 5 %, la comparaison W2 à W4 et la comparaison W1 à W4 étaient celles avec l'effet le plus important mais pas significatif.



Graphique 10 : Comparaison de la distance parcourue à haute intensité

Les valeurs de la distance à haute intensité, ci-dessus, en km/h ont présenté un $p = 0,83$ n'affichant pas un $p > 0.05$. Les valeurs de la distance en sprint, ci-dessous, en km/h ont présenté un $p = 0,63$. Ces valeurs ne permettent pas de conclure à une différence significative.



Graphique 11 : Comparaison de la distance parcourue en sprint

4.3 Discussion

Notre étude avait pour objectif de comprendre comment est vécue la charge d'entraînement en football en comparant deux statuts : un joueur dit sain, toujours en action, et un joueur dit lésé, en retour de blessure. L'étude portait sur les 4 semaines à partir du retour à l'entraînement collectif, et ce, uniquement sur les données d'entraînement et non de match. Nous avons présenté précédemment les résultats obtenus ; dans cette partie, nous les discuterons.

5.1 Interprétation

Nous aborderons et interpréterons ici les résultats de nos différentes données récoltées. Tout d'abord, nous nous intéresserons au ratio ACWR. Gabbett et al. (2016) ont mis en avant une zone appelée *Sweet Spot* qui serait comprise entre 0,8 et 1,3 et qui serait la plus optimale pour performer et éviter le risque de blessure.

En effet, ayant une différence significative entre nos deux groupes, nous avons réalisé un test post-hoc qui n'a pas permis de valider de différences significatives. C'est pourquoi, nous allons interpréter les valeurs des groupes obtenues et voir si celles-ci peuvent nous donner des indications. On remarque la différence la plus importante à la W1, semaine de reprise pour nos joueurs, avec une moyenne de 2,21 au ratio ACWR pour le groupe lésé et 1,2 pour le groupe sain. Certes, nos données ne prouvent pas une différence significative, mais on peut supposer que lors de cette semaine, le groupe lésé ne se situe pas dans la zone du *Sweet Spot* et ainsi n'est pas dans une zone optimale de développement, mais se situe dans la *Danger Zone*, avec un risque accru de blessure. De plus, au fur et à mesure de notre protocole, le ratio baisse et descend à 0,87 pour le groupe lésé, c'est-à-dire dans la zone de *Sweet Spot*. On peut supposer qu'il faudrait donc 4 semaines, au vu de nos résultats, pour revenir dans une zone optimale de développement.

Ensuite, au niveau des quatre dimensions du questionnaire Wellness, celles-ci nous apportent très peu d'informations du fait qu'aucun résultat ne s'avère significatif. Les moyennes sont plus ou moins égales entre les deux groupes et oscillent plus ou moins de la même manière. À nouveau, lors de la W1, sur la dimension de la fraîcheur musculaire et de l'énergie générale, on constate une différence : 7,14 pour le groupe lésé contre 7,71 pour le groupe sain au niveau de l'énergie générale. On peut supposer que cela est dû au retour sur le terrain avec le groupe, avec des demandes cognitives et physiologiques qui peuvent être légèrement supérieures. Aussi bien pour l'énergie générale que pour la fraîcheur musculaire, on peut supposer qu'il faudrait une semaine pour encaisser le changement et revenir à des valeurs de base.

Aucune recherche n'a encore été effectuée sur notre cas spécifique, mais Schliep et al. (2021) ont mis en évidence l'intérêt du questionnaire Wellness quant au retour de blessure, mais surtout sur comment les données doivent être utilisées pour surveiller la récupération et le bien-être. On peut donc interpréter que la récupération et le bien-être lors de la première semaine de reprise ne sont pas optimaux.

Ensuite, pour terminer avec la charge interne, nous avons la comparaison entre la charge RPE, $RPE \times \text{durée d'entraînement}$, entre le groupe lésé et le groupe sain. De nouveau, aucune différence significative n'a été mise en avant avec un $p = 0,64 ; 0,12 ; 0,82$. Pour autant, on remarque, en effectuant une lecture des données isolées, que la charge d'entraînement du groupe lésé est 100 unités arbitraires supérieure à celle du groupe sain lors de la W1. Ritchie et al. (2017) ont analysé la charge d'entraînement perçue (RPE-TL) chez des joueurs de football australien avant et après leur retour au jeu suite à des blessures. Ils ont montré que malgré une charge d'entraînement totale similaire, c'est la distribution des tâches qui changerait, avec une réduction des charges liées aux compétences. Dans notre cas, la charge d'entraînement paraît différer lors de la première semaine et revenir à la normale par la suite : 1967 pour le groupe lésé contre 2049 pour le groupe sain. On peut donc supposer que la première semaine de reprise équivaldrait dans notre cas à une charge perçue légèrement supérieure.

Nous allons maintenant aborder les résultats obtenus pour la charge externe. En effet, notre étude était répartie en deux grandes récoltes de données : celle sur la charge interne, présentée précédemment, et celle sur la charge externe, qui va suivre. La totalité de nos données sur la charge externe a été récoltée à l'aide du dispositif Catapult Vector S7.

La première dimension récoltée fut la durée d'entraînement. Les GPS leur étant fournis au moment de leur entrée sur le terrain et rendus à sa sortie, la durée d'entraînement était obtenue par cette méthode. De plus, un découpage des séances était effectué pour s'assurer d'une prise de données exacte. Pour ce facteur, on n'obtient de nouveau pas de différence significative entre nos deux groupes, avec un $p = 0,36$ pour la comparaison entre les groupes lésé et sain. Cependant, grâce à la lecture graphique (graphique 8), on constate que les données du groupe lésé, en termes de durée d'entraînement, sont inférieures : 250 min contre 293, 282 contre 364, etc. Ces données nous montrent que les joueurs en retour de blessure passent moins de temps sur le terrain. On peut supposer que, du fait d'un retour avec le groupe, des parties de séances leur sont enlevées pour lisser leur charge sur les premiers jours. Cela expliquerait nos différences, non significatives, entre les deux groupes.

Ensuite, nous avons récolté la distance totale parcourue par nos 2 groupes, les résultats obtenus ne sont de nouveau pas significatifs avec un $p = 0,4 ; 0,78 ; 0,89$. Grâce à la lecture du graphique 7, on peut tout de même supposer une différence de distance parcourue avec un delta de 700 m pour la W1, 3500 m pour la W2, 1290 m pour la W3 et 1443 m pour la W4. Même si ces valeurs ne sont pas significatives, elles sont toutes en faveur du groupe sain qui parcourait de plus grandes distances.

On ne retrouve pas d'étude mettant en avant une distance totale parcourue inférieure, mais Whiteley et al. (2020) ont mis en avant dans leur étude sur un retour de blessure aux ischio-jambiers une réduction significative de la distance parcourue à haute intensité. L'étude avait pour but de mettre en avant que le retour au jeu ne correspond pas nécessairement à un retour à la performance maximale. Même si cette étude a été réalisée sur des matchs, on peut supposer que dans notre cas des entraînements, le non-retour à la performance maximale peut être mis en avant avec des distances totales parcourues inférieures.

Par la suite, nous allons aborder le paramètre de V_{max} , vitesse maximale en km/h. À l'aide du tableau 13 et du graphique 9, à retrouver en annexe, on obtient une valeurs de $p = 0.01$ soit $p < 0.05$. Cependant, après réalisation des tests post-hoc on n'obtient pas de différence significative au seuil de 5 %, malgré que la comparaison W2 à W4 et la comparaison W1 à W4 étaient celles avec l'effet le plus important mais pas significatif. On peut tout de même supposer une différence entre le groupe lésé et le groupe sain avec des valeurs différentes de 2 km/h pour les W2 et W3. Mendiguchia et al. (2014) ont mis en avant les conséquences d'une blessure aux ischio-jambiers sur la performance et les propriétés mécaniques du sprint. Les résultats ont indiqué une diminution de la V_{max} atteinte lors du retour à la pratique, ce qui suggère une récupération incomplète des capacités de sprint. Malgré des valeurs non significatives, on peut supposer que notre groupe lésé pourrait être victime de ce processus du fait de son retour à l'entraînement, contrairement au groupe sain, ce qui expliquerait ainsi nos différences identifiées grâce à la lecture graphique.

En reprenant l'étude de Whiteley et al. (2020), on passe sur l'avant-dernier facteur étudié, les courses à haute intensité. Malgré le fait que le terme de course à haute intensité ne soit pas uniformisé à travers les différentes équipes et groupes participants à l'étude, il fait tout de même référence à notre terme de course à haute intensité. Cependant, on ne peut pas assurer le fait que dans l'étude ils parlent également de notre distance en sprint. Pour leur part, ils mettent en avant une réduction significative de la distance parcourue à haute vitesse par rapport à leur niveau pré-blessure. Même si, pour notre part, nous n'utilisons pas les niveaux pré-blessure, mais comparons à un groupe de joueurs sains, les résultats obtenus vont dans le sens de notre recherche.

En effet, malgré un $p = 0,83$, on constate des variations de valeurs. Celles-ci n'étant en aucun cas significatives, on peut tout de même identifier graphiquement des distances à haute intensité supérieures pour le groupe sain, notamment sur les semaines W2, W3 et W4. Allant ainsi dans le sens de l'étude de Whiteley et al., on peut supposer une interprétation de ce type, mais sans pouvoir la valider.

Finalement, le dernier facteur de notre charge externe est la distance en sprint. De nouveau, aucune différence significative n'est avérée entre nos deux groupes, avec un $p = 0,63$. Cependant, grâce à nos lectures du graphique 11 et du tableau 15, on peut supposer sans affirmer que des différences existent : W3, 42 m pour le groupe lésé contre 81 pour le groupe sain.

Whiteley et al. (2022) ont analysé les performances de course à haute intensité et de sprint chez des footballeurs professionnels de la Qatar Stars League, en comparant les données avant et après blessure aux ischio-jambiers.

Les résultats ont montré que, lors du retour au jeu, les joueurs présentaient une réduction moyenne de 22 mètres dans la distance de sprint (>25 km/h) par rapport à leurs performances pré-blessure. Cela va donc dans le sens de notre étude, mais nous ne pouvons le valider du fait de différences non significatives. De plus, même si la diminution était significative dans leur étude, elle restait dans la variabilité normale observée d'un match à l'autre.

5.2 Limites

Nous allons aborder les limites rencontrées dans le cadre de notre étude. En effet, la première limite rencontrée est au niveau du score Wellness. On sait aujourd'hui que le score Wellness est un indicateur validé scientifiquement pour évaluer le bien-être et la récupération de nos athlètes. Pour autant, nous n'avons pas d'informations sur les activités en dehors du football de nos athlètes. En effet, si l'un a des problèmes familiaux, un enfant en bas âge, etc. Ses scores seront forcément altérés, non pas par sa pratique sportive mais par son quotidien. C'est pourquoi cela constitue une de nos limites d'étude, on mesure un paramètre sur lequel nous n'avons pas la totale maîtrise. De plus, étant sur un groupe réserve, des adolescents, des jeunes adultes et des adultes sont mélangés. Certains sont encore à l'école tandis que d'autres ont une vie de famille, ce qui peut biaiser leurs réponses et créer des différences qui n'auront aucun lien avec l'entraînement.

Ensuite, grâce aux GPS nous avons à notre disposition une durée plus ou moins exacte de leur temps passé en séance. Cependant, la durée d'entraînement peut avoir plusieurs biais, que ce soit dans le découpage de la séance, celui-ci étant fait par un des préparateurs physiques, il peut parfois oublier de découper une partie et ainsi rajouter du temps de séance. De plus, étant sur un groupe réserve, certains joueurs évoluent aussi bien en réserve qu'avec l'équipe fanion durant la semaine ; durant notre protocole, certains joueurs n'ont donc pas effectué exactement les mêmes entraînements. À l'échelle de la séance, certains joueurs restent sur le terrain pour effectuer du travail technique supplémentaire à la fin de séance. On va alors avoir un ajout de charge pour ces joueurs, sans compter le fait que certains joueurs en retour de blessure bénéficient d'un allègement de séance (partie effectuée en poste protégé, etc.). À l'échelle de la semaine, ceci va avoir un impact direct sur la charge d'entraînement calculée et donc venir biaiser notre comparaison entre les individus et les groupes.

D'autre part, nous reconnaissons que la petite taille de nos échantillons, $n = 7$ par groupe, est un facteur limitant à la comparaison de la charge d'entraînement. De plus, notre facteur temps, avec la durée d'entraînement pouvant être biaisée, il en est de même pour toutes les variables que nous avons récoltées à l'aide des GPS.

Ensuite, toujours dans le domaine des limites liées au matériel utilisé. Les questionnaires RPE et Wellness étaient complétés par les joueurs via le logiciel MyCoach Pro. Le protocole étant lancé depuis le début de la saison, il n'était donc pas possible de changer sa réalisation. Or, l'échelle RPE et le questionnaire Wellness utilisés n'étaient et ne sont pas validés scientifiquement. En effet, leur version anglaise est validée scientifiquement, mais la version française utilisée ne l'est pas. Ceci réduit la fiabilité, la validité et la sensibilité de nos questionnaires vis-à-vis de leur version originale. Ainsi, leur fiabilité à évaluer l'intensité de l'effort et la récupération est remise en cause.

Puis, si un joueur allait s'entraîner avec l'équipe fanion, les contenus réalisés seraient automatiquement différents de ceux réalisés avec l'équipe réserve et vont donc influencer notre comparaison. L'équipe fanion jouant majoritairement le vendredi et l'équipe réserve le samedi, la périodisation sera différente. Au-delà du groupe d'entraînement, à MD-4 et MD-3, les joueurs avaient une séance de musculation. Cette séance va donc ajouter une charge de travail sans qu'elle soit quantifiée. Nous allons donc avoir un biais dans notre charge hebdomadaire obtenue, mais ce biais sera présent pour les deux groupes, ce qui réduit l'impact sur notre étude.

Pour finir, comparer deux groupes comprenait le risque que les joueurs n'aient pas exactement le même potentiel athlétique. L'exemple parfait réside dans la Vmax : deux joueurs au même poste, au même âge, et au même style de jeu n'auront pas forcément la même Vmax. D'autre part, au-delà de leur potentiel athlétique, les joueurs du groupe lésé ne revenaient pas de la même blessure ni même de la même durée d'absence, allant de 26 à 116 jours.

5.3 Perspectives

À l'issue de cette étude, plusieurs pistes de recherche et d'application concrète peuvent être envisagées. D'une part, il serait pertinent d'effectuer l'étude sur un public ayant les mêmes caractéristiques, que ce soit au niveau de l'âge civil ou biologique. De plus, placer ces mêmes joueurs dans un contexte de vie standardisé durant le protocole permettrait d'obtenir des données aux questionnaires Wellness plus pertinentes.

Ensuite, que ce soit pour une charge interne ou externe des plus pertinentes, il faudrait effectuer un protocole standardisé. C'est-à-dire, effectuer une période type à chaque retour de blessure pour l'ensemble du groupe. Cela nous permettrait de supprimer les limites concernant les contenus de séances, les temps d'entraînement et la mesure de la charge d'entraînement avec l'échelle RPE. On obtiendrait alors un échantillon de données reproductible dans le temps et pertinent.

De plus, nous avons effectué notre protocole sur 4 semaines. Malgré des données non significatives, on s'aperçoit que pour nombre de nos facteurs, comme le ratio ACWR ou la charge d'entraînement calculée à l'aide de la RPE, on obtient une différence en majorité sur la W1.

Effectuer le suivi uniquement sur un cycle hebdomadaire, une semaine, pourrait permettre de réduire les biais du quotidien, car ceux-ci seront obligatoirement moins nombreux sur un cycle hebdomadaire que sur 4. D'autre part, nos résultats supposent qu'effectuer une semaine d'étude pourrait suffire à répondre à notre objectif sur comment est vécue la charge d'entraînement en football, spécifiquement avec un joueur en retour de blessure.

Au niveau de MyCoach Pro, les questionnaires et leur version française utilisée ne sont pas validés scientifiquement. Le logiciel permet de modifier l'ensemble des outils à notre disposition. Il faudrait alors les modifier pour opter pour des versions françaises validées scientifiquement, comme celle de Haddad et al. (2013) pour la RPE.

Finalement, dans un contexte où l'année universitaire n'est pas une contrainte temporelle, effectuer cette étude de manière longitudinale sur plusieurs années permettrait des résultats plus pertinents et exploitables. En effet, au lieu de comparer deux groupes aux qualités intrinsèques différentes, on pourrait comparer les données avant et après blessure du joueur. Ainsi, nous ne serions plus biaisés par le potentiel athlétique de l'athlète, comme l'ont fait Whiteley et al. (2022).

Conclusion et application terrain

Pour conclure, nous sommes partis du constat que, bien que de nombreuses études s'intéressent à la relation entre la charge externe et la performance, la récupération ou le suivi de la charge après une blessure (Modena, 2024 ; Bühler, 2020 ; Oliviera, 2021), les comparaisons de charge externe sont souvent effectuées entre joueurs remplaçants et titulaires.

C'est à partir de cela que nous avons fait le constat suivant : il y a un manque d'études comparant la charge interne entre un joueur en retour de blessure et un joueur en pleine activité.

Pour ce faire, au travers de notre étude, nous avons proposé d'évaluer à la fois la charge interne, par le biais des questionnaires RPE et Wellness, et la charge externe mesurée par GPS. Ainsi, nous évaluerons l'influence de 4 semaines d'entraînement, à la suite d'une blessure, sur le vécu de la charge d'entraînement des joueurs.

Nous retenons de notre étude que H_0 a été validée : les joueurs en retour de blessure et les joueurs en action n'ont aucune différence quant à leur charge vécue.

Cependant, les résultats obtenus nous ont permis d'effectuer de nombreuses suppositions quant au vécu de la charge d'entraînement, notamment dans le cas d'un joueur en retour de blessure, et nous ont permis d'améliorer notre compréhension quant au vécu de la charge d'entraînement en football.

Pour autant, ce protocole est complexe à mettre en place avec différents suivis longitudinaux sur la saison. Il faut veiller à ce que les questionnaires soient remplis quotidiennement, ainsi que les dispositifs GPS soient portés et traités quotidiennement. Ce protocole nécessite donc des moyens humains et financiers, et est plus adapté pour des structures professionnelles.

De plus, notre étude n'apporte pas de bénéfice à court terme sur la performance, mais plutôt des connaissances et des bénéfices potentiels à long terme dans un objectif de formation et de recherche. D'autres méthodes permettent également de mesurer la charge d'entraînement, plus précisément la récupération avec l'évaluation des marqueurs sanguins, du taux de développement de la force ou de la détente lors d'un CMJ par exemple, avec la relation aux dommages musculaires. Cela pourrait être intéressant de les comparer avec notre étude, notre méthode.

Pour finir, nous sommes en capacité d'évoquer les améliorations à effectuer pour tenter de rendre le protocole plus efficace et obtenir des résultats significatifs. Nous pourrions :

Mettre en place un protocole standardisé sur une semaine avec un échantillon plus important, mais par un suivi longitudinal.

Effectuer notre étude non pas sur 2 groupes, mais sur des données récoltées avant et après la blessure.

Références bibliographiques

A

Akenhead, R., and Nassis, G.P. (2015). Training Load and Player Monitoring in High-Level Football: Current Practice and Perceptions. *Int J Sports Physiol Perform.*

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26456711/>

Akenhead, R., & Nassis, G. P. (2016). Training load and player monitoring in high-level football: current practice and perceptions. *International journal of sports physiology and performance*, 11(5), 587-593. <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsp/11/5/article-p587.xml>

Aguiar, M.; Botelho, G.; Lago, C.; Maças, V.; Sampaio, J. (2012). A review on the effects of soccer small-sided games. *J. Hum. Kinet.*, 33, 103–113. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23486554/>

Anaël Aubry. (2016). Compréhension du phénomène de surmenage fonctionnel induit par le travail en endurance: implications pour l'entraînement et la performance (Doctoral dissertation, COMUE Université Côte d'Azur). <https://theses.fr/2016AZUR4104>

Arden, C. L., Glasgow, P., Schneiders, A., Witvrouw, E., Clarsen, B., Cools, A., ... & Bizzini, M. (2016). 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *British Journal of Sports Medicine*, 50(14), 853-864. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27226389/>

Askow, A. T., Lobato, A. L., Arndts, D. J., Jennings, W., Kreutzer, A., Erickson, J. L., ... & Jagim, A. R. (2021). Session rating of perceived exertion (sRPE) load and training impulse are strongly correlated to GPS-derived measures of external load in NCAA division I women's soccer athletes. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(4), 90. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34842757/>

Arnason, A., Gudmundsson A, Dahl HA, et al. (1996). Soccer injuries in Iceland. *Scand J Med Sci Sports*, 6: 40–45. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8680943/>

Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Risk factors for injuries in football. *The American journal of sports medicine*, 32(1_suppl), 5-16. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14754854/>

B

Barnes, C.; Archer, D.T.; Hogg, B.; Bush, M.; Bradley, P.S. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *Int. J. Sports Med.*, 35, 1095–1100.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25009969/>

Banister, E. W., Calvert, T. W., Savage, M. V., & Bach, T. (1975). A systems model of training for athletic performance. *Aust J Sports Med*, 7(3), 57-61. <https://doi.org/10.0136/bjism,0,0,07>

Banister, E. W. (1991). *Modeling elite athletic performance*. In *Physiological testing of the high-performance athlete* (pp. 403-424). Champaign, IL: Human Kinetics.

Bangsbo, J., Norregaard, L., and Thorso, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci* 16, 110-116. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1647856/>

- Bartlett, J.D., O'Connor, F., Pitchford, N., Torres-Ronda, L., and Robertson, S.J. (2016). Relationships Between Internal and External Training Load in Team Sport Athletes: Evidence for an Individualised Approach. *Int J Sports Physiol Perform*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27194668/>
- Borg, G. (1962). Physical performance and perceived exertion. *Studia Psychologica et Paedagogica Series Altera INVESTIGATIONES XI*.<https://psycnet.apa.org/record/1964-00089-000>
- Borg, G. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. *Human Kinetics*.<https://psycnet.apa.org/record/1998-07179-000>
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., ... & Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-161.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28463642/>
- Blanch, P., & Gabbett, T. J. (2016). Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute: chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *British journal of sports medicine*, 50(8), 471-475.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26701923/>
- Brink, M. S., Frencken, W. G., Jordet, G., & Lemmink, K. A. (2014). Coaches' and players' perceptions of training dose: not a perfect match. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 497-502.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24235774/>
- Bühler, M., Duvillard, L., & Guex, K. (2020). Suivi de la charge d'entraînement à la suite d'une blessure musculaire des ischio-jambiers chez un sportif amateur: une étude de cas. *Mains libres*.<https://arodes.hes-so.ch/record/5662?ln=fr&v=pdf>

C

- Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L., and Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurement techniques and work rate data. *Sports Med*, 38, 839-862.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18803436/>
- Campos-Vazquez, M.A., Mendez-Villanueva, A., Gonzalez-Jurado, J.A., Leon-Prados, J.A., Santalla, A., and Suarez-Arrones, L. (2015). Relationships between rating-of-perceived-exertion- and heart-rate-derived internal training load in professional soccer players: a comparison of on-field integrated training sessions. *Int J Sports Physiol Perform*, 10, 587-592.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25474827/>
- Carey, D. L., Blanch, P., Ong, K. L., Crossley, K. M., Crow, J., & Morris, M.E. (2017). Training loads and injury risk in Australian football—differing acute: chronic workload ratios influence match injury risk. *British Journal of Sports Medicine*, 51(16), 1215-1220.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27789430/>
- Clemente, F.; Praça, G.M.; Aquino, R.; Castillo, D.; Raya-González, J.; Rico-González, M.; Afonso, J.; Sarmiento, H.; Filipa Silva, A.; Silva, R.; et al. (2023). Effects of Pitch Size on Soccer Players' Physiological, Physical, Technical, and Tactical Responses during Small-Sided Games: A Meta-Analytical Comparison. *Biol. Sport*, 40, 111–147.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36636192/>
- Chomiak J, Junge A, Peterson L, et al. (2000). Severe injuries in football players: Influencing factors. *Am J Sports Med*, 28: S58–S68.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11032109/>

D

- Davies, C. T., & Knibbs, A. V. (1971). The training stimulus. The effects of intensity, duration and frequency of effort on maximum aerobic power output. *Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie, einschliesslich Arbeitsphysiologie*, 29(4), 299–305.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5144913/>
- De Loes, M. (1995). Epidemiology of sports injuries in the Swiss organization. *International Journal of Sports Medicine*, 16(02), 134-138.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7751078/>
- Dijkstra, H. P., Pollock, N., Chakraverty, R., & Arden, C. L. (2017). Return to play in elite sport: a shared decision-making process. *British Journal of Sports Medicine*, 51(5), 419-420.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27474390/>
- Douchet, T., Paizis, C., Roche, H., & Babault, N. (2023). Positional differences in absolute vs. Relative training loads in elite academy soccer players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 22(2), 317.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37293421/>
- Dunlop, G., Arden, C. L., Andersen, T. E., Lewin, C., Dupont, G., Ashworth, B., ... & McCall, A. (2020). Return-to-play practices following hamstring injury: a worldwide survey of 131 premier league football teams. *Sports Medicine*, 50, 829-840.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31595453/>
- Drust, B.R., T.; Rienzi, E. (1998). Analysis of work rate in soccer. *Sports Exercise and Injury*, 4, 151-155.https://www.researchgate.net/publication/233693317_Analysis_of_work-rate_in_soccer_according_to_playing_positions

E

- Ekstrand, J., Krutsch, W., Spreco, A., Van Zoest, W., Roberts, C., Meyer, T., & Bengtsson, H. (2020). Time before return to play for the most common injuries in professional football: a 16-year follow-up of the UEFA Elite Club Injury Study. *British Journal of Sports Medicine*, 54(7), 421-426.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31182429/>

F

- Fédération Internationale de Football Association (FIFA). (2024). Lois du jeu 2024/2025 en football. *FIFA*.
- Ferraz, A., Duarte-Mendes, P., Sarmiento, H., Valente-Dos-Santos, J., & Travassos, B. (2023). Tracking devices and physical performance analysis in team sports: a comprehensive framework for research—trends and future directions. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1284086.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38077284/>
- Foster, C., Florhaug, J., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L., Parker, S., Doleshal, P., and Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res*, 15, 109-115.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11708692/>
- Foster, C., Florhaug, J.A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L.A., Parker, S., Doleshal, P., and Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11708692/>

G

- Gabbett, T.J., and Jenkins, D.G. (2011). Relationship between training load and injury in professional rugby league players. *J Sci Med Sport*, 14, 204-209.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21256078/>
- Gallo, T., Cormack, S., Gabbett, T., Williams, M., & Lorenzen, C. (2015). Characteristics impacting on session rating of perceived exertion training load in Australian footballers. *Journal of sports sciences*, 33(5), 467-475.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25113820/>
- Gastin, P. B., Meyer, D., & Robinson, D. (2013). Perceptions of wellness to monitor adaptive responses to training and competition in elite Australian football. *Journal of strength and conditioning research*, 27(9), 2518–2526. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827fd600>

H

- Hourcade, J. C. (2017). Quantification de la charge d'entraînement pour les exercices spécifiques en football (Doctoral dissertation, Université Sorbonne Paris Cité).<https://theses.hal.science/tel-02117612>
- Hulin, B. T., Gabbett, T. J., Lawson, D. W., Caputi, P., & Sampson, J. A. (2016). The acute: chronic workload ratio predicts injury: high chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. *British Journal of Sports Medicine*, 50(4), 231-236.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26511006/>
- Haddad, M., Chaouachi, A., Castagna, C., Hue, O., Wong, D. P., Tabben, M., ... & Chamari, K. (2013). Validity and psychometric evaluation of the French version of RPE scale in young fit males when monitoring training loads. *Science & Sports*, 28(2), e29-e35.<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0765159712001906>

I

- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *Int J Sports Physiol Perform*, 14(2), 270-273.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30614348/>
- Ingham, S. A., Fudge, B. W., & Pringle, J. S. (2012). Training distribution, physiological profile, and performance for a male international 1500-m runner. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(2), 193-195.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22634971/>

K

- Kitching, G. (2015, April). The origins of football: History, ideology and the making of 'The People's Game'. In *History Workshop Journal* (Vol. 79, No. 1, pp. 127-153). Oxford University Press.<https://academic.oup.com/hwj/article-abstract/79/1/127/648689>

M

- Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Collins, K. D., & Gabbett, T. J. (2017). The acute: chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(6), 561-565.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27856198/>

- Mallo, J., Mena, E., Nevado, F., & Paredes, V. (2015). Physical demands of a professional football team during a competitive season. *Journal of Human Kinetics*, 47(1), 137-144. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26557202/>
- Matveev, L. P. (1981). Fundamentals of sports training. (No Title).
- McLaren, S. J., Macpherson, T. W., Coutts, A. J., Hurst, C., Spears, I. R., & Weston, M. (2018). The relationships between internal and external measures of training load and intensity in team sports: a meta-analysis. *Sports medicine*, 48, 641-658. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29288436/>
- McLean, B. D., Coutts, A. J., Kelly, V., McGuigan, M. R., & Cormack, S. J. (2010). Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. *International journal of sports physiology and performance*, 5(3), 367-383. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20861526/>
- Mendiguchia, J., Samozino, P., Martinez-Ruiz, E., Brughelli, M., Schmikli, S., Morin, J. B., & Mendez-Villanueva, A. (2014). Progression of mechanical properties during on-field sprint running after returning to sports from a hamstring muscle injury in soccer players. *International journal of sports medicine*, 35(08), 690-695. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24424959/>
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & science in sports & exercise*, 34(4), 689-694. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11932580/>
- Modena, R., & Schena, F. (2024). External training load and performance recovery after small-sided games in soccer: Insights for return-to-play management. *AIMS Public Health*, 11(1), 315. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38617408/>
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 589-594. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12848386/>
- Morton, R. Modelling training and overtraining. *J. Sports Sci.* 1997, 15, 335–340. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9232559/>
- Muñoz-Jiménez, J., Gámez-Calvo, L., Rojas-Valverde, D., León, K., & Gamonales, J. M. (2022). Analysis of injuries and wellness in blind athletes during an International Football Competition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14), 8827. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35886678/>

N

Nilsson, T., Börjesson, M., Lundblad, M., Ivarsson, A., & Fransson, D. (2023). Injury incidence in male elite youth football players is associated with preceding levels and changes in training load. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 9(4), e001638.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37829713/>

Nobari, H.; Khalili, S.M.; Zamorano, A.D.; Bowman, T.G.; Adsuar, J.C.; Perez-Gomez, J.; Granacher, U. Workload is Associated with the Occurrence of Non-Contact Injuries in Professional Male Soccer Players: A Pilot Study. Preprint 2021.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35992483/>

Nobari, H., Castillo, D., Clemente, F. M., Carlos-Vivas, J., & Perez-Gomez, J. (2022). Acute, chronic and acute/chronic ratio between starters and non-starters professional soccer players across a competitive season. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 236(4), 285-294.<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.0177/17543371211016594>

O

Oliveira, R., Palucci Vieira, L. H., Martins, A., Brito, J. P., Nalha, M., Mendes, B., & Clemente, F. M. (2021). In-season internal and external workload variations between starters and non-starters—a case study of a top elite european soccer team. *Medicina*, 57(7), 645.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34201642/>

Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & di Prampero, P. E. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 42, 170–178.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20010116/>

P

arnell, D., Stratton, G., Drust, B., & Richardson, D. (2016). Football in the community schemes: Exploring the effectiveness of an intervention in promoting health and well-being. *Journal of Sport & Social Issues*, 40(6), 545–564.<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.0080/14660970.0012.092678>

Platonov, V.N. (1984). *L'entraînement sportif: Théorie et Méthodologie*. Editions Revue eps.

Pollock, M.L. (1973). The quantification of endurance training programs. *Exerc Sport Sci Rev* 1, 155-188.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4806376/>

Pyne, D. B., Mujika, I., & Reilly, T. (2009). Peaking for optimal performance: Research limitations and future directions. *Journal of sports sciences*, 27(3), 195-202.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19153861/>

R

- Rago, V., Brito, J., Figueiredo, P., Krstrup, P., & Rebelo, A. (2019). Relationship between external load and perceptual responses to training in professional football: effects of quantification method. *Sports*, 7(3), 68.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30884900/>
- Rago, V., Brito, J., Figueiredo, P., Costa, J., Barreira, D., Krstrup, P., & Rebelo, A. (2020). Methods to collect and interpret external training load using microtechnology incorporating GPS in professional football: a systematic review. *Research in Sports Medicine*, 28(3), 437-458.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31755307/>
- Reilly, T., and Thomas, V. (1976). A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *Journal of Human Movement Studies*.
- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J.E., and Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 40, 162-169.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11034438/>
- Ritchie, D., Hopkins, W. G., Buchheit, M., Cordy, J., & Bartlett, J. D. (2017). Quantification of training load during return to play after upper-and lower-body injury in Australian rules football. *International journal of sports physiology and performance*, 12(5), 634-641.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27632415/>
- Ryff, C. D., & Keyes, C. L. M. (1995). The structure of psychological well-being revisited. *Journal of personality and social psychology*, 69(4), 719.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7473027/>

S

- Schliep, E. M., Schafer, T. L., & Hawkey, M. (2021). Distributed lag models to identify the cumulative effects of training and recovery in athletes using multivariate ordinal wellness data. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 17(3), 241-254.<https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10,0515/jqas-2020-0051/html>
- Scott, M.T., and R. H. O. (2013). A framework for understanding physical performance. *Training Methods in Sport*, 37.
- Scott, T. J., Black, C. R., Quinn, J., & Coutts, A. J. (2013). Validity and reliability of the session-RPE method for quantifying training in Australian football: a comparison of the CR10 and CR100 scales. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 270-276.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22450253/>
- Scott, M. T., Scott, T. J., & Kelly, V. G. (2016). The validity and reliability of global positioning systems in team sport: a brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(5), 1470-1490.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26439776/>

Seiler, S., & Tønnessen, E. (2009). Intervals, thresholds, and long slow distance: the role of intensity and duration in endurance training. *Sportscience*, 13. Bogdanis, G. C. (2012). Effects of physical activity and inactivity on muscle fatigue. *Frontiers in Physiology*, 3, 142. https://www.researchgate.net/publication/259725096_Progression_of_Mechanical_Properties_during_On-field_Sprint_Running_after_Returning_to_Sports_from_a_Hamstring_Muscle_Injury_in_Soccer_Players

Slimani, H. (2000). *La professionnalisation du football français: un modèle de dénégarion* (Doctoral dissertation, Université de Nantes). <https://theses.hal.science/tel-02561921/>

Soler, S. Los procesos de reproducción, resistencia y cambio de las relaciones tradicionales de género en la Educación Física: El caso del fútbol. *Cult. Edu.* 2009, 21, 31–42. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.0174/113564009787531253>

V

Van Der Horst, N., Backx, F. J. G., Goedhart, E. A., & Huisstede, B. M. (2017). Return to play after hamstring injuries in football (soccer): a worldwide Delphi procedure regarding definition, medical criteria and decision-making. *British journal of sports medicine*, 51(22), 1583-1591. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28360143/>

Vigne, G. (2011). Détermination et variation du profil physique du footballeur de très haut niveau: référence spéciale aux performances athlétiques selon les différents postes de jeu orientant sur la validation d'un test d'agilité (Doctoral dissertation, Université Claude Bernard-Lyon I). <https://theses.hal.science/tel-00752237/>

W

Waldron, M., and Winwood, P. (2017). Influence of different small-sided games on physical performance during training. *J. Hum. Kinet.*, 16, 18–22.

Wallace, L.K., Slattery, K.M., and Coutts, A.J. (2008). The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. *J Strength Cond Res* 23, 33-38. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19002069/>

Wallace, L. K., Slattery, K. M., & Coutts, A. J. (2009). The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 33-38. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19002069/>

Weineck, J. (1980). *Optimales Training: Leistungsphysiologische Trainingslehre: Unter besonder Berücksichtigung des Kinder-und Jugendtrainings*. Perimed Fachbuch.

Wenger, H.A., and Bell, G.J. (1986). The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. *Sports Med* 3, 346-356.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3529283/>

Whiteley, R., Massey, A., Gabbett, T., Blanch, P., Cameron, M., Conlan, G., Ford, M., & Williams, M. (2021). Match High-Speed Running Distances Are Often Suppressed After Return From Hamstring Strain Injury in Professional Footballers. *Sports health*, 13(3), 290–295. <https://doi.org/10.0177/1941738120964456>

Whiteley, R., Gregson, W., Bahr, R., Tabben, M., Chamari, K., Lolli, L., & Salvo, V. D. (2022). High-speed running during match-play before and after return from hamstring injury in professional footballers. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 32(10), 1502–1509. <https://doi.org/10.0111/sms.04219>

Withers, R.T., Maricic, Z., Wasilewski, S., and Kelly, L. (1982). Match analysis of Australian professional soccer players. *Journal of Human Movement Studies* 8, 159-176.

Site internet

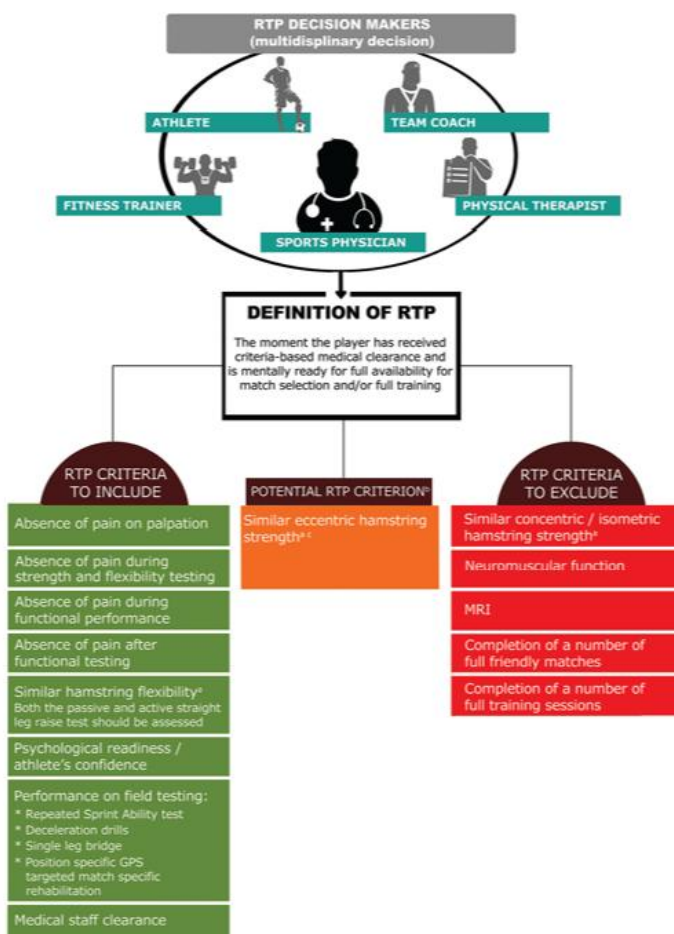
Catapult. Catapult: Provider of Wearable Technology for the Management of Athletes. Accessible en ligne : <https://www.catapult.com/> (consulté le 07 Janvier 2025).

Annexe

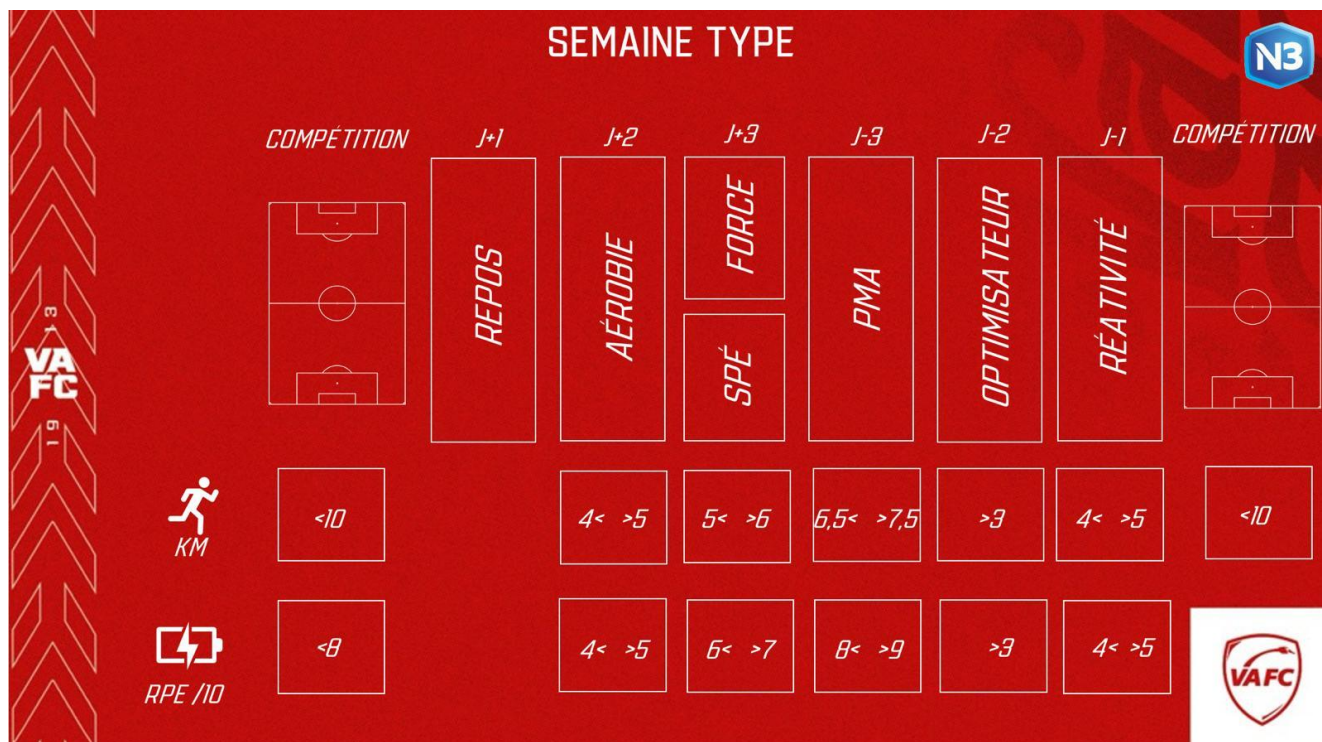
PERFORMANCE B TEAM							
PROGRAMMATION ATHLÉTIQUE NATIONAL 3 - SAISON 2024-2025							
CYCLE 1	SÉANCE 1	SÉANCE 2	SÉANCE 3	SÉANCE 4	SÉANCE 5	SÉANCE 6	SÉANCE 7
	28-août	4-sept.	11-sept.	18-sept.	25-sept.	2-oct.	9-oct.
Compétition							
Dominante athlétique	P.M.A	END. AÉROBIE	M.I.X.T.E	M.I.X.T.E	EXPLO	EXPLO	R.É.G.É
EXPLOSIVITÉ							
END. AÉROBIE							
P.M.A							
R.É.G.É							
M.I.X.T.E							
TEST BDC		CMJ + SJ		ADDUC/ISCHIO	3 RM SQUAT	HOP TEST	
TEST HDC		HYPERTROPHIE	HYPERTROPHIE	HYPERTROPHIE	TEST 1 DV COUCHÉ	TEST 2 DV EPAULE	TEST 3 TIRAGE NUQUE
SEMAINE	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13

Annexe 1 : Programmation athlétique par cycle

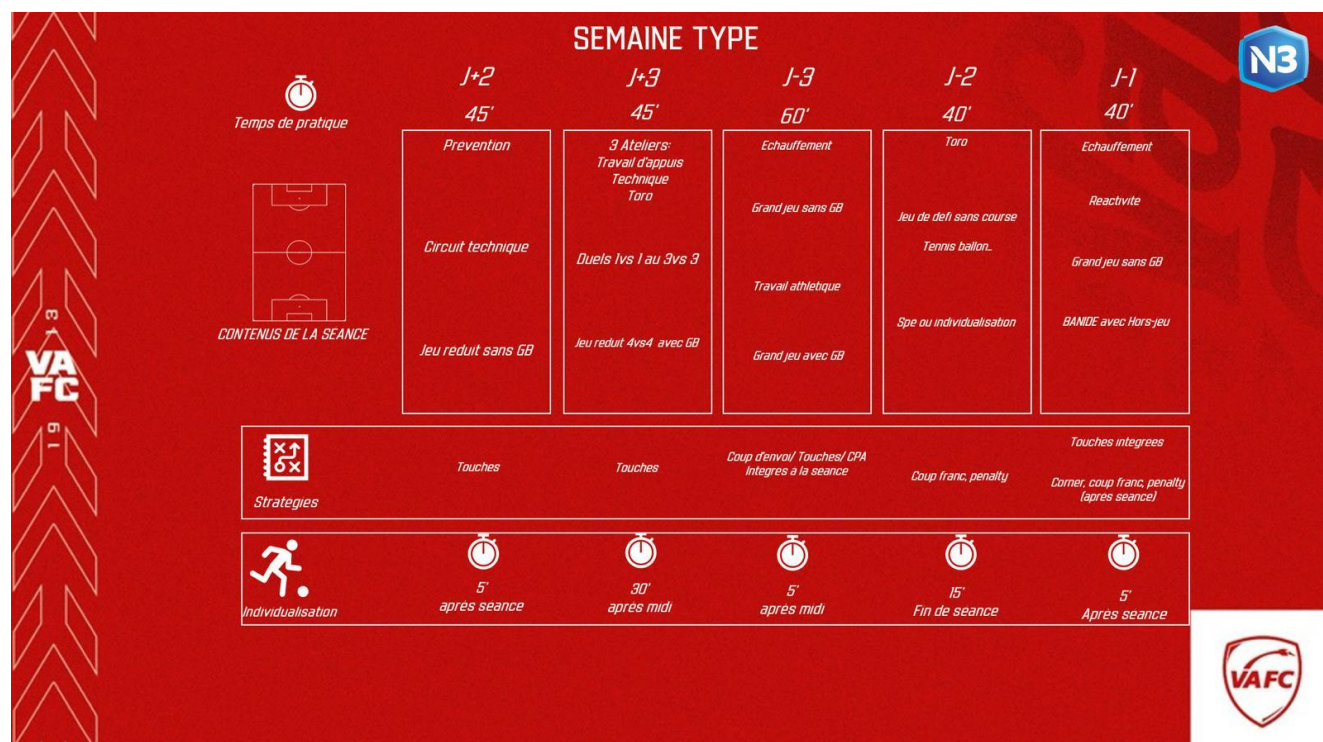
RTP MODEL FOR HAMSTRING INJURIES IN FOOTBALL



Annexe 2 : Le modèle RTP pour les blessures aux ischio-jambiers dans le football pour la prise de décision sur le RTP, la définition du RTP et les critères du RTP après une blessure aux ischio-jambiers



Annexe 3 : Semaine type, Axe de travail



Annexe 4 : Semaine type détaillé

Wellness	Groupe	W1	W2	W3	W4
Énergie G Moyenne +/- écart-type	Lésé	7,04 ± 1,05	7,09 ± 1,08	7,03 ± 0,08	7,09 ± 0,06
	Sain	7,01 ± 2,06	7,03 ± 2,05	7,09 ± 2,01	7,09 ± 1,08

Tableau 6 : Présentations des moyennes et écart-type des données récoltés pour le groupe lésé et le groupe sain concernant le questionnaire Wellness et la dimension Énergie Générale

Wellness	Groupe	W1	W2	W3	W4
Fraîcheur M Moyenne +/- écart-type	Lésé	7,0 ± 1,05	7,09 ± 1,08	7,03 ± 1,03	6,06 ± 0,0
	Sain	7,09 ± 1,08	7,04 ± 2,02	7,03 ± 2,03	7,04 ± 1,05

Tableau 7 : Présentations des moyennes et écart-type des données récoltés pour le groupe lésé et le groupe sain concernant le questionnaire Wellness et la dimension Fraîcheur Musculaire

Wellness	Groupe	W1	W2	W3	W4
Humeur Moyenne +/- écart-type	Lésé	7,01 ± 1,0	7,03 ± 1,07	7,03 ± 1,07	7,06 ± 0,04
	Sain	7,01 ± 2,06	7,03 ± 2,03	7,03 ± 2,03	7,03 ± 2,07

Tableau 8 : Présentations des moyennes et écart-type des données récoltés pour le groupe lésé et le groupe sain concernant le questionnaire Wellness et la dimension Humeur

Wellness	Groupe	W1	W2	W3	W4
Sommeil Moyenne +/- écart-type	Lésé	7,07 ± 1,01	7,09 ± 1,0	7,03 ± 1,07	7,03 ± 1,02
	Sain	6,06 ± 1,06	7,09 ± 2,06	7,04 ± 2,07	7,04 ± 1,06

Tableau 9 : Présentations des moyennes et écart-type des données récoltés pour le groupe lésé et le groupe sain concernant le questionnaire Wellness et la dimension Sommeil

RPE	Groupe	W1	W2	W3	W4
Moyenne +/- écart-type (u.a.)	Lésé	1715,43 ± 548,04	1967,14 ± 361,0	1907,14 ± 380,0	1800,71 ± 524,05
	Sain	1606,57 ± 465,02	2049,29 ± 365,07	1728,57 ± 447,06	1703,57 ± 425,05

Tableau 10 : Présentations des moyennes et écart-type des données récoltés pour le groupe lésé et le groupe sain concernant le questionnaire RPE et la charge d'entraînement hebdomadaire

Durée d'entraînement	Groupe	W1	W2	W3	W4
Moyenne +/- écart-type (min)	Lésé	250,01 ± 93,0	299,0 ± 113,01	282,06 ± 108,04	294,06 ± 70,05
	Sain	293,04 ± 107,06	364,01 ± 120,05	327,0 ± 134,06	317,01 ± 62,07

Tableau 11 : Présentations des moyennes et écart-type des données récoltés pour le groupe lésé et le groupe sain concernant la durée d'entraînement hebdomadaire

Distance totale	Groupe	W1	W2	W3	W4
Moyenne +/- écart-type (m)	Lésé	18364,43 ± 3808,01	18792,71 ± 5908,06	19328,71 ± 7245,04	18460,43 ± 4358,00
	Sain	19093,29 ± 7563,28	22302,29 ± 5346,07	20620,00 ± 7679,04	19904,00 ± 2418,04

Tableau 12 : Présentations des moyennes et écart-type des données récoltés pour le groupe lésé et le groupe sain concernant la distance totale hebdomadaire

Vitesse maximale	Groupe	W1	W2	W3	W4
Moyenne +/- écart-type (km/h)	Lésé	27,43 ± 3,01	26,43 ± 2,08	27,00 ± 1,09	27,57 ± 0,09
	Sain	28,14 ± 1,05	29,29 ± 2,01	29,71 ± 1,08	29,71 ± 0,06

Tableau 13 : Présentations des moyennes et écart-type des données récoltés pour le groupe lésé et le groupe sain concernant la vitesse maximale hebdomadaire

Haute intensité	Groupe	W1	W2	W3	W4
Moyenne +/- écart-type (km/h)	Lésé	491,43 ± 246,03	495,43 ± 372,06	466,71 ± 246,04	485,43 ± 174,05
	Sain	454,14 ± 182,0	749,86 ± 352,02	620,14 ± 441,06	577,57 ± 237,04

Tableau 14 : Présentations des moyennes et écart-type des données récoltés pour le groupe lésé et le groupe sain concernant la haute intensité hebdomadaire

Distance en sprint	Groupe	W1	W2	W3	W4
Moyenne +/- écart-type (km/h)	Lésé	38,57 ± 35,07	65,00 ± 104,07	42,14 ± 60,06	46,86 ± 40,07
	Sain	67,86 ± 68,08	84,29 ± 31,09	81,86 ± 50,02	96,71 ± 46,06

Tableau 15 : Présentations des moyennes et écart-type des données récoltés pour le groupe lésé et le groupe sain concernant la distance en sprint hebdomadaire

Comprendre comment est vécu la charge d'entraînement en football en comparant deux statuts : Joueurs sain et Joueur en retour de blessure.

Résumé

Objectif : L'objectif de cette étude est de comparer le vécu de la charge d'entraînement entre un joueur en retour de blessure et un joueur en pleine activité.

Méthode : Quatorze joueurs professionnels ($19,5 \pm 2,1$ ans ; $179,01 \pm 6,1$ cm ; $74,87 \pm 7,3$ kg), évoluant en National 3, ont été suivis sur 42 semaines. Deux groupes : "lésé" ($n = 7$, blessure > 2 semaines) et "sain" ($n = 7$, même poste). Le suivi a commencé au retour à l'entraînement collectif (RTP) et s'est terminé après 4 semaines de charge équivalente. Les charges internes (RPE post-séance, Wellness matinal) et externes (GPS Catapult Vector S7, 10 Hz) ont été mesurées chaque semaine. Les variables GPS : distance totale, vitesse max, distance 20–25 km/h, >25 km/h et durée d'entraînement.

Résultats : Le ratio ACWR était plus élevé chez les joueurs lésés ($W1 : 2,21 \pm 1,4$) que chez les sains ($W1 : 1,2 \pm 0,86$), avec une différence globale significative ($p = 0,03$), mais non confirmée en post-hoc. Aucune différence significative n'a été trouvée pour le questionnaire Wellness (ex. énergie : $p = 0,64$; sommeil : $p = 0,72$), ni pour la charge perçue RPE ($p = 0,64$). Pour la charge externe, aucune différence n'a été observée sur la distance totale ($p = 0,36$), la durée, ou les distances à haute intensité et en sprint. La vitesse maximale différait ($p = 0,01$), sans confirmation post-hoc.

Conclusion : Les joueurs en retour de blessure ont retrouvé des charges internes et externes comparables à celles des joueurs sains, sans différence significative durable.

Mots-clés : Monitoring, retour de blessure, charge interne, charge externe, football masculin élite.

Understand how the training load is experienced in football by comparing two statues : healthy players and players returning from injury

Abstract

Objective : The aim of this study is to compare the experience of training load between a player returning from injury and a player in full activity.

Method : Fourteen professional players (19.5 ± 2.1 years; 179.01 ± 6.1 cm; 74.87 ± 7.3 kg), playing in the French National 3 league, were monitored over 42 weeks. Two groups: 'injured' ($n = 7$, injury > 2 weeks) and 'healthy' ($n = 7$, same position). Follow-up began with the return to collective training (RTP) and ended after 4 weeks of equivalent loading. Internal loads (post-session RPE, morning Wellness) and external loads (Catapult Vector S7 GPS, 10 Hz) were measured each week. GPS variables: total distance, max speed, distance 20-25 km/h, >25 km/h and training time.

Results : The ACWR ratio was higher in injured players ($W1: 2.21 \pm 1.4$) than in healthy players ($W1: 1.2 \pm 0.86$), with a significant overall difference ($p = 0.03$), but not confirmed in post-hoc. No significant difference was found for the Wellness questionnaire (e.g. energy: $p = 0.64$; sleep: $p = 0.72$), nor for the RPE perceived load ($p = 0.64$). For external load, no difference was observed for total distance ($p = 0.36$), duration, or high-intensity and sprint distances. Maximum speed differed ($p = 0.01$), without post-hoc confirmation.

Conclusion : Players returning from injury regained internal and external loads comparable to those of healthy players, with no significant lasting difference.

Keywords : Monitoring, return to play, internal load, external load, elite men football.

Compétences développées

Analyser, interpréter et présenter des données issues de GPS et de questionnaire.

Lors de la réalisation de mon stage et de mon mémoire, j'ai manipulé dans un premier temps, puis on m'a appris à analyser et interpréter les données issues de GPS et de questionnaires. Concernant les GPS, j'ai appris à utiliser le logiciel Openfield ainsi que le logiciel Catapult pour nettoyer les données et les mettre en page pour les transmettre aux joueurs et staffs professionnels en cas de demande. Ce fut de même pour les questionnaires, ceux-ci étant complétés et traités directement par le logiciel MyCoach Pro, j'ai développé mon interprétation et ma lecture des résultats.

Analyser, organiser et présenter les résultats de données statistiques.

Mon mémoire m'a permis de collecter et d'analyser des données, et notamment d'en effectuer une étude statistique. À travers cette étude statistique, j'ai donc développé ma maîtrise du logiciel Excel et j'ai appris à utiliser le logiciel Anastats. De plus, j'ai également appris à présenter ces résultats sous forme synthétique et claire.

Sensibiliser à la charge d'entraînement et valider les charges d'entraînements créées.

Mon stage, ainsi que mon mémoire, m'ont permis de sensibiliser les staffs à la charge d'entraînement et à son interprétation. J'ai pu ainsi contribuer au maintien de la capacité à performer de nos joueurs. De plus, grâce à ce suivi, j'ai contribué au fait de rester sur les bases d'une charge propice au développement et évitant au maximum le risque de blessure ou de surentraînement.

Concevoir un protocole de mesures, d'évaluation adapté pour l'entraînement et la performance sportive.

La réalisation de mon mémoire m'a également permis de concevoir un protocole de mesures adapté aux demandes de ma structure. J'ai donc dû m'adapter aux demandes de mes responsables pour mettre en place un protocole permettant potentiellement de répondre à la problématique posée. Ce protocole devait être adapté à l'évaluation de l'entraînement réalisé par les joueurs, mais également à l'évaluation de la performance sportive.