

ISSN: 2392-5442 ESSN : 2602-540X		Sport system journal
V/13 N/01 Année/2026		Journal scientifique internationale publié par: Ziane Achour –Djelfa- Algérie
P 206 - 230		Date de soumission 2025-12-08 Date d'acceptation 2026-02-23

Marqueurs perceptifs de la charge interne chez les footballeuses Algériennes: suivi sur quatre semaines du mois de Ramadan

Perceptual Markers of Internal Load in Algerian Female Football Players: A Four-Week Monitoring Study During the Month of Ramadan

Mourad Redjal^{1*}, Salim Zabar², Khaled Kettab³

¹⁻² University of Bejaia, Faculty of Natural and Life Sciences, Laboratory of Biochemistry, Biophysics, Biomathematics and Scientometrics, 06000 Bejaia, Algeria

² Laboratory of Contemporary Research in the System of Sports Training and Human Movements, Faculty of Human and Social Sciences, University Center Nour El Bachir, El Bayadh, 32000,

Résumé Cette étude examine les effets du jeûne du Ramadan sur la charge interne et le bien-être de footballeuses de haut niveau. Quinze joueuses ont été suivies quotidiennement durant quatre semaines à l'aide d'indicateurs subjectifs : sRPE, indice de Hooper (fatigue, stress, DOMS, sommeil) et PRS. Les résultats montrent une hausse progressive et marquée de la perception de l'effort, atteignant un pic en quatrième semaine, parallèlement à une détérioration notable du bien-être, notamment du sommeil, de la fatigue et de la récupération. Les analyses révèlent que l'intensité perçue est le principal facteur associé aux altérations du bien-être, tandis que la monotonie réduite de l'entraînement offre une protection limitée. L'étude souligne l'importance d'une planification adaptée afin de mieux gérer les contraintes physiologiques et psychologiques durant le Ramadan.

Mots clés: Jeûne du Ramadan, Charge interne, Bien-être, Footballeuses

Abstract: This study investigates the effects of Ramadan fasting on internal training load and well-being in high-level female football players. Fifteen athletes were monitored daily over four weeks using subjective indicators such as sRPE, the Hooper Index (fatigue, stress, DOMS, sleep), and PRS. Results showed a progressive and marked increase in perceived effort, peaking in the fourth week, along with a notable decline in well-being—particularly sleep quality, fatigue, and recovery status. Regression analyses indicated that perceived intensity was the main factor associated with changes in well-being, while lower training monotony provided only limited protection. Overall, the study highlights the need for adapted training and recovery strategies to better manage physical and psychological demands during Ramadan.

Keywords: Ramadan fasting, Internal load, Well-being, Female football players.

* Mourad Redjal

1. Introduction

Le football féminin a gagné en popularité, notamment au cours des deux dernières décennies, avec une professionnalisation croissante des joueuses, désormais employées sur une base professionnelle ou semi-professionnelle (Datson et al., 2014). Dans ce contexte, la mise en place d'un suivi structuré de la charge d'entraînement est devenue essentielle dans les équipes d'élite. Cette approche vise à gérer efficacement le stress lié à l'entraînement et les temps de récupération tout au long de la saison, afin d'optimiser les performances et de réduire les risques de blessure et de fatigue (3).

Il est donc crucial de quantifier la charge interne, à l'entraînement comme en match, dans le football féminin, cette quantification permet de fournir aux praticiens et au personnel technique des données fiables pour une meilleure planification, périodisation, évaluation et régulation des charges de travail (McLaren, Smith, Spears et Weston, 2016) (1). La force de ces mesures réside dans leur capacité à évaluer précisément la réponse physiologique des joueuses, et à déterminer la charge optimale permettant d'améliorer les performances en match (6).

En outre, des études recommandent l'utilisation de stratégies de surveillance de la charge d'entraînement et du bien-être des joueurs (fatigue, stress, douleurs musculaires, ou sommeil) pour gérer ou anticiper les situations de surmenage (Halson, 2014) (4). Ainsi, quantifier les charges d'entraînement pour comprendre les réponses des joueuses à l'entraînement et prévenir les blessures est crucial (5).

En particulier, la charge interne peut être évaluée à l'aide de mesures objectives (fréquence cardiaque, fluctuations hormonales) ou subjectives, comme la perception de l'effort (sRPE), le statut de récupération perçue (PRS), ou l'indice de Hooper (7). La quantification de l'effort perçu est largement pratiquée dans le sport via l'échelle Borg CR-10, reconnue pour sa simplicité et sa fiabilité [8]. Cette fiabilité a d'ailleurs été systématiquement validée par la revue de Haddad et al. (9).

Parmi ces outils subjectifs, l'indice de Hooper est identifié dans la littérature récente comme une méthode fiable pour le suivi du bien-être, en fournissant des informations sur la fatigue, le stress, les douleurs musculaires et la qualité du sommeil. Il est largement utilisé dans des études sur le football (Clemente et al., 2017, 2019 ; Moalla et al., 2016 ; Oliveira et al., 2020 ; Rabbani et al., 2019 ; Thorpe et al., 2016). Le PRS permet quant à lui d'évaluer efficacement l'état de récupération, et d'identifier les joueurs en baisse de performance (10). Par ailleurs, Rabbani et al. (2019) ont montré que l'indice de Hooper était plus sensible à la charge (sRPE) que la variabilité de la fréquence cardiaque (HRV) sur une période de 4 jours consécutifs de compétition (11).



Marqueurs perceptifs de la charge interne chez les footballeuses Algériennes: suivi sur quatre semaines du mois de Ramadan

Le Ramadan, en tant qu'obligation religieuse fondamentale de l'islam, impose aux musulmans adultes en bonne santé de s'abstenir de manger, de boire, de fumer et d'avoir des relations sexuelles du lever au coucher du soleil pendant tout le mois (12). Cette pratique entraîne un décalage des heures de repas, avec une restriction alimentaire nocturne, perturbant les rythmes de sommeil et pouvant entraîner une privation chronique (13). Elle modifie également les habitudes alimentaires, de sommeil et d'activité physique, ce qui peut influencer les performances (13–17).

Le jeûne intermittent pratiqué pendant cette période peut accroître la perception de l'effort et le stress mental, tout en augmentant les risques de blessures et de maladies (14–15). Les athlètes musulmans doivent ainsi maintenir un volume d'entraînement élevé malgré le jeûne diurne, ce qui peut affecter leur performance (19). Le football, sport à haute intensité caractérisé par des changements fréquents de rythme et des contacts physiques, impose une charge mentale et physique importante, aggravée par la multiplication des matchs au cours de la saison. Néanmoins, les recherches portant spécifiquement sur le football féminin dans ce contexte restent rares.

Le calendrier sportif n'étant pas ajusté aux pratiques religieuses, les athlètes musulmans continuent de s'entraîner et de concourir pendant le Ramadan. Comprendre l'effet de ce jeûne religieux sur la performance est donc essentiel (16). Plusieurs études ont tenté d'en analyser l'impact, mais les résultats restent parfois contradictoires (14–18). Par exemple, Zerguini, Kirkendall, Junge et Dvorak (2007) ont observé une diminution significative de la vitesse, de l'agilité, du dribble et de l'endurance, qui s'est maintenue après la fin du Ramadan (20). De plus, une méta-analyse récente a confirmé une hausse des sensations subjectives de fatigue, de maladie, de léthargie et de troubles de l'humeur chez les athlètes musulmans durant cette période, limitant leur capacité à soutenir des efforts intenses (Hsouna et al., 2020 ; Trabelsi et al., 2022).

Afin d'évaluer ces effets, des tests sur le terrain – sauts, courses de vitesse, navettes – ont été réalisés avant, pendant et après le Ramadan. Les joueuses ont également été interrogées quotidiennement sur leurs habitudes de sommeil et leur perception de l'entraînement à l'aide des outils sRPE, Hooper et PRS.

Dans cette perspective, ce travail de recherche vise à combler le vide existant en approfondissant l'analyse des effets du jeûne du Ramadan sur la charge interne des joueuses de football. Ces résultats pourraient guider les entraîneurs dans la formulation de stratégies d'entraînement et de récupération adaptées aux footballeuses qui observent le jeûne du Ramadan. À la lumière des études précédemment citées, il ressort que la recherche sur la charge d'entraînement et le bien-être des joueuses au cours des différentes semaines du mois de Ramadan demeure limitée.

Dans ce contexte, cette étude s'inscrit dans une volonté de combler ce manque de données en se concentrant sur deux objectifs principaux. D'une part, elle vise à identifier les caractéristiques des effets perçus de la charge d'entraînement et du statut de bien-être chez les joueuses de football au cours de différentes tâches réparties sur les quatre semaines du Ramadan. D'autre part, elle se propose d'examiner la nature des réponses perçues en termes d'engagement physique et de bien-être au fil de cette période particulière.

Afin de structurer notre démarche, nous avons émis deux hypothèses. Premièrement, nous postulons que le niveau d'effort perçu pendant les séances d'entraînement ainsi que l'état de bien-être des joueuses varieraient significativement d'une semaine à l'autre en raison des spécificités du Ramadan. Deuxièmement, nous supposons qu'il existerait une relation négative entre les indices de récupération du bien-être et l'effort physique subjectif rapporté au cours des exercices, cette corrélation s'exprimant différemment selon les semaines. Ainsi, cette étude ambitionne de fournir des données utiles et exploitables pour les entraîneurs, afin d'optimiser les performances des joueuses et de mieux gérer les contraintes liées aux périodes de jeûne.

2. Matériels et méthodes

2.1 Approche expérimentale du problème.

Cette étude, étant d'observation avait pour objectif d'examiner les caractéristiques des mesures perçues de la charge d'entraînement interne et de l'état de bien-être des joueuses. Pour ce faire, des mesures subjectives ont été collectées quotidiennement, notamment la perception de l'effort de chaque séance (sRPE), le statut de récupération perçue (PRS), ainsi qu'un questionnaire général sur le bien-être. Ces évaluations ont été réalisées tout au long des quatre semaines de Ramadan, correspondant à la dernière phase retour du championnat, du 11 mars au 9 avril 2024.

Afin d'assurer la fiabilité des données et de minimiser la variabilité ainsi que les biais potentiels, les joueuses avaient été préalablement familiarisées avec ces outils d'évaluation avant le début de Ramadan. Ce processus visait à garantir une utilisation cohérente et précise des instruments tout au long de l'étude. Les joueuses s'entraînaient cinq jours par semaine avec un match et une seule journée de repos pendant la semaine.



Marqueurs perceptifs de la charge interne chez les footballeuses Algériennes: suivi sur quatre semaines du mois de Ramadan

2.2 Programme d'entraînement pendant le mois de Ramadan :

Jour	Thème physique	Thème technique	Thème tactique
J1	Sprint + appuis dynamiques	Passes longues + passe courte en différentes positions	Bloc médian + pressing léger
J2	Renforcement ciblé : ischios, abdos, fessiers	Contrôle + enchaînements rapides	Tactique défensive 1c1
J3	Vivacité + changements de direction	Dribble + vivacité	Transition défense-attaque rapide
J4	Endurance spécifique (jeux à effort répété)	Jeux réduits + finition rapide	Soutien offensif + mouvements sans ballon
J5	Repos		
J6	Opposition allégée à intensité modérée	Touches + centres	Gestion collective des espaces
J7	Repos)		

Tableau (1) : Semaine type d'entraînement pendant le mésocycle de quatre semaines du mois de Ramadan.

2.3. Procédure

Un groupe initial de vingt joueuses de football féminin, toutes volontaires, a été interrogé quotidiennement dans le cadre de cette étude. Les joueuses ont répondu à des questions sur leurs habitudes de sommeil, leur perception personnelle de l'entraînement, et leur performance en match, à l'aide de divers outils d'évaluation, notamment l'échelle RPE, l'indice de Hooper, et la Perceived Recovery Status (PRS). Cependant, Seulement 15 joueuses ont été sélectionnées pour l'analyse, en raison des difficultés rencontrées par certaines à compléter les questionnaires quotidiennement ou à assister régulièrement aux séances d'entraînement, notamment en lien avec leur cycle menstruel. Selon la tradition musulmane, une femme adulte en période menstruelle doit interrompre son jeûne, ce qui a influencé leur participation à certaines activités de l'étude.

Les caractéristiques des participantes finales étaient les suivantes : âge moyen de $24,20 \pm 3,67$ ans, taille moyenne de $1,66 \pm 0,05$ m, poids corporel moyen de $71,93 \pm 7,87$ kg, et indice de masse corporelle (IMC) moyen de $26,10 \pm 1,98$. Les critères d'éligibilité exigeaient que les joueuses ne manquent pas plus de deux séances d'entraînement consécutives au cours de l'étude. De plus, elles avaient été préalablement familiarisées avec les procédures de test afin d'assurer la fiabilité et la cohérence des données recueillies.

2.4. Mesures

2.4.1. Évaluation de la perception de l'effort (RPE)

Les valeurs de RPE (Perception Subjective de l'Effort) des joueuses ont été recueillies environ 20 à 30 minutes après la fin de chaque match. Afin de minimiser les interférences potentielles liées à l'environnement post-match et de standardiser le moment de la réponse, les joueuses ont été familiarisées avec l'utilisation d'une application en ligne accessible sur leur smartphone. Elles répondaient à une échelle RPE via un questionnaire personnalisé conçu sur Google Forms. Ce questionnaire, reproduisant fidèlement le contenu et le format de l'échelle imprimée, était envoyé directement sur leur smartphone personnel via WhatsApp, garantissant ainsi simplicité d'accès et homogénéité dans la collecte des données.

L'utilisation de la RPE (Perception Subjective de l'Effort) pour évaluer l'intensité de l'exercice présente un avantage clé : elle permet à chaque joueuse de nous communiquer sa perception individuelle de l'effort, reflétant ainsi le ressenti personnel face au stress interne ressenti en réponse à la charge d'entraînement, qu'il soit d'ordre physique ou psychologique. En effet, cette méthode évalue la charge interne tout en tenant compte du ressenti personnel lié à l'effort. Pour évaluer l'intensité subjective des séances d'entraînement, les joueuses exprimaient leur ressenti entre 15 à 30 minutes après la fin de chaque séance, en s'appuyant sur l'échelle CR-10 de Borg. Cette méthode, reconnue pour son efficacité auprès des joueurs et joueuses de football, avait été préalablement intégrée dans leurs routines d'entraînement, leur permettant ainsi de se familiariser avec l'évaluation RPE.

À l'issue de chaque séance, les joueuses répondaient à une question simple visant à recueillir leur perception : « Quel est votre ressenti concernant la séance ? » ou « Comment avez-vous trouvé cette séance d'entraînement ? ». Chaque réponse fournissait un score individuel de RPE, permettant d'évaluer leur ressenti subjectif face à l'effort fourni.

La charge d'entraînement pour chaque séance était ensuite calculée en multipliant la durée de la séance par le score de RPE déclaré à l'échelle d'une journée, la charge totale était obtenue en additionnant les charges de toutes les séances effectuées pour une évaluation hebdomadaire, la monotonie était déterminée en

divisant la charge moyenne quotidienne par l'écart type des charges sur la semaine, ce qui mettait en lumière la variabilité des efforts. Enfin, les moyennes hebdomadaires des charges d'entraînement et de la monotonie étaient calculées séparément pour chaque semaine.

Échelle de Borg pour la perception de l'effort (RPE)

Note	Descripteur
0	Repos
1	Très, très facile
2	Facile
3	Modéré
4	Assez difficile
5	Difficile
6	
7	Très difficile
8	
9	
10	Maximal

Figure.1. Échelle de Borg pour la perception de l'effort (RPE)

2.4.2. Indices de bien-être (indice Hooper).

Le bien-être des joueuses a été évalué à l'aide de l'indice de Hopper, basé sur une échelle de 7 points couvrant quatre dimensions : le stress, la fatigue, les douleurs musculaires (DOMS) et la qualité du sommeil. Les sous-échelles allaient de 1 (« très, très faible ») à 7 (« très, très élevé ») pour le stress, la fatigue et les DOMS, et de 1 (« très, très mauvais ») à 7 (« très, très bon ») pour le sommeil. Ensuite, l'indice global de bien-être Hopper a été obtenu en additionnant les quatre évaluations subjectives. Les joueuses étaient invitées à évaluer subjectivement, chaque jour, la qualité de leur sommeil pendant la nuit précédente, leur niveau de stress, leur état de fatigue, ainsi que leurs courbatures musculaires. Les réponses, exprimées sur l'échelle de Likert, reflétaient leur ressenti individuel, avec des scores de 1 à 7. Un score de 1 traduisait un état optimal (par exemple, « très, très faible » pour le stress ou « très, très bon » pour le sommeil), tandis qu'un score de 7 indiquait un état défavorable (par exemple, « très, très élevé » pour la fatigue ou « très, très mauvais » pour la qualité du sommeil. Cette approche permettait une évaluation globale et subjective du bien-être des joueuses, en intégrant les dimensions physiques et psychologiques.

2.4.3. État de récupération perçue :

Mesure fiable permettant de surveiller quotidiennement l'état de récupération des athlètes, le PRS (Perceived Recovery Status) est Inspirée de l'échelle RPE, largement reconnue et bien assimilée, cette approche a été initialement développée pour évaluer la récupération entre des séries ou des efforts successifs. Puis son utilisation s'est étendue à un suivi quotidien de l'état de récupération, offrant ainsi une mesure pratique et intuitive de l'état de récupération des sportifs. Bien que cette méthode d'évaluation soit largement répandue dans le football masculin, elle n'a pas encore fait l'objet d'études spécifiques dans le football féminin. L'échelle PRS varie de 0 à 10 avec des repères verbaux, ce qui la rend facile à comprendre, et elle a été conçue sur le modèle de l'échelle CR-10 RPE (Rate of Perceived Exertion). Une semaine avant le début de la collecte des données, une explication verbale a été donnée aux joueuses pour leur permettre d'interpréter et de comprendre les deux échelles utilisées avant l'entraînement. Les joueuses ont été interrogées via leur smartphone personnel (WhatsApp) au questionnaire personnalisé conçu sur Google Forms sur leur statut de récupération perçue, à l'aide d'un modèle d'échelle de récupération perçue (PRS) CR-10, où « 0 » représentait « Pas du tout récupéré » et « 10 » représentait « Complètement récupéré », avec la question : « À quel point vous sentez-vous récupérée et prête à effectuer cette session d'entraînement ? ». Cette démarche visait à garantir une évaluation précise de leur récupération.

Analyse statistique

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SPSS version 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Les données sont présentées sous forme de moyennes $\pm$ écart-type (SD). La normalité de la distribution des variables a été vérifiée à l'aide du test de Kolmogorov-Smirnov.

Pour analyser l'évolution des valeurs moyennes de la charge interne (sRPE, charge hebdomadaire, monotonie et contrainte) et des indicateurs de bien-être (fatigue, stress, DOMS, sommeil et PRS) au cours des quatre semaines du mois de Ramadan, des tests t appariés de Student ont été utilisés pour comparer les semaines deux à deux. L'ampleur des différences a été interprétée à l'aide des tailles d'effet de Cohen (d), selon les seuils suivants : triviale ($0 < d \leq 0,20$), petite ($0,20 < d \leq 0,50$), moyenne ($0,50 < d \leq 0,80$) et grande ($d > 0,80$).

La variabilité inter hebdomadaire de la charge et du bien-être a été examinée à l'aide du coefficient de variation (CV%), afin de mettre en évidence les fluctuations des réponses physiologiques et perceptives sur la période d'étude.

Enfin, des analyses de régression linéaire ont été menées pour explorer les relations entre les mesures perçues de la charge interne (Mean sRPE, Sum sRPE, monotonie et contrainte d'entraînement) et les différentes composantes du bien-être. Les coefficients de corrélation de Pearson (r) ont été calculés et interprétés



***Marqueurs perceptifs de la charge interne chez les footballeuses Algériennes:
suivi sur quatre semaines du mois de Ramadan***

selon les seuils suivants [Hopkins, 2002] : Trivial ($r < 0,10$), faible ($0,10 \leq r < 0,30$), modéré ($0,30 \leq r < 0,50$), fort ($0,50 \leq r < 0,70$), très fort ($0,70 \leq r < 0,90$), quasi parfait ($0,90 \leq r < 1,00$), parfait ($r = 1,00$). Le seuil de signification statistique a été fixé à $p < 0,05$.

3. Résultats

3.1. Valeurs moyennes de la charge interne (perception de l'effort, monotonie de l'exercice et contrainte d'entraînement) et de l'état de bien-être (fatigue, sommeil, stress et perception subjective de récupération – PRS) durant le mois de Ramadan (quatre semaines).

	1 ^{ère} Semaine	2 ^{ème} Semaine	3 ^{ème} Semaine	4 ^{ème} Semaine	1 vs 2	1 vs 3	1 vs 4	2 vs 3	2 vs 4	3 vs 4
sRPE	2.65 ± 0.51	3.08 ± 0.37	3.23 ± 0.68	5.72 ± 0.99	0.17 (-0.43)	0.17 (-0.58)	<0.01** (-3.07)	0.68 (-0.15)	<0.01** (-2.64)	<0.01** (-2.49)
Charge hebdomadaire	1647.47 ± 566.34	996 ± 51.89	1172.2 ± 101.26	1636.73 ± 262.7	0.03* (651.47)	0.1 (475.27)	0.97 (10.74)	<0.01** (-176.2)	<0.01** (-640.73)	<0.01** (-464.53)
Indice de monotonie	2.01 ± 0.26	1.8 ± 0.13	1.98 ± 0.37	1.46 ± 0.11	0.14 (0.21)	0.89 (0.03)	<0.01** (0.55)	0.32 (-0.18)	<0.01** (0.34)	0.02* (0.52)
Indice de contrainte	3391.76 ± 1601.78	1741.97 ± 114.69	2001.2 ± 179.6	2288.64 ± 462.89	0.05 (1649.79)	0.09 (1390.56)	0.18 (1103.12)	0.03* (-259.23)	0.03* (-546.67)	0.23 (-287.44)
Fatigue	3.25 ± 0.41	2.79 ± 0.21	3.03 ± 0.36	4.23 ± 0.46	0.05 (0.46)	0.38 (0.22)	<0.01** (-0.98)	0.24 (-0.24)	<0.01** (-1.44)	<0.01** (-1.2)
Stress	2.83 ± 0.29	2.71 ± 0.52	2.93 ± 0.39	4.19 ± 0.26	0.66 (0.12)	0.64 (-0.1)	<0.01** (-1.36)	0.46 (-0.22)	<0.01** (-1.48)	<0.01** (-1.26)
DOM	2.53 ± 0.19	2.53 ± 0.19	2.64 ± 0.43	4.41 ± 0.2	1 (0)	0.63 (-0.11)	<0.01** (-1.88)	0.63 (-0.11)	<0.01** (-1.88)	<0.01** (-1.77)
Sommeil	3.07 ± 0.33	2.77 ± 0.45	3.57 ± 0.28	4.79 ± 0.37	0.28 (0.3)	0.03* (-0.5)	<0.01** (-1.72)	<0.01** (-0.8)	<0.01** (-2.02)	<0.01** (-1.22)
PRS	6.91 ± 0.8	6.91 ± 0.8	6.15 ± 1.57	2.96 ± 0.32	1 (0)	0.36 (0.76)	<0.01** (3.95)	0.36 (0.76)	<0.01** (3.95)	<0.01** (3.19)

Le tableau (2) présente les valeurs moyennes de la charge interne (perception de l'effort, charge hebdomadaire, monotonie et contrainte de l'entraînement) et de l'état de bien-être (fatigue, stress, douleurs musculaires (DOMS), sommeil et récupération subjective) sur une période de quatre semaines durant le mois de Ramadan. Il compare l'évolution de ces variables au fil des semaines et indique les différences statistiques entre elles. Cette analyse permet d'observer comment la charge d'entraînement et ses effets sur le bien-être varient au cours du mois, en mettant en évidence les éventuelles fluctuations et adaptations des athlètes.

3.1.1 Analyse des variations de la charge interne et de l'état de bien-être au cours du mois de Ramadan.

La comparaison entre la première et la deuxième semaine révèle, tout d'abord, une diminution significative de la charge moyenne hebdomadaire, passant de 1647.47 ± 566.34 à 996 ± 51.89 ($p=0.03$). En parallèle, la perception de l'effort présente une légère augmentation, de 2.65 ± 0.51 à 3.08 ± 0.37 , mais sans différence significative ($p=0.17$).

Par ailleurs, l'indice de monotonie reste relativement stable ($p=0.14$), tandis que l'indice de contrainte affiche une tendance à la baisse ($p=0.05$). S'agissant de l'état de bien-être, on observe une diminution de la fatigue ($p=0.05$) et du stress ($p=0.66$), sans toutefois atteindre le seuil de significativité. En revanche, la qualité du sommeil tend à se détériorer ($p=0.28$), ce qui pourrait constituer un élément à surveiller. Enfin, la perception de récupération (PRS) demeure inchangée ($p=1$).

Entre la première et la troisième semaine, une relative stabilisation précède une augmentation de la charge perçue, passant de 2.65 ± 0.51 à 3.23 ± 0.68 ($p = 0.17$). Cette élévation s'accompagne d'une hausse modérée de la charge hebdomadaire ($p = 0.1$). L'indice de monotonie demeure stable ($p = 0.89$), tandis que l'indice de contrainte présente une légère augmentation ($p = 0.09$). Concernant les indicateurs de bien-être, la fatigue ($p = 0.38$) et le stress ($p = 0.64$) présentent des variations modérées. En revanche, la qualité du sommeil diminue significativement ($p = 0.03$) et la perception de récupération montre une baisse ($p = 0.36$).

La comparaison entre la première et la quatrième semaine met en évidence une augmentation significative de la charge perçue (2.65 ± 0.51 à 5.72 ± 0.99 ; $p < 0.01$), tandis que la charge hebdomadaire demeure stable ($p = 0.97$). Parallèlement, l'indice de monotonie diminue de manière significative ($p < 0.01$), alors que l'indice de contrainte connaît une légère hausse ($p = 0.18$). Sur le plan du bien-être, une dégradation marquée est observée, avec une augmentation significative de la fatigue, du stress et des douleurs musculaires (DOMS) ($p < 0.01$ pour chacun). En outre, la qualité du sommeil se détériore sensiblement (3.07 ± 0.33 à 4.79 ± 0.37 ; $p < 0.01$), ce qui s'accompagne d'une baisse notable de la perception de récupération ($p < 0.01$).

La comparaison entre la deuxième et la troisième semaine met en évidence une légère augmentation de la charge hebdomadaire ($p < 0.01$), sans modification notable de la perception de l'effort. L'indice de monotonie reste stable ($p = 0.32$) et celui de contrainte n'évolue que faiblement ($p = 0.03$). Par ailleurs, les niveaux de fatigue ($p = 0.24$) et de stress ($p = 0.46$) demeurent relativement constants. En revanche, la qualité du sommeil se détériore de façon significative ($p < 0.01$), traduisant une dégradation progressive de la récupération.

La comparaison entre la deuxième et la quatrième semaine révèle une augmentation significative de la charge interne, marquée par une élévation de la perception de l'effort (3.08 ± 0.37 à 5.72 ± 0.99 ; $p < 0.01$) et de la charge hebdomadaire moyenne (996 ± 51.89 à 1636.73 ± 262.7 ; $p < 0.01$). Parallèlement, l'indice de monotonie diminue ($p < 0.01$), tandis que l'indice de contrainte demeure élevé malgré une légère baisse ($p = 0.03$). Du côté du bien-être, la fatigue, le stress et les douleurs musculaires augmentent

significativement ($p < 0.01$), accompagnés d'une dégradation de la qualité du sommeil ($p < 0.01$) et d'une chute marquée de la perception de récupération ($p < 0.01$).

La comparaison entre la troisième et la quatrième semaine révèle une dégradation notable de l'état de bien-être. La perception de l'effort augmente significativement ($p < 0.01$), tandis que la charge hebdomadaire reste stable ($p < 0.01$). L'indice de monotonie diminue légèrement ($p = 0.02$), et l'indice de contrainte ne présente pas de variation significative ($p = 0.23$). Par ailleurs, la fatigue, le stress et les douleurs musculaires s'accroissent significativement ($p < 0.01$), de même que la détérioration du sommeil ($p < 0.01$) et la baisse marquée de la perception de récupération ($p < 0.01$), traduisant une capacité de récupération insuffisante en fin de Ramadan.

3.2. Coefficient de variation de la charge interne (évaluation de l'effort perçu pendant la séance) et de l'état de bien-être (fatigue, douleurs musculaires, sommeil, stress et perception subjective de récupération – PRS) au cours de quatre semaines d'entraînement durant la période de jeûne du Ramadan.

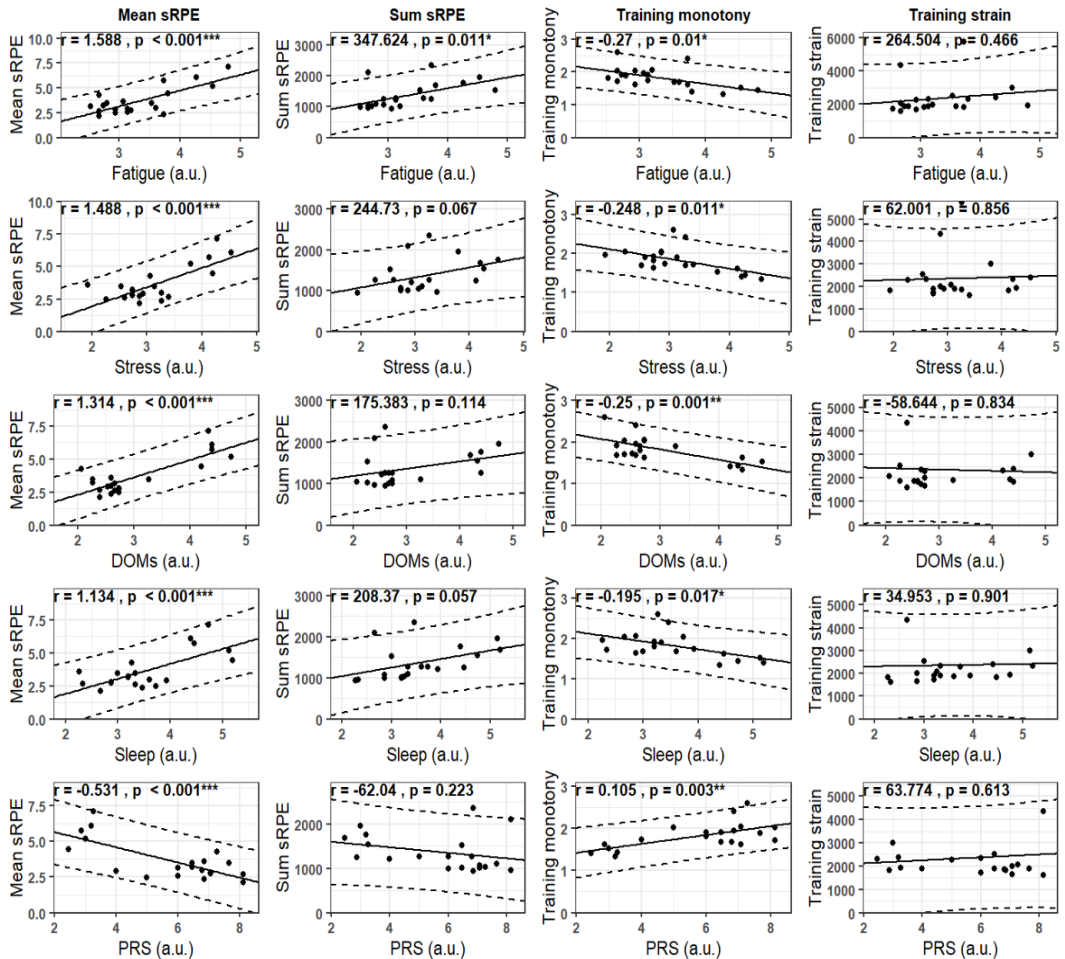
	1 ^{ère} Semaine	2 ^{ème} Semaine	3 ^{ème} Semaine	4 ^{ème} Semaine	1 vs 2	1 vs 3	1 vs 4	2 vs 3	2 vs 4	3 vs 4
sRPE %	26.53 ± 5.11	30.8 ± 3.66	32.27 ± 6.81	57.2 ± 9.95	0.17 (-4.27)	0.17 (-5.74)	<0.01** (-30.67)	0.68 (-1.47)	<0.01** (-26.4)	<0.01** (-24.93)
Charge hebdomadaire %	18.31 ± 6.29	11.07 ± 0.58	13.02 ± 1.13	18.19 ± 2.92	0.03* (7.24)	0.1 (5.29)	0.97 (0.12)	<0.01** (-1.95)	<0.01** (-7.12)	<0.01** (-5.17)
Indice de monotonie %	10.06 ± 1.31	9 ± 0.67	9.92 ± 1.83	7.3 ± 0.55	0.14 (1.06)	0.89 (0.14)	<0.01** (2.76)	0.32 (-0.92)	<0.01** (1.7)	0.02* (2.62)
Indice de contrainte %	0.01 ± 0	0 ± 0	0.01 ± 0	0 ± 0	0.14 (0.01)	0.89 (0)	<0.01** (0.01)	0.32 (-0.01)	<0.01** (0)	0.02* (0.01)
Fatigue %	46.48 ± 5.85	39.81 ± 3.04	43.24 ± 5.2	60.38 ± 6.58	0.05 (6.67)	0.38 (3.24)	<0.01** (-13.9)	0.24 (-3.43)	<0.01** (-20.57)	<0.01** (-17.14)
Stress %	40.38 ± 4.13	38.67 ± 7.43	41.9 ± 5.59	59.81 ± 3.77	0.66 (1.71)	0.64 (-1.52)	<0.01** (-19.43)	0.46 (-3.23)	<0.01** (-21.14)	<0.01** (-17.91)
DOM %	36.19 ± 2.78	36.19 ± 2.78	37.71 ± 6.16	63.05 ± 2.81	1 (0)	0.63 (-1.52)	<0.01** (-26.86)	0.63 (-1.52)	<0.01** (-26.86)	<0.01** (-25.34)
Sommeil %	43.81 ± 4.71	39.62 ± 6.48	51.05 ± 3.96	68.38 ± 5.28	0.28 (4.19)	0.03* (-7.24)	<0.01** (-24.57)	<0.01** (-11.43)	<0.01** (-28.76)	<0.01** (-17.33)
PRS %	69.07 ± 7.98	69.07 ± 7.98	61.47 ± 15.74	29.6 ± 3.18	1 (0)	0.36 (7.6)	<0.01** (39.47)	0.36 (7.6)	<0.01** (39.47)	<0.01** (31.87)

Le tableau (3) présente les coefficients de variation des indicateurs de charge interne (perception de l’effort, charge hebdomadaire, monotonie de l’exercice et contrainte d’entraînement) ainsi que ceux des composantes du bien-être (fatigue, stress, douleurs musculaires perçues (DOMS), qualité du sommeil et perception subjective de récupération (PRS)) sur une période de quatre semaines d’entraînement durant le mois de Ramadan. Il met en lumière l’évolution de la variabilité de ces paramètres au fil du temps et compare les différences statistiques entre les semaines, permettant d’identifier les fluctuations et les éventuelles adaptations des athlètes face aux contraintes de l’entraînement et du jeûne.

3.2.1 Analyse du coefficient de variation de la charge interne et de l'état de bien-être au cours du mois de Ramadan.

Au fil des semaines, une évolution marquée de la variabilité des réponses à l'entraînement est observée. Entre la première et la deuxième semaine, la perception de l'effort augmente modérément ($p = 0.17$), tandis que la variabilité de la charge hebdomadaire diminue significativement ($p = 0.03$), traduisant une meilleure homogénéisation des charges. Les indices de monotonie ($p = 0.14$) et de contrainte ($p = 0.89$) restent stables. Cependant, la variabilité du sommeil demeure élevée ($p = 0.28$), suggérant des perturbations persistantes de la récupération. La troisième semaine confirme cette tendance avec une hausse continue de la variabilité de la perception de l'effort ($p = 0.17$), sans changement notable de la charge hebdomadaire ($p = 0.1$). L'indice de monotonie reste stable ($p = 0.89$), tandis que la variabilité du sommeil augmente significativement ($p = 0.03$), reflétant une adaptation hétérogène. La perception de récupération baisse légèrement ($p = 0.36$), sans atteindre de seuil significatif. Entre la première et la quatrième semaine, la variabilité de la perception de l'effort s'élève fortement ($p < 0.01$), atteignant $57.2 \pm 9.95 \%$, avec une stabilité apparente de la charge hebdomadaire ($p = 0.97$), mais une hausse significative de sa variabilité ($p < 0.01$). L'indice de monotonie diminue ($p < 0.01$), tandis que la variabilité de l'indice de contrainte augmente ($p < 0.01$). Les indicateurs de bien-être affichent une détérioration : fatigue, stress, DOMS, sommeil et PRS montrent tous une augmentation significative de leur variabilité ($p < 0.01$), traduisant un affaiblissement global des capacités de récupération. La comparaison entre la deuxième et la troisième semaine montre une relative stabilisation, sans variations significatives sur la plupart des indicateurs, à l'exception du sommeil dont la variabilité continue d'augmenter ($p < 0.01$). Enfin, entre la troisième et la quatrième semaine, une déstabilisation marquée est constatée. La variabilité de la perception de l'effort ($p < 0.01$), de la fatigue, du stress, des DOMS, du sommeil et du PRS ($p < 0.01$ pour chacun) augmente significativement, malgré une charge d'entraînement stable. L'indice de monotonie diminue ($p = 0.02$), mais l'indice de contrainte ne varie pas significativement ($p = 0.23$), suggérant une limite atteinte dans les capacités d'adaptation des athlètes.

3.3. Analyse de régression linéaire entre les mesures perçues de la charge interne et l'état de bien-être au cours des quatre semaines d'entraînement durant la période de jeûne du Ramadan.



La figure (2) présente les résultats de l'analyse de régression linéaire entre les indicateurs de la charge interne perçue (Mean sRPE, Sum sRPE, Monotonie d'entraînement et Contrainte d'entraînement) et les composantes du bien-être (fatigue, stress, douleurs musculaires perçues (DOMs), qualité du sommeil et perception subjective de récupération (PRS)) durant quatre semaines d'entraînement pendant le mois de Ramadan. Elle met en lumière les relations statistiques entre la charge perçue et l'état de bien-être des athlètes. Les coefficients de corrélation (r) et les valeurs de signification (p) permettent d'identifier les associations significatives, positives ou négatives, entre ces variables. Cette analyse aide à mieux comprendre les effets de l'entraînement en période de jeûne et à cibler les indicateurs les plus sensibles à la charge pour optimiser le suivi et la récupération des sportifs.

3.3.1 Analyse des relations entre la charge interne perçue et l'état de bien-être durant le Ramadan : une approche par régression linéaire.



Marqueurs perceptifs de la charge interne chez les footballeuses Algériennes: suivi sur quatre semaines du mois de Ramadan

L'analyse des relations entre la charge interne et la fatigue met en évidence une corrélation positive forte et significative entre la perception de l'effort et la fatigue ($r = 1.588$; $p < 0.001$). De même, la charge cumulée est également liée à la fatigue ($r = 347.624$; $p = 0.011$), traduisant un effet cumulatif des séances. À l'inverse, l'indice de monotonie est négativement corrélé à la fatigue ($r = -0.27$; $p = 0.01$). Enfin, l'indice de contrainte ne présente pas de relation significative avec la fatigue ($r = 264.504$; $p = 0.466$). La relation entre la charge interne et le stress présente une dynamique comparable à celle observée avec la fatigue. Une corrélation positive forte est observée entre la perception de l'effort et le stress ($r = 1.488$; $p < 0.001$). La charge cumulée est positivement corrélée au stress, mais de manière non significative ($r = 244.73$; $p = 0.067$). L'indice de monotonie montre une corrélation négative significative ($r = -0.248$; $p = 0.011$). En revanche, l'indice de contrainte n'est pas lié au stress ($r = 62.001$; $p = 0.856$), renforçant l'idée que la charge mentale est davantage modulée par la perception de l'effort que par le volume global de travail. L'analyse des douleurs musculaires perçues (DOMS) révèle une corrélation significative avec la perception de l'effort ($r = 1.314$; $p < 0.001$). En revanche, la charge cumulée n'est pas significativement corrélée aux DOMS ($r = 175.38$; $p = 0.114$), suggérant que ce n'est pas l'accumulation, mais bien l'intensité isolée qui en est responsable. De façon notable, l'indice de monotonie présente une corrélation négative significative ($r = -0.25$; $p = 0.001$). Enfin, l'indice de contrainte ne montre aucun lien significatif avec les DOMS ($r = -58.644$; $p = 0.834$). L'impact de la charge interne sur la qualité du sommeil révèle une corrélation positive significative avec la perception de l'effort ($r = 1.134$; $p < 0.001$). La charge cumulée montre une relation positive mais non significative ($r = 208.37$; $p = 0.057$), reflétant une variabilité interindividuelle. L'indice de monotonie est modérément négativement corrélé au sommeil ($r = -0.195$; $p = 0.017$). Enfin, l'indice de contrainte n'est pas associé à la qualité du sommeil ($r = 34.953$; $p = 0.901$). La perception de récupération (PRS) présente une corrélation négative significative avec la perception de l'effort ($r = -0.531$; $p < 0.001$). L'indice de monotonie est également négativement corrélé à la récupération ($r = -0.105$; $p = 0.003$). En revanche, ni la charge cumulée ($r = -62.04$; $p = 0.223$), ni l'indice de contrainte ($r = 63.774$; $p = 0.613$) ne présentent de relation significative avec la PRS.

4. Discussion

L'objectif principal de cette étude était d'identifier les caractéristiques des mesures basées sur le RPE (perception de l'effort) et de l'état de bien-être chez des joueuses elite de football pendant quatre semaines du mois de Ramadan. L'objectif secondaire était d'examiner la relation entre les mesures basées sur le RPE et l'état de bien-être pendant ces quatre semaine d'entraînement.

D'après les observations relatives au cours de cette période d'entraînement durant le Ramadan, l'analyse de la charge interne perçue et de son impact sur l'état de bien-être a révélé des relations significatives. L'évaluation des liens entre la perception de l'effort moyen (Mean sRPE), la charge cumulée (Sum sRPE), la monotonie de l'entraînement (Training Monotony) et la contrainte d'entraînement (Training Strain) avec la fatigue, le stress, les douleurs musculaires (DOMS), la qualité du sommeil et la perception de récupération subjective (PRS) nous a permis d'identifier les principaux déterminants du bien-être des joueuses en période de jeûne. De plus, le coefficient de variation (CV) du sRPE est plus faible durant les premières semaines, mais plus élevé lors de la quatrième semaine c'est à dire à la fin du Ramadan. L'amplitude du CV des variables de l'état de bien-être allait d'un niveau insignifiant à significatif, indiquant une fluctuations périodique importantes de l'état de bien-être fil des semaines jusqu'à atteindre son pique durant la quatrième semaine du ramadan. Le second résultat de cette étude a montré une relation négative significative entre les scores moyens de sRPE et tous les composants du bien-être.

Dans cette étude, l'analyse des variations hebdomadaires (tableau 2) met en évidence une élévation progressive et significative de la charge interne durant le mois de Ramadan, particulièrement entre la deuxième et la quatrième semaine. La perception de l'effort (sRPE) augmente significativement ($p < 0.01$), traduisant une difficulté ressentie accrue malgré une intensité objective parfois stable. Ces résultats concordent avec ceux de Chtourou et al. (25) et Hamouda et al. (26), qui soulignent une perception de l'effort croissante à mesure que le jeûne se prolonge. L'augmentation simultanée de la charge hebdomadaire moyenne ($p < 0.01$) entre S2 et S4 reflète une sollicitation physiologique cumulative. Comparativement à la première semaine, la charge perçue en S4 est nettement plus élevée ($p < 0.01$), malgré une charge réelle stable ($p = 0.97$), soulignant un effet subjectif du Ramadan. Zerguini et al. (20) rapportent également une baisse des performances de sprint en S4, accompagnée d'une fatigue perçue accrue. La diminution significative de l'indice de monotonie ($p < 0.01$) entre S2 et S4 suggère une tentative d'adaptation via la diversification des contenus, bien que l'indice de contrainte demeure élevé, indiquant un stress physiologique persistant. Les indicateurs de bien-être révèlent une dégradation notable, en particulier de la qualité du sommeil dès la troisième semaine ($p = 0.03$) et plus nettement en S4 ($p < 0.01$), comme l'ont observé Baklouti et al. (27) et Herrera et al. (28). Parallèlement, la fatigue perçue augmente significativement entre S1 et S4 ($p < 0.01$), en accord avec les observations de Chtourou et al. (25) et Aloui et al. (30). Enfin, la baisse significative de la perception de récupération (PRS) entre S2 et S4 ($p < 0.01$) traduit un déséquilibre croissant entre la charge et la capacité de récupération. Ce constat est renforcé par Chaouachi et al. (12), qui soulignent un déséquilibre charge/récupération impactant la performance en période de jeûne.

L'analyse du coefficient de variation (tableau 3) des différents indicateurs montre une augmentation progressive de la variabilité de la charge interne et de l'état de bien-être au cours des quatre semaines du mois de Ramadan. Cette évolution reflète une dégradation



Marqueurs perceptifs de la charge interne chez les footballeuses Algériennes: suivi sur quatre semaines du mois de Ramadan

cumulative de la stabilité des réponses à l'entraînement, témoignant d'une régulation de plus en plus altérée des mécanismes de charge et de récupération. L'un des marqueurs les plus représentatifs est la perception de l'effort (sRPE), dont la variabilité et significative entre la première et la quatrième semaine, avec une différence hautement significative ($p < 0.01$). Cette tendance indique une hausse marquée de l'intensité perçue des séances au fil du mois. Cette observation rejoint les résultats de Hamouda et al. (26), qui ont rapporté une augmentation des scores RPE entre la deuxième semaine et la fin du mois de Ramadan chez des footballeurs élités, soulignant ainsi un impact accumulé du jeûne sur la perception de l'effort. Parallèlement, la variabilité de la charge hebdomadaire augmente également, notamment entre la deuxième et la quatrième semaine ($p < 0.01$), révélant une instabilité croissante du volume d'entraînement supporté. Les indices de monotonie et de contrainte présentent aussi des variations significatives ($p < 0.01$), suggérant que les modifications des contenus d'entraînement n'ont pas suffi à maintenir un équilibre constant dans la gestion des charges.

Sur le plan de l'état de bien-être, tous les marqueurs affichent une variabilité significativement accrue au fil du mois surtout en semaine 4, tel que la fatigue, le stress et les DOMS s'élèvent respectivement à ($p < 0.01$ pour chaque). Ces hausses révèlent une altération progressive des capacités de récupération face à une charge croissante. La qualité du sommeil connaît également une dégradation importante, avec une variabilité passant de ($p < 0.01$). Cette tendance est corroborée par l'étude de Graja et al. (29), qui montre une augmentation progressive des scores de l'indice de sommeil chez des footballeuses élite, atteignant 4.3 ± 0.9 durant la dernière semaine du Ramadan. Ces résultats confirment l'impact du jeûne sur le sommeil et la récupération. Enfin, la perception subjective de récupération (PRS) enregistre une nette baisse de sa stabilité en fin de Ramadan ($p < 0.01$), traduisant une difficulté croissante à restaurer un état de récupération optimal. Cette altération semble étroitement liée à l'accumulation de la fatigue, à la dégradation du sommeil et à l'intensification de la charge perçue.

L'analyse du coefficient de variation (CV) (figure 2) des différents indicateurs révèle une augmentation progressive de la variabilité de la charge interne et de l'état de bien-être au fil des quatre semaines du mois de Ramadan. Cette évolution reflète une dégradation cumulative de la stabilité des réponses à l'entraînement, témoignant d'une régulation de plus en plus altérée des mécanismes de charge et de récupération. La perception de l'effort (sRPE) apparaît comme l'un des marqueurs les plus représentatifs de cette dynamique, avec une variabilité significativement accrue entre la première et la quatrième semaine ($p < 0.01$). Cette tendance indique une hausse marquée de l'intensité perçue des séances au fil du mois, corroborant les résultats de Hamouda et al. (26), qui ont mis en évidence une augmentation des scores de RPE entre la deuxième semaine (SWR) et la fin du Ramadan (ER) chez des footballeurs élités, soulignant l'impact accumulé du jeûne sur la perception de l'effort. Parallèlement, la variabilité de la charge hebdomadaire augmente également, notamment entre la deuxième et la quatrième semaine ($p < 0.01$), ce

qui traduit une instabilité croissante du volume d'entraînement supporté. Les indices de monotonie et de contrainte présentent eux aussi des variations significatives ($p < 0.01$), suggérant que les adaptations apportées aux contenus d'entraînement n'ont pas permis de maintenir un équilibre constant dans la gestion des charges. Du point de vue de l'état de bien-être, tous les marqueurs affichent une variabilité significativement accrue, notamment en quatrième semaine. La fatigue, le stress et les douleurs musculaires (DOMS) augmentent de manière significative ($p < 0.01$ pour chacun), révélant une altération progressive des capacités de récupération face à une charge croissante. Ces résultats rejoignent ceux de Hamdi Chtourou et al. (25) et Asma Aloui et al. (30), qui rapportent une hausse des niveaux de RPE et de fatigue perçue en fin de Ramadan. La qualité du sommeil connaît également une dégradation notable, avec une variabilité significativement accrue en semaine 4 ($p < 0.01$). Cette tendance est appuyée par l'étude de Hana Baklouti et al. (14), qui ont observé une altération significative de la qualité du sommeil à la quatrième semaine (R4) par rapport à la période avant Ramadan (BR), ainsi que par Christopher P. Herrera et al. (28), qui soulignent une variabilité marquée des troubles du sommeil pendant le Ramadan chez les joueurs musulmans. Enfin, la perception subjective de récupération (PRS) diminue fortement en fin de période, avec une variabilité significative ($p < 0.01$). Cette diminution traduit une incapacité croissante à retrouver un état de récupération satisfaisant, en lien avec l'accumulation de fatigue, la baisse de la qualité du sommeil et l'élévation de la charge perçue. Ce déséquilibre a également été mis en évidence par Anis Chaouachi et al. (2), qui ont observé, chez des judokas élités, une élévation du score d'effort perçu associée à une baisse de performance, soulignant l'impact du Ramadan sur l'équilibre charge/récupération.

L'analyse par régression linéaire menée sur les quatre semaines d'entraînement durant le Ramadan met en évidence des relations significatives entre la charge interne perçue et les composantes de l'état de bien-être des athlètes. Parmi les indicateurs, la perception moyenne de l'effort (Mean sRPE) apparaît comme le déterminant principal, avec des corrélations positives fortes avec la fatigue ($r = 1.588$, $p < 0.001$), le stress ($r = 1.488$, $p < 0.001$), et les douleurs musculaires (DOMS) ($r = 1.314$, $p < 0.001$), ainsi qu'une corrélation négative avec la récupération perçue (PRS) ($r = -0.531$, $p < 0.001$) et la qualité du sommeil ($r = 1.134$, $p < 0.001$). Ces résultats confirment les travaux de Hamdi Chtourou et al. (15) et Asma Aloui et al. (30), qui ont rapporté une augmentation significative de la fatigue et du RPE en fin de Ramadan, traduisant une accumulation des contraintes perçues. La charge cumulée (Sum sRPE) montre une relation significative uniquement avec la fatigue ($r = 347.624$, $p = 0.011$), tandis que ses liens avec les autres dimensions du bien-être restent non significatifs, ce qui suggère que l'impact cumulatif est réel mais moins prédictif que l'intensité perçue au quotidien. Ces résultats rejoignent ceux de Hamouda et al. (16), qui ont observé une augmentation du RPE entre la deuxième semaine (SWR) et la fin du Ramadan (ER), en lien avec une charge perçue croissante. L'indice de monotonie présente des corrélations négatives significatives avec plusieurs indicateurs : la fatigue ($r = -0.27$, $p = 0.01$), le stress ($r = -0.248$, $p = 0.011$), les DOMS ($r = -0.25$, $p = 0.001$), la qualité du sommeil ($r = -0.195$, $p = 0.017$), et la récupération (PRS) ($r = -0.105$, $p = 0.003$). Cela souligne qu'une structuration régulière et prévisible



Marqueurs perceptifs de la charge interne chez les footballeuses Algériennes: suivi sur quatre semaines du mois de Ramadan

des contenus d'entraînement peut favoriser une meilleure adaptation psychophysiologique. Cette observation est cohérente avec les résultats de Baklouti et al. (14) et Herrera et al. (17), qui ont respectivement observé une détérioration de la qualité du sommeil en R4, et une variabilité importante des troubles du sommeil pendant le Ramadan.

En revanche, l'indice de contrainte (Training Strain) ne montre aucune relation significative avec les variables de bien-être (fatigue : $p = 0.466$; stress : $p = 0.856$; DOMS : $p = 0.834$; sommeil : $p = 0.901$; PRS : $p = 0.613$), suggérant que le volume global de travail n'est pas un prédicteur fiable de l'état psychophysiologique dans ce contexte spécifique. Cette constatation rejoint les travaux de Chaouachi et al. (12), qui ont mis en évidence, chez des judokas élités, une augmentation du RPE associée à une baisse de performance, soulignant l'importance de l'intensité perçue plutôt que du volume absolu.

En somme, cette analyse met en lumière l'influence centrale de la perception de l'effort et de la régularité des charges sur l'état de bien-être des athlètes durant le Ramadan. Une intensité perçue élevée, combinée à des variations mal maîtrisées de la programmation, altère significativement la récupération, le sommeil, la fatigue et le stress. Ces résultats renforcent l'idée qu'un suivi individualisé et quotidien du sRPE et de la monotonie est essentiel pour préserver la performance et limiter les effets délétères du jeûne prolongé sur l'organisme.

5. Conclusion

Cette étude met en évidence l'impact significatif du mois de Ramadan sur la charge interne perçue et l'état de bien-être chez des footballeuses élite. L'intensité perçue (sRPE) s'est révélée être le principal déterminant des altérations de la fatigue, du stress, des douleurs musculaires, de la qualité du sommeil et de la récupération. Une élévation progressive de la charge perçue et de la variabilité des indicateurs a été observée, atteignant un pic en quatrième semaine. La monotonie de l'entraînement, lorsqu'elle est faible, semble protéger partiellement contre ces effets, tandis que la contrainte d'entraînement globale n'a pas montré de lien significatif avec les composantes du bien-être.

5.1. Limites de l'étude

Cette étude présente plusieurs limites qu'il convient de souligner. Tout d'abord, l'échantillon était restreint à des joueuses de football de niveau élite, ce qui limite la généralisation des résultats à d'autres disciplines sportives, sexes ou niveaux de pratique. Par ailleurs, l'approche adoptée reposait exclusivement sur des mesures subjectives de la charge et du bien-être, sans recourir à des données physiologiques objectives telles que la

fréquence cardiaque, la variabilité de la fréquence cardiaque (HRV) ou encore les marqueurs biochimiques de stress et de fatigue. De plus, certains facteurs confondants, notamment les variations individuelles du sommeil, de l'alimentation, de l'hydratation ou du rythme circadien, n'ont pas été contrôlés dans le protocole expérimental, ce qui pourrait avoir influencé les réponses psychophysiologiques observées. Enfin, la durée de l'étude, limitée à un seul mois de Ramadan, ne permet pas de comparaison avec d'autres périodes de l'année ni de tirer des conclusions sur les effets potentiels d'un jeûne prolongé à plus long terme.

5.2. Implications pratiques

Les résultats obtenus dans cette recherche présentent des implications pratiques importantes pour l'encadrement et la gestion de l'entraînement en période de Ramadan. La perception de l'effort (sRPE) s'est révélée être un indicateur simple, sensible et facilement utilisable pour suivre l'évolution de la charge interne et de l'état de bien-être des athlètes. En particulier, la prise en compte de la monotonie de l'entraînement apparaît déterminante : une planification diversifiée et bien structurée des séances, permettant d'éviter la répétitivité et les surcharges soudaines, semble favoriser une meilleure adaptation physiologique et psychologique. La stabilité de la récupération, quant à elle, doit constituer une priorité, surtout à l'approche de la quatrième semaine, identifiée comme une période critique marquée par une accumulation de fatigue, une baisse de la qualité du sommeil et une altération notable de la récupération perçue.

5.3. Recommandations

Au regard des résultats obtenus, plusieurs recommandations peuvent être formulées. Pour les entraîneurs, il est vivement conseillé de mettre en place un suivi quotidien du sRPE et des principaux indicateurs de bien-être (fatigue, PRS, qualité du sommeil), à l'aide d'outils simples comme les questionnaires auto-administrés. L'ajustement des contenus d'entraînement en fonction de la charge perçue est également essentiel, en particulier en réduisant l'intensité et la densité des séances à mesure que le Ramadan progresse. Il est également recommandé d'éviter les pics de charge brutale, et de privilégier une charge progressive, alternée et variée, afin de limiter l'apparition des douleurs musculaires (DOMS) et d'optimiser la récupération. Enfin, les athlètes doivent être sensibilisées à l'importance du sommeil et des stratégies de récupération active, notamment dans un contexte de jeûne où l'équilibre charge/récupération est plus fragile. Concernant les futures recherches, il serait pertinent d'intégrer des mesures physiologiques et cognitives, telles que la variabilité de la fréquence cardiaque (HRV), les tests de vigilance ou encore les marqueurs de stress, afin d'approfondir la compréhension des mécanismes sous-jacents aux altérations observées. L'extension de ce type d'analyse à d'autres sports, à des athlètes de sexe masculin, ainsi qu'à différents niveaux de pratique, permettrait également de renforcer la validité externe des conclusions. Enfin, il serait intéressant de mener des



Marqueurs perceptifs de la charge interne chez les footballeuses Algériennes: suivi sur quatre semaines du mois de Ramadan

études longitudinales portant sur les effets à long terme d'une période de jeûne sur la performance, la récupération et la santé globale des athlètes.

6. Bibliographie

1. Fernandes, R., Oliveira, R., Martins, A. D., & Moreira de Brito, J. (2021). *Internal training and match load quantification of one-match week schedules in female first league Portugal soccer team*. Cahiers de Psychologie du Sport. <https://doi.org/10.6018/cpd.469141>
2. Diaz-Seradilla, E., Rodriguez-Fernandez, A., Rodriguez-Marroyo, J. A., Castillo, D., Raya-Gonzalez, J., & Villa Vicente, J. G. (2022). *Inter- and intra-microcycle external load analysis in female professional soccer players: A playing position approach*. PLoS ONE, 17(3), e0264908. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264908>
3. Jagim, A. R., Askow, A. T., Carvalho, V., Murphy, J., Luedke, J. A., & Erickson, J. L. (2022). *Seasonal accumulated workloads in collegiate women's soccer: A comparison of starters and reserves*. J. Funct. Morphol. Kinesiol., 7(1), 11. <https://doi.org/10.3390/jfmk7010011>
4. Mendes, B., Palao, J. M., Silvério, A., Owen, A., Carriço, S., Calvete, F., & Clemente, F. M. (2018). *Daily and weekly training load and wellness status in preparatory, regular and congested weeks: A season-long study in elite volleyball players*. Research in Sports Medicine. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1492393>
5. Douchet, T., Humbertclaude, A., Cometti, C., Paizis, C., & Babault, N. (2021). *Quantifying accelerations and decelerations in elite women soccer players during regular in-season training as an index of training load*. Sports, 9(8), 109. <https://doi.org/10.3390/sports9080109>
6. Ishida, A., Travis, S. K., Draper, G., White, J. B., & Stone, M. H. (2022). *Player position affects relationship between internal and external training loads during Division I collegiate female soccer season*. Journal of Strength and Conditioning Research, 36(2), 513–517. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000004188>
7. Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Human Kinetics, USA.
8. Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., & Chamari, K. (2017). *Session-RPE method for training load monitoring: Validity, ecological*

- usefulness, and influencing factors*. *Frontiers in Neuroscience*, 11, 612. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00612>
9. Lu, Y.-X., Clemente, F. M., Bezerra, J. P., & Chen, Y.-S. (2018). *Training load and recovery status during a short-term overseas training camp in Taiwan futsal players*. *Human Movement*. <https://doi.org/10.5114/hm.2018.83218>
 10. Clémente, M., Rabbani, A., & Araújo, J. P. (2019). *Évaluation de la perception de la récupération et de l'effort chez les jeunes joueurs de football d'élite : interchangeabilité des échelles à 10 et 100 points*. *Physiology & Behavior*. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.112641>
 11. Chaouachi, A., Coutts, A. J., Chamari, K., Wong, D. P., Chaouachi, M., Chtara, M., Roky, R., & Amri, M. (2009). *Effect of Ramadan intermittent fasting on aerobic and anaerobic performance and perception of fatigue in male elite judo athletes*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9), 2702–2709. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181bc17fc>
 12. Aziz, A. R., Chia, M., Singh, R., & Wahid, M. F. (2011). *Effects of Ramadan fasting on perceived exercise intensity during high-intensity interval training in elite youth soccer players*. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 6(1), 87–98. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.6.1.87>
 13. Maneshi, F., Shahabpoor, E., & Koushkie Jahromi, M. (2023). *The effect of Ramadan fasting on some of the physical fitness and skill indices of female volleyball players*. *Journal of Nutrition Fasting and Health*, 11(1), 87–94. <https://doi.org/10.22038/JNFH.2023.70443.1428>
 14. Leiper, J. B., Junge, A., Maughan, R. J., Zerguini, Y., & Dvorak, J. (2008). *Alteration of subjective feelings in football players undertaking their usual training and match schedule during the Ramadan fast*. *Journal of Sports Sciences*, 26(sup3), S55–S69. <https://doi.org/10.1080/02640410802538176>
 15. Güvenç, A. (2011). *Effects of Ramadan fasting on body composition, aerobic performance and lactate, heart rate and perceptual responses in young soccer players*. *Journal of Human Kinetics*, 29, 79–91. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0042-9>
 16. Bouhlel, H., Latiri, I., Zarrrouk, N., Bigard, X., Shephard, R., Tabka, Z., & Bouhlel, E. (2014). *Effect of Ramadan observance and maximal exercise on simple and choice reaction times in trained men*. *Science & Sports*. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2014.02.002>
 17. Bougrine, H., Nasser, N., Abdessalem, R., Ammar, A., Chtourou, H., & Souissi, N. (2023). *Pre-exercise caffeine intake attenuates the negative effects of*



**Marqueurs perceptifs de la charge interne chez les footballeuses Algériennes:
suivi sur quatre semaines du mois de Ramadan**

Ramadan fasting on several aspects of high-intensity short-term maximal performances in adolescent female handball players. *Nutrients*, 15, 3432. <https://doi.org/10.3390/nu15153432>

18. Bouhlel, H., Bogdanis, G., Hamila, A., Miled, A., Chelly, M.-S., Denguezli, M., Shephard, R., Tabka, Z., & Bouhlel, E. (2016). *Effects of Ramadan observance on repeated cycle ergometer sprinting and associated inflammatory and oxidative stress responses in trained young men.* *Journal of Fasting and Health*.
19. Zerguini, Y., Dvorak, J., Maughan, R. J., Leiper, J. B., Bartagi, Z., Kirkendall, D. T., Al-Riyami, M., & Junge, A. (2008). *Influence of Ramadan fasting on physiological and performance variables in football players: Summary of the F-MARC 2006 Ramadan fasting study.* *Journal of Sports Sciences*. <https://doi.org/10.1080/02640410802614944>
20. Chen, Y.-S., Clemente, F. M., Pagaduan, J. C., Crowley-McHattan, Z. J., Lu, Y.-X., Chien, C.-H., Bezerra, P., Chiu, Y.-W., & Kuo, C.-D. (2022). *Relations entre les mesures perçues de la charge interne et l'état de bien-être lors des camps d'entraînement de futsal à l'étranger.* *PLOS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267227>
21. Selmi, O., Levitt, D. E., Clemente, F. M., Nobari, H., Ma, G., Muscella, A., Suzuki, K., & Bouassida, A. (2022). *Une approche pratique pour évaluer la fraîcheur physique : utilité d'une échelle simple d'évaluation de la fraîcheur physique perçue.* *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10), 5836. <https://doi.org/10.3390/ijerph19105836>
22. Perazzetti, A., Dopsaj, M., Sansone, P., Mandorino, M., & Tessitore, A. (2023). *Effects of playing position and contextual factors on internal match loads, post-match recovery and well-being responses of elite male water polo players.* *J. Funct. Morphol. Kinesiol.*, 8(1), 12. <https://doi.org/10.3390/jfmk8010012>
23. Freitas, V. G. G., Coelho, M. S., Nkenge-Hinds, I., Uchida, M. C., & Aquino, R. (2021). *Influence of playing position and competitive periods on training load indicators in professional soccer.* *Serbian Journal of Sports Sciences*, 12(1), 17–24.
24. Chtourou, H., Hammouda, O., Souissi, H., Chamari, K., Chaouachi, A., & Souissi, N. (2011). *The effect of Ramadan fasting on physical performances, mood state and perceived exertion in young footballers.* *Asian Journal of Sports Medicine*, 2(3). <https://doi.org/10.5812/asjism.34757>

25. Hamouda, O., Chtourou, H., Farjallah, M. A., Davenne, D., & Souissi, N. (2012). *The effect of Ramadan fasting on the diurnal variations in aerobic and anaerobic performances in Tunisian youth soccer players*. Biological Rhythm Research, 43(2), 177–190. <https://doi.org/10.1080/09291016.2011.560050>
26. Baklouti, H., Rejeb, N., Aloui, A., Jaafar, H., Ammar, A., Chtourou, H., Girard, O., & Souissi, N. (2017). *Short versus long small-sided game training during Ramadan in soccer players*. Physical Therapy in Sport, 24, 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2016.10.002>
27. Herrera, C. P. (2012). *Total sleep time in Muslim football players is reduced during Ramadan: A pilot study on the standardized assessment of subjective sleep–wake patterns in athletes*. Journal of Sports Sciences, 30(sup1), S85–S91. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.676666>
28. Graja, A., Ghattassi, K., Boudhina, N., Bouzid, M. A., Chahed, H., Ferchichi, S., Driss, T., Souissi, N., & Hammouda, O. (2021). *Effect of Ramadan intermittent fasting on cognitive, physical and biochemical responses to strenuous short-term exercises in elite young female handball players*. Physiology & Behavior, 229, 113241. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113241>
29. Aloui, A., Chtourou, H., Hammouda, O., Souissi, H., Chaouachi, A., Chamari, K., & Souissi, N. (2013). *Effects of Ramadan on the diurnal variations of physical performance and perceived exertion in adolescent soccer players*. Biological Rhythm Research, 44(6), 869–875. <https://doi.org/10.1080/09291016.2013.780697>
30. 30. Aloui, A., Chtourou, H., Hammouda, O., Souissi, H., Chaouachi, A., Chamari, K., & Souissi, N. (2013). *Effects of Ramadan on the diurnal variations of physical performance and perceived exertion in adolescent soccer players*. Biological Rhythm Research, 44(6), 869–875. <https://doi.org/10.1080/09291016.2013.780697>