

Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique  
Université de Bejaia



Faculté des sciences humaines et sociales

Département des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives Aboudaou.

# Mémoire de fin de cycle

*En vue de l'obtention*

*Du Diplôme de master en science des activités  
physiques et sportives Spécialité : Entraînement Sportif  
d'élite*

## Thème

**Le suivi de la charge interne d'une  
équipe de Volley-ball masculin, le  
jeûne du ramadan entre idées reçues  
et réalités scientifique.**

**Réaliser par :**

M<sup>r</sup> : SELLAMI Salem

**Encadré par :**

Pr ZAABAR Salim

**Année universitaire 2022/2023**

# Remerciements

Je tiens vivement à remercier ici :

Les personnes qui m'ont aidé à réaliser ce mémoire. En particulier, je tiens à remercier mon promoteur : Monsieur le professeur ZAABAR Salim.

En effet, ce travail n'aurait jamais pu être réalisé sans l'aide et le soutien de personnes dont l'enthousiasme, l'intérêt et les critiques manifestés à l'égard de mon étude m'ont permis d'avancer sur le chemin de la recherche scientifique.

Je vous remercie pour votre précieuse aide pour la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour votre patience et vos encouragements au cours de cette année de travail. Votre humilité et votre confiance ont augmenté ma motivation à briller davantage. Soyez assuré de ma reconnaissance mon cher professeur.

Veillez trouver ici l'expression d'un grand respect et d'une infinie reconnaissance à toutes les personnes du département STAPS, en particulier mes enseignants qui se sont tellement donnés durant ces 2 ans de formation pour me transmettre ce riche savoir.

Veillez bien trouver ici le témoignage de ma respectueuse considération et mes vifs remerciements aux Staffs techniques et administratifs de jeunesse sportive Baladiat Ighrem (JSBI) volleyball, senior homme : Monsieur Galou Riad Zahir entraîneur et Monsieur le président Belhadj Mohand.

Je vous remercie pour votre soutien et votre accueil au sein du club ainsi que de votre précieuse aide dans la récolte et la compréhension des données pour aboutir à la réalisation de ce mémoire. Soyez assuré de toute mon estime.

J'aimerais remercier ma famille, ma femme et mon fils adorable Amar pour leur support au cours de cette étape de ma carrière professionnelle.

J'associe à mes remerciements à ;

Ma famille, mes proches.

Tous mes amis d'ici et d'ailleurs.

# Dédicace

## **A la mémoire de mon père et ma mère :**

A la mémoire de mon Père Amar et ma mère Zatout Ferroudja. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

## **Repose en Paix mes chers parents.**

Vos encouragements et Votre ambition d'atteindre ce stade dans lequel je suis, Ont été une puissante impulsion pour bien continuer mes études.

## **Repose en Paix mes chers parents.**

Je souhaitais bien que vous soyez avec moi aujourd'hui dans ces précieux moments.

**A**

Mes frères et mes sœurs.

Mes beaux frères et mes belles sœurs.

Mes neveux et Mes nièces.

Mes oncles et mes tantes.



## LISTE DES ABREVIATIONS

Abréviations	Signification
CE	charge d'entraînement.
DP	La distance parcourue.
ESIE	Estimation Subjective de l'Intensité de l'Exercice.
ET	Ecart type.
Ex	Exemple.
Exp	Exponentiel.
VB	volleyball.
FC	La fréquence cardiaque.
GPS	Global Positioning System.
IC	Indice de contrainte.
IM	Indice de monotonie.
IF	Indice de fatigue.
IF	Indice de Fitness.
Min	Minute.
Moy	Moyenne.
RPE	Rating of Perceived Exertion.
Sem	Semaines.
TRIMPS	Training impulse score.
UA	Unité arbitraire.
JSBI	Jeunesse Sportive Baladiat Ighrem
VB	Volleyball
Une *A*	La division nationale une groupe *A*

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: La performance est composée de différents facteurs.....	11
Figure 2: échelle de bien être (Hooper et al,1995).....	54
Figure 3: échelle de perception de douleurs musculaires.....	67
Figure 4: Calculer son IMC (indice de masse corporelle) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figure 5: comment calculer RPE (Foster, 1998).....	76
Figure 6: Échelle Borg CR-10 modifiée de Foster, Source : Foster et al. (2001).....	77
Figure 7: Echelle de Hooper et al,1995.....	78
Figure 8: L'échelle CR-10 modifiée par Foster et al. (2001). .....	79
Figure 9: Indice de Hooper état de forme quotidien et performance .....	79
Figure 10: Relation entre la charge d'entraînement, la monotonie, la contrainte et le fitness (avant le Ramadan).....	86
Figure 11: Relation entre la charge d'entraînement, la monotonie, la contrainte et le fitness (avant le Ramadan).....	87
Figure 12: Relation entre la charge d'entraînement, la monotonie, la contrainte et le fitness (avant le Ramadan).....	89
Figure 13: Relation entre les indices de bien-être (avant le Ramadan).....	91
Figure 14: Relation entre les indices de bien-être (pendant le Ramadan).....	92
Figure 15: Relation entre les indices de bien-être (après le Ramadan).....	94

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: exemple de méthode Calvert et al.de quantification de la charge (calvert t, 1976). Intensité ATU/100m Exemple d'une séance.....	44
Tableau 2: coefficient d'intensité en fonction du pourcentage de FC max (Biéchy, 2012, p. 155).....	45
Tableau 3ci-dessous présente les mesures anthropométriques individuelles de chaque joueur durant notre étude.....	74
Tableau 4: Caractéristiques anthropologiques et de formation des participants à l'étude (n = 10).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tableau 5: variation hebdomadaire des indicateurs de la charge d'entraînement (présent donc toutes les données qui ont été récoltées au cours de l'étude).....	85
Tableau 6: variation hebdomadaire des indicateurs de bien-être (présent donc toutes les données qui ont été récoltées au cours de l'étude).....	90
Tableau 7: les moyennes et écart-type de stress.....	91
Tableau 8: les moyennes et écart-type de fatigue .....	91
Tableau 9: les moyennes et écart-type des douleurs musculaires .....	92
Tableau 10: les moyennes et écart-type de sommeil.....	92
Tableau 11: les moyennes et écart-type de fatigue .....	93
Tableau 12: les moyennes et écart-type de stress.....	94

# SOMMAIRE

# SOMMAIRE

## Table des matières

Introduction .....	1
1-La problématique de l'étude : .....	7
2- Les objectifs de la recherche :.....	7
<b>PARTIE THEORIQUE</b>	
<b>Chapitre I L'entraînement sportif</b>	
1- Les grands principes de l'entraînement : .....	11
2- Méthodologie de l'entraînement .....	11
3- Les grands principes à respecter : .....	12
3.1- Progressivité :.....	12
3.2- Spécificité : .....	12
3.3- Alternance charge / repos :.....	13
3.4- Individualisation : .....	13
3.5- Variabilité : .....	13
3.6- Evaluation : .....	13
<b>Chapitre II Contrôle de la charge d'entraînement</b>	
1- Charge d'entraînement :.....	16
2- Volume :.....	17
3- Intensité :.....	18
4- Interactions volume-intensité :.....	18
5- Intensités et charge d'entraînement : .....	20
6- Capacité de performances :.....	20
7- La performance des athlètes pendant le Ramadan :.....	21
8- Mettre en relation la charge avec la performance :.....	22
9- Principes d'alternance de charge et de repos :.....	23
10- Les formes de la charge : .....	23
10.1- La charge interne :.....	24
10.1.1- Le ratio charge aigüe /charge chronique :.....	24
10.3- La charge externe :.....	26
11-Les composantes de la charge d'entraînement (CE) :.....	26
11.1- Charge de l'entraînement :.....	26



11.2- Volume d'entraînement :	26
11.3- Intensité d'entraînement :	26
11.4- Fréquence d'entraînement :	27
12- Les indicateurs de la charge d'entraînement :	27
12.1- La charge quotidienne :	27
12.2- La charge hebdomadaire :	27
13- La charge prévue VS charge ressentie :	27
14- Contrôler les charges par rapport aux charges prévues :	28

### Chapitre III

#### Mesure quantitative de la charge d'entraînement

1. La quantification de la charge de l'entraînement (CE) :	32
1.1- Contrôle et quantification de la charge interne :	32
1.1.1- La fréquence cardiaque :	33
1.2- Quantification de la charge externe :	33
2.3- Les modèles de la quantification de la charge d'entraînement (CE) :	42
2.3.1- La méthode d'Edwards :	42
2.3.2- Modèle de Banister et all (1975) :	43
2.3.3- Modèle de calvert et autres (1976) :	44
2.3.4- Le modèle de demenois 1991 :	44
2.3.5- Le modèle de MERCIER (1995) :	46
2.3.6- Le modèle de GRAPPE (1999) :	46
2.3.7- La perception de l'effort :	46
2.4.1- La charge d'entraînement :	48
2.4.2- Indice de monotonie :	48
2.4.3- L'indice de contrainte :	48
2.4.4- Indice de fitness :	49
2.6 - Des questionnaires sur de bien-être (welfare) :	51

### Chapitre IV

#### Les facteurs influençant l'entraînement sportif

1-Fatigue.....	53
1.2- La fatigue physique :	54
1.3- La fatigue musculaire :	54
1.3.1-- Fatigue centrale :	55

1.3.2- Fatigue périphérique : .....	56
1.3.3La fatigue endocrinienne .....	56
1.4- Les différentes catégories de fatigue : .....	57
1.5-État d'esprit : .....	58
1.6-Optimisation de l'état d'esprit : .....	58
2.Sommeil : .....	59
2.1- Les phases du sommeil .....	60
2.2- Le rôle du sommeil : .....	60
2.3- Les troubles du sommeil : .....	60
2.4- Privation du sommeil : .....	61
2.5- la somnolence pendant le ramadan : .....	61
2.6- Effets du sommeil sur l'aspect physiologique : .....	62
2.7- Les perturbations du cycle sommeil et éveil : .....	63
3.Stress : .....	64
3.1- Définition : .....	64
3.2- Le stress pernicieux de compétition chez les volleyeurs de performance : .....	64
3.2.1- Concept du stress de compétition : .....	64
3-2-1.1- Plan sémantique : .....	64
3.2.1.2- Plan étymologique : .....	64
3.3- Evolution du concept du stress de compétition en Volley -Ball : .....	65
3.4- Stratégies de la gestion du stress .....	66
3.5- Situation sportive .....	66
3.6- Intervention .....	66
4.Les courbatures et les douleurs musculaires : .....	66
4.1-Définir une courbature : .....	67
4.1.1-La différence avec les autres types de douleurs : .....	67
4.1.2-Les causes des courbatures : .....	67
4.1.3-Les solutions pour soulager les courbatures : .....	68
4.1.4-Prévenir les courbatures .....	68
4.1.5-Les traitements médicamenteux : .....	69
4.2-Les douleurs musculaires : .....	69
4.2.1-Définir les douleurs musculaires : .....	69
4.2.2-Les conséquences de ces douleurs musculaires : .....	70

## PARTIE PRATIQUE

### Chapitre I\_Méthodologie de la recherche

1.Echantillonnage :.....	73
2.Les outils de la collecte de données : .....	75
3-Protocole de déroulement de la collecte des données : .....	79
4- Outils des données et statistiques :.....	81

### Chapitre II: Analyse et interprétation des résultats

1- Quantification et analyses :.....	83
2-Analyse des données et statistiques.....	
3-La charge d'entraînement hebdomadaire :.....	85
3.1-Discussion et analyse des résultats pendant la durée de notre étude avant, pendant et après le ramadan. ....	85
Discussion .....	96
Conclusion.....	101
Bibliographie.....	104
Annexes .....	111
Résumé.....	47



# Introduction

### Introduction

La FIVB (Fédération Internationale de Volleyball)

La FIVB est l'instance dirigeante mondiale du volleyball et du Beach volley. Fondée à Paris le 20 avril 1947 en tant qu'organisation à but non lucratif, elle s'emploie à développer les deux disciplines à travers le monde par la programmation et l'organisation de compétitions internationales, de cours et de séminaires, ainsi que par la promotion d'autres activités de formation. Elle réalise ces objectifs à travers une large collaboration avec les cinq confédérations continentales, les 221 fédérations nationales et diverses autres parties prenantes. La FIVB, qui possède la personnalité juridique, a son siège à Lausanne (Suisse) depuis 1984.

221 fédérations nationales affiliées

Le volleyball, promu conjointement par la FIVB et ses 221 fédérations nationales affiliées, est aujourd'hui un des principaux sports internationaux. C'est un sport véritablement unique, pouvant s'adapter facilement à de nombreuses configurations en intérieur comme en extérieur, en fonction des besoins. Rien d'étonnant, donc, à ce que le volleyball et le beach volley soient des sports idéaux pour tous les âges, amusants et faciles à apprendre. Ce sport exige, en outre, peu d'équipements ou d'installations, développe l'esprit d'équipe et constitue une formidable source de divertissement, pour les hommes comme pour les femmes.

En tant qu'instance dirigeante mondiale du volleyball sous toutes ses formes (volleyball, beach volley, park volley, u-volley, mini-volleyball et volleyball scolaire), la FIVB gère et encourage la pratique et l'expansion du volleyball, mais aussi propose et met en œuvre des programmes destinés à promouvoir des initiatives internationales de développement à travers le volleyball.

Les 5 confédérations continentales de la FIVB sont : la Confédération asiatique de volleyball (AVC), la Confédération africaine de volleyball (CAVB), la Confédération européenne de volleyball (CEV), la Confédération sud-américaine de volleyball (CSV) et la Confédération de volleyball d'Amérique du Nord, d'Amérique centrale et des Caraïbes (NORCECA).

Aujourd'hui et demain

La FIVB, composée de 221 fédérations affiliées, gère et assure la promotion de toutes les formes de volleyball et de beach volley dans le monde entier, à travers différentes

compétitions : Championnats du monde, Ligue mondiale, Grand Prix mondial, Coupe du monde, Coupe des grands champions, Championnats du monde des clubs, Circuit mondial FIVB Swatch, Championnats du monde FIVB Swatch, Coupe continentale de beach volley, Coupe du monde de beach volley, les compétitions pour les juniors et pour la jeunesse, sans oublier, naturellement, les Jeux Olympiques.( Manuel pour entraîneurs - Niveau II) [http://www.fivb.org/EN/Technical-Coach/Technical\\_Library.asp](http://www.fivb.org/EN/Technical-Coach/Technical_Library.asp).

Au niveau national, la Fédération algérienne de Volleyball (FAVB) est créée le 8 décembre 1962, le Championnat d'Algérie de volley-ball voit le jour en 1962. L'organisation de la compétition senior homme est prise en charge par la Fédération algérienne de volley-ball. La « Nationale une A » compte 10 clubs dans le groupe 1<sup>ère</sup> édition-saison 1962 1963. Aujourd'hui, la FAVB compte environ 2200 joueurs, dont 960 pour la catégorie sénior Nationale une \*A\*.

L'observance du Ramadan exige une abstention totale de nourriture et de boisson du lever au coucher du soleil pendant une période d'un mois. De toute évidence, cette forme de jeûne intermittent est susceptible d'avoir des implications pour l'entraînement et la performance de l'athlète de compétition. Dans une enquête menée auprès de 734 athlètes de 16 ans, 29% ont conclu que leurs performances étaient moins bonnes pendant le Ramadan [1].

Bien que la consommation de la nourriture et les boissons sont illimitées pendant les heures d'obscurité, les repas sont nécessairement réduits à deux plutôt trois ou plus, sans possibilité de collations dans la journée. On pourrait anticiper à la fois une réduction de l'apport énergétique total et une modification de la composition de l'alimentation, avec un repas tard le soir et/ou un petit-déjeuner raccourcissant les heures normales de sommeil. Des problèmes pratiques pourraient être anticipés en termes de diminution progressive des réserves musculaires et hépatiques en glycogène, chute progressive des deux réserves hydriques et la glycémie au cours des heures de lumière du jour, un risque de déshydratation au cours d'un effort, une disponibilité réduite des métabolites pour l'activité anaérobie et d'endurance, et le cerveau conséquences d'une baisse de la glycémie telles qu'une détérioration de l'humeur, une perception accrue d'efforts et une détérioration de la coopération entre les membres de l'équipe.

Néanmoins, l'ampleur de tout effet négatif dépend du type et du niveau de concurrence, la durée du jeûne quotidien (plus grande lorsque le Ramadan tombe pendant les mois d'été, et plus grande lorsque concurrence à des latitudes plus élevées qu'à des latitudes équatoriales) et la température et l'humidité régnant au cours du mois de ramadan.

La question est d'actualité, étant donné que le rapport de 2012 Les Jeux olympiques prend place à Londres pendant la saison du Ramadan. Des études examinant les effets physiologiques de le ramadan a souvent été rapporté dans les revues régionales arabes et de la Méditerranée orientale [2].

Malheureusement, il n'a pas toujours été clair si les individus étudiés étaient des athlètes, et si c'est le cas, la nature de leur sport et le niveau de compétition auquel ils participaient. Dans certains cas, les sujets ont montré une diminution substantielle de la masse corporelle. Pour des raisons pratiques, la plupart des études ont également omis un groupe de contrôle, ce qui rend difficile d'être certain des influences des changements saisonniers dans climat et entraînement plutôt que du jeûne intermittent.

Les effets de l'observance du Ramadan sur l'indice de masse corporelle, l'apport énergétique et les pourcentages respectifs du glucose, des lipides et des glucides dans l'alimentation ont déjà fait l'objet de discussions assez approfondies [2–9].

En général, il n'y a eu que des changements mineurs dans ces variables. Cette brève revue se concentre sur les altérations de divers aspects de la performance sportive (performance anaérobie et d'endurance, la force musculaire, les changements d'état d'humeur et de perception de l'effort, et un risque de détérioration de l'équipe coopération). Dans la mesure du possible, la base physiologique de ces changements est prise en compte et des tactiques sont suggéré de minimiser l'impact négatif sur les athlètes qui souhaitent observer le Ramadan pendant participer à une compétition internationale. Les informations ont été recherchées principalement via PubMed et Bases de données HealthStar Ovid. Tous les rapports résumés pertinents ont été pris en compte depuis le début de ces bases de données (1946) à février 2012, combinant le terme « Ramadan » (424 entrées) avec des termes propres à chacun des sujets étudiés. Des informations supplémentaires pertinentes ont été demandées par parcourir les listes de références des articles sélectionnés et un examen de la propre documentation approfondie de l'auteur dossiers personnels. (Roy J. Shephard., The Impact of Ramadan Observance upon Athletic Performance, *Nutrients*, 2012, 491-505).

L'islam est une religion largement pratiquée au niveau mondial. Les jeux olympiques 2012 verront la participation d'un très grand nombre de sportifs pratiquant le Ramadan. Ils vont se dérouler du 27 juillet au 12 Août, et le Ramadan sera entre 20 juillet et 18 Août. Durant cette période de l'été, la phase de lumière et donc du jeûne peuvent durer plus que 16 heures par jour. Cet événement a donné un élan à la recherche scientifique sur les effets du Ramadan chez les athlètes. En effet, des équipes de recherche de l'Algérie, Tunisie,



Singapore, Maroc, Royaume-Uni, France et du Canada ont mené des études récentes sur ce sujet. Le but de ces études est d'adresser la question des performances sportives des jeûneurs non pas pour les stigmatiser ou les obliger à ne pas jeûner, mais pour accompagner ceux parmi eux qui choisissent le maintien du jeûne et adapter éventuellement les horaires d'entraînement et de compétition aux conditions spécifiques du Ramadan. Variations biologiques chez le sportif le jeûne du mois de Ramadan est accompagné par des changements métaboliques, chronobiologiques et comportementaux. Pendant ce mois, la fréquence des repas, l'hydratation et la durée et la qualité du sommeil sont généralement réduites (1). Ce qui pourrait donner lieu à des sensations de fatigue et de stress. Les dernières études chez des athlètes qui continuent leur entraînement et/ou leur compétition pendant le Ramadan n'ont pas mis en évidence des changements majeurs au niveau des paramètres hématologiques et immunologiques. Toutefois, ces résultats doivent être interprétés avec prudence puisqu'il est bien établi que des changements faibles dans ces variables, même s'ils ne sont pas considérés comme cliniquement significatifs, peuvent être un indicateur d'un stress physiologique (2). De plus, l'inflexibilité dans les horaires des repas pourrait avoir un effet sur la récupération nutritionnelle et hydrique après un exercice intense (3).

Certains entraîneurs recommandent à leurs athlètes de baisser l'intensité des entraînements pendant ce mois. Cependant, ceci peut présenter un risque d'une préparation insuffisante des joueurs, spécialement des athlètes de haut niveau. (Roky,2011, Sport et Ramadan, Revue de Médecine Pratique).

(Roky R, Houti I, Moussamih S, Qotbi S, Aadil N,Sport et Ramadan, Revue de Médecine Pratique - N° 3 - juillet / août 2011). Review.

Les résultats ont montré que si les paramètres biologiques n'ont pas été affectés d'une façon importante pendant le Ramadan, le sommeil et certaines performances sportives ont baissé pendant le Ramadan chez les athlètes de haut niveau. Les sportifs non professionnels ont montré une adaptation au mode de vie pendant le Ramadan. En revanche, une inadaptation a été rapportée chez les sédentaires qui commencent une activité sportive intense pendant le Ramadan. (Revue de Médecine Pratique - N° 3 - juillet / août 2011 page 30 Roky R, Houti I, Moussamih S, Qotbi S, Aadil N. Physiological and chronobiological changes during Ramadan intermittent fasting. Ann Nutr Metab 2004 ; 48 :296-303.page 30

L'entraînement sportif des athlètes de haut niveau peut s'avérer un véritable casse-tête en soi lorsqu'on prend en considération toutes les variables et les impondérables qui peuvent affecter la performance sportive, autant à court qu'à long terme. Le préparateur physique doit

posséder des connaissances dans plusieurs domaines reliés à l'entraînement, comme (a) la physiologie de l'exercice, (b) la prescription d'exercices, (c) la planification de l'entraînement, (d) la biomécanique, (e) la réhabilitation des blessures, etc. Toutes ces sphères sont ensuite intégrées dans un tout complexe qu'est le plan d'entraînement. Bien que tout soit pris en compte, ce plan d'entraînement sera inévitablement modifié pour s'ajuster à la réalité de l'athlète ou de l'équipe. Il est donc important pour le préparateur physique de posséder les outils nécessaires afin de pouvoir détecter les moments opportuns qui justifieront des modifications au plan d'entraînement initial et de s'assurer que ces outils puissent être faciles à utiliser sur le terrain.

L'évaluation et le contrôle des différentes variables de l'entraînement et des réponses d'un athlète suite à une prescription d'exercices donnée, ce que l'on peut appeler la gestion de l'entraînement, sont primordiaux pour l'optimisation du programme d'entraînement, la prévention des blessures, de surentraînement et l'atteinte d'un pic de performance (Newton, 2011, p. 461).

Ce processus est en quelque sorte une tentative pour assurer l'homéostasie et le suivi des adaptations à l'entraînement grâce à différentes méthodes. Tout dépendant des objectifs recherchés, il faut être en mesure de gérer ce fragile équilibre entre le stress imposé sur l'organisme et le processus de récupération. Or, il est difficile de savoir précisément comment l'organisme réagit aux stimuli qui lui sont imposés ? et comment celui-ci récupère. ?

Le premier pas afin de s'assurer de la mise sur pied d'un bon plan d'entraînement a trait à la planification de l'entraînement. En prenant en considération (a) les exigences du sport, (b) les caractéristiques propres à chaque athlète et (c) le calendrier de compétition et des séances d'entraînement, il est possible de choisir divers types de périodisation d'entraînement afin de structurer les séances et ainsi atteindre les objectifs fixés par le préparateur physique et le groupe d'entraîneurs ; cela permettra également un développement harmonieux de l'athlète. Une planification logique, incluant des périodes de développement des différentes qualités physiques et filières énergétiques, des périodes de maintien des acquis et de repos, guidera donc le préparateur physique, l'entraîneur et l'athlète dans son développement au cours d'une année sportive (Bompa, 2009). Les charges d'entraînement, quant à elles, sont normalement calculées d'avance lors de la planification de l'entraînement ainsi que suite aux séances réalisées afin d'effectuer la gestion de l'entraînement.

En revanche, dès qu'on parle de planification de l'entraînement ou de programmation du rapport (volume/intensité) de ce dernier, la première étape résonne déjà avec la première

difficulté. Il s'agit de quantifier la charge. La rationalisation de la charge d'entraînement repose sur deux grands types de paramètres : charge interne et charge externe (A. Sedeaud, 2018), il est possible d'appuyer sur des méthodes de quantification de la charge d'entraînement, ces méthodes peuvent quantifier la charge externe et interne (Caroline Martin, 2018, p. 86).

La méthode de la Séance-RPE (Session-RPE en anglais) est un outil qui permet de quantifier la charge d'entraînement grâce à l'utilisation d'une échelle modifiée de perception de l'effort. Simple et facile à utiliser, cette méthode parmi tant d'autres permet au préparateur physique et à l'entraîneur sportif d'effectuer le suivi de l'entraînement des athlètes sous leur tutelle à savoir si ceux-ci répondent de manière positive ou non à l'entraînement auquel ils sont soumis. Parmi les avantages de la méthode séance RPE est l'approche préventive qui permet de prévenir non seulement le surentraînement et les blessures mais aussi de maintenir les joueurs en bonne forme physique et en bonne santé (Foster et al. 2001).

La fatigue s'accompagne d'une baisse de performance et de symptômes somatiques, psychosomatiques, endocriniens et immunologiques. La prise en charge du surentraînement consiste en une prévention par des jours sans sport, mais seul le repos, la patience et l'empathie se sont montrés efficaces.

Au regard de la littérature nous remarquons qu'il existe différentes méthodes permettant d'évaluer la charge d'entraînement (CE) : les méthodes subjectives, les méthodes objectives et les méthodes mixte (Biéchy, 2012, p. 112). Une quantification appropriée peut amener à déterminer si un athlète s'adapte à l'entraînement en ne franchissant pas la ligne du surmenage.

### **1-La problématique de l'étude :**

La plupart des séances d'exercice de haute intensité en volley-ball consistent en des activités de saut, qui sont responsables d'induire des dommages musculaires, des niveaux élevés de fatigue et des douleurs musculaires. Par conséquent, l'objectif de la présente étude était de quantifier et d'analyser les charges d'entraînement, la fatigue neuromusculaire et le bien-être perceptif d'un mésocycle de saison de Quatre (04) semaines avant, pendant et après le ramadan.

Le volleyball (National une \*A\*) Algérien souffre de plusieurs problèmes, le manque des infrastructures sportives et les moyens de récupération (sommeil, alimentation, récupération après les entraînements et les compétition). Ces paramètres influents directement sur l'état de forme/fatigue, stress et douleurs musculaires des joueurs, cela exige un suivi quotidien de la charge de l'entraînement et d'état de forme des joueurs, en procédant à un suivi et une évaluation de la charge d'entraînement et la valeur nutritionnelle des joueurs de volleyball sénior club JSBI d'Ighrem.

- Est-ce que le jeûne de ramadan à des effets sur le rendement de la charge et le bien-être général des joueurs de Volley-ball.
- Y'a-t-il des différences significatives entre les périodes pré-avant et après ramadan en ce qui concerne la charge et le bien être ?
- Ya-t-il des variantes entre les semaines du même mois et entre les trois périodes, pré-avant et après ramadan ?

### **2- Les objectifs de la recherche :**

Exemple de script pour exposer les objectifs d'une recherche quantitative :

- Déterminer les indicateurs de la charge par l'utilisation de cette méthode de la perception de l'effort.
- Dégager un profil de suivi la charge d'entraînement de l'équipe pendant les trois phases (pré, pendant et après) le ramadan.
- Etudier la répartition de la charge d'entraînement et d'analyser le modèle de périodisation utilisé durant la période pré, pendant et après le ramadan.

- Analyser l'impact de la charge hebdomadaire sur le rendement athlétique des joueurs durant les périodes pré, pendant et après le ramadan.
- L'impact du ramadan sur le rendement des joueurs.

# **PARTIE THEORIQUE**

# **Chapitre I**

## **L'entraînement sportif**

## 1- Les grands principes de l'entraînement :

La performance sportive est un phénomène complexe, composé de plusieurs aspects, et dont les modèles qui ont été proposés, reflètent le plus souvent les pôles d'intérêts scientifiques de leurs auteurs.

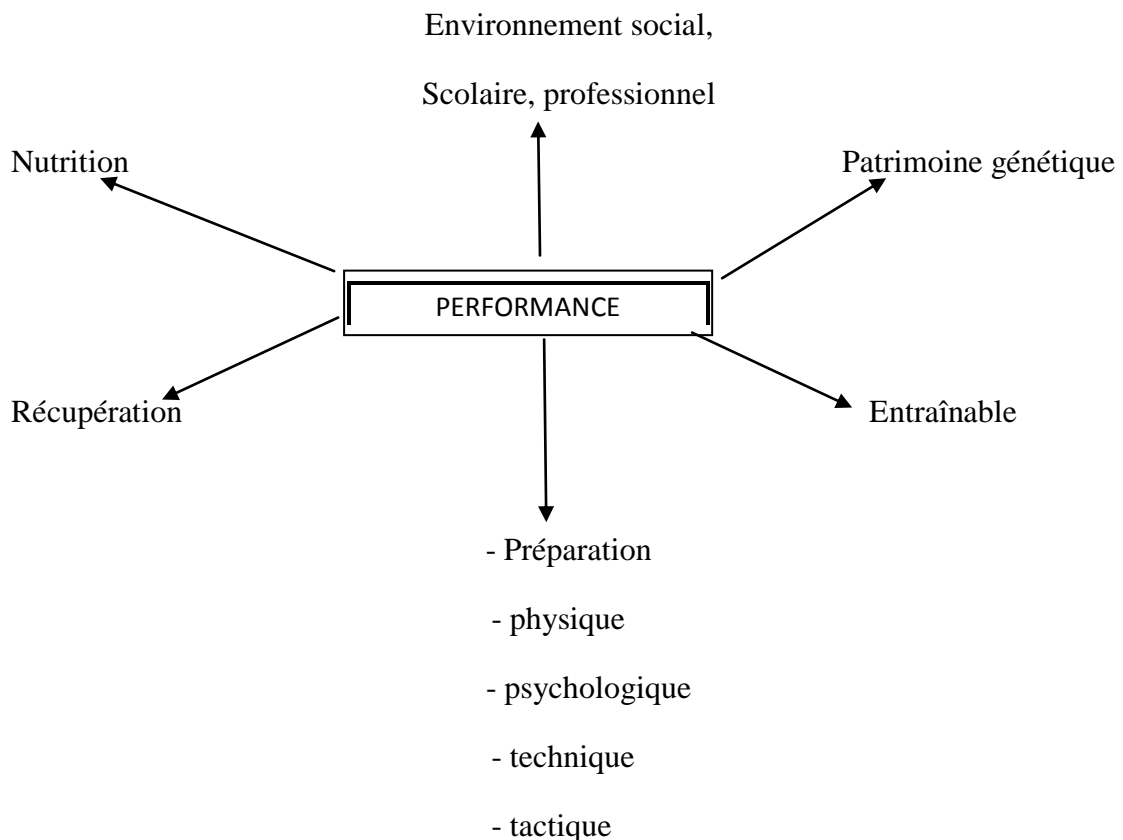


Figure 1: La performance est composée de différents facteurs.

## 2- Méthodologie de l'entraînement

L'entraînement peut être défini comme un processus d'actions complexes, dont le but est d'agir de façon méthodique et adaptée sur le développement de la performance sportive.

Un plan d'entraînement est donc une structure, un calendrier organisé en une série d'actions et qui va permettre d'atteindre un objectif fixé à l'avance.

La planification de l'entraînement repose sur une méthode composée de 4 points :

### 1- Analyse des exigences de l'activité



2- Evaluation ou diagnostic du sportif

3- Définition des objectifs

4- Planification de l'entraînement

### **3- Les grands principes à respecter :**

#### **3.1- Progressivité :**

Il paraît évident que les performances maximales sont étroitement liées à des charges d'entraînement optimales. Et pour parvenir aux charges les plus importantes, il faut augmenter progressivement le niveau de charge imposée.

L'augmentation progressive des charges d'entraînements doit respecter plusieurs règles :

- Passage progressif de la préparation physique générale à la préparation physique spécifique.
- Augmentation progressive du volume de travail.
- Augmentation progressive du nombre de séances d'entraînement.
- Augmentation progressive de l'intensité du travail.
- Augmentation progressive des séances à orientation sélective (un seul paramètre de la performance est visé).
- Extension progressive des moyens d'amélioration de la récupération.

#### **3.2- Spécificité :**

La nature particulière d'une charge d'entraînement produit sa propre réaction et ses propres adaptations.

La charge d'entraînement doit donc être spécifique à l'athlète et aux exigences de la discipline choisie. Cela ne nie pas pour autant la valeur de la préparation physique générale. La préparation physique générale prépare les athlètes à la préparation physique spécifique.

### **3.3- Alternance charge / repos :**

Hélal (1993) affirme que le « travail et le repos font partie d'une seule et même unité d'entraînement. Les transformations physiologiques induites par une stimulation ne s'accomplissent totalement que longtemps après l'arrêt de l'exercice ».

L'organisation des charges d'entraînement doit donc prendre en compte l'ensemble charge / repos.

### **3.4- Individualisation :**

Chaque athlète est unique dans ses réactions adaptatives consécutives aux entraînements. Le premier devoir d'un entraîneur est donc d'identifier les caractéristiques de chacun de ses athlètes. Il pourra alors adapter les séances pour faire du « sur mesure ».

### **3.5- Variabilité :**

La variabilité des séances d'entraînement a un double rôle :

- Elle a un effet bénéfique sur la motivation des athlètes.
- Elle joue un rôle positif sur l'amélioration des fonctions physiologiques. Il est actuellement reconnu que le changement d'activité constitue un puissant moyen de régénération.

### **3.6- Evaluation :**

Tout programme d'entraînement nécessite d'être suivi, vérifié et contrôlé par l'entraîneur. C'est là le sens profond de l'évaluation.

L'évaluation permet de détecter :

- L'évaluation des adaptations.
- Leur stagnation.
- Le surentraînement éventuel.

L'évaluation permet donc la régulation de l'entraînement. (Aurélié., The Coaching Company, [www.wts.fr](http://www.wts.fr))

Aurélie, TARENNE.WTS - The Coaching Company. (s. d.). WTS-The Coaching Company. WTS-The Coaching Company. <https://www.wts.fr/> Ski Nordique.net. [www.wts.fr](http://www.wts.fr). <<https://www.ski-nordique.net/getfile.php/790933.1046/Article>

# **Chapitre II**

## **Contrôle de la charge d'entraînement**

**1- Charge d'entraînement :**

Les blessures sont la conséquence d'interactions complexes entre des facteurs internes et/ou externes et est alors souvent perçue comme le risque le plus important (McCall et coll., 2015).

Plusieurs études ont en effet mis en évidence les relations étroites entre blessures et CE (Anderson et coll., 2003 ; Gabbett T.J., 2004, Gabbett & Domrow, 2007 ; Gabbett & Jenkins, 2011).

Le concept de CE, comme précurseur de la fatigue, nécessite alors d'être précisée, tant il constitue le socle de la périodisation de l'entraînement qui vise à pouvoir maîtriser et prédire les effets des différents entraînements, et à définir les stratégies d'organisation hebdomadaires des CE pendant les périodes de préparation et les périodes de compétition. Empiriquement, les entraîneurs font très souvent référence à Werchoschanski J.W. (1985) qui, pour déterminer « la charge de développement optimale », se fonde sur la mesure « des valeurs qualitatives et quantitatives qui déterminent l'effet de la charge d'entraînement sur l'organisme du sportif 13 ». Werchoschanski J.W. (1985) précise que la notion de CE suppose un niveau d'effet sur l'organisme, intervenant dans les conditions d'un travail spécifique et se traduisant dans l'organisme sous la forme de réactions qui ont une certaine amplitude et une certaine durée.

Généralisée, la CE peut donc se définir comme le concept qui représente ce que coûte l'activité au sportif qui la pratique, ce qui fait qu'elle est traditionnellement une mesure objectivée. Elle est par conséquent le résultat de l'interaction entre les exigences de l'activité et les circonstances dans lesquelles sont mobilisées les aptitudes et les capacités du sportif. La CE peut alors être envisagée comme l'effort que fait le sportif pour répondre aux exigences de l'entraînement, ce qui implique une évaluation de l'effort quant à la mobilisation de ses capacités mais aussi de la motivation pour faire cet effort.

Quantifier la CE améliore la précision de la mesure des effets immédiats, différés et cumulés des différentes stratégies d'organisation de la CE au cours de séquences données (microcycles, mésocycles, macrocycles, périodes).

**2- Volume :**

Selon Werchoschanski J.W. (1985), « le volume de la charge d'entraînement exprime l'aspect quantitatif des moyens d'entraînement ». Deux unités de mesure sont généralement privilégiées : la distance et le temps. Les auteurs d'études menées en natation utilisent principalement les distances. Avec des nageurs de haut niveau, Mujika et coll. (1996) utilisent les kilomètres comme unités de volume. Mais dans la très grande majorité des recherches, le volume est exprimé en durée (Banister & Calvert., 1980 ; Morton et coll., 1990 ; Edwards S., 1993 ; Foster et coll., 1995 ; Lucia et coll., 2003 ; Wood et coll., 2005).

Les effets positifs du volume sur la performance ont beaucoup été étudiés et concernent particulièrement les acquisitions techniques (Stewart & Hopkins, 2000), l'économie de course (Wakayoshi et coll., 1993), les capacités oxydative et glycolytique du muscle - indirectement par la mesure du taux de lactate sanguin (Gorostiaga et coll., 1991), l'adaptation à long terme du niveau de performance (Counsilman & Counsilman, 1991),

Le développement de la force (Kawamori & Haff, 2004). Toutefois, Mujika et coll. (1995) montrent une absence de corrélation entre le volume d'entraînement et l'amélioration de la performance au cours d'une saison sportive chez des nageurs de niveau élite. Gaskill et coll. (1999) notent même une stagnation de la consommation maximale d'oxygène chez des skieurs de fond. Les sujets sédentaires et faiblement entraînés seraient les principaux bénéficiaires de l'augmentation du volume d'entraînement en termes d'amélioration des performances. A contrario, l'augmentation du volume d'entraînement élèverait les risques de surentraînement chez le sportif déjà bien entraîné (Fry et coll., 1991). Viljoen et coll. (2010) trouvent que la réduction du volume d'entraînement est associée avec une légère baisse du nombre de blessures chez des rugbymen au cours de trois saisons.

Pour les sportifs de haut niveau, le volume semble être un marqueur à suivre en relation étroite avec les douleurs et les blessures pour éviter le surentraînement, le surmenage ou le désentraînement, notamment dans les sports collectifs où la concurrence physique est déterminante (Williams et coll., 2014).

Néanmoins, les limites entre volume et intensité ne sont pas toujours explicites.

Calvert et coll. (1976) utilisent ainsi des multiples de 100 mètres pour exprimer le volume en natation. Les séances de musculation sont assimilées à un kilomètre de nage à haute intensité.

**3- Intensité :**

Werchoschanski J.W. (1985) précise que « le potentiel efficace d'entraînement d'une charge exprime l'intensité de son action sur l'état du sportif ». L'intensité est le paramètre qui s'exprime le plus différemment, sans doute parce qu'il est fortement dépendant des systèmes énergétiques prédominants, des contraintes d'investigation et de la variété des types de séances d'entraînement.

Les basses et les hautes intensités sont deux paramètres importants de l'entraînement des sportifs qui pratiquent un sport où elles peuvent beaucoup varier (sports collectifs, sports de raquette) (Buchheit & Laursen, 2013a et 2013b).

Les joueurs doivent enchaîner des efforts, intenses à très intenses, répétés, de quelques secondes, avec des efforts moins intenses de plusieurs dizaines de secondes, faisant varier les parts relatives des mécanismes de resynthèse anaérobie et aérobie de l'adénosine triphosphate au cours du temps (Buchheit & Laursen,

2013a et 2013b). Améliorer la compétence de ces sportifs consiste à leur donner, en valeur cumulée, la possibilité de maintenir et augmenter la durée d'effort dans chaque zone d'intensité.

Plusieurs études ont montré que l'intensité était un critère plus influant sur la performance que le volume (Mujika et coll., 1995 ; Foster et coll., 1999 ; Laursen & Jenkins, 2002 ; Smith D.J., 2003 ; Laursen P.B., 2010). Laursen & Jenkins (2002) et Laursen P.B. (2010) ont montré que cinq semaines d'entraînement à haute intensité induisaient une amélioration des performances en compétition chez de jeunes nageurs.

Ils notent que les volumes à haute intensité sont préférables à de hauts volumes à basse intensité. Smith D.J. (2003) a noté des améliorations de performances chez des coureurs de 3000 mètres après deux entraînements par semaine d'interval-training à haute intensité pendant quatre semaines. Mujika et coll. (1995).

**4- Interactions volume-intensité :**

Dans la littérature scientifique récente sur les sports à dominante aérobie, il est de plus en plus recommandé de privilégier l'entraînement à haute intensité plutôt que d'importants volumes d'entraînement (Berg K., 2003 ; Neal et coll., 2013). Laursen P.B. (2010) montre qu'un entraînement polarisé, où environ 75 % du volume total sont réalisés à haute intensité et

10 à 15 % sont réalisés à de très hautes intensités, semble être la stratégie optimale de distribution de la CE pour les sportifs de haut niveau pratiquant les sports à dominante intermittente. Seiller S. (2010) note toutefois que chez les coureurs d'épreuves à dominante aérobie de niveaux national et international s'entraînant entre dix et treize fois par semaine, 80 % des séances sont réalisées à une intensité inférieure à 2mmol.l<sup>-1</sup> de lactate. Les 20 % restant sont constitués d'entraînement à des intensités

-Entraînement polarisé : concept qui consiste à éviter les intensités d'entraînement moyennes et à privilégier les intensités hautes et basses (qui se situent aux extrêmes, aux « pôles ») supérieures à 90 % de la consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub> max).

Il note également qu'aucune étude scientifique n'apporte de preuves suffisamment convaincantes que mettre davantage l'accent sur l'entraînement à haute intensité permet d'améliorer la performance à long terme chez des athlètes de haut niveau.

Esteve-Lanao et coll. (2007) montrent en effet que, chez des coureurs de 5000 mètres de niveau national, un entraînement de plusieurs mois à basse intensité apporte de plus grandes progressions qu'un entraînement à intensité modérée.

La problématique ne semble donc pas se situer uniquement en termes de déclinaisons des paramètres de la CE à privilégier (haute intensité vs basse intensité, volume vs intensité), mais plutôt en termes de structuration (Rønnestad et coll., 2012a et 2012b, Simão et coll., 2012 Simão) et de planification à moyen et long termes de ces mêmes déclinaisons.

En effet, dans l'étude de Quinn et coll. (2006), deux groupes (GC et GI) ont réalisé pendant douze semaines un entraînement continu (une fois trente minutes par jour) pour un GC, et un entraînement intermittent (deux fois quinze minutes par jour) pour GI à une même intensité de 70 %-80 % de la fréquence cardiaque de réserve. Au terme de la période d'entraînement, les deux groupes ont inversé leur méthode d'entraînement pour une nouvelle séquence de douze semaines d'entraînement.

Les causes tiennent à l'amélioration des seuils ventilatoires (Hoogeveen A.R.,2000), des seuils lactiques (Driller et coll., 2009), du débit cardiaque (Daussin et coll.,2007) ou de la capacité à mobiliser une masse musculaire plus importante (Creer et coll.,2004). Il a été démontré que les basses intensités étaient suffisantes pour provoquer des adaptations mitochondriales dans les fibres lentes, mais que de hautes intensités étaient nécessaires pour



induire des adaptations analogues au niveau des fibres rapides (Dudley et coll., 1982 ; Daussin et coll., 2008 ; Todd et coll., 1996).

L'intensité semble être un facteur déterminant de l'entraînement. La réduction de la CE en période d'affûtage destinée à faciliter la dissipation de la fatigue pour être plus performant semble nettement plus efficace si l'intensité reste constante alors que le volume est réduit (Mujika I., 2010). Le volume semble par conséquent être le modérateur le plus important de la performance.

### **5- Intensités et charge d'entraînement :**

Le bon dosage de l'entraînement repose sur la réalisation d'une charge d'entraînement adaptée aux besoins de l'athlète. Cette charge est souvent dictée par l'âge et l'expérience de l'athlète, par la période au sein de la saison, par les objectifs... etc. Elle dépend aussi fortement du niveau de motivation de l'athlète.

Dans les sports d'endurance, la mesure de la charge d'entraînement repose sur l'équation simple :  $Charge = Temps \times Intensité$ .

Si la mesure du temps est relativement aisée, la mesure de l'intensité l'est beaucoup moins. En particulier en triathlon, où la mesure de cette charge est complexifiée par le fait qu'il y a 3 sports qui génèrent des contraintes physiologiques différentes.

Dans cet article, nous allons faire le point sur les différentes intensités d'entraînement en natation, cyclisme, et course à pied, et surtout voire comment identifier ces intensités et se repérer dans ces zones, malgré une activité différente.

Conseils de pro : "Intensités et charge d'entraînement"

Article écrit par Jean-Baptiste WIROTH – PhD, pour le Trimax TRIATHLON Magazine (n° 219).

JBW est Docteur en Physiologie de l'Exercice, Fondateur du réseau de coach WTS.

### **6- Capacité de performances :**

L'entraînement spécialisé à long terme doit nécessairement déboucher sur une forme spécialisée d'adaptation. C'est ce que l'on appelle habituellement la capacité de performances, qui est définie comme " l'adaptation du corps d'un joueur à des efforts

importants et répétés d'un caractère spécifique. ” Mais aussi, d'un point de vue différent : le niveau de capacité à l'effort d'un joueur dans le cadre d'un effet identique à l'effort fourni par des joueurs lors de matches de volleyball.

Une telle adaptation entraîne des modifications positives dans diverses fonctions corporelles et dans la musculation de différentes parties du corps. Parmi les modifications adaptatives, on peut distinguer :

- 1) celles qui se produisent à l'intérieur de l'activité du système nerveux central,
- 2) celles qui se produisent dans d'autres tissus du corps.

Pour évaluer ou mesurer la capacité de performances, les joueurs doivent se soumettre à des efforts spécifiques, déterminés très précisément, après quoi les réponses de leur corps doivent être mesurées :

- Au repos (avant le début du test),
- Après un effort normal,
- Après un effort maximal,
- Après un certain temps de récupération.

Concernant la réponse corporelle, nous distinguons entre la capacité de performances générale et la capacité de performances spécifique. La capacité de performances générale : après avoir soumis des joueurs à un effort spécifique, leur réponse corporelle est mesurée par une fonction non spécifique.

La capacité de performances spécifique : après avoir soumis des joueurs à un effort spécifique, leur réponse corporelle est mesurée par une fonction spécifique. (Manuel pour entraîneurs - Niveau II, [http://www.fivb.org/EN/Technical-Coach/Technical\\_Library.asp](http://www.fivb.org/EN/Technical-Coach/Technical_Library.asp)).

### **7- La performance des athlètes pendant le Ramadan :**

Les performances sportives ont été étudiées dans le cas de plusieurs sports à savoir le football, la course et le judo. Chez ces derniers, la majorité des tests de performances n'a pas montré de différences majeures entre la période Ramadan et la période avant le Ramadan, cependant, le test du saut répété de 30s et la vélocité maximale aérobie ont montré une baisse

de performance pendant le Ramadan chez les judokas et ceci en comparaison avec la période avant le Ramadan.

Chez les athlètes footballeurs de haut niveau, certaines performances sportives peuvent aussi baisser au cours du Ramadan. (Zerguini et coll). Ont montré, chez deux équipes professionnelles de football, que les performances positives telles que la rapidité, l'agilité, l'endurance et le dribbling baissent d'une façon significative pendant le Ramadan avec un effet qui persiste plusieurs jours après la fin du Ramadan. Dans une autre étude chez 10 joueurs de course, la distance parcourue sur un tapis roulant pendant 60 minutes (la vitesse de la course) a été réduite.

Les effets du Ramadan étaient plus nuancés chez les joueurs plus jeunes. En effet, dans une étude chez 79 jeunes footballeurs, aucune baisse pendant le Ramadan n'a été observée dans l'intensité de l'entraînement objectivée par les mesures de l'indicateur de la charge d'entraînement, ou dans la mesure subjective de la fatigue ou de la difficulté de l'entraînement.

Certains sédentaires et sportifs non professionnels augmentent la fréquence de l'activité physique pendant le Ramadan. Quelques études se sont penchées sur ces deux populations. Elles ont démontré que la fréquence cardiaque pendant l'exercice baisse chez les deux populations montrant ainsi une adaptation du système cardiovasculaire. Cependant, la balance hydrique était mieux maintenue chez la population active en comparaison avec la population sédentaire. (Sport et Ramadan, Revue de Médecine Pratique - N° 3 - juillet / août 2011).

### **8- Mettre en relation la charge avec la performance :**

Le préparateur physique doit être conscient, tout comme l'entraîneur disciplinaire, de l'importance d'une charge d'entraînement suffisante pour développer les qualités physiques et les habiletés techniques spécifiques. Plusieurs études ont établi un lien direct entre l'augmentation de la charge d'entraînement (volume, intensité et fréquence) et l'amélioration de la performance sportive (Gabbett T. & Domrow, N, 2007). Dans le même ordre d'idées, il a été démontré que la mise en place d'entraînements intenses sur une période régulière fait partie intégrante des programmes d'entraînement de la plupart des sports qui requièrent un haut niveau de capacité physique (Kentta, G., & Hassmen, P, 1998) Jusqu'à un certain point et en fonction de sa capacité de récupération, plus l'athlète est en mesure de subir une charge

d'entraînement élevée, meilleures devraient être ses performances (Gabbett T. & Domrow, N, 2007) L'observation des différents processus d'entraînement dans différents milieux nous permet de constater que les athlètes se voient souvent imposer une importante charge d'entraînement à la fois par leurs entraîneurs disciplinaires et par leurs préparateurs physiques afin d'atteindre et de surpasser les standards d'excellence de leurs sports respectifs.

### **9- Principes d'alternance de charge et de repos :**

Ce principe reflète le fait que la récupération est tout aussi importante que la charge de l'entraînement. Par conséquent, l'entraîneur ne doit pas se demander uniquement comment imposer une charge aux joueurs, mais aussi la durée et les autres paramètres du repos, afin de permettre l'apparition des processus corporels correspondants.

Il y a deux aspects principaux pour l'organisation et l'ajustement de l'entraînement :

- ▶ L'effet d'une telle charge doit renforcer les traces laissées par la charge précédente. L'influence des charges successives doit maximiser les effets positifs et minimiser les effets combinés négatifs.
- ▶ 2) Les intervalles de repos doivent correspondre à l'exercice d'entraînement particulier : être suffisamment longs lorsqu'une récupération totale est nécessaire ou ne pas permettre une récupération totale lorsqu'un épuisement accru est requis.

### **10- Les formes de la charge :**

- ✓ **La charge physique** : construite en fonction des exigences physiologiques de la pratique sportive et traitante d'un coût énergétique.
- ✓ **La charge mentale** : correspondant à un niveau de ressources cognitives et affectives investies dans un exercice. Elle peut être subdivisée en :
- ✓ **Charge cognitive** : traitement de l'information → sensation-perception anticipation-mémorisation-programmation neuromatrice.
- ✓ **Charge effective** : dynamique émotionnelle exigée par la réalisation de la tâche.

La charge mentale plus particulièrement est étroitement liée à la notion d'effort. Proposée par l'entraîneur, exécuté par l'athlète, la charge d'entraînement se caractérise par deux aspects, classification d'autant plus fructueuse qu'elle est utilisée dans une démarche évaluative.

### **10.1- La charge interne :**

La charge interne représente la réponse psychologique et physiologique à la charge externe (Soligard T, 2016), combinée à celle des activités de la vie courante et autres facteurs environnementaux et biologiques (Jean Ferré, 2009, p. 312).

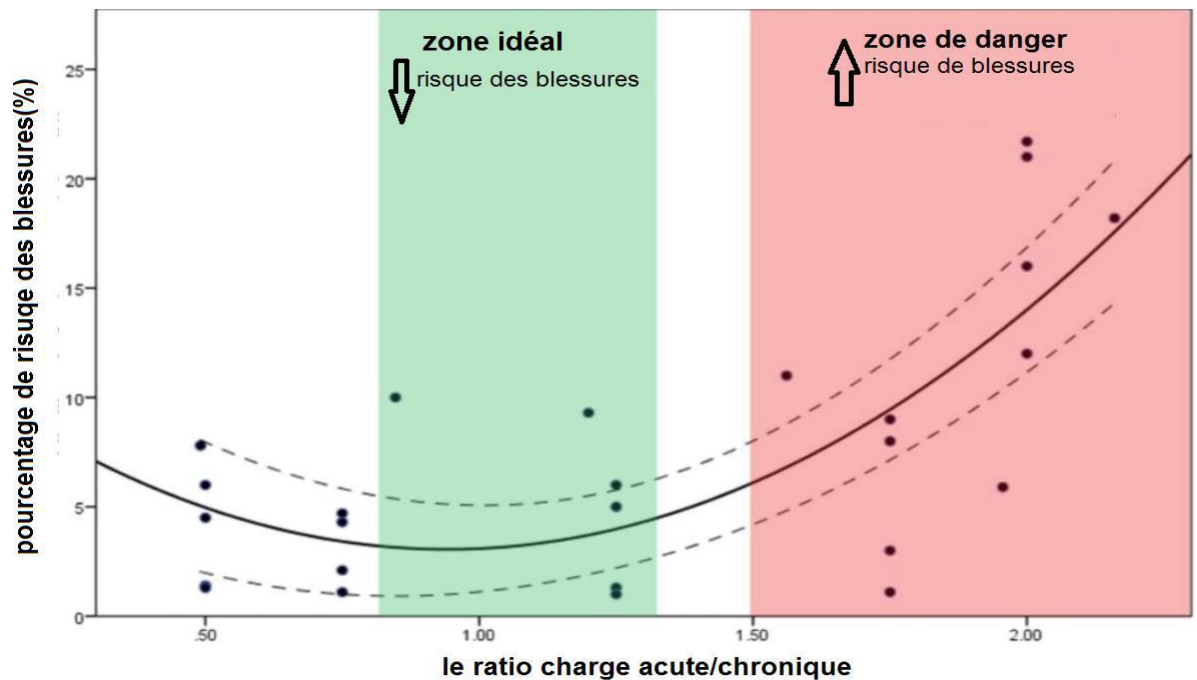
#### **10.1.1- Le ratio charge aiguë /charge chronique :**

Ce ratio représente la charge supportée durant la semaine actuelle, relativement à la charge des 4 dernières semaines : concrètement la moyenne des charges hebdomadaires (charge aiguë) sur la moyenne des charges du mois précédent (charge chronique) (A. Sedeaud, 2018).

La comparaison de la charge d'entraînement aiguë et la charge d'entraînement chronique sous forme de ratio fournit un indice de la condition physique de l'athlète. Si la charge d'entraînement aiguë est faible (l'athlète éprouve une fatigue minimale) et la charge d'entraînement chronique moyenne mobile est élevée (l'athlète a développé une "bonne forme physique"). Lorsque la charge de travail aiguë était similaire ou inférieure à la charge de travail chronique (ratio de charge de travail aiguë : chronique  $\leq 0.99$ ), la probabilité de blessure au cours des 7 prochains jours sera d'environ 4%. Cependant, lorsque le rapport entre la charge de travail aiguë et chronique était de  $\geq 1.5$  (la charge de travail de la semaine en cours était 1,5 fois plus élevée que celle à laquelle le quilleur était préparé), le risque de blessure était de 2 à 4 fois plus élevé dans les 7 jours suivants.

Un guide d'interprétation et d'application des données sur le rapport entre la charge d'entraînement aiguë et chronique est présenté à la figure 10. En ce qui concerne le risque de blessures, les ratios de charge de travail aiguë : chronique entre 0,8 à 1,3 pourraient être considérés comme la "zone idéale" de l'entraînement, tandis que les ratios de charge de travail aiguë : chronique  $\geq 1.5$  représentent la "zone de danger".

Pour réduire au minimum le risque de blessure, les praticiens devraient s'efforcer de maintenir le rapport entre la charge de travail aiguë et chronique dans une fourchette d'environ 0,8 à 1,3. Il est possible que les relations entre la charge d'entraînement et les blessures varient d'un sport à l'autre ; jusqu'à ce que l'on dispose de plus de données, l'application de ces recommandations aux athlètes sportifs individuels devrait être effectuée avec prudence (Gabbett, 2016).



**Figure 2 :** Guide d'interprétation et d'application des données sur le rapport entre la charge de travail aiguë et chronique (Gabbett, 2016).

### 10.1.1- Charge aiguë :

La charge aiguë représente la charge des 7 derniers jours.

### 10.1.2- Charge chronique :

La charge chronique représente la charge moyenne sur les 4 dernières semaines.

### 10.2- Ratio aiguë / chronique :

- ❖ Le ratio de charge aiguë : chronique permet d'évaluer le risque de blessures et les capacités de performance au cours du temps.

Il est le résultat de la division entre charge aiguë et charge chronique.

Un ratio de 0,5 veut dire que le sportif a eu une charge 2 fois moins élevée la semaine en cours par rapport aux 4 dernières semaines.

À l'inverse, un ratio de 2 veut dire que le sportif a eu une charge 2 fois plus élevée la semaine en cours par rapport aux 4 dernières semaines.

Dans l'étude de Blanch & Gabbett (2016), le ratio aigu : chronique de l'entraînement dit "normal" devrait se trouver entre 0.8 et 1.3.

- $>1.5$  : sur entraîné.
- Entre 0.8 et 1.3 : entraînement optimal - capacité de performance.
- $<0.8$  : sous entraîné.

### **10.3- La charge externe :**

La charge externe représente le stimulus externe appliqué à l'athlète. C'est le travail physique sportif et non sportif objectivement mesurable réalisé par l'athlète lors des entraînements, compétitions et des activités physiques de la vie courante quantité mesurable du travail exigé et fourni (soligared T, 2016).

## **11-Les composantes de la charge d'entraînement (CE) :**

### **11.1- Charge de l'entraînement :**

Efforts physiques et mentaux du joueur entraînés par les stimulations motrices pour développer ou maintenir l'état d'entraînement.

### **11.2- Volume d'entraînement :**

Le volume est une composante de la charge de l'entraînement englobant la durée ou l'étendue de l'exercice.

### **11.3- Intensité d'entraînement :**

L'intensité d'entraînement est une composante quantitative englobant la durée, la longueur ou l'étendue de l'exercice.

**11.4- Fréquence d'entraînement :**

La fréquence d'entraînement correspond au nombre de séances d'entraînement au cours d'une période donnée (jour, microcycle ou mésocycle). (Manuel pour entraîneurs - Niveau II, [http://www.fivb.org/EN/Technical-Coach/Technical\\_Library.asp](http://www.fivb.org/EN/Technical-Coach/Technical_Library.asp))

**12- Les indicateurs de la charge d'entraînement :**

De simples calculs successifs de monotonie de contrainte de l'indice de fitness et plusieurs variables peuvent s'effectuer à partir des variables de RPE (Alexandre Dellal, 2008, p. 246).

**12.1- La charge quotidienne :**

Elle représente la somme des charges des séances dans le jour, la charge d'un seul jour compte à partir de cette équation :

$$CE \text{ quotidienne} = \Sigma CE \text{ séances.}$$

**12.2- La charge hebdomadaire :**

C'est la charge d'entraînement appliquée dans une semaine (la somme des charges journalières).

$$CE \text{ hebdomadaire} = \Sigma CE \text{ quotidiennes}$$

**13- La charge prévue VS charge ressentie :**

Idéalement, les perceptions de la charge d'entraînement devraient correspondre entre l'athlète et l'entraîneur pour que l'adaptation soit optimale, en supposant que le plan que l'entraîneur a utilisé est scientifiquement et de façon optimale planifié.

Plusieurs études ont révélé une certaine controverse entre les entraîneurs et les perceptions des athlètes à l'égard de la CEI, par contre d'autres études indiquant une relation relativement élevée.

Cette dissociation entre la CE prévue et réellement subie peut-être un indicateur précoce que le joueur concerné n'arrive pas à supporter le stress de l'entraînement. Ceci pourrait suggérer que le joueur n'a pas récupéré de façon adéquate des séances d'entraînement

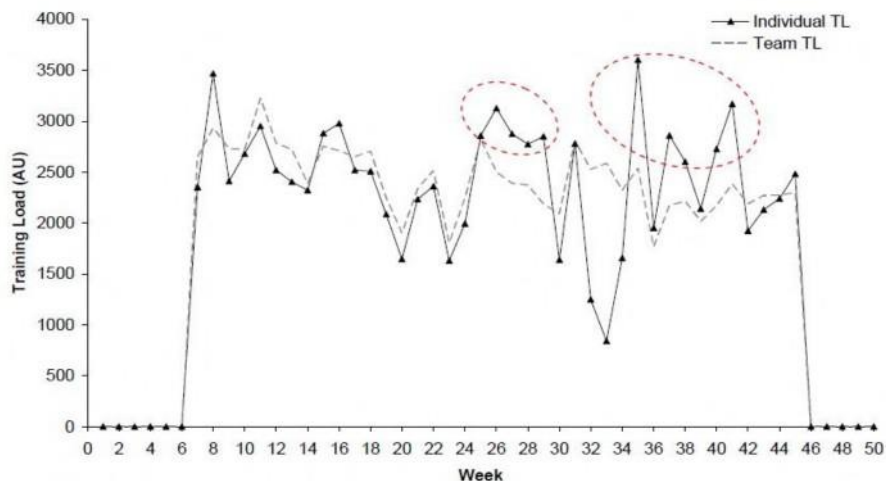


précédentes à cause d'une augmentation des dégâts musculaires (Marcora et Bosio, 2007), ou de la diminution des stocks musculaires d'hydrate de carbone (Jeukendrup et al, 1992 ; Snyder, 1998).

Des études scientifiques bien contrôlées ont montré que ces modifications physiologiques peuvent causer une augmentation de la perception de l'effort à des séances d'entraînement standard (Jeukendrup et al, 1992 ; Marcora et Bosio, 2007) (Alexandre Dellal, 2008).

#### **14- Contrôler les charges par rapport aux charges prévues :**

D'importantes informations peuvent être tirées en contrôlant l'entraînement des joueurs par rapport à la charge prévue et prescrite par l'entraîneur. En contrôlant le niveau d'adéquation entre la charge planifiée et la charge réellement perçue par les joueurs, l'entraîneur peut déterminer si son entraînement a été conduit correctement, si les joueurs sont fatigués ou bien s'adaptent à l'entraînement. Par exemple, si un joueur commence à reporter des perceptions d'effort plus élevées que le reste du groupe alors qu'auparavant il répondait comme certains de ses partenaires, et qu'aucune augmentation de l'entraînement subi n'est décelable, cette dissociation entre la CE prévue et réellement subie peut-être un indicateur précoce que le joueur concerné n'arrive pas à supporter le stress d'entraînement. Ceci pourrait suggérer que le joueur n'a pas récupéré de façon adéquate des séances d'entraînement précédentes à cause d'une augmentation des dégâts musculaires (Marcora et Bosio, 2007), ou de la diminution des stocks musculaires d'hydrate de carbone (Jeukendrup et al, 1992 ; Snyder, 1998). Des études scientifiques bien contrôlées ont montré que ces modifications physiologiques peuvent causer une augmentation de la perception de l'effort à des séances.



**Figure 3 :** La dissociation entre la charge planifiée et la charge observée pour un joueur peut déceler son inadaptation au stress de l'entraînement.

### 15- Surentraînement

Sur le plan physiologique, on peut qualifier le surentraînement par un état de déséquilibre entre les charges d'entraînement que l'athlète subit sous forme de stress (physiologique et psychologique), la période de récupération et la capacité de l'individu à gérer cette charge (Nederhof *et al.*, 2006).

Plusieurs auteurs décrivent le surentraînement comme étant un désordre général dû à une augmentation intensive du volume d'entraînement qui touche à la fois le système énergétique, suite à une non-régénération des réserves d'énergie (glucose, protéines, lipides) durant la période de récupération, ainsi que sur le système hormonal causé par des troubles de la sécrétion hormonale du système nerveux. (Nederhof *et al.*, 2006).

Plusieurs sportifs de haut niveau sont passés par des périodes surchargées physiquement et mentalement au cours de leur carrière sportive (McKenzie, 1999).

Durant ces périodes, il y a eu une apparition d'une sensation de fatigue chronique qui à entrainer une chute de la performance sportive (McKenzie, 1999).

Selon l'expression d'Israël (1976), le surentraînement est « *L'incapacité de l'organisme à maintenir stable la balance entre la fatigue et la récupération* ».

Pour certains, notamment (MacKinnon, 2000) : « *C'est un désordre neuroendocrinien caractérisé par une réduction de la performance en compétition et une inaptitude à maintenir une charge d'entraînement ; fatigue persistante, réduction de la sécrétion de catécholamines, problèmes de santé fréquents, perturbation du sommeil et de l'humeur* ».

**15.1- Détection du surentraînement**

Différent auteurs ont conclu que la détection précoce du surentraînement est actuellement impossible surtout en cas d'absence d'indicateur ou de marqueur biologiques et physiologiques réel (MacKinnon, 2000 ; Baumert et al., 2006 ; Coutts et al., 2007).

Par contre, il a été démontré que certains symptômes physiologiques et psychologique peuvent agir comme des paramètres de détection précoce du surentraînement (Coutts et al., 2007).

La détection de ces symptômes a été associée à une baisse de performance physique et aussi à une réduction de l'état émotionnel (humeur, motivation) chez des sportifs (Shephard et Shek, 1998).

De plus, des études ont montré que le surentraînement :

- Atteint la plupart des sportifs de haut niveau à un moment ou à un autre de leur carrière, dont 65% chez les coureurs de fond (McKenzie, 1999).
- Est la principale cause de blessure chez les triathlètes (Pen *et al.*, 1996) « *Le surentraînement reste plus facilement détecté par une diminution de la performance sportive et des altérations de l'humeur que par des changements des fonctions immunitaires ou physiologiques* » (Shephard et Shek, 1998).

**15.2- Prévention du surentraînement**

Les athlètes fournissent beaucoup d'effort au cours des entraînements et des compétitions, dans le but de gagner et de performer mais malheureusement ils ont de la difficulté à s'auto-réguler correctement afin de critiquer toute augmentation des charges d'entraînement et ils préfèrent continuer à s'entraîner (Chamari, 2011). Or cette élévation du volume et l'intensité des entraînements peuvent engendrer des cas de surentraînements et des blessures graves.

Donc il est nécessaire que les entraîneurs et les préparateurs physiques suivent quelques exigences efficaces pour prévenir le surentraînement (Chamari, 2011).

La stratégie utilisée par plusieurs auteurs est présentée ci-dessous :

- ✓ Utiliser un suivi précis et individuel, ce suivi doit prendre en considération la quantification de la CE de chaque joueur, l'état de sa condition physique et émotionnelle, ses périodes de récupération et sa performance sportive (Boisseau *et al.*, 2009).
- ✓ Eviter les entraînements monotones (Foster *et al.*, 2001).
- ✓ Diminuer le volume et l'intensité durant les semaines difficiles (Coutts *et al.*, 2007).

# **Chapitre III**

## **Mesure quantitative de la charge d'entraînement**

**1. La quantification de la charge de l'entraînement (CE) :**

Il est largement reconnu que la périodisation appropriée de l'entraînement est fondamentale pour l'obtention de performances optimales en sport (Alexandre Dellal, 2008, p. 243). La nécessité de s'adapter aux imprévus (blessures, maladies, indisponibilité des installations d'entraînement, convocation en stage ou sélection), l'entraîneur doit adapter continuellement son plan et ses contenus d'entraînement à l'état de forme et au ressenti de l'athlète afin de limiter le risque de surentrainement (Caroline Martin, 2018, p. 46) pour ce la, maîtriser les interactions entre entraînement et performance est la préoccupation de tout entraîneur.

Le suivi de la charge d'entraînement se présente comme un levier de compréhension d'émergence de la fatigue des athlètes. Une quantification appropriée peut amener à déterminer si un athlète s'adapte à l'entraînement en ne franchissant pas la ligne de surmenage non fonctionnel (Murielle Garcint, 1998). Jusqu'à récemment, il était très difficile de quantifier les charges d'entraînement (CE) réalisées par les footballeurs à cause des difficultés de mesures des divers types de stress d'entraînement subis pendant les séances (Alexandre Dellal, 2008, p. 243).

Dès lors que l'on parle de planification de l'entraînement ou de programmation du rapport (volume/intensité) de ce dernier, la première étape résonne déjà avec la première difficulté, il s'agit de quantifier la charge. La rationalisation de la charge d'entraînement repose sur deux grands types de paramètres : charge interne et charge externe (A. Sedeaud, 2018, pp. 22-32), pour cela, il peut s'appuyer sur des méthodes de quantification de la charge d'entraînement, ces méthodes peuvent quantifier la charge externe, interne (Caroline Martin, 2018, p. 86), au regard des littératures nous remarquons qu'il existe différentes méthodes qui permettent d'évaluer la charge d'entraînement ou charge de travail (CW) : les méthodes subjectives, les méthodes objectives et les méthodes mixte (Biéchy, 2012, p. 112) .

**1.1- Contrôle et quantification de la charge interne :**

La charge d'entraînement interne représente le stress physiologique imposé à l'athlète en réponse au stimulus d'entraînement (p. ex. évaluation perceptive de l'intensité, fréquence cardiaque [FC], mesures hématologiques), les modèles de charge d'entraînement interne incorporant des paramètres perceptuels et physiologiques ont été les plus largement utilisés dans le sport d'équipe (Casamichana David, 2013).

**1.1.1- La fréquence cardiaque :**

Le fonctionnement cardiaque consiste en l'alternance de contractions (systole) et de relâchements (diastole) du myocarde qui permet d'aspirer et de rejeter le sang dans la circulation à chaque minute, une certaine quantité de sang est pompée par le coeur (le débit cardiaque est une moyenne 1.5L au repos). La fréquence des contractions cardiaque est d'environ 60 à 70 battements par minute pour un adulte sédentaire (Jean-Paul Doutreloux, 2013, p. 164).

**1.2- Quantification de la charge externe :**

La charge externe peut être dérivée des mesures du mouvement d'un joueur pendant l'exercice. Pouvant être mesurée par des paramètres comme la distance totale parcourue, le temps total d'entraînement, les tonnes soulevées, le % d'une répétition maximale (RM), le nombre et l'intensité des sprints, mais également les nouveaux outils tels qu'accéléromètres tridimensionnels, GPS, capteurs de puissance, tracking vidéo, gyroscope. Les développements récents dans le domaine du système de navigation par satellites (global positioning system) (GPS) et de la technologie des accéléromètres ont donné lieu à des méthodes portables pour effectuer de telles analyses. Ces technologies sont de plus en plus populaires pour la surveillance des sports d'équipe (Aughey.RJ, 2011). Les GPS sont autorisés en compétition par la FIFA, ce qui permet d'avoir accès à de nouvelles informations. Cette technologie récente offre les mêmes critères d'analyse que les systèmes automatiques multi-caméras, à savoir les distances parcourues par zone de vitesse spécifique, mais aussi de nouveaux paramètres comme les accélérations et décélérations (J.C. Hourcade et al, 2017).

Les GPS de haut de gamme fournissent de nombreuses informations dans les trois plans de l'espace. Ces dernières peuvent être classées en 3 catégories :

\* **Volume** : distances totale parcourues à différentes vitesses, nombre de sprints, nombre d'accélérations et de décélérations, nombre de saut ...

\* **Intensité** : distance relative exprimée en m/min, vitesses ou accélérations maximales atteintes.

\* **Fréquence** : ratios entre le nombre d'efforts réalisés à différentes intensités par unité de temps (J.C. Hourcade et al, 2017).

Une des raisons pour lesquelles il demeure complexe de se baser uniquement sur des variables externes pour quantifier la CE physique en sport collectif, c'est que l'activité physique durant ces activités intermittentes est plus complexe à analyser qu'une accumulation de distance parcourue à différentes zones d'intensité. En effet, les accélérations, les changements de direction induisent une augmentation importante de CE et des contraintes musculaires liées aux efforts de course (Di Prampero, 2005).

Différentes équations sont proposées par des constructeurs pour calculer les CE :

CE= Somme des accélérations + décélérations + nombre d'actions /poids du joueur

### **1- Les méthodes de quantification de la charge d'entraînement (CE) :**

La recherche scientifique joue un rôle important pour améliorer le sport et faire avancer la performance. Le football est l'un des bénéficiaires de ces recherches qui ont permis de mieux explorer les techniques de contrôle et de quantification de la CE, permettant ainsi d'éviter les blessures et d'optimiser la performance (Borresen et Lambert, 2009).

Il existe plusieurs méthodes de quantification de la CE parmi lesquelles :

#### **2-1 Les méthodes spécifiques aux sports d'endurance :**

- ❖ La fréquence cardiaque
- ❖ La distance parcourue
- ❖ La méthode TRIMP

##### **2.1.1- La fréquence cardiaque :**

La fréquence cardiaque est considérée comme la méthode objective la plus utilisée pour mesurer la CE et plus précisément la charge interne (la fréquence cardiaque) des athlètes au cours d'un effort physique (Achten et Jeukendrup, 2003 ; Foster et al, 2001 ; Rodriguez-Marroyo et al., 2012). Sur ce point, Karvonen et Vuorimaa (1988) pensaient que la fréquence cardiaque pouvait être un bon indicateur de l'intensité de l'effort physique, or il a été montré dans plusieurs études que la méthode de quantification de la CE à partir de la prise de la fréquence cardiaque est appropriée seulement pour les effort d'endurance et non pour les effort intermittents (Poster et al., 2001 ; Rodriguez-Marroyo et al. , 2012), de plus elle



présentait de nombreuses limites qui peuvent changer la relation entre (FC/CE) dont le niveau de fatigue, l'hydratation, les conditions environnementales et l'altitude.

### **2.1.2- La distance parcourue :**

Le suivi de la distance parcourue est une autre technique qui consiste à calculer la distance parcourue par l'athlète. Plusieurs études ont été réalisées dans le sport de haut niveau pour déterminer les distances parcourues par les athlètes (Cahill et al., 2013 ; Coughlan et al., 2011). La méthode de suivi de la distance parcourue est utilisée afin de permettre la quantification de la charge externe (distance). Cette méthode est plus spécifique aux efforts d'endurance, par contre cet indicateur « distance » n'est pas un bon marqueur pour évaluer l'intensité de l'effort durant des activités intermittentes, de force et mixtes (Foster et al., 2001).

Aujourd'hui, plusieurs technologies permettent de donner des informations précises sur la distance parcourue en sports collectifs tels que le Football, le rugby, grâce au système GPS et par le système de suivi par caméra qui est utilisé par la majorité des grandes équipes de football et de basketball (Coutts et Duffield, 2010 ; Varley et al., 2012).

### **2.1.3- La méthode TRIMP (Training Impulse Score) :**

Cette méthode objective a pour but la quantification de la CE grâce à l'évolution de la fréquence cardiaque durant un effort physique.

La méthode TRIMPS peut être calculée de plusieurs manières, selon la méthode de Banister et Calvert (1980), celle-ci est calculée en fonction de la durée et de l'intensité de l'effort :  $TRIMPs = \text{durée de la séance (minute)} \times (\text{facteur A} \times MC \times \exp(\text{facteur B} \times t.FC))$   
 $t.FC \text{ ratio} = \frac{FC \text{ Moy} - FCR}{FC \text{ max} - FCR}$   
Facteur A, Facteur B : coefficient pondérateur qui dépend de la fréquence cardiaque (exponentiellement croissant) durant un effort physique.

- Pour les Femmes : Facteur A= 0.86 et Facteur B= 1.67
- Pour les Hommes : Facteur A= 0.64 et Facteur B= 1.92

Ensuite Edwards 1993 a utilisé la même méthode sauf qu'il a mis des zones de fréquences cardiaques afin de déterminer la valeur précise de l'intensité de l'effort effectué (Castagna et al., 2011 ; Edwards, 1993)

1-50-60%      2- 60-70%      3 - 70-80%      4- 80-90%      5- 90-100%

Donc, la formule pour calculer les TRIMPs prend la forme suivante :

TRIMPs =Durée dans chaque zone d'intensité (min) x coefficient correspondant = (Durée zone 1x1) + (Durée zone n x n) ... + (Durée zone 5x5) Lucia (2003) a réalisé des modifications sur les zones d'intensité et les coefficients de chaque zone. La formule de calcul demeure essentiellement la même, c'est-à-dire, la durée dans chaque zone d'intensité (min) x coefficients correspondant (1, 2 ou 3), donc la formule devient :

TRIMPs = (Durée zone1x 1) + (Duréezone2 x 2) + (Durée zone 3 x 3).

Toutefois, ces méthodes sont inadéquates pour les sports intermittents et de haute intensité (sports collectifs, musculation), car la fréquence cardiaque ou la distance parcourue n'est pas toujours un bon indicateur de l'intensité de l'exercice physique (Roy,2013).

## **2.2 - Les méthodes de quantification réalisée en laboratoire :**

- ❖ La Prise du taux de lactate dans le sang.
- ❖ La prise de la consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub>max).
- ❖ Les méthodes de technologies portables (Wearable Tech).
- ❖ La méthode de perception de l'effort (séance-RPE).
- ❖ Les méthodes spécifiques aux sports d'endurance.
- ❖ La fréquence cardiaque.

### **2.2.1- La Prise du taux de lactate dans le sang :**

Cette méthode consiste à faire un prélèvement à l'aiguille sur le bout des doigts de l'athlète à l'aide d'un analyseur portatif de lactate permettant de quantifier les efforts intermittents (Bonaventura et al., 2015 ; Pyne et al., 2000).

### **2.2.2- Détermination de la consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub>max) :**

Cette méthode s'effectue en laboratoire, elle consiste à mesurer le taux d'oxygène total qu'un athlète peut extraire lors d'un effort dont l'intensité augmente progressivement jusqu'à

l'arrêt. Les mesures des échanges gazeux au cours de ce test sont effectuées grâce aux différents appareils tels le sac de Douglas, le K4b2.

Il est conseillé aux joueurs de football de réaliser ce test sur un tapis roulant, dans le but de se rapprocher de la nature du jeu (Stol en et al., 2005).

L'application de ces méthodes en sports collectifs est difficile à appliquer, car elle nécessite beaucoup de temps pour effectuer la collecte des données, et de plus, elle doit se faire en laboratoire. (Foster et al., 2001; Lambert et Borresen, 2010).

### **2.2.3- Les méthodes de technologies portables (Wearable Tech) :**

Récemment, les appareils technologiques portables ont bénéficié du rôle de la médiatisation et de l'exposition commerciale pour réaliser des gains énormes lors des ventes de ces produits efficaces aux quatre coins de la planète (Charlot, 20 13).

L'utilisation accrue de ce savoir-faire durant ces dernières années ainsi que l'augmentation du taux des ventes expliquent le succès et la réussite de cette technologie (Charlot, 20 13).

Le progrès de la technologie a permis aux entraîneurs et aux préparateurs physiques de contrôler les mouvements des joueurs, les charges d'entraînements (Varley et al.,2012) grâce à l'utilisation de ces appareils sophistiqués.

Ces derniers ont pour but principal d'optimiser la performance et de prévenir les blessures grâce à un suivi spécifique qui permet d'identifier l'apparition précoce de la fatigue et ensuite de l'éviter.

Certains produits sont disponibles depuis quelques années dont les :

- Capteurs de mouvement ;
- Capteurs physiologiques.

Parmi les capteurs de mouvement :

- **Le podomètre** : un appareil qui permet de calculer le nombre de pas effectué, il est considéré comme le capteur de mouvement le plus simple et aussi le plus souvent utilisé. Malheureusement, le podomètre présente certaines limites telles que,

l'incapacité à détecter les changements de direction, l'invalidité à calculer les dépenses énergétiques (Crouter et al., 2003; Tuor-Locke et al., 2006) et l'inefficacité à détecter les activités non ambulatoires (vélo, entraînement musculaire, course) (Bassett, 2000).

- **L'accéléromètre** : ce capteur est capable de percevoir les mouvements sous plusieurs dimensions, il permet aussi d'estimer la dépense énergétique afin d'évaluer l'intensité d'une activité physique (Lee et al., 2014).

Ces dernières années, des nouveaux dispositifs d'accéléromètre ont été déployés sur le marché sous forme de bracelets portables (FitBit, Jawbone, Nike Fuelband, Microsoft Band, Smartband de Sony, Nike+ Run) afin de quantifier certains paramètres physiologiques comme la dépense énergétique et la fréquence cardiaque. Plusieurs études ont conclu que les données d'accéléromètre ont été utilisées dans des différents sports (football australien, tennis, golf, natation) dont le but est d'optimiser la performance des athlètes (Boyd et al., 2013; Gabbett, 2013).

Le système mondial de positionnement (GPS) est un système de géolocalisation par satellite créé par l'armée américaine. Certains dispositifs comme le Vivofit et Vivo Active, Polar M400 et le FitBit ont introduit ce système (GPS) dans des appareils portables qui permettent d'afficher plusieurs données comme le kilométrage, le nombre de pas, la dépense calorique, l'altitude et la vitesse. La littérature a montré que ce système a été adopté dans des différents sports pour contrôler la vitesse et la position des joueurs (Gabbett et Seibold, 2013; Larsson, 2003; Larsson et Henriksson-Larsen, 2005) et plus précisément dans le sport professionnel (football australien et rugby) (Gabbett, 2010; Johnston et al., 2012; Mooney et al., 2011; Wisbey et al., 2010).

Parmi les capteurs physiologiques :

- ✓ **Les moniteurs de surveillance de la fréquence cardiaque** : ces dispositifs permettent de quantifier l'intensité de l'effort grâce à la fréquence cardiaque. Ces dernières années de nouveaux moniteurs de fréquence, cardiaque ont été développés et intégrés dans des téléphones intelligents et des bracelets (Polar Electro, Suunto). Ce dispositif a été exploité dans plusieurs études qui ont été réalisées pour divers sports y compris le basket ball ! le rugby et le football (Kohl, 2001; Matthew et Delextrat, 2009).

- ✓ **Les capteurs de chaleurs** : ce sont des capteurs cutanés permettant d'évaluer et de contrôler la température corporelle centrale d'un athlète au cours des activités athlétiques, malheureusement ces capteurs présentent des limites causant des irritations de la peau et parfois un manque de fiabilité lors de l'estimation de la dépense énergétique pendant les exercices de haute intensité (Noonan et al., 2012).
- ✓ **Les capteurs intégrés** : ces dispositifs ont été développés pour être utilisés dans des activités physiques afin de détecter les mouvements des athlètes (Johnstone et al., 2012; Portas et al. , 2010). Ces technologies électroniques et informatiques sont constituées d'un capteur physiologique sans fil placé sur des objets bien précis (vêtements, chaussures, montre, lunettes, bracelets, etc.). Parmi ceux-ci, il y a le t-shirt de sueur développé par la société canadienne Hexoskin en 2014 et qui a pour objectif de mesurer la concentration en calcium et en potassium afin de déterminer l'état de fatigue de l'athlète.

En 2009, le magazine Wired mentionnait que plus de 1.2 million d'Américains utilisent des chaussures Nike équipées de capteurs qui sont reliées à leur iPhone ou iPod.

En 2013, le cabinet Gesellschaft fur Konsumforschung a dévoilé qu'en France plus de 30 000 de ces objets sont déjà vendus et ils estiment en vendre 2 millions en 2015.

#### 2.2.4- La méthode de perception de l'effort (séance-RPE) :

Cette méthode permet de mesurer la CE pour des activités à intensités variées (endurance, musculation, force, etc.), elle prévient l'apparition du surentraînement et des blessures. Les avantages de cette méthode : elle est économique du point de vue financier et facile à utiliser.

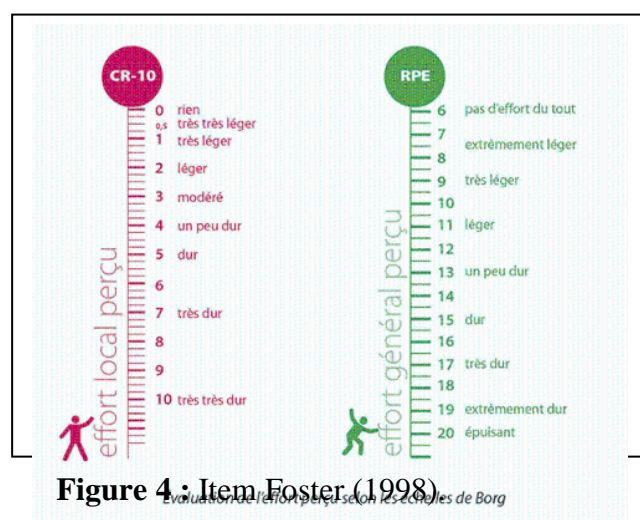


Figure 4 : Item Foster (1998)

Le score de l'effort perçue (RPE Rating of Perceived Exertion) a été créée par Foster (1998). En parallèle avec les mesures physiologiques, on peut avoir une mesure précise tout en posant une simple question à l'athlète sur la difficulté de l'effort (Foster, 1998).

En échange, l'athlète utilise sa propre perception afin de répondre et de donner une note de l'effort perçue durant une séance d'entraînement ou de compétition (Poster, 1998). L'auteur a constaté que l'organisme humain fonctionne de la manière suivante : réception - perception - réaction.

En fait, c'est grâce aux récepteurs sensoriels que le système nerveux central reçoit l'information sous forme de stimuli internes (diminution du taux des réserves énergétiques, diminution du taux de O<sub>2</sub> dans le sang ...) et par la suite l'information sera transmise au centre de traitement de l'information par l'intermédiaire des neurones sensoriels (Spence et Mason, 1983).

Ces changements physiologiques renseignent le système nerveux central de l'état de fatigue du corps humain et c'est ainsi qu'on pourrait estimer la difficulté de chaque séance d'entraînement ou de compétition.

#### **2.2.4.1- Explication de la méthode de perception de l'effort (séance-RPE) :**

La méthode séance-RPE est une méthode de quantification de la CE, elle exige que chaque athlète réponde à une question en accordant un score de sa propre perception de l'effort sur une échelle de (0 à 10 échelle de Borg) qui a été modifiée par Poster, à l'intérieure des trente minutes qui suivent la fin de chaque séance d'entraînement ou de compétition (Poster et al., 2001; Lambert et Borresen, 2010).

La méthode consiste à calculer la CE par le biais d'une équation, tout en multipliant le score de l'effort perçue (RPE) donné par l'athlète (Bonaventura et al., année) et la durée de la séance en minutes :

- $CE = RPE \times \text{durée}$  (Ingebrigtsen et al., 2015)

Prenons l'exemple d'une séance d'entraînement qui dure 90 minutes durant laquelle un athlète avait donné une valeur de 6.5 :

- $CE = 6.5 \times 90$

- $CE = 585 \text{ UA}$  (unité arbitraires)

**2.2.4.2- Avantages de la méthode RPE :**

Plusieurs entraîneurs de football utilisent la méthode séance-RPE dans le but de quantifier et de contrôler la CE, car elle présente plusieurs avantages dont :

- **Une validité scientifique :** Au début, Poster et ses collaborateurs ont commencé par valider cette méthode par rapport à d'autres méthodes de quantification de la CE dont la méthode Training Impuls Score (TRIMPS).

Ensuite, plusieurs études ont validé cette méthode pour les efforts d'endurance et aussi avec d'autres activités sportives comme le soccer, le basketball (Coutts et al., 2007 ; Haddad et al., 2011; Impellizzeri et al., 2004; Novas et al., 2003; Scott et al., 2013; Wallace et al., 2009).

- **Une utilisation plus facile :** Contrairement aux autres méthodes de contrôle de la CE qui nécessitent l'utilisation d'un matériel sophistiqué et coûteux pour évaluer les joueurs tel que : les méthodes de technologies portable, les méthodes de quantification réalisées en laboratoires ... La méthode séance RPE exige seulement un carnet. Dans le carnet, on note les données de chaque joueur et un chronomètre afin de mesurer la durée de la séance, par la suite, il suffit de faire une simple opération de multiplication ( $CE = \text{intensité} * \text{durée de la séance}$ ) (Poster et al., 2001).

- **Une amélioration dans l'ajustement des charges d'entraînement :** Grâce à son suivi précis sur la perception de l'effort des athlètes, cette méthode permet aux entraîneurs de mieux contrôler et d'adapter les charges d'entraînement (CE) durant la semaine. Elle permet aussi de minimiser la différence entre les charges d'entraînements prévues par les entraîneurs et les charges d'entraînements ressenties par les joueurs (Dell a, 2008). En effet, la méthode RPE permet l'amélioration de la planification et de l'optimisation de la performance sportive (Dellal, 2008).

- **Une quantification d'une variété de séances d'entraînement :** Une des caractéristiques importantes de cette méthode est que les entraîneurs peuvent utiliser cette dernière afin de mesurer l'intensité de l'effort lors de n'importe quel type de séance d'entraînement ou de compétition (Foster et al., 2001; Gabbett et Domrow, 2007; Manzi et al., 2010; Psycharakis, 2011).

**Par exemple :**

- ✓ Lors des entraînements physiques (musculature, vitesse, force, etc.).
- ✓ Lors des entraînements techniques (dribble, tirs).
- ✓ Lors des entraînements technico-tactiques.

**2.2.4.3- Rôle préventif de la méthode de perception de l'effort (séance RPE) :**

Un des avantages de la méthode RPE est l'approche préventive qui permet de maintenir les joueurs en forme physique et en bonne santé. Tout d'abord, la méthode séance-RPE dispose des paramètres importants qui jouent à la fois le rôle d'indicateurs d'adaptation positive et aussi d'indicateur d'adaptations négatives liés, à l'entraînement (Foster et al., 2001).

Selon Foster, la CE est un indicateur des adaptations positives à l'entraînement, c'est grâce à celui-ci que la performance sportive peut s'améliorer.

**2.3- Les modèles de la quantification de la charge d'entraînement (CE) :****2.3.1- La méthode d'Edwards :**

La méthode proposée par Edwards détermine la CE interne en multipliant la CE accumulée par durée d'exercice (minutes) de cinq zones FC par un coefficient relatif pour chaque zone (50-60% de FCmax = 1 ; >60-70% de FCmax = 2 ; >70-80% de FCmax = 3 ; >80-90% de FCmax = 4 ; >90-100% de FCmax = 5), puis en additionnant les résultats (Alexiou H, 2008).

TRIMP = durée dans zone de FC x coefficient, chaque zone correspond à un intervalle de pourcentage de la FC max.

Ceci constitue un avantage certain au regard de la simplicité d'utilisation, tout d'abord par l'athlète (enregistrement sur CFM) puis pour l'entraîneur qui peut créer un outil de mesure grâce à des logiciels informatiques adéquats.

De plus au regard des paramètres mesurables, la méthode d'Edwards peut être utilisée dans la plupart des pratiques sportives dès que l'utilisation du cardiofréquence-mètre est possible, ce qui revêt un intérêt certain pour un bon nombre de disciplines.



Par contre, le marqueur principal étant le pourcentage de FC basé sur la FC max, l'entraîneur doit garder une vigilance quant à la précision des mesures basées sur cette dernière (Biéchy, 2012, p. 147).

### **2.3.2- Modèle de Banister et all (1975) :**

Ces derniers ont quantifié la charge d'entraînement en l'exprimant par une autre unité arbitraire de quantification : les unités d'impulsion d'entraînement ou training impulse (TRIMP).

La quantification de la charge de l'entraînement est réalisée en prenant en compte divers paramètres :

- ✓ La durée de l'effort, ce qui correspond au volume de la séance réalisée.
- ✓ L'intensité de la séance en recueillant les données concernant la fréquence cardiaque maximale (FCmax), la fréquence cardiaque de repos (FCrep), et la fréquence cardiaque de l'exercice (FCexe) sur laquelle est appliqué un coefficient de pondération (Biéchy, 2012, p. 142).

Nous obtenons alors la relation suivante :

$$\text{TRIMP} = \text{STRESS} \times \text{STRAIN} \times \text{coefficient de pondération}$$

Stress : charge d'entraînement (durée en min).

STRAIN : intensité =  $(\text{FC}_{\text{exe}} - \text{FC}_{\text{rep}}) / (\text{FC}_{\text{max}} - \text{FC}_{\text{rep}})$ .

Coefficient de pondération :

Pour les femmes =  $0.86^\circ$  (1.67x strain)

Pour les homes =  $0.64^\circ$  (1.92 strain)

Cette méthode (Banister) présente l'avantage d'être objective, mais son utilisation est limitée aux situations d'entraînement générant une sollicitation significative du métabolisme aérobie. Elle sera donc peu adaptée aux séances d'entraînement de la force ou de la vitesse (Caroline Martin, 2018, p. 87).

**2.3.3- Modèle de calvert et autres (1976) :**

Calvert et coll, 1976 ont quantifié la charge d'entraînement en natation. L'entraînement des nageurs était composé d'exercices d'échauffement, d'exercices de basse intensité (nage lente) et d'exercices à forte intensité. Ils ont attribué des coefficients selon le niveau d'intensité de la nage pour calculer une charge d'entraînement en unités d'entraînement.

<b>Intensité</b>	<b>ATU/100m</b>	<b>Exemple d'une séance</b>
Echauffement	1 ATU	1000m= 10 ATU
Intensité basse	2 ATU	1000m= 20 ATU
Intensité élevée	3 ATU	1000m= 30 ATU
<b>Total charge d'entraînement de la séance</b>		<b>60 ATU</b>

**Tableau 1:** exemple de méthode Calvert et al.de quantification de la charge (calvert t, 1976). Intensité ATU/100m Exemple d'une séance.

Cette méthode proposée par Calvert est plus simple à mettre en place. Elle présente l'avantage de quantifier l'entraînement à partir de trois niveaux d'intensité différents. Toutefois elle reste beaucoup trop basique car trois zones d'intensité ne suffisent pas pour quantifier précisément la charge de travail d'un athlète (Frédéric, 2005, p. 109).

**2.3.4- Le modèle de demenois 1991 :**

Jean-Pierre Demenois à élaborer une méthode permettant de quantifier précisément CE en cyclisme. Pour le faire, il utilise comme marqueur principal la FC en définissant cinq zones d'intensité d'effort correspondant à des plages de pourcentage de FC max. Puis, il a démontré grâce à une recherche menée depuis 1991 qu'un point d'effort par minute (PE) pouvait être appliqué à chacune de ces zones d'intensité d'exercice correspondant à un développement bioénergétique ciblé, lui-même caractérisé par des sensations d'exercices (Biéchy, 2012, p. 155).

Zone d'intensité	Zone en %FCmax	PE/min	Cible physiologique	Repères sensations
<b>I 1</b>	60 à 70 %	0.5	Endurance de base Vascularisation musculaire	Effort léger ou l'on peut discuter
<b>I 2</b>	70 à 90%	0.75	Endurance critique Rendement de l'oxygénation, entraînant une économie et un meilleur rendement énergétique % élevé de la capacité aérobie au-dessus du seuil aérobie.	Effort nécessitant une concentration et une respiration régulière
<b>I 3</b>	90 à 95 %	1.2	Puissance aérobie Développement de la consommation d'oxygène (vo2max)	Sensation d'essoufflement rapide et contrôlé
<b>I 3 bis</b>	90 à 97 %	1.3	Amplitude aérobie Développement de la consommation d'oxygène (vo2max)	Sensation d'essoufflement rapide et contrôlé
<b>I 4</b>	97 à 100 %	12 rec active 18 rec passive	Zone rouge Puissance sollicitée supérieure a PMA	Douleurs aux jambes, cuisses qui brûlent, incapacité d'accélérer en fin d'effort
<b>I 5</b>	97 à 100%	4 pts/effort	Equilibre acido-basique	Effort explosif

**Tableau 2:** coefficient d'intensité en fonction du pourcentage de FC max (Biéchy, 2012, p. 155).

**2.3.5- Le modèle de MERCIER (1995) :**

La méthode de Mercier utilise également la RPE de Borg. Elle ne prend pas en compte la durée mais la distance parcourue durant la séance d'entraînement. Dès lors la CE correspond au produit de la distance (en kilomètres) par RPE.

$$CE = \text{distance} \times \text{RPE}$$

Le marqueur objectif de cette méthode est la distance en kilomètre mesurée avec précision, ce qui n'est pas toujours le cas au regard de certaines disciplines et surtout en football avec le manque ou l'absence des GPS (Biéchy, 2012, p. 146).

**2.3.6- Le modèle de GRAPPE (1999) :**

Cette méthode est utilisée dans le cyclisme, reprend l'idée basée sur l'évaluation des ressentis de l'exercice, mais en la corrélant à sept zones d'intensité spécifiques. Ce modèle propose de ne plus quantifier l'intensité de l'exercice à partir d'un témoin biologique interne comme la FC mais à partir des propres perceptions qu'a le sportif de l'exercice qu'il effectue. Ce modèle appelé Estimation Subjective de l'Intensité de l'Exercice (échelle d'ESIE) permet de calculer CE qui est la résultante de la durée de l'exercice (minute) et de l'intensité ressentie par l'athlète traduite en puissance arbitraire (PA) (Biéchy, 2012, p. 132).

$$CW = PA \times \text{temps (min)} \times 6.$$

PA : correspond à une puissance arbitraire

**2.3.7- La perception de l'effort :**

Historiquement, la version originelle de l'échelle RPE proposée par Borg (1973) incluait 21 cotations, allant de RPE = 0 à 20, les quelles étaient jointes à des descriptifs verbaux, il y'a un puissant lien entre les données objectives (FC, VO<sub>2</sub>max, lactate) et subjectives (RPE) qui serait dû à la sémantique employée et à la répartition des descriptifs verbaux le long de l'échelle (Borg GA, 1998).

Mais il n'était pas simple de prédire la FC à partir d'une valeur de RPE. Pour pallier ce problème, (borg,1970) commençait par la valeur minimale de RPE = 6 correspondant à la FC de repos d'un jeune homme adulte (FC= RPE x 10) donc 6x 10 = 60 bpm. Aussi la limite maximale sur l'échelle RPE6-20 (20) multiplié par 10 est censée correspondre à la FC

maximale de ce même individu ( $FC_{max} = 20 \times 10 = 200 \text{ bpm}$ ) (Borg GA, 1970). Dans les années 1990, deux médecins physiologistes ont proposé une adaptation de l'échelle RPE6-20 pour les francophones (figure 1).

En 1995, le professeur American Carl Foster et ses collaborateurs indiquaient utiliser une version révisée d'une autre échelle perceptive de Borg, probablement la CR 10. Cependant, Foster et ses collaborateurs précisent qu'ils ont légèrement révisité les descriptifs verbaux de l'échelle CR10. Cette échelle a été conçue initialement pour permettre l'évaluation spécifique de la charge d'entraînement (Foster C, 1995), l'échelle CR10 a récemment été traduite en langue française par Haddad (Haddad M, 2013).

Cela suggère que les valeurs perceptives obtenues à partir de l'échelle RPE CR-10 révisée sont étroitement liée aux variables physiologiques centrales et périphériques. Donc la version française de l'échelle CR10 révisée de Foster est valide. Elle permet de mesurer la CE pour des activités à intensités variées (endurance, musculation, force, etc.).

Coef Borg	Effort perçu	Exemple de séance
10 9	Très très difficile Très très difficile	Force max poutre, défrichage voie max...
8 7 6	Très difficile Très difficile Très difficile	Contest bloc, Gainage aux anneaux, Fractionné Puissance...
5 4	Difficile Un peu difficile	Volume de bloc, Résistance...
3 2	Modéré Faible	Continuité, travail de coordination, PPG...
1 0	très très faible Aucun effort	Marche à pied, Étirements...

**Figure 5 :** Échelle de perception de l'effort (RPE) de Foster 1998

Plusieurs chercheurs dans le domaine du football (Alexandre Dellal, 2008 ; A. Sedeaud, 2018; Alexiou H, 2008) et (J.C. Hourcade et al, 2017) ont utilisé cette méthode (séance RPE-CR10) pour la quantification de la charge d'entraînement, ils ont validé cette méthode en étudiant des corrélations avec les différents marqueurs objectifs de la charge ( $FC$ ,  $VO_2\text{max}$ , lactate), ils l'ont choisi comme la meilleur méthode utilisée pour le suivi de la charge d'entraînement, pour une meilleure programmation, pour la prévention des blessures et même pour le suivi de la charge dans la phase de réhabilitation athlétique poste-blessure (A. Ben Belgith S. A.-D., 2012).

La méthode de séance-RPE (sRPE) proposée par Foster et al est actuellement la seule méthode subjective de la CE qui était largement adoptés dans les sports d'équipe. Tenir

compte des facteurs tels que le taux de travail physique, blessure, maladie, conditions météorologiques, calendrier des matchs, et l'état psychologique (Brendan R. Scott, 2013).

#### **2.4- Les indicateurs clés de la méthode (séance RPE) ou (sRPE) :**

##### **2.4.1- La charge d'entraînement :**

Consiste à calculer la CE par le biais d'une équation, tout en multipliant le score de l'effort perçu (RPE) sur une échelle de (0-10) donné par l'athlète et la durée de la séance en minutes.

##### **2.4.2- Indice de monotonie :**

Indicateur de variabilité et des adaptations négatives lors des entraînements. « Une diminution de la capacité de performance et une apparition de la fatigue au-delà d'un indice de 2, surviennent des blessures au-delà de 2.5 » (Foster c, 1998).

Un entraînement avec une monotonie basse (c'est à dire une plus grande variation des CE) pouvait prévenir la survenue de blessures, de pathologies et améliorer la performance (Alexandre Dellal, 2008, p. 246)

L'IM se calcule de la façon suivante :

$IM = \text{charge moyenne hebdomadaire} / \text{écart type de la charge durant la semaine.}$

##### **Calcul de l'indice de monotonie :**

Est-ce que l'entraînement est monotone pour le sportif ?

Plus l'indice de monotonie est élevé (>2) plus il y a un risque élevé de blessures. À 2, il y a une apparition de la fatigue, à 2,5 et plus le risque de blessures est important.

$\text{Monotonie} = \text{charge hebdomadaire moyenne} / \text{l'écart type des charges de la semaine}$

##### **2.4.3- L'indice de contrainte :**

Le résultat de la charge d'entraînement et l'indice de la monotonie c'est la contrainte, aussi corrélé avec les mauvaises adaptations de la charge selon (Foster 1998). Des études préliminaires ont suggéré que l'incidence des infections banales, qui sont souvent considérées

comme un marqueur des premiers stades du syndrome de surentraînement, était liée à des excursions au-dessus de seuils individuellement identifiables de la contrainte d'entraînement. Une contrainte de plus de 6000UA peut conduire vers un risque de blessure ou de surentraînement si la contrainte est supérieure à la CE hebdomadaire alors la capacité de performance des sportifs est affectée.

L'avantage de contrôler cette contrainte d'entraînement chez les joueurs de FB est que la récupération ne devient fondamentale que quand les joueurs subissent des CE élevées. Par exemple, quand les CE sont élevées et qu'il n'y a pas assez de temps de récupération entre les séances, la contrainte d'entraînement est élevée.

Ce type de programmation a été associé avec une incidence accrue de pathologies et de baisse de performance (Putlur et al, 2004) (Alexandre Dellal, 2008, p. 247).

$$\text{Contrainte} = \text{CE hebdomadaire} \times \text{Monotonie}$$

#### **2.4.4- Indice de fitness :**

Fitness (pourrait traduire par la forme ou plus exactement la condition physique) pour l'expression de la charge des 3 à 6 dernières semaines et de « fatigue » pour celle de la dernière semaine (A. Sedeaud, 2018).

$$\text{Forme} = \text{CE hebdo} - \text{Contrainte}$$

#### **Calcul de la contrainte et du fitness :**

Est-ce que l'entraînement sur la semaine est adapté ?

Plus l'indicateur de contrainte est élevé, plus le risque de blessures augmente.

La fatigue est présente lorsque la contrainte est supérieure à 6000, et le risque de blessures est présent lorsque la contrainte est supérieure à 10000.

$$\text{Contrainte} = \text{charge hebdo} * \text{monotonie}$$

Le fitness renseigne la capacité de l'athlète à performer. Plus l'indicateur de fitness est haut plus l'athlète est théoriquement en forme.

**2.4.5- Le Ratio de Charge Aigüe : Chronique (RCAC) :** mesure la relation existant entre la charge aigüe (charge de la semaine en cours) et la charge chronique (charge moyenne des 4 dernières semaines). Le suivi du RCAC permet de conserver la charge de travail dans la zone 'charge élevée, faible risque' (0.8-1.3). Lorsque le ratio est trop bas ( $< 0.8$ ) ou trop élevé ( $\geq 1.5$ ), le risque de blessure augmente de façon importante et la charge doit être ajustée. (Gabbett TJ, 2016) ; (Piggott B, 2009) ; (Fraser-Thomas J. & al, 2008)

**2.5- Le calcul de ces indicateurs clés :** les calculs sont intégrés dans une application).

- Charge d'entraînement = Durée (min) x Difficulté globale (Echelle 1-10) ; indicateur lié aux adaptations positives.
- Indice de monotonie = Charge hebdomadaire / Ecart-type de la charge ; indicateur de variation de la charge de travail, lié aux adaptations négative de la charge d'entraînement.

Indice de Contrainte = charge hebdomadaire  $\times$  Monotonie ; indicateur lié aux adaptations négatives et au surentrainement.

- Indice de Fitness = Charge – Contrainte : (effets positifs représentés par l'indice charge – Effets négatifs représentés par l'indice contrainte).

Lorsque la contrainte hebdomadaire est plus importante que la charge hebdomadaire, la capacité de performance diminue et vice-versa.

Le suivi de ces indices offre un moyen simple et efficace de contrôle de l'adaptation à la charge d'entraînement, de la fatigue et de détection du surentrainement. Les différentes informations recueillies vont permettre à l'entraîneur de réguler et moduler à la fois collectivement et individuellement le volume et l'intensité des séances d'entraînements et la récupération. Ce qui permettra de :

- Programmer des charges d'entraînement, de les ajuster quotidiennement pour respecter les charges prévues.

- Contrôler les perceptions individuelles des charges d'entraînement par les joueurs et de suivre la périodisation de l'entraînement.



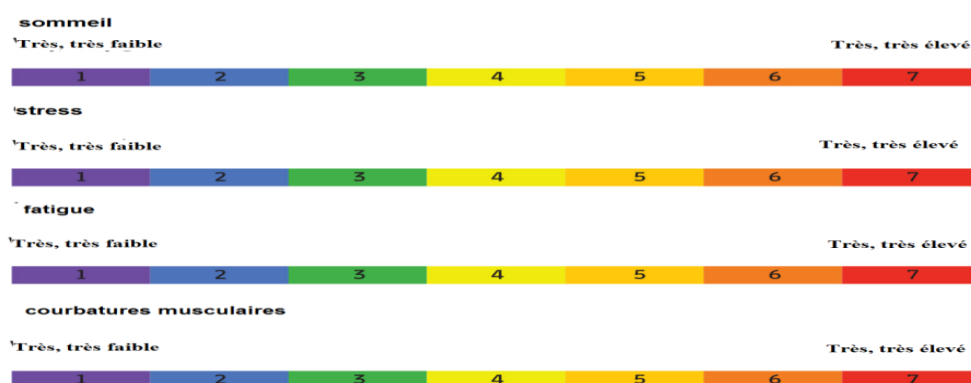
- L'optimisation de la performance et approche prophylactique (prévention et diminution des risques de blessures, détection des risques de surentraînement).

**2.6 - Des questionnaires sur de bien-être (welfare) :**

Le suivi des évaluations subjectives du bien-être et des états d'humeur avant chaque séance d'entraînement peut fournir des informations sur la réponse psychologique d'un joueur à la charge d'entraînement globale dans les sports d'équipe (Andrew Govus, 2017).

Il est généralement admis qu'un stress d'entraînement excessif peut être associé à des troubles psychologiques et à des changements d'indisposition ainsi qu'à des changements signalés par des marqueurs cognitifs et somatiques dans le corps. Il est important de comprendre que pour qu'un outil de bien-être soit un indicateur vraiment efficace de la performance physique, il faut qu'il permet d'aborder les scores de bien-être (welfare) quotidiens et de surveiller en profondeur ces diverses manifestations du stress.

Il est nécessaire de l'utiliser en conjonction avec d'autres tests de performance physique qui donnent un aperçu des changements mécaniques qui peuvent avoir un impact sur l'athlète (Paul Laurson, Martin Bouchheit, 2019, p. 469). Dans le domaine du sport il y'a plusieurs questionnaires de bien-être (welfare), nous aimerions souligner l'échelle Hooper (Hooper M., 1995), basée sur une analyse subjective de la qualité du sommeil de la nuit précédente, des niveaux de stress, de fatigue et des lésions musculaires perçues. Chaque question est notée individuellement sur une échelle allant de 1 (" Très, très faible ou bon ") à 7 (" Très, très élevé ou mauvais ") (Hooper S. &, 1995 ; Halson, 2014).



**Figure 6 :** Le questionnaire de bien-être (welfare) de (Hooper M., 1995).

# **Chapitre IV**

## **Les facteurs influençant l'entraînement sportif**

## 1- Fatigue

La fatigue s'objective par une dégradation du niveau de performance (Asmussen E., 1979 ; Bigland-Ritchie & Woods, 1984). Elle concerne aussi bien le potentiel énergétique et neuromusculaire que les aspects subjectifs tels que le stress ou la motivation. La fatigue est donc une conséquence à court, moyen et long terme d'un entraînement s'exprimant par des symptômes objectifs et subjectifs (Enoka & Stuart, 1992) : variations des performances, signes physiologiques d'un déséquilibre homéostatique (Milanez et coll., 2014), modifications psychologiques (Raglin, J.S., 2001).

Souvent identifiée comme un symptôme d'une maladie ou comme les conséquences d'une activité épuisante, la fatigue est essentiellement une expérience subjective et un phénomène physiopathologique complexe. Elle peut être d'origine centrale ou périphérique et dépendre aussi du genre. Glace et coll. (2013) montrent qu'après deux heures de pédalage la fatigue est d'origine centrale et périphérique chez l'homme, mais d'origine centrale chez la femme. Marcora, S. (2010) note que la littérature scientifique est abondante sur ce sujet, parce qu'elle est, occasionnellement ou fréquemment, au centre des préoccupations de nombreuses personnes. La fatigue musculaire fait donc partie du quotidien du sportif qui s'entraîne régulièrement. Meeusen et coll. (2013) notent ainsi que l'entraînement peut être défini comme un processus de surcharge destiné à perturber l'homéostasie, ce qui entraîne une fatigue aiguë conduisant à une amélioration de la performance. Mais si l'équilibre entre entraînement et récupération n'est pas suffisamment respecté, les premiers signes d'un stress d'entraînement prolongé, comme l'augmentation de la fatigue perçue ou la dégradation de l'enthousiasme, peuvent apparaître avec la prise en compte croissante de la fatigue comme un phénomène majeur de l'entraînement, il semble intéressant d'en suivre l'évolution, notamment en comparaison avec d'autres marqueurs. Hagin et coll. (2012) montrent ainsi que la stratégie de gestion du sommeil d'un navigateur (5,4 heures par jour, soit 24 % de moins qu'à terre) était suffisante pour conserver un niveau d'anxiété et de fatigue perçue dans des limites acceptables lui permettant d'atteindre son objectif qui était de traverser l'océan Pacifique sur un catamaran de moins de six mètres. Kenttä et coll. (2006) crée un indice d'énergie qui consiste à soustraire le score de fatigue du score de vigueur du POMS. Ils montrent que pour des kayakistes de haut niveau, cet indice d'énergie est sensible aussi bien à l'entraînement qu'à la récupération alors que le score de dépression ne change pas.

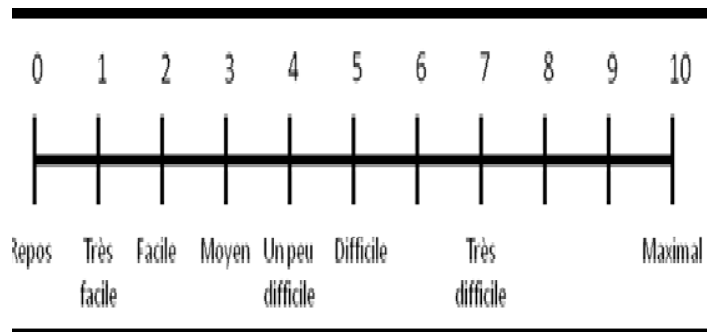


Figure 7 : échelle de bien être (Hooper et al, 1995).

### 1.2- La fatigue physique :

Seules les tâches fatigantes continues inhibent la performance et l'apprentissage. Quel est le meilleur ou le pire moment pour introduire la fatigue physique dans un entraînement ?

Si vous devez jouer dans des conditions fatigantes comme à la fin d'un match ou d'un tournoi, est-il préférable de s'entraîner dans des conditions de fatigue ? Nous ne sommes pas convaincus qu'un entraînement distribué est meilleur qu'un entraînement massif ou vice versa ; un entraîneur doit faire autant d'essais pratiques que possible dans des conditions spécifiques proches du jeu pour maximiser le transfert du jeu sans produire une fatigue lourde et continue et maximiser l'apprentissage. (Manuel pour entraîneurs - Niveau II). <https://www.fiba.basketball/fr/news/world-association-of-basketball-coaches-and-fiba-release-new-and-improved-coaches-manual>.

### 1.3- La fatigue musculaire :

Dans le domaine de la physiologie de l'effort, ce terme se définit comme : « une sensation d'incapacité du corps humain à produire un niveau de force dans le but d'exécuter un effort physique » (Enoka et Duchateau, 2008). La fatigue représente aussi une baisse de l'état physiologique et/ou psychique suite à la réalisation d'un effort physique. Cette baisse engendre par la suite une diminution de la performance physique et/ou mentale ou bien dans certains cas, impose l'arrêt immédiat (Enoka et Duchateau, 2008 ; Bigland-Ritchie et al., 1983; Edwards et Lippold, 1956; Fitts, 1994; Barry et Enoka, 2007).

Depuis longtemps la fatigue musculaire a été définie comme « l'incapacité d'un muscle ou d'un groupe musculaire à maintenir la force exigée ou attendue, entraînant une diminution de performance » (Bigland-Ritchie et al., 1983; Edwards et Lippold, 1956). Par la suite (Fitts,

1994) l'a défini comme « une incapacité à maintenir le travail physique, menant à une réduction du niveau de performance ».

D'autres auteurs l'ont définie de la manière suivante : « une réduction, induite par l'exercice, de la capacité du muscle à produire une force ou une puissance, que la tâche puisse être maintenue ou non » (Barry et Enoka, 2007).

La littérature qui suit présente deux types de fatigue : la fatigue qui affecte le système nerveux central (la fatigue centrale) et la fatigue qui touche le système nerveux périphérique et le tissu musculaire (la fatigue périphérique) (Edwards et Lippold, 1956; Bigland-Ritchie et al., 1983; Fitts, 1994).

### **1.3.1-- Fatigue centrale :**

La fatigue centrale se manifeste par une diminution du niveau d'activation de la commande motrice issue du cerveau en direction des muscles squelettiques. Elle peut être due à une baisse du recrutement des unités motrices (Gandevia, 2001).

La littérature scientifique a souvent évoquée le sujet de la fatigue centrale et plus précisément les mécanismes responsables de l'apparition de cette dernière, survenant au niveau supraspinal et pinal centrale (Bailey et al., 1993; Seguin et al., 1998; Nybo & Secher, 2004; Meussen, 2007; Sesboüé et Guinestre, 2006).

Au niveau supraspinal, une étude de (Meussen, 2007) a montrée qu'une commande descendante relative du cortex moteur est expliquée par des changements neurochimiques se manifestant au niveau supraspinal.

En effet plusieurs recherches scientifiques ont confirmé l'étude de Meussen, 2007, tout en déterminant l'implication de la concentration des motoneurones (dopamine, noradrénaline ... ) dans la diminution de la fréquence de contraction musculaire et l'apparition de la fatigue centrale (Nybo & Secher, 2004; Seguin et al., 1998; Bailey et al., 1993; Sesboüé et Guinestre, 2006).

Au niveau spinal, plusieurs mécanismes sont mis en jeu dans l'apparition de la fatigue centrale au niveau spinal. D'après Misiaszek, 2003, un changement a été constaté sur l'excitabilité du réflexe de Hoffman au cours de son expérimentation par rapport à la stimulation maximale du réflexe de Hoffman et la réponse maximale musculaire. Ce

changement a affecté plus précisément l'amplitude du réflexe de Hoffman suite à l'excitabilité des motoneurones, la quantité des neurotransmetteurs libérés et les propriétés intrinsèques des motoneurones.

De plus, d'autres études scientifiques ont citées l'existence d'autres mécanismes complexes amenant à la variation de l'excitabilité spinal outre que le réflexe de Hoffman tel que : les mécanismes d'inhibition présynoptique, de dépression postactivation, d'inhibition réciproque ou d'inhibition récurrente (Hultborn et al., 1987; zehr, 2002; Tanino et al., 2004).

### **1.3.2- Fatigue périphérique :**

La fatigue périphérique inclut les mécanismes présentant au-delà de la jonction neuromusculaire et impliquant le cheminement allant de l'excitation du muscle jusqu'à l'interaction de ponts actine myosine (Fitts, 1994).

Parmi les mécanismes impliqués dans l'apparition de la fatigue périphérique, on trouve des facteurs électriques au niveau de la jonction neuromusculaire (problème de conduction du potentiel d'action) et aussi des facteurs métaboliques au niveau cellulaire (déséquilibre ionique, accumulation des métabolites d'hydrogène (H<sup>+</sup>), de Phosphate (Pi), du ratio ADP/ATP, etc.).

Au niveau de la jonction neuromusculaire, d'après (Gandevia, 2001), des modifications ont été constatés concernant le ralentissement de la conduction du potentiel d'action et aussi la diminution de son amplitude pendant l'apparition de la fatigue périphérique. Cette lenteur de propagation du potentiel d'action, au niveau de l'axone moteur, a engendré la diminution de recrutement du nombre des faisceaux musculaires dépolarisés, ainsi qu'une diminution de l'amplitude de la réponse musculaire (Grossman et al., 1979). Une autre étude menée par Hargeaves et al,1998, a montré qu'une diminution au niveau de l'excitabilité de la membrane musculaire (sarcolemme) est à l'origine de la variation de l'amplitude de la réponse musculaire.

### **1.3.3 La fatigue endocrinienne**

Serait une variation de la sécrétion d'hormones. On pourrait définir le système endocrinien en quatre axes :

La variation de la sécrétion d'une hormone provoquera un déséquilibre de l'homéostasie. Au niveau cellulaire, la diminution de l'amplitude de la réponse musculaire a été causée suite à un déséquilibre ionique, plus précisément par une défaillance au niveau de l'activité des pompes Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>.

Selon Hakes et Ouellet (2014), la fatigue, en générale, est une sensation fréquente surtout chez les sportifs et qui peut être divisée sur quatre catégories selon le degré de sévérité:

#### **1.4- Les différentes catégories de fatigue :**

**1.4.1- fatigue normale :** elle se manifeste par une baisse de performance juste après la réalisation d'un effort intense et qui nécessite un repos d'une seule journée.

**1.4.2- fatigue aiguë :** c'est une fatigue passagère qui nécessite un repos complet entre deux et trois jours.

**1.4.3- fatigue persistante (overreaching) :** elle est caractérisée par une diminution de la quantité de travail et la performance sportive suite à un manque de récupération.

Une diminution du volume et de l'intensité du travail sont nécessaires afin de corriger le déséquilibre et un repos complet de quelques jours à quelques semaines est aussi suggéré afin de permettre un retour à l'état normal (Kraemer et Rogol, 2008).

**1.4.4- fatigue chronique :** (overtraining) ou bien le surentraînement, est la principale cause des blessures chez les sportifs, elle se manifeste par une baisse importante de la performance sportive. Pour éviter ce surentraînement, il est nécessaire d'effectuer une réduction importante de la CE pendant quelques semaines à quelques mois (Kraemer et Rogol, 2008).

### 1.5- État d'esprit :

L'entraînement doit se rapprocher au plus près des contraintes et exigences de l'exercice de compétition. La capacité à conserver un certain niveau technique et tactique est souvent considérée comme déterminante en compétition et justifie les nombreuses heures d'entraînement (Russel & Kingsley, 2011). Viru et coll. (2010) ont ainsi montré, que pour un exercice incrémentiel sur tapis roulant, les conditions de compétition permettaient une amélioration de la performance de 4,2 % et une élévation du pic de VO<sub>2</sub> de 3,9 %, mais qu'il n'y avait pas de différence au niveau de la lactatémie, du cortisol, des hormones de croissance et de la testostérone. Leurs résultats mettent en évidence que, dans des situations de compétition, le niveau affectif contribue à améliorer les performances et conduit à une augmentation du pic de VO<sub>2</sub>. Le Recovery-Stress Questionnaire for Athletes (RESTQ-Sport) et le Profile of Mood State (POMS) ont mis en évidence des relations entre la charge d'entraînement, l'état d'esprit et le niveau de récupération (Kellmann & Kallus, 2001) et entre charge d'entraînement, confusion et performance durant la période d'affûtage (Hooper et coll., 1999). Déterminant à haut niveau, l'état d'esprit du sportif pourrait influencer les choix techniques et tactiques et serait en relation avec la charge d'entraînement, ce qui pourrait expliquer son manque de fraîcheur en période d'entraînement intensif (Raglin, J.S., 2001) et les variations de qualité de ses adaptations et de ses apprentissages (Toering et coll., 2009). Cockerill et coll. (1991) ont montré qu'en utilisant les données d'une première course de cross-country, un modèle à multiple variable, intégrant l'interdépendance de tension, angoisse, et dépression du POMS, il était possible de prédire la place finale d'un groupe d'athlètes expérimentés dans une seconde course avec une précision acceptable ( $r=0,74$ ,  $p<0,01$ ). Ils notèrent néanmoins qu'il était très probable que pour les sports aux exigences très différentes de celle du cross-country un modèle alternatif devait être envisagé. Des études ont également constaté des scores de dépression et d'angoisse du POMS importants chez des sportifs en état de surmenage non fonctionnel (Schmikli et coll., 2011). Les échelles de stress émotionnel, de récupération physique, de bien-être général et de qualité du sommeil du RESTQ-Sport sembleraient être aussi sensibles au surentraînement (Brinks et coll., 2012).

### 1.6 Optimisation de l'état d'esprit :

Les athlètes font souvent état d'un sentiment de fatigue et de performances médiocres pendant le ramadan.



En fonction de la personnalité du compétiteur, des tactiques psychologiques simples sont donc nécessaires pour optimiser l'état d'esprit et améliorer la coopération avec les autres membres de l'équipe. L'état d'esprit et améliorer la coopération avec les autres membres de l'équipe. (The Impact of Ramadan Observance upon Athletic Performance Nutrients 2012, 4, 491-505; doi:10.3390/nu4060491).

## 2. Sommeil :

La fonction du sommeil représente toujours une énigme. Les phénomènes de récupération faisant suite à l'exercice physique, joints à ceux qui suivent une privation de sommeil ou des désordres psychiatriques majeurs, ont conduit à l'élaboration de plusieurs théories, parmi lesquelles les théories de la fonction restauratrice du sommeil sont restées et restent les plus en faveur. Cependant, il faut bien admettre que, bien que le SLP semble être impliqué dans le métabolisme cérébral et les processus centraux de récupération, aucune hypothèse acceptable n'a réellement émergé. Notre propos est d'examiner les modifications du sommeil engendrées par l'activité physique à la lumière des données obtenues, en grande partie par notre équipe, chez l'homme et chez l'animal placés dans des environnements extrêmes. Le sommeil après un exercice physique Les effets de l'exercice physique sur le sommeil sont controversés. De fait, les protocoles d'exercice utilisés diffèrent chez un même sujet ou d'un sujet à l'autre en termes de niveau d'activité, de durée, d'intensité et de reproductibilité. De plus, peu d'études rapportent des résultats individuels et souvent la qualité des analyses statistiques est compromise par l'utilisation de valeurs moyennes sur un nombre limité de sujets. Deux études méta-analytiques récentes ont ainsi abouti à des résultats contradictoires : pour la première, il existe bien des effets aigus et chroniques de l'exercice, avec pour constante une augmentation du SLP, alors que la seconde n'a révélé aucun effet majeur de l'exercice sur le sommeil. Les auteurs de ce travail invoquent une limitation méthodologique supplémentaire. En effet, les études ayant été conduites chez des sujets « bons dormeurs », les modifications du sommeil induites par l'exercice ont sans doute été plus ténues que si l'observation avait été faite sur une population de « mauvais dormeurs ». Quoiqu'il en soit, le mécanisme par lequel l'exercice influence le sommeil reste encore mal connu. C'est pourquoi nous allons envisager toutes les hypothèses mécanistiques. L'aptitude physique a été invoquée comme facteur influençant le sommeil après exercice après que Baekeland et Lasky en 1966 aient montré que le SLP des athlètes est plus élevé que celui de lycéens sédentaires. Depuis, la diversité des protocoles utilisés a conduit à des données contradictoires et certains auteurs ont rejeté l'hypothèse d'une fonction réparatrice du

sommeil (en particulier du SLP). La théorie restauratrice du sommeil est née de l'association du pic nocturne d'hormone de croissance avec le SLP au début du sommeil.

### **2.1- Les phases du sommeil**

On dénombre quatre phases du sommeil :

- La première correspond à la somnolence, l'état de transition entre l'éveil et le sommeil.
- Elle est suivie par le sommeil léger, caractérisé par une sensibilité aux stimuli extérieurs assez forte, qui représente une grande partie du sommeil.
- En revanche, lors du sommeil profond, la température corporelle diminue, le corps s'immobilise et la respiration ralentit, alors que la sensibilité extérieure diminue.
- Enfin, le sommeil paradoxal se caractérise, à l'inverse de toutes les autres phases, par une activité cérébrale intense et un mouvement rapide des yeux (Rapid Eye Movements, ou REM). Le reste du corps est immobile, et c'est à ce moment que l'Homme et d'autres animaux rêvent. ( <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/biologie-sommeil-13340/>).

### **2.2- Le rôle du sommeil :**

Le rôle que joue le sommeil reste encore mal connu. Il permet cependant le repos du corps, interviendrait dans la mise en place de la mémoire à long terme, et serait important pour l'apprentissage. C'est aussi durant cette période que l'hormone de croissance est principalement produite, permettant ainsi aux jeunes de grandir. L'immunité serait également favorisée durant le sommeil. (<https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/biologie-sommeil-13340/>).

### **2.3- Les troubles du sommeil :**

Le sommeil peut être perturbé. Cela se traduit par des troubles comme l'insomnie, l'apnée du sommeil, ou le somnambulisme, qui interfèrent avec la récupération. Les conséquences apparaissent à plusieurs niveaux. Elles peuvent consister, entre autres, en un déficit de l'attention, un sentiment de fatigue, des risques plus élevés d'accident de voiture ou

une plus forte tendance à la dépression. (<https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/biologie-sommeil-13340/>).

#### **2.4- Privation du sommeil :**

La somnolence diurne est fréquente pendant le ramadan, en partie parce que les repas ont tendance à être pris tard dans la nuit et tôt le matin, ce qui perturbe les habitudes de sommeil normales. Nuit et tôt le matin, ce qui perturbe les habitudes de sommeil. Une enquête menée auprès de 734 athlètes âgés de 16 ans a révélé que 67 % d'entre eux se plaignaient de somnolence diurne pendant le ramadan, malgré des habitudes de sommeil apparemment normales.

Malgré des habitudes de sommeil apparemment normales. En revanche, Aziz et al n'ont pas constaté de perception accrue de la somnolence pendant le Ramadan.

#### **2.5- la somnolence pendant le ramadan :**

Toute augmentation de la somnolence est susceptible d'avoir un effet négatif sur les sports nécessitant une forte maîtrise motrice, de la concentration ou un jeu d'équipe.

De concentration ou de jeu d'équipe. Si le ramadan tombe pendant les mois d'hiver, il n'y a pas de raison qu'un athlète ne puisse pas observer le ramadan.

Si le ramadan tombe pendant les mois d'hiver, il ne semble pas y avoir de raison pour qu'un athlète ne puisse pas observer le ramadan tout en organisant son emploi du temps de manière à obtenir la même période de sommeil quotidien.

De manière à obtenir la même période de sommeil quotidien qu'avant le ramadan. Cela peut s'avérer plus difficile à plus difficile à organiser lorsque le ramadan est célébré pendant les mois d'été, en particulier si la compétition est programmée à une latitude où le jour est plus long que la nuit.

Compétition est programmée à une latitude où les heures de clarté sont longues. Dans une telle situation, les athlètes devraient se retirer le plus tôt possible après avoir pris leur repas du soir.

Dans une telle situation, les athlètes devraient se retirer le plus tôt possible après avoir pris leur repas du soir et, s'il est 8 heures de sommeil, ils devraient essayer de faire une sieste soit après le petit déjeuner, soit à un autre moment de la journée.

Autre moment de la journée. La mise à disposition d'une pièce calme et sombre facilitera le sommeil, et il peut être utile pour le sportif de commencer à s'adapter à ses habitudes de sommeil.

Il peut être utile pour le sportif de commencer à s'adapter au régime de sommeil proposé avant le début du Ramadan. (Nutrients 2012, 4, 491-505 ; doi :10.3390/nu4060491). Review.

## **2.6- Effets du sommeil sur l'aspect physiologique :**

En parallèle des perturbations physiologiques engendrées par le manque de sommeil sur la réponse de l'organisme à l'exercice, de nombreux travaux ont montré un effet néfaste de la privation de sommeil sur plusieurs autres mécanismes physiologiques.

### **► Métabolisme et récupération énergétique :**

Skien et al. (2011) ont récemment montré qu'une nuit blanche engendre une baisse des réserves musculaires en glycogène par rapport à une nuit contrôle, même si l'apport glucidique assuré aux participants était contrôlé. Ces auteurs ont avancé l'hypothèse que cette différence serait principalement liée à l'énergie dépensée par les athlètes lors de leur éveil forcé

### **► Réponse endocrinienne et récupération musculaire :**

Des auteurs ont mis en évidence que le manque de sommeil peut perturber la récupération de l'athlète en altérant la réponse endocrine post-exercice (VanHelder et Radomski 1989). Une réduction du temps de sommeil est en effet associée à une augmentation du taux de cortisol dans le sang et à une baisse de libération de l'hormone de croissance, ce qui participe à l'instauration d'un état catabolique (Obal et Krueger 2004).

### **► Défenses immunitaires :**

L'influence du sommeil sur la fonction immunitaire est aujourd'hui bien documentée et montre que le respect d'une quantité de sommeil suffisante est indispensable à

la préservation des défenses immunes (Lange et al. 2010). Plusieurs études ont montré que le manque de sommeil chronique engendre des perturbations du système immunitaire.

► **Activité du système nerveux autonome :**

L'homéostasie du corps humain est contrôlée par le système nerveux autonome, qui comporte deux axes. L'axe sympathique a pour rôle d'activer l'organisme face à un stress : son activation engendre par exemple l'augmentation du débit cardiaque, l'élévation du débit vésicatoire et du débit sudoral, ainsi que l'activité de la glycolyse.

**2.7- Les perturbations du cycle sommeil et éveil :**

Le sommeil et le relâchement musculaire sont des éléments fondamentaux pour une bonne récupération de l'organisme en vue d'une performance physique et intellectuelle. En effet, durant le sommeil, la récupération est assurée par la sécrétion de différentes hormones, en particulier l'hormone de croissance. En outre, lors du sommeil, on constate une baisse rapide de la température centrale. Les athlètes peuvent donc compromettre la récupération lorsque la prise alimentaire généralement abondante a lieu tard dans la nuit. La période du Ramadan, surtout si elle a lieu en été est aussi associée à une réduction du temps de sommeil, près de 2 heures en moins selon une observation chez des étudiants en sport universitaires [11]. La qualité de ce sommeil examinée par l'index « Pittsburgh Sleep Quality » change aussi ; elle est souvent médiocre comme le montre une enquête faite au sein de l'équipe algérienne de football [12]. 38 Hakoumi Sport et Ramadan – Influence sur la performance en endurance 39 Cette diminution de la qualité du sommeil de la capacité à bien récupérer a sans doute une influence sur la volonté à vouloir bouger, voire s'entraîner. Des observations effectuées sur 51 jeunes garçons et 66 jeunes filles adolescents ont montré que ces derniers passaient plus de temps assis et étaient moins engagés à effectuer des activités physiques durant cette période. En absence d'une autodiscipline sévère ou d'une forte pression de la part des entraîneurs, il est probable que les athlètes ont tendance à diminuer de manière drastique leur programme d'entraînement [13]. Il est toutefois possible de rester au lit après le petit déjeuner afin d'éviter au maximum la déshydratation avant une compétition. (Sport et Ramadan – Influence sur la performance en endurance, 2016).

### 3. Stress :

#### 3.1 Définition :

Le stress dans les situations sportives compétitives ne diffère pas de celui qu'on trouve dans la vie quotidienne, mais il constitue une préoccupation majeure aux yeux des scientifiques. Les chercheurs qui ont étudié de près le phénomène du stress, se sont intéressés aux différentes faces et figures caractérisant ce phénomène : L'effet du stress sur la santé, les sources du stress, l'évolution du phénomène du stress, la mesure du stress et les différents moyens de gestion du stress. D'autres ont étudié le stress selon des situations exceptionnelles et différents milieux, comme le milieu hospitalier, le monde des affaires et le milieu sportif.

Cette recherche s'articulant essentiellement sur la stratégie de préparation de l'équipe nationale d'athlétisme et son incidence sur l'apparition du stress précompétitif, Les stratégies mises en œuvre dans la préparation de l'équipe nationale Algérienne d'athlétisme sur le plan physique et technique et leurs impacts sur l'apparition du stress en pré compétition. (Revue Scientifique Publiée Par Le Laboratoire Des S.T.A.P.S Numéro : 02 Juin 2011).

#### 3.2- Le stress pernicieux de compétition chez les volleyeurs de performance :

##### 3.2.1- Concept du stress de compétition :

La complexité et le polymorphisme du concept du stress de compétition est en étroite relation avec le peu des études et des travaux scientifiques. Ce manque a favorisé l'émergence d'une polarisation au cadre théorique différent et aux pratiques diverses.

##### 3-2-1.1-- Plan sémantique :

Les nombreuses études entreprises dans ce contexte précis et en particulier, celles de BROCHIER et LOO convergent à montrer que sur le plan sémantique : « il semble que chacun a sa propre compréhension et signification du terme stress de compétition ».

Cet intérêt démontre qu'aucune définition précise ne recueille l'assentiment général.

##### 3.2.1.2 - Plan étymologique :

Le concept du stress de compétition puise son origine de la langue latine.

Les études et les travaux de ALSON et KRYTER soulignent que l'utilisation de ce terme trouve signification dans des connotations diverses et multiples à travers les mots : agression, peur, contrainte, maladie silencieuse allant jusqu'à la mort subite.

Les premières explications ont pris une dimension de réaction négative et parfois nocive. (Revue science humaines n°34, Décembre 2010 – pp 101 -109).

D'autres études faites par BERNESTEIN et WOODWARD peuvent définir le stress comme étant : 'des perturbations psychologiques et physiologiques dues à l'arrêt brutal de l'entraînement sportif pour des athlètes de performances.

Ce réajustement de la vision positive du stress de compétition en juxtaposition avec les modifications comportementales démontre toute sa richesse et sa complexité.

### **3.3- Evolution du concept du stress de compétition en Volley -Ball :**

L'évolution dans le temps et l'espace du concept du stress de compétition est en étroite relation avec les progrès rapides des tendances et des approches psychologiques majeures.

Ce dernier est en contingence avec l'histoire de l'homme « animal » à « l'homme social » toujours dans des conditions de vie difficiles et particulières.

La substitution à l'approche théorique réductionniste au champ théorique de la dimension intégrale a mis en exergue un vocabulaire évolutionniste à travers les mots :

- ❖ Agression, tension, pression, adaptation à la mort parfois inexplicée ?
- ❖ Le stress de compétition chez volleyeurs de performance algériens.
- ❖ La polarisation a ouvert des champs théoriques divers aux pratiques multiples du stress de compétition en sport et de manière spécifique au volley-ball de performance.
- ❖ Cette valorisation du concept du stress de compétition a donc été définie par l'éminent spécialiste mondial du volley-ball japonais, HIROSHI TOYODA comme étant : « l'adaptation aux tensions persistantes dans un climat défavorable, source de malaises à la mort subite ». (Revue Scientifique Publiée Par Le Laboratoire Des S.T.A.P.S Numéro : 02 Juin 2011).

### **3.4- Stratégies de la gestion du stress**

Les stratégies de coping ou stratégie de « faire face » occupent également une place centrale dans le modèle liant le stress à la survenue d'une blessure (Williams & Andersen, 1998).

### **3.5- Situation sportive**

Afin de prendre en compte les différences inhérentes aux spécialités sportives, Andersen et Williams (1988) ont introduit une variable appelée « situation sportive ». L'idée sous-jacente est que les caractéristiques intrinsèques des activités sportives pourraient induire des manifestations du stress différent et indirectement favoriser la blessure.

### **3.6- Intervention**

Le modèle propose également que toute intervention qui permettrait de limiter les manifestations du stress serait susceptible, par voie de conséquence, de limiter l'occurrence de blessures chez le sportif. Certaines études ont appréhendé uniquement l'effet d'une intervention sur les manifestations du stress et d'autres, moins nombreuses, se sont de surcroît intéressées aux effets sur l'occurrence de la blessure sportive.

## **4. Les courbatures et les douleurs musculaires :**

Les courbatures sont des douleurs musculaires, la plupart du temps localisées sur les parties du corps mobilisées pendant un effort physique. Vous venez de reprendre le sport ou venez de faire un effort plus intense que d'habitude ? Pas de doute, les douleurs que vous ressentez au niveau des muscles sollicités sont bien des courbatures ! Le stress, les infections virales (grippe, coronavirus.) ou encore les rhumatismes peuvent aussi provoquer ces douleurs désagréables.

Mais alors que faire en cas de courbatures ? Voici nos conseils pour les reconnaître et les soulager.



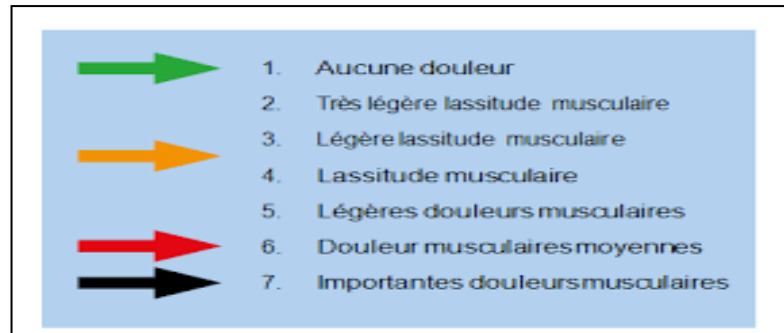


Figure 8: échelle de perception de douleurs musculaires

#### 4.1- Définir une courbature :

Les courbatures sont des douleurs musculaires pouvant résulter d'un effort physique, de la fatigue ou de la fièvre. Elles apparaissent généralement 24 heures après un effort.

Ces douleurs sont dues à des microlésions des fibres musculaires. Les muscles sont alors durs et fatigués et une sensation de raideur accompagne fréquemment les douleurs musculaires. Ces microlésions ne sont pas graves et durent environ une semaine.

##### 4.1.1 La différence avec les autres types de douleurs :

Une courbature se différencie d'autres types de douleurs musculaires comme les crampes, les contractures ou encore les elongations en raison de la durée, de l'intensité et de la gravité des douleurs musculaires. Voici leurs caractéristiques :

- Une crampe est une contraction douloureuse, involontaire, intense et soudaine ;
- Les contractures peuvent durer très longtemps avec une douleur localisée ;
- Les elongations quant à elles sont brutales, très douloureuses et s'accompagnent d'une déchirure.

##### 4.1.2 Les causes des courbatures :

Les courbatures peuvent survenir après avoir fait du sport, mais aussi sans même avoir pratiqué d'activité physique. Dans tous les cas, il s'agit d'une réaction inflammatoire du corps.

**❖ Après un effort physique**

Les muscles mis à contribution qui n'ont pas l'habitude de travailler ne sont pas en mesure de supporter la charge qu'on leur impose. Des lésions des fibres musculaires peuvent alors se former et entraîner des courbatures.

**❖ La fièvre**

Elle peut être une autre explication aux courbatures en cas d'infection virale comme la grippe. Dans ce cas, les ganglions qui luttent contre le virus en le mettant en présence de lymphocytes destinés à le combattre sont atteints. Cette lutte inflammatoire est source de courbatures.

**❖ La déshydratation**

Elle peut fragiliser les muscles et favoriser l'apparition de courbatures en raison d'un manque d'oxygène.

**❖ Le stress****4.1.3 Les solutions pour soulager les courbatures :**

Pour une récupération musculaire efficace et éviter les courbatures, il existe plusieurs solutions.

**❖ Reposer ses muscles**

Afin d'éviter les courbatures, il est recommandé de ne pas reprendre une activité sportive trop intense dans les 24 à 48 heures après le début des courbatures. Le repos est également conseillé pour éviter de solliciter les muscles endoloris. Pour soulager la zone douloureuse, il est conseillé aussi d'appliquer de la chaleur pour favoriser la circulation sanguine et décontracter les muscles stressés, masser les muscles concernés peut aider à soulager la douleur due aux courbatures.

**4.1.4 Prévenir les courbatures**

Avant et après une pratique sportive, quelques gestes simples peuvent être adoptés pour éviter les courbatures :

- Un échauffement complet et des étirements ;
- Boire de l'eau ;
- Avoir une alimentation adaptée à son activité ;
- Savoir écouter son corps.

#### **4.1.5 Les traitements médicamenteux :**

Certains médicaments comme des antalgiques ou des anti-inflammatoires peuvent être prescrits sur l'avis d'un médecin.

Enfin, n'hésitez pas à consulter un médecin si les courbatures durent depuis longtemps ou sont trop fréquentes ou encore si elles sont accompagnées de l'un de ces symptômes :

- Une forte fièvre.
- Le gonflement des muscles.
- Une extrême fatigue.

Il peut aussi provoquer des douleurs musculaires au niveau du cou et du dos. Une réaction au stress provoque une hypertonie musculaire (hausse de tonus musculaire) bénéfique pour se libérer de l'anxiété, mais devient douloureuse en l'absence de temps physiologique de repos. Un épuisement musculaire peut se faire sentir, car les muscles sont trop sollicités et des courbatures apparaissent.

## **4.2 Les douleurs musculaires :**

### **4.2.1 Définir les douleurs musculaires :**

Elles peuvent apparaître aussi dans le cas d'une fibromyalgie (syndrome caractérisé par des douleurs diffuses dans tout le corps associées à une grande fatigue et à des troubles du sommeil). La douleur augmente alors dans les muscles provoquant des courbatures. Cependant, les causes de ces douleurs ne sont pas totalement définies par les spécialistes.

On distingue les douleurs musculaires temporaires, qui disparaissent progressivement dès la mise au repos du muscle. Ces deux types de douleurs ne nécessitent aucun traitement particulier, mais l'administration d'analgésique permet de diminuer leur intensité.

**4.2.2 Les conséquences de ces douleurs musculaires :**

Les courbatures ne sont pas dangereuses, mais provoquent de la douleur et de l'inconfort, car chaque mouvement devient difficile à réaliser. Elles peuvent avoir des impacts sur la performance, réduire l'amplitude des mouvements, diminuer la capacité des muscles à absorber les chocs et faire baisser la force et la puissance musculaire. En raison de la douleur, il est compliqué de solliciter le muscle entièrement.

Les courbatures peuvent aussi être source de contraintes inhabituelles sur les tendons et les ligaments. Après avoir pratiqué du sport, ces douleurs musculaires touchent particulièrement les cuisses et les jambes (quadriceps, ischio-jambiers et mollets).  
<https://www.passeportsante.net/fr/Maux/Symptomes/Fiche.aspx?doc=courbatures-symptomes>

# **PARTIE PRATIQUE**

**Chapitre I**

**Méthodologie de la**

**recherche**

La présente étude a abordé le sujet de quantification et du contrôle de la CE et le bien être d'une équipe de volleyball senior homme nationale une \*A\*, grâce à l'utilisation de la méthode séance-RPE. Elle s'est déroulée à la salle communale d'Ighrem-Akbou.

## 1. Echantillonnage :

Dans cette étude, l'intérêt est centré d'abord sur l'application d'une méthode de quantification de la CE (séance- RPE) sur la prévention des cas de surentraînement et aussi le bien être parmi les joueurs de l'équipe de volleyball de JSBI durant douze semaines : avant, pendant et après le Ramadan (samedi 25/02/2023 au vendredi 26/05/2023).

En second lieu, le travail est axé sur la comparaison des résultats des trois mésocycles (04 semaines).

Le choix de notre population d'étude a ciblé des joueurs athlètes appartenant à l'équipe masculine de volleyball Jeunesse Sportive Baladiat Ighrem durant trois mois avant, pendant et après le Ramadan 2023 (25/02/2023 au 26/05/2023), avec une durée de journée de jeûne d'environ 15h à 16h. La température et l'humidité moyennes étaient d'environ 26 °C et 28 % avant le Ramadan et de 24 °C, 28 % pendant le Ramadan et de 23 °C et 28 % après le Ramadan. Ces joueurs s'entraînaient dans leur équipe à raison de cinq séances à six séances d'entraînement par semaine et jouaient un match à la fin de semaine.

Notre échantillon est constitué de dix joueurs (n=10) âgés entre 19 ans et 25 ans, L'étude est portée sur une équipe du volleyball masculin division nationale une \*A\*, composé de 14 sujet au départ et on s'est retrouvé à dix plus tard à cause de blessure (02 joueurs). Cependant, pour l'inclusion dans cette étude, ceux qui ont déclaré moins de trois séances par semaine ont été exclus de l'analyse (02 étudiants).

En se référant aux études précédentes dans le domaine sportif et plus précisément sur l'utilisation de la méthode séance-RPE, on trouve que la majorité de ces dernières a été effectuée à partir d'un échantillon réduit comme c'était le cas avec (Poster et al., 2001) avec 14 joueurs de basketball.

Pour notre étude, des différents tests de mesures anthropométriques et de la composition corporelle ont été utilisés vu qu'ils sont appliqués depuis de longues années en raison de leur fiabilité et de leur validité au milieu sportif.

Tableau3 : ci-dessous présente les mesures anthropométriques individuelles de chaque joueur durant notre étude.

N°	Noms & Prénoms	Agés	Poste	Poids/Kg	Tailles/M	IMC/Kg/m <sup>2</sup>
1	BenMokhtar Racim	24	Faut -Passeur	24	1,95	25,77
2	Bedjou Ighmourassen	24	Libero	24	1,78	23,98
3	Tensaouti Faouzi	23	Faut-Passeur	23	1,82	24,15
4	Djabour Lounes	25	Central	25	1,92	26,31
5	Djabour Zidan	23	Central	23	1,90	23,26
6	AitAli Yanis	24	Attaquant-Récéptionneur	24	1,82	21,73
7	Tamaguelt Abdelhak	20	Attaquant-Récéptionneur	20	1,87	20.01
8	Bacha Khoulef	20	Central	20	1,81	24.41
9	Ait Hadji Racim	19	Libero	19	1,76	18.4
10	Idiri Lyes	20	Attaquant-Récéptionneur	20	1,89	20.99
	<b>Moyenne</b>	22,2		23,8333	1,865	24,2
	<b>Ecart type</b>	2,201		0,75277	0,06745	1,670473

IMC (en kg/m <sup>2</sup> )	Classification OMS
Moins de 16,5	Dénutrition
Entre 16,5 et 18,5	Maigreur
<b>Entre 18,5 et 25</b>	<b>Valeur de référence</b>
Entre 25 et 30	Surpoids
Entre 30 et 35	Obésité modérée
Entre 35 et 40	Obésité sévère
Au-delà de 40	Obésité massive

Figure 9 : Calculer son IMC (indice de masse corporelle).

Les participants œuvraient à différentes positions et possédaient différents niveaux d'expérience au sein de l'équipe (âge =  $22,2 \pm 2,201$  ans ; taille =  $1,865 \pm 0,067$  centimètres et poids =  $23,833 \pm 0,752$  kilogrammes). Il est possible de conduire une étude sur l'utilisation de



la perception de l'effort avec un groupe restreint de sujets, comme cela fut le cas pour Lander et al. (2009) avec 9 sujets, Foster et al. (2001) avec 14 joueurs de basket baU, Manzi et al. (2010) avec 8 joueurs de soccer, Min gan ti et al. (2010) avec 10 athlètes de sexe féminin en gymnastique et finalement Rodriguez-Marroyo et al. (2012) avec 12 cyclistes professionnels. Au moment de la collecte des données, les participants possédaient tous une chasuble du club de volleyball.

## 2. Les outils de la collecte de données :

- Google sheets

- Tablette iPad model A2602

- Google forms

- Application de la méthode séance-RPE

Tout au long de notre étude et après 30 minutes à la fin de chaque séance d'entraînement et à chaque match, un questionnaire à remplir sur Google forms concernant sa propre perception de l'effort en utilisant l'échelle de Borg qui a été modifiée par Foster (0-10) dans le but de quantifier la CE de chaque participant et de toute l'équipe.

Par la suite, une collecte des réponses (la note de l'effort perçu) a été réalisée afin de quantifier la CE afin de faire un suivi individuel et précis de l'état de santé et de l'état de forme physique de chaque participant ainsi que toute l'équipe.

Au début, on a commencé par quantifier la CE quotidienne de tous les joueurs et de toute l'équipe, par la suite, à l'aide de cette valeur de la CE, on a calculé les indicateurs d'adaptation positive et négative liés à l'entraînement (monotonie, contrainte et fitness).

En se fondant sur ce qui a été mentionné par Foster dans son ouvrage (1998) concernant les deux indicateurs d'adaptation négative liés à l'entraînement (monotonie, contrainte), on a pu détecter les joueurs surentraînés et blessés.

« Une diminution de la capacité de performance et une apparition de la fatigue au-delà d'un indice de 2, surviennent des blessures au-delà de 2.5 » (Foster, 1998).

« Une contrainte qui dépasse les 6000U.A par semaine peut causer l'apparition du surentraînement, ou bien peut entraîner des blessures au-delà de 10000 UA par semaine » (Foster, 1998).

À la fin de chaque semaine et durant toute la période de notre étude, des réunions avec le responsable de la barre technique de l'équipe de volleyball de JSBI ont été organisées, durant lesquelles un compte rendu sur l'état de forme physique des joueurs, plus précisément sur la CE, la monotonie et la contrainte de chaque sujet a été présenté.

Suite à ces réunions hebdomadaires, le responsable de la barre technique de l'équipe de volleyball de JSBI a été avisé :

- De la charge hebdomadaire de toute l'équipe.
- Qu'il est nécessaire d'allouer des séances d'entraînement individualisées à faible intensité (récupération active et passive) pour les participants qui ont été mentionnés surentraînés. Ces séances avaient pour but la diminution de la CE, la régénération des stocks d'énergie dans le muscle squelettique et la diminution du risque de blessures.

Pendant ces séances, les participants faisaient des différentes techniques de récupération au centre médical du Médecin Taalba ici à Akbou sous forme d'hydrothérapie, de massages, d'étirements et d'électrostimulation.

- ▶ Lors de l'échauffement ou de la période de retour au calme, votre perception de l'effort devrait être plus petit ou égal à 2.
- ▶ Au cours de l'activité physique, votre perception de l'effort devrait se situer entre 3 et 5.

Séances	Course à pied - Aérobic	Course à pied - HIIT
Volume réel (min)	60	45
Intensité ressentie (RPE)	3	8
Charge d'entraînement	180 (60*3)	360 (45*8)

Figure 10 : comment calculer RPE (Foster, 1998).

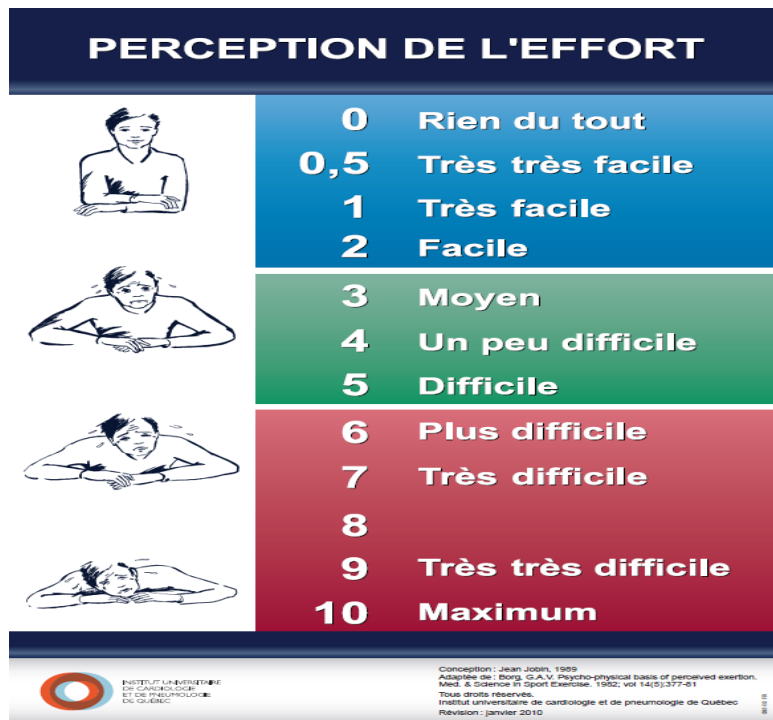


Figure 10 : Échelle Borg CR-10 modifiée de Foster, Source : Foster et al. (2001).

### - L'indice Hooper : (sommeil, fatigue, courbatures et stress).

L'indice Hopper est un indice qui évalue l'état de forme de l'athlète. Il a été développé par (Hooper et al,1995).

L'athlète s'auto-évalue sur 4 items (i.e. la qualité du sommeil, le niveau de fatigue, le niveau de courbatures et le niveau de stress) en se positionnant sur une échelle de 1 à 7 chaque jour.

Ce questionnaire est à remplir tous les jours pour avoir un réel suivi journalier mais aussi hebdomadaire pour pouvoir faire des analyses ensuite. Il peut être d'ailleurs encore plus intéressant à l'approche de périodes de compétitions.

Les sujets ont répondu à un questionnaire abrégé sur la fatigue (8 items). Les 8 questions portaient sur la perception de l'entraînement, du sommeil, des douleurs aux jambes, des infections, de la concentration, de l'efficacité, de l'anxiété, de l'irritabilité et du stress général et ont été évaluées sur une échelle de Likert en 7 points allant de très, très bien (1 point) à très, très mauvais (7 points). Les réponses aux questions ont été additionnées pour obtenir le score total de fatigue (TSF). Un TSF inférieur représentait une bonne perception du bien-être et un score élevé représentait une perception accrue de la fatigue.

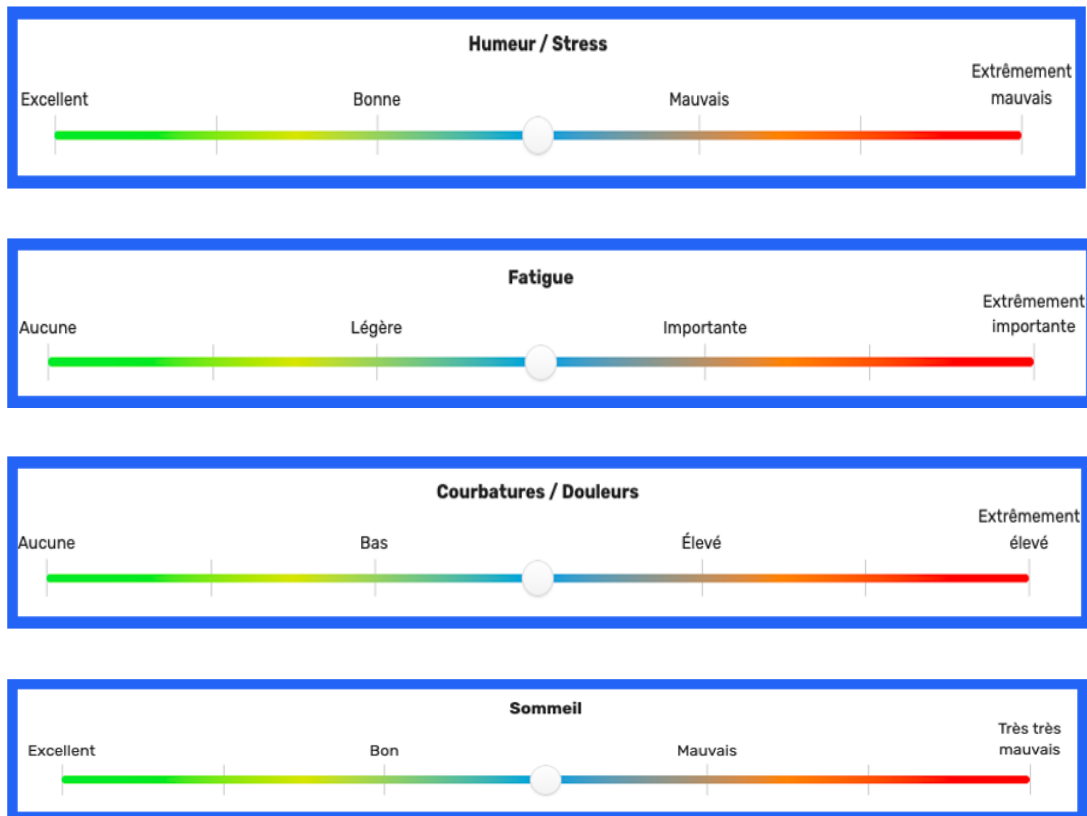


Figure 11 : Echelle de Hooper et al,1995.

### Méthode Session-RPE :

La méthode session-RPE prend en compte l'intensité et la durée de la séance d'entraînement (ou de la compétition) pour calculer la charge d'entraînement ou de compétition. La durée de la séance fait référence à la durée de la séance exprimée en minutes. Un score nominal est donné par un athlète pour décrire son RPE de "l'intensité moyenne de l'entraînement" au cours de cette séance d'entraînement ou de cette compétition. En effet, cette méthode n'est pas seulement valable pour évaluer la charge relative aux séances d'entraînement, mais aussi à la compétition (avec quelques problèmes pratiques pour certaines compétitions où il n'est pas facile de fixer l'exposition, par exemple les sports d'équipe où les changements ne sont pas limités et où, par conséquent, l'exposition de chaque joueur n'est pas facile à évaluer). Pour des raisons pratiques, la "charge d'entraînement" est utilisée dans le reste du document, tout en sachant qu'il s'agit d'une notion assez réductrice puisque la compétition est également prise en compte.

Fondamentalement, l'athlète doit répondre à une question simple : "Comment s'est déroulée votre séance d'entraînement ? en utilisant l'échelle RPE. Foster et al. (2001) ont modifié les ancrs verbales utilisées dans l'échelle CR-10 (Borg, 1962) pour refléter l'anglais

idiomatique américain (par exemple, "light" devient "easy" ; "strong" ou "severe" devient "hard"). Selon Foster et al. (2001), les cotes 6, 8 et 9 ne sont pas exprimées. Ce chiffre unique fourni rétrospectivement par l'athlète se réfère à l'intensité moyenne de l'ensemble de la séance d'exercice. Le tableau 1 présente le CR-10 modifié par Foster et al. (2001). L'athlète doit se familiariser avec cette échelle conformément aux procédures standard (Foster et al., 2001) avant de commencer à recueillir des mesures fiables.

Rating	Descriptor
0	Rest
1	Very, Very Easy
2	Easy
3	Moderate
4	Somewhat Hard
5	Hard
6	
7	Very Hard
8	
9	
10	Maximal

Figure 12: L'échelle CR-10 modifiée par Foster et al. (2001).

Note Hooper	Analyse de l'état de forme
4 → 7,9	Excellent
8 → 15,9	Bon
16 → 19,9	Moyen
20 → 23,9	Mauvais
24 → 28	Très mauvais

Figure 13 : Indice de Hooper état de forme quotidien et performance.

### 3-Protocole de déroulement de la collecte des données :

Le suivi de la charge d'entraînement et du bien-être a été mis en place un mois avant le Ramadan c'est à dire le samedi 25/02/2023 la semaine de début de la charge d'entraînement et du suivi. Pendant le mésocycle d'entraînement, les joueurs devaient remplir l'échelle de Borg à la fin des séances d'entraînement et des matchs et remplir le questionnaire Hooper au lendemain des séances d'entraînement et des matchs.

Les deux questionnaires ont été remplis à l'aide d'un formulaire en ligne ; Google forms.

Le questionnaire de l'indice Hooper (HI) destiné à évaluer le bien-être des athlètes a été administré individuellement à leur réveil avant le début de la matinée après l'entraînement ou le match pour les variables de la qualité du sommeil, du stress, de la fatigue et des douleurs musculaires, les réponses ont été données sur des échelles de 1 à 7. Pour les variables fatigue, stress et courbatures,

1 = très, très faible, et 7 = très, très élevé. Pour la qualité du sommeil, 1 = très, très mauvaise et 7 = très, très bonne (Hooper et Mackinnon, 1995).

L'évaluation de l'effort perçu (PRE) a été quantifiée à l'aide de l'échelle de Borg CR-10 de Borg (Borg, 1998) a été utilisée comme mesure de l'intensité de l'exercice. Sur l'échelle CR-10 de Borg, la valeur 1 = très facile et la valeur 10 = extrêmement difficile. L'échelle CR-10 de Borg a d'abord été présentée aux participants afin de les familiariser avec l'échelle. Ensuite, ils ont utilisé l'échelle pendant 2 semaines (du 11/03 au 25/03/2023) sans inclure les données dans l'étude, dans le seul but de l'étude, d'accroître la familiarisation et la précision des réponses des athlètes.

L'exactitude des réponses de joueur.

Après cette période, et pendant la collecte des données, les joueurs ont noté l'RPE 30 minutes après la fin de l'entraînement dans un formulaire en ligne conçu à cet effet.

En outre, ils ont indiqué la durée de la séance en minutes.

En utilisant les deux informations (c'est-à-dire le score RPE et l'heure de la séance), il a été possible de déterminer la durée de la séance, il a été possible de déterminer le RPE de la session (sRPE) qui représente la charge interne globale de la séance en multipliant le score RPE par la durée de la séance en minutes (Foster et al., 2001). Le sRPE a été utilisé comme une mesure valide et fiable de la charge interne (Foster et al., 2001). Mesure valide et fiable de la charge interne (Haddad et al., 2017). Les données ont été collectées lors de toutes les séances d'entraînement qui ont eu lieu au cours de la période de collecte des données, de sorte que le sRPE a donc été calculée sur une base quotidienne.

**4- Outils des données et statistiques :**

Les statistiques descriptives ont été présentées sous forme de moyenne, écart-type et intervalles de confiance à 95 % (présentés dans les figures 1 à 4). Les variables hebdomadaires de l'RPE et du bien-être ont été traitées comme la moyenne des variables d'RPE et de bien-être chaque semaine pour chaque joueur, puis intégrées à la moyenne des participants. La charge et le bien-être hebdomadaires accumulés [somme des unités arbitraires (U.A.) de toutes les séances de chaque semaine] ont également été calculées pour chaque joueurs et ont ensuite été intégrés à la moyenne des participants. Les comparaisons inter-semaines (comparaisons de la moyenne hebdomadaire de chaque mesure entre les 4 semaines) et intra-hebdomadaires ont été effectuées (comparaisons de la moyenne de chaque mesure sur les 4 semaines pour chaque session d'entraînement) ont été testées à l'aide d'une méthode ANOVA.

# **Chapitre II**

## **Analyse et interprétation des résultats**



### 1- Quantification et analyses :

Une fois collectées, les données ont été saisies, puis analysées à l'aide du logiciel de traitement statistique SPSS v.11 (Windows). Les résultats sont présentés sous forme de tableaux et graphiques démontrant la perception de l'effort lors de chaque séance d'entraînement au cours des trois mois qu'a duré l'étude. Les moyennes et écarts-type (ET) ont été calculés pour la totalité des variables mesurées. De plus, des indicateurs de la Séance-RPE, tels que la monotonie, la contrainte et le « fitness » seront intégrés aux analyses. La monotonie, ou indice d'uniformité, est calculée en divisant la charge d'entraînement (Séance-RPE) quotidienne moyenne sur sept jours par l'écart-type de la charge d'entraînement quotidienne moyenne ( $\text{Charge quotidienne moyenne} / \text{Écart-type de la charge} = \text{Monotonie}$ ). Elle permet de mesurer la variabilité ou l'uniformité au jour le jour de l'entraînement et est associée au surentraînement lorsque les charges d'entraînement sont élevées (Foster, 1998; Coutts, 2001). La contrainte, quant à elle, est calculée en multipliant la charge d'entraînement hebdomadaire, ou l'addition de toutes les Séance-RPE sur sept jours, par la monotonie ( $\text{Charge} \times \text{Monotonie} = \text{Contrainte}$ ). Une contrainte élevée, dépendante de la monotonie, a été associée au surentraînement et à la maladie chez des athlètes (Foster, 1998). Grâce au calcul de la charge d'entraînement hebdomadaire et de la contrainte, nous sommes alors capables de calculer le « fitness » d'un participant en soustrayant la contrainte à la charge d'entraînement hebdomadaire ( $\text{Charge} - \text{Contrainte} = \text{Fitness}$ ) (Gazzano, 2007). Il faut spécifier que les jours où aucun entraînement n'a lieu sont également importants dans le calcul de la charge d'entraînement sur une période de sept jours, de la charge d'entraînement moyenne quotidienne, de la monotonie de l'entraînement et de la contrainte d'entraînement. L'oubli de cette étape fausse les calculs en augmentant la moyenne des Séance-RPE quotidienne, ce qui influence à la hausse la monotonie et la contrainte en plus de faire plonger le niveau de « fitness » et ne tient pas compte des journées de repos dans le microcycle d'entraînement. Les données hebdomadaires de la Séance-RPE seront analysées par un test de Corrélation de Pearson afin de déterminer les liens entre les différentes variables. La valeur P a été établie à  $P = 0,05$ .

### 2-Analyses des données et statistiques :

Les statistiques descriptives ont été présentées sous forme de moyenne, écart-type et intervalles de confiance à 95 % (présentés dans les figures 1 à 4). Les variables hebdomadaires de l'RPE et du bien-être ont été traitées comme la moyenne des variables d'RPE et de bien-être chaque semaine pour chaque joueur, puis intégrées à la moyenne des

participants. La charge et le bien-être hebdomadaires accumulés [somme des unités arbitraires (U.A.) de toutes les séances de chaque semaine] ont également été calculées pour chaque joueurs et ont ensuite été intégrés à la moyenne des participants. Les comparaisons inter-semaines (comparaisons de la moyenne hebdomadaire de chaque mesure entre les 4 semaines) et intra-hebdomadaires ont été effectuées (comparaisons de la moyenne de chaque mesure sur les 4 semaines pour chaque session d'entraînement) ont été testées à l'aide d'une méthode ANOVA à mesures répétées à sens unique, après confirmation des hypothèses de normalité et d'homogénéité des échantillons. Des différences significatives ont été acceptées pour tous les tests avec  $p < 0,05$ .

3-La charge d’entrainement hebdomadaire :

3.1-Discussion et analyse des résultats pendant la durée de notre étude avant, pendant et après le ramadan.

	Samedi			dimanche			lundi			mardi			mercredi			jeudi			vendredi			Charge moyenne Hebdomadaire	charge Hebdomadaire	Monotonie	contrainte	fitness
	RPE	Durée	CE	RPE	Durée	CE	RPE	Durée	CE	RPE	Durée	CE	RPE	Durée	CE	RPE	Durée	CE	RPE	Durée	CE					
semaine 01	0	0	0	2,43	90	219	6,64	120	797	5,57	120	669	5,14	90	463	0	0	0	10	64	640	393,57	2755,00	1,19	3283,31	-528,31
semaine 02	2,29	60	137	4,21	90	379	7	120	840	7,21	120	866	5,79	90	521	0	0	0	4,14	90	373	286,70	1791,89	1,16	2006,56	-48,67
semaine 03	0	0	0	5	90	450	8	120	960	3	90	270	6	90	540	0	0	0	10	74	740	242,70	2052,89	1,82	2010,56	32,33
semaine 04	0	0	0	5,93	120	711	8,21	100	821	6,07	90	546	5,29	90	476	0	0	0	100	65	6500	226,70	1985,89	1,54	1717,56	-68,67
semaine 05	3,71	90	334	8,36	170	1421	5,86	90	527	7,43	120	891	6	90	540	0	0	0	1,93	0	0	293,70	1971,89	1,77	1976,56	102,33
semaine 06	10	62	620	6,36	60	381	11,1	100	1114	8,07	180	1453	7	100	700	0	0	0	10	89	890	313,70	1975,89	1,05	1909,56	-52,67
semaine 07	0	0	0	3,86	100	386	7,14	120	857	5,93	90	534	7,43	100	743	5,14	60	309	10	110	1100	301,70	1954,89	1,41	1907,56	-66,67
semaine 08	0	0	0	3,71	90	334	6,29	100	629	8,07	120	969	7,21	100	721	0	0	0	10	64	640	260,70	1830,89	1,16	2040,56	84,33
semaine 09	0	0	0	0	0	0	5,5	100	550	7,79	120	934	8,71	120	1046	6,07	60	364	10	99	990	260,70	1926,89	1,52	1939,56	0,33
semaine 10	0	0	0	2,71	90	244	5,57	120	669	8	120	960	5,07	90	456	5,29	90	476	0	0	0	265,70	1855,89	1,46	1707,56	143,33
semaine 11	10	67	670	2,57	0	0	5,07	90	456	6,29	120	754	8,07	120	969	3,29	60	197	10	74	740	282,70	2009,89	1,10	1855,56	9,33
semaine 12	0	0	0	2,36	90	212	5,57	120	669	8,14	120	977	6,07	90	546	0	0	0	10	70	700	309,70	2029,89	0,94	1697,56	-65,67

Tableau 14 : variation hebdomadaire des indicateurs de la charge d’entrainement (présent donc toutes les données qui ont été récoltées au cours de l’étude).

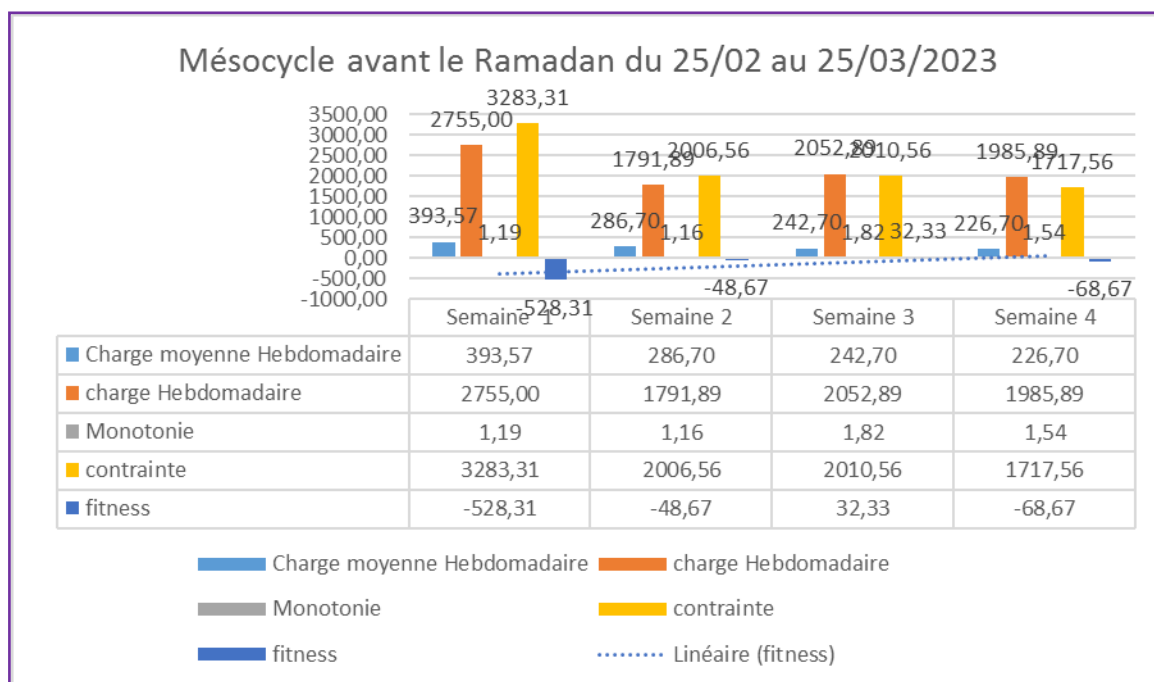


Figure 2: Relation entre la charge d'entraînement, la monotonie, la contrainte et le fitness (avant le Ramadan).

**Analyse des résultats et discussion :**

-La figure n°14, intègre toutes les données des Séance-RPE à chaque semaine à partir du début de l'étude jusqu'à sa conclusion (1<sup>er</sup> mésocycle). Nous remarquons une augmentation de la charge d'entraînement hebdomadaire totale au cours de la semaine n°01. Toutefois, examinons de plus près le contenu de chaque semaine. Nous constatons que pour la première semaine de l'étude, un total de 04 séances d'entraînement et 01 match ont été réalisées pour une charge d'entraînement interne hebdomadaire qui totalise 2755 UA. Lors de la seconde semaine, 06 séances d'entraînement et 01 match ont été réalisées pour une charge d'entraînement interne totale de 1791,89 UA ; 04 séances d'entraînement et 01 match pour 2052,89 UA à la troisième semaine ; 04 séances et 01 match pour 1985,89 UA à la quatrième semaine.

-Lorsque on calcule les charges d'entraînement moyennes pour chaque semaine, nous obtenons 393 UA pour la première semaine d'entraînement, 286 UA pour la seconde, 242 UA pour la troisième et 226 UA pour la quatrième semaine. Nous remarquons également la contrainte est supérieure à la CE hebdomadaire pendant la semaine 1 = **CE=2755 UA, IC=3283.UA**, semaine 2 = **CE=1791 UA, IC=2006.UA**, alors la capacité de performance est affectée. On constate que la charge d'entraînement(CE) imposée est importante durant la semaine 3 = **CE=2052 UA, IC=2010 UA**, semaine 4 = **CE=1985 UA, IC=1717.UA**, mais également une faible contrainte, selon (Gazzano, 2007), charge d'entraînement(CH) élevé et contrainte faible, entraînement est bien toléré.

► soit une amélioration des performances (Donovan et Brooks, 1983 ; DONOVAN et PAGLIASSOTI, 1990 ; MAC RAE et coll., 1992)

- soit un état de surentraînement passager (Snyder et coll., 1993 ; Urhausen et coll., 1998 ; BOSQUET et coll., 2001).
  - Selon (Foster, 1998) lorsque la contrainte hebdomadaire est plus basse (faible) que la charge hebdomadaire, la capacité de performance augmente et vice-versa.

-Indice de Monotonie : indice de monotonie (IM) = 1,359 UA, indicateur de variation de la charge de travail, lié aux adaptations négative de la charge d'entraînement est relativement faible. Il faut rappeler qu'une monotonie basse d'entraînement pourrait prévenir la survenue des blessures et améliorer la performance. (Chiha et autres, 2015). Il n'existe pas de valeur de référence concernant la monotonie et la contrainte mais (Gazzano, 2007) propose de ne pas dépasser une monotonie de valeur (1).

Tandis que (Foster, C, &. ; Lehmann., 1997) proposent de maintenir la monotonie sous la barre de valeur (2). (Foster, 1998) a montré qu'un indice de 2 était la limite pouvant engendrer fatigue et surentraînement et qu'un indice égal ou supérieur à 2,5 provoqué blessure et/ou maladie. Il est donc important de faire varier la C.H en volume, en intensité ou en thématique afin de diminuer cet indice.

- Indice de fitness (état de forme) : semaine n°1 (IF = -528 UA), signifiant qu'indicateur positif de la capacité de performance. Donc l'augmentation de la sensation de bien-être subjectif pendant la période d'affûtage a permis d'expliquer l'amélioration de la performance en compétition dans 72% des cas (Hooper S L, 1995 (Le fitness renseigne la capacité de l'athlète à performer. Plus l'indicateur de fitness est haut plus l'athlète est théoriquement en forme.)

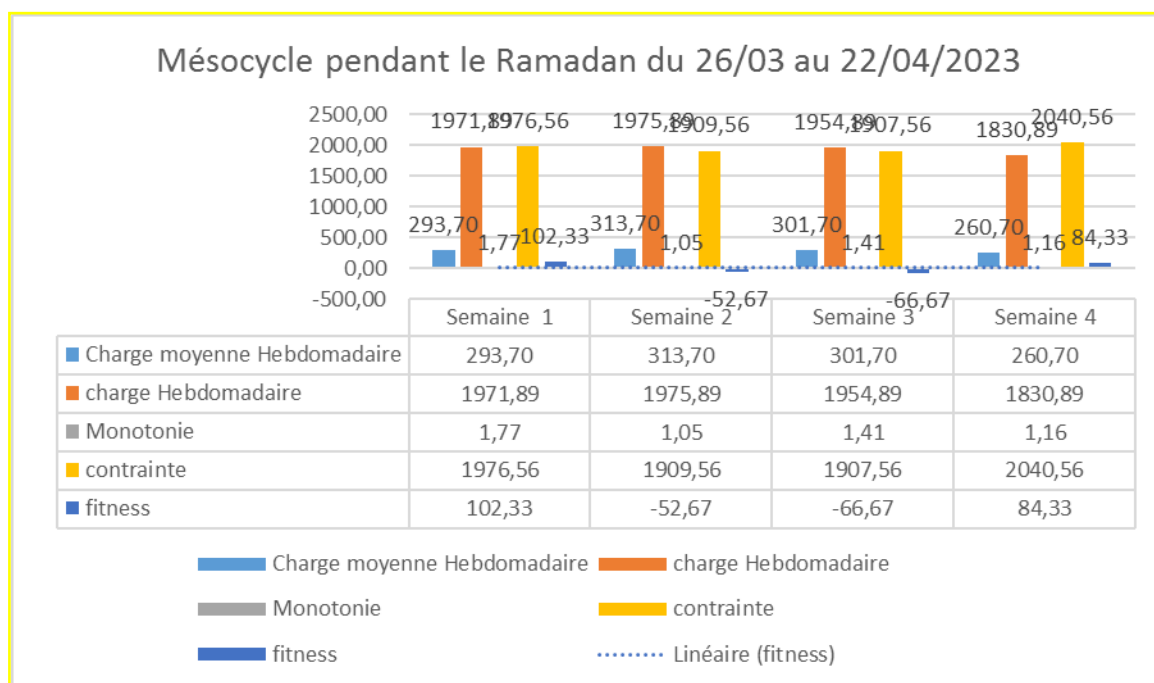


Figure 3: Relation entre la charge d'entraînement, la monotonie, la contrainte et le fitness (avant le Ramadan).

**Analyse des résultats et discussion :**

-La figure n°15, intègre toutes les données des Séance-RPE à chaque semaine (2<sup>em</sup> mésocycle). Nous remarquons une stabilité de la charge d'entraînement hebdomadaire totale au cours des semaines. Toutefois, examinons de plus près le contenu de chaque semaine.

Nous constatons que pour la première semaine de l'étude, un total de 04 séances d'entraînement et 01 match ont été réalisées pour une charge d'entraînement interne hebdomadaire qui totalise 1971 UA. Lors de la seconde semaine, 06 séances d'entraînement et 01 match ont été réalisées pour une charge d'entraînement interne totale de 1975,89 UA, 04 séances d'entraînement et 01 match pour 1954,89 UA à la troisième semaine ; 04 séances et 01 match pour 1830,89 UA à la quatrième semaine. On remarque une diminution de la charge durant ce mois et c'est une bonne programmation pour garder le niveau physique vu que c'est la période de jeûne.

-Lorsque on calcule les charges d'entraînement moyennes pour chaque semaine, nous obtenons 293 UA pour la première semaine d'entraînement, 313UA pour la seconde, 301 UA pour la troisième et 260 UA pour la quatrième semaine une augmentation par rapport au mésocycle précédent durant toutes les quatre semaines.

-Egalement la contrainte est un niveau bas par rapport à la charge d'entraînement (CE) hebdomadaire pendant la semaine 2 = CE=1975 UA, IC=1909.UA, semaine 3 = CE=1954 UA, IC=1907.UA, charge d'entraînement(CH) élevée et contrainte faible, entraînement est bien toléré. Nous remarquons également la contrainte est supérieure à la CE hebdomadaire pendant la semaine 1 = CE=1971 UA, IC=1976.UA, semaine 3 = CE=1830UA, IC=2040.UA, alors la capacité de performance est affectée.

- Parallèlement à cette stabilité de la charge d'entraînement, on remarque la monotonie moyenne ou de l'uniformité des séances d'entraînement est sous la barre de valeur (2) durant les quatre semaines, Il faut rappeler qu'une monotonie basse d'entraînement pourrait prévenir la survenue des blessures et améliorer la performance. (Chiha et autres, 2015). Entraînement est bien toléré.

-Le cas du « fitness », la relation inverse est observée ; c'est-à-dire une diminution du fitness durant la deuxième semaine IF= -52,67 et de -66,67 pour la semaine n°03 signifiant qu'indicateur négatif de la capacité de performance. C'est notamment au cours de la première semaine est affiché le niveau de fitness plus élevé 102,33, cet indicateur de la capacité de performance (l'amélioration de la performance en compétition (Hooper S L, 1995).

### **Ratio de Charge Aiguë /Chronique (RCAC) :**

Ce ratio représente la charge supportée durant la semaine actuelle, relativement à la charge des 4 dernières semaines : la moyenne des charges hebdomadaires (charge aiguë) sur la moyenne des charges du mésocycle précédent (charge chronique) (A. Sedeaud, 2018)

La moyenne de 4 dernières semaines précédentes est : 1149,67 UA (qui représente la charge chronique) et la charge du dernier mésocycle est 1169,8 UA, donc le ratio (RCAC) =  $1169,8/1149,57 = 1,01$  donc entraînement optimal - capacité de performance.

### **Discussion :**

Un ratio de 0,5 veut dire que le sportif a eu une charge 2 fois moins élevée la semaine en cours par rapport aux 4 dernières semaines.

À l'inverse, un ratio de 2 veut dire que le sportif a eu une charge 2 fois plus élevée la semaine en cours par rapport aux 4 dernières semaines.

Dans l'étude de Blanch & Gabbett (2016), le ratio aigu : chronique de l'entraînement dit "normal" devrait se trouver entre 0.8 et 1.3.

- >1.5 : sur entraîné.
- Entre 0.8 et 1.3 : entraînement optimal - capacité de performance.
- <0.8 : sous entraîné.

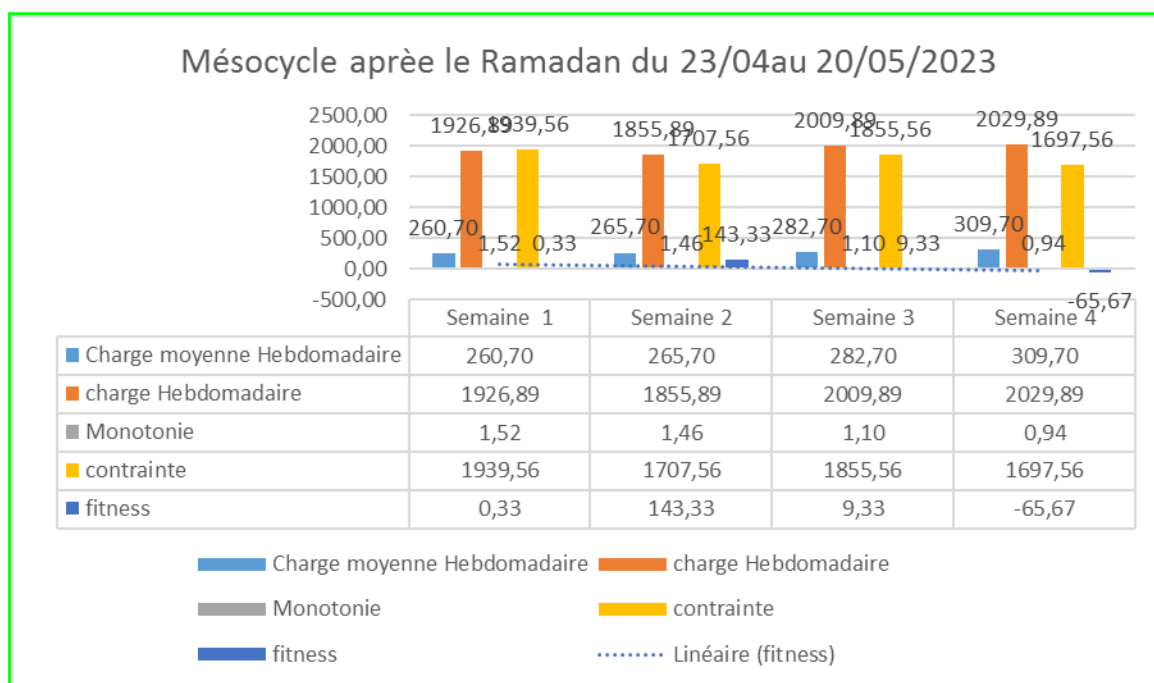


Figure 17 : Relation entre la charge d'entraînement, la monotonie, la contrainte et le fitness (avant le Ramadan).

**Analyse des résultats et discussion :**

-La figure n°16, intègre toutes les données des Séance-RPE à chaque semaine (3<sup>em</sup> mésocycle). Nous remarquons une stabilité de la charge d'entraînement hebdomadaire totale au cours des semaines (la moyenne de la charge d'entraînement et plus que la moyenne de contrainte). Toutefois, examinons de plus près le contenu de chaque semaine. Nous constatons que pour la première semaine de l'étude, un total de 05 séances d'entraînement et 01 match ont été réalisées pour une charge d'entraînement interne hebdomadaire qui totalise 1926,89 UA. Lors de la seconde semaine, 05 séances d'entraînement et 00 match ont été réalisées pour une charge d'entraînement interne totale de 1855,89 UA, 06 séances d'entraînement et 01 match pour 2009,89 UA à la troisième semaine ; 05 séances et 01 match pour 2029,89 UA à la quatrième semaine.

Parallèlement à cette augmentation de la charge d'entraînement, on remarque que cette augmentation est plus que de la contrainte moyenne.

-Lorsque on calcule les charges d'entraînement moyennes pour chaque semaine, nous obtenons 260 UA pour la première semaine d'entraînement, 265UA pour la seconde, 282 UA pour la

troisième et 309 UA pour la quatrième semaine une baisse par rapport au mésocycle précédent (Pendant le ramadan) sauf la quatrième semaine, il y a une hausse (pendant 309-après 260).

-On remarque une augmentation de la charge d'entraînement lors de la troisième semaine et la quatrième semaine de l'étude, période où la plus grande charge par rapport à la première semaine et la deuxième semaine d'entraînement ont été réalisées.

-Egalement la contrainte est un niveau bas par rapport à la charge d'entraînement (CE) hebdomadaire pendant la semaine 2 = CE=1855 UA, IC=1707.UA, semaine 3 = CE=2009 UA, IC=1855.UA, semaine 4 = CE= 2029 UA, IC= 1697 UA, charge d'entraînement(CH) élevée et contrainte faible, entraînement est bien toléré. Nous remarquons également la contrainte est supérieure à la CE hebdomadaire pendant la semaine 1 = CE=1926 UA, IC=1939.UA, alors la capacité de performance est affectée.

-Maintenir la monotonie sous la barre de valeur (2). (Foster, 1998).

-Le cas du « fitness », la relation inverse est observée ; c'est-à-dire une diminution du fitness durant la quatrième semaine IF= -65,67 signifiant qu'indicateur négatif de la capacité de performance. C'est notamment au cours de la deuxième semaine est affiché le niveau de fitness plus élevé, cet indicateur de la capacité de performance.

**Ratio de Charge Aiguë /Chronique (RCAC) :**

Ce ratio représente la charge supportée durant la semaine actuelle, relativement à la charge des 4 dernières semaines : la moyenne des charges hebdomadaires (charge aiguë) sur la moyenne des charges du mésocycle précédent (charge chronique) (A. Sedeaud, 2018) La moyenne de 4 dernières semaines précédentes est : 1149,67 UA (qui représente la charge chronique) et la charge du dernier mésocycle est 1169,8 UA, donc le ratio (RCAC) = 1118,8/1169,8 =0,95 donc entraînement optimal - capacité de performance.

**Discussion :**

Un ratio de 0,5 veut dire que le sportif a eu une charge 2 fois moins élevée la semaine en cours par rapport aux 4 dernières semaines.

À l'inverse, un ratio de 2 veut dire que le sportif a eu une charge 2 fois plus élevée la semaine en cours par rapport aux 4 dernières semaines.

Dans l'étude de Blanch & Gabbett (2016), le ratio aigu : chronique de l'entraînement dit "normal" devrait se trouver entre 0.8 et 1.3.

- >1.5 : sur entraîné.
- Entre 0.8 et 1.3 : entraînement optimal - capacité de performance.
- <0.8 : sous entraîné.

**Remarque :** Cette saison 2022/2023, il y a 10 équipes dans le groupe centre-ouest l'équipe du JSBI a remporté durant le championnat, [(06) victoires, (12) matchs perdu, pour la première fois de son histoire l'équipe est maintenue dans l'élite avec 5 victoires en Play-Down, avant le dernier tournoi de cette phase, il y a 5 équipes dans ce tournoi : le résultat est 5 victoires et 3 défaites.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
<b>Stresse</b>	1,44 ±0,17	1,31 ±0,11	1,16 ±0,12	1,57 ±0,11	1,03 ±0,06	2,11 ±0,14	1,96 ±0,13	1,53 ±0,07	1,17 ±0,13	1,06 ±0,01	1,71 ±0,20	1,07 ±0,075
<b>Niveau de fatigue</b>	1,44 ±0,1	1,63 ±0,099	0,91 ±0,073	1,96 ±0,15	1,94 ±0,167	2,69 ±0,06	3 ±0,095	1,59 ±0,08	1,41 ±0,17	1,16 ±0,10	1,67 ±0,11	1,13 ±0,08
<b>Douleurs Musculaires</b>	1,57 ±0,116	1,76 ±0,16	1,07 ±0,07	1,97 ±0,11	1,63 ±0,19	2,64 ±0,13	2,86 ±0,06	1,6 ±0,06	1,46 ±0,12	1,09 ±0,16	1,31 ±0,18	1,04 ±0,13
<b>Qualité de Sommeil</b>	1,07 ±0,1	1,34 ±0,16	1,01 ±0,12	1,63 ±0,18	1,43 ±0,095	2,3 ±0,105	2,61 ±0,165	1,64 ±0,07	1,13 ±0,09	1,21 ±0,07	1,43 ±0,095	1,07 ±0,075

**Tableau 4 :** variation hebdomadaire des indicateurs de bien-être (présent donc toutes les données qui ont été récoltées au cours de l'étude).



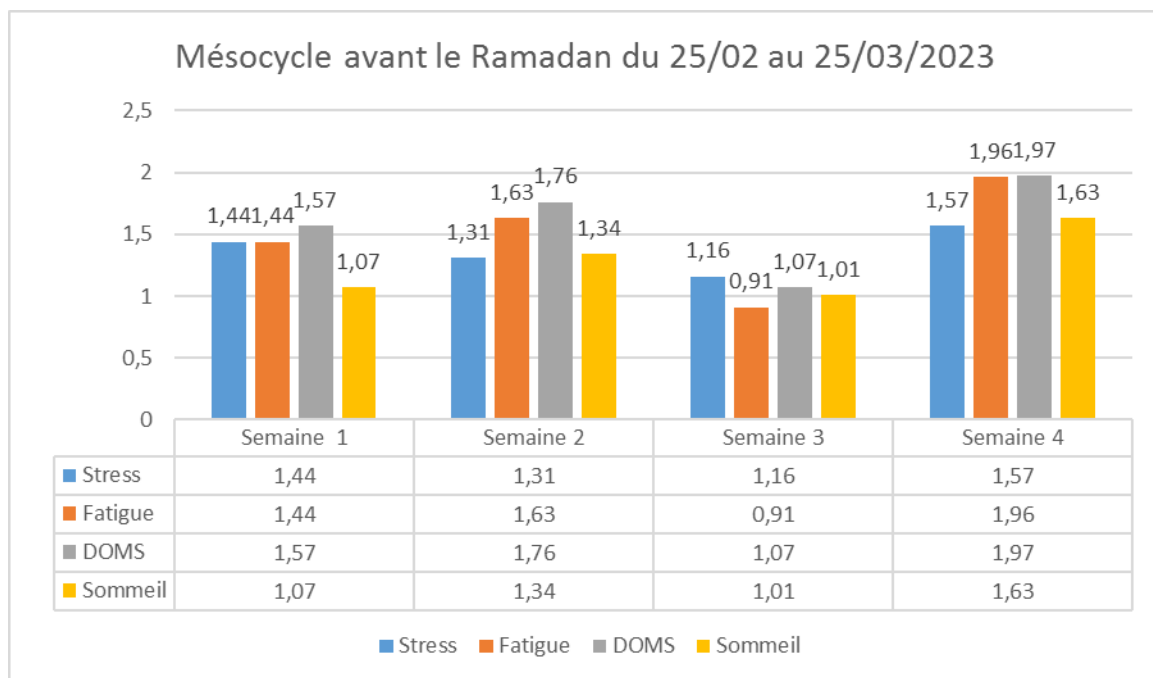


Figure 18 : Relation entre les indices de bien-être (avant le Ramadan).

**Analyse des résultats et discussion :**

**-Le stress :** les valeurs durant quatre semaines = aucun stress

Semaine n° 01	Semaine n° 02	Semaine n° 03	Semaine n° 04
1,44	1,31	1,16	1,57
±0,17	±0,11	±0,12	±0,11

Tableau 5 : les moyennes et écart-type de stress (avant Ramadan).

**-La fatigue :** les valeurs durant quatre semaines = Aucune fatigue.

Semaine n° 01	Semaine n° 02	Semaine n° 03	Semaine n° 04
1,44	1,63	0,91	1,96
±0,1	±0,099	±0,073	±0,15

Tableau 6 : les moyennes et écart-type de fatigue (avant le Ramadan).

**Les douleurs musculaires :** les valeurs durant quatre semaines =  
Aucune douleur.

Semaine n° 01	Semaine n° 02	Semaine n° 03	Semaine n° 04
1,57	1,76	1,07	1,97
±0,116	±0,16	±0,07	±0,11

**Tableau 7 :** les moyennes et écart-type des douleurs musculaires (avant le ramadan).

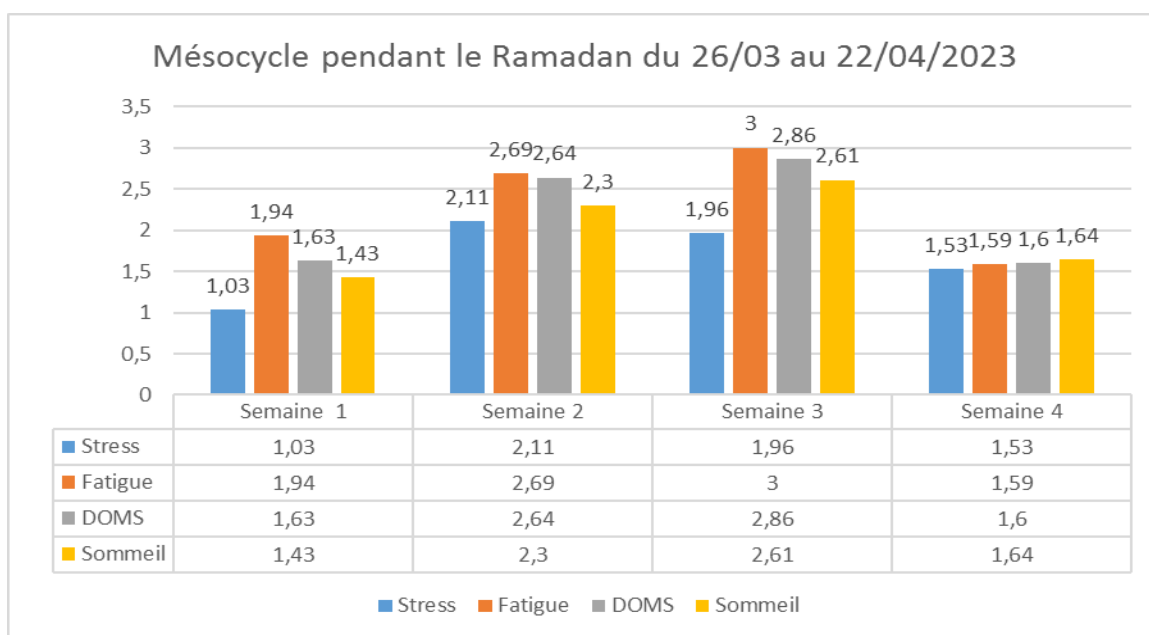
**-Le sommeil :** les valeurs durant quatre semaines = Excellent sommeil.

Semaine n° 01	Semaine n° 02	Semaine n° 03	Semaine n° 04
1,07	1,34	1,01	1,63
±0,1	±0,16	±0,12	±0,18

**Tableau 4:** les moyennes et écart-type de sommeil (avant Ramadan).

**Discussion :**

Selon les données, aucune fatigue et l’absence de stress, avec excellent sommeil et aucune douleur musculaire durant la période avant le Ramadan.



**Figure 19 :** Relation entre les indices de bien-être (pendant le Ramadan).

**Analyse des résultats et discussion :**

**-Le stress :** les valeurs durant quatre semaines = Aucun et très léger stress.

Semaine n° 01	Semaine n° 02	Semaine n° 03	Semaine n° 04
1,03	2,11	1,96	1,53
±0,06	±0,14	±0,13	±0,07

**Tableau 9 :** les moyennes et écart-type de stress (pendant le Ramadan).

**-La fatigue :** les valeurs durant quatre semaines = Aucune, très léger et léger fatigue.

Semaine n° 01	Semaine n° 02	Semaine n° 03	Semaine n° 04
1,94	2,69	3	1,59
±0,167	±0,06	±0,095	±0,08

**Tableau 10 :** les moyennes et écart-type de fatigue (pendant le Ramadan).

**-Les douleurs musculaires :** les valeurs durant quatre semaines = aucune douleur et très légère lassitude musculaire.

Semaine n° 01	Semaine n° 02	Semaine n° 03	Semaine n° 04
1,63	2,64	2,86	1,6
±0,19	±0,13	±0,06	±0,06

**Tableau 11 :** les moyennes et écart-type des douleurs musculaires (pendant le Ramadan).

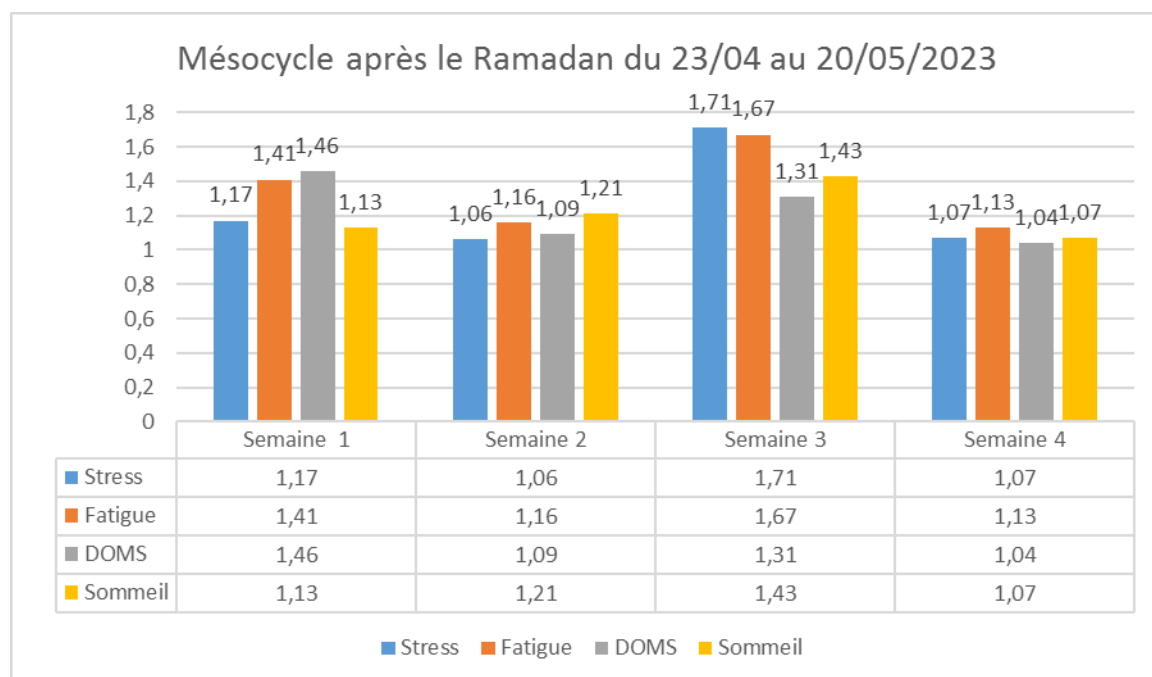
**-Le sommeil :** les valeurs durant quatre semaines = Excellent et très bon.

Semaine n° 01	Semaine n° 02	Semaine n° 03	Semaine n° 04
1,43	2,3	2,61	1,64
±0,095	±0,105	±0,165	±0,07

**Tableau n° 12 :** les moyennes et écart-type de sommeil (pendant le Ramadan).

**Discussion :**

D'après les tableau n°11-12-13 et 14) la semaine n°01, n°03 et n°04 indique aucun stress, à signaler légère stress durant la semaine n°2, aucune fatigue durant la semaine n°01 et n°04 mais on constat très légère fatigue durant la semaine n°2 et légère fatigue pendant la semaine n°03. Aucune douleur musculaire durant la semaine n°01 et n°04 et très léger lassitude musculaire durant la 2ème et 3ème semaine, avec très bon sommeil durant la semaine n°03 et n°02 et excellent en première et quatrième semaine.



**Figure 20 : Relation entre les indices de bien-être (après le Ramadan).**

**Analyse des résultats et discussion :**

**-Le stress :** les valeurs durant quatre semaines = Aucun stress (après le Ramadan).

Semaine n° 01	Semaine n° 02	Semaine n° 03	Semaine n° 04
1,17	1,06	1,71	1,07
±0,13	±0,01	±0,20	±0,075

**Tableau 13 : les moyennes et écart-type de stress**

**-La fatigue** : les valeurs durant quatre semaines = Aucune fatigue (après le Ramadan).

Semaine n° 01	Semaine n° 02	Semaine n° 03	Semaine n° 04
1,41	1,16	1,67	1,13
±0,17	±0,10	±0,11	±0,08

**Tableau 14** : les moyennes et écart-type de fatigue.

**-Les douleurs musculaires** : les valeurs durant quatre semaines = aucune douleur (après le Ramadan).

Semaine n° 01	Semaine n° 02	Semaine n° 03	Semaine n° 04
1,46	1,09	1,31	1,04
±0,12	±0,16	±0,18	±0,13

**Tableau 15** : les moyennes et écart-type des douleurs musculaires

**-Le sommeil** : les valeurs durant quatre semaines = Excellent sommeil (après le Ramadan).

Semaine n° 01	Semaine n° 02	Semaine n° 03	Semaine n° 04
1,13	1,21	1,43	1,07
±0,09	±0,07	±0,095	±0,075

**Tableau n° 16** : les moyennes et écart-type de sommeil

**Discussion** : Selon le data aucun stress et aucune fatigue durant toutes les semaines ainsi l'absence de douleur musculaire et un excellent sommeil pour toutes les semaines.

**Discussion**

Plusieurs études ont été réalisées pour élucider l'influence du jeûne de Ramadhan sur l'organisme, ces études qui rapportaient des conclusions parfois contradictoires ont touché plusieurs paramètres : certains auteurs ont examiné les variations pondérales associées à la pratique du jeûne, ils ont trouvé dans leur études une chute significative du poids corporel et parfois de la masse grasse alors que d'autres études n'ont pas trouvé de changement pour les composantes pondérales.

Des études ont été réalisées pour évaluer les apports énergétiques pendant le mois de Ramadhan alors que d'autres études ont évalué les réponses physiologiques et ont étudié l'influence du jeûne sur les performances sportives.

La mise en relation des éléments théoriques et les résultats de notre étude en tenant compte de la rareté des études effectuées dans ce domaine, englobant à cet effet, l'ensemble des paramètres que nous avons pris en considération, a rendu difficile l'interprétation des résultats relevés. Cela, n'a pas été du tout à la faveur d'une comparaison bien élaborée. Néanmoins, à travers certaines données que nous nous sommes procurées, concernant les aspects évalués dans notre étude, nous avons pu établir le constat selon AV/Rmd, PDT et AP/Rmd lequel les résultats des sujets de notre échantillon demeurent en deçà des valeurs normales communément admises. Autrement dit, ce n'est guère à la faveur d'une performance établie.

Les résultats obtenus ont permis de montrer que les réponses des sujets aux épreuves d'évaluation des paramètres anthropométriques et des indices de la performance physique ne varient pas considérablement tout au long de l'expérimentation, à savoir, avant, pendant ou après la période du jeûne. Le degré de signification de la différence entre les moyennes obtenues, n'est pas important et ne s'est distingué d'aucune dispersion en évolution.

L'analyse des résultats obtenus dans l'évaluation des paramètres anthropométriques permet de souligner que le poids corporel n'a pas changé significativement. Ceci peut être expliqué par la diminution de la dépense énergétique causée par le manque d'activité en général pendant la journée du jeûne, et particulièrement, par la diminution de la charge d'entraînement imposée par l'entraîneur parallèlement à une diminution de l'apport énergétique pendant ce mois. Une enquête alimentaire aurait donné certainement plus d'éclaircissements sur la nature de l'apport énergétique pendant le jeûne comparé à la période

normale. Nos résultats rejoignent les résultats de (Ramdan et al 2002) et vont à l'encontre des résultats de (Cissé et al 1995)

Le composant adipeux, paramètre le plus influencé par l'alimentation, n'a pas changé significativement malgré la diminution de l'apport énergétique durant ce mois. La masse maigre ou la masse active, n'a pas tellement, changé chez les volleyeurs jeûneurs.

### **L'analyse statistique.**

Il en est de même pour les résultats obtenus dans l'évaluation des indices de la charge d'entraînement et l'indice de bien-être. L'analyse et l'interprétation permettent de soutenir qu'en dépit du jeûne et témoins du niveau de performance des sujets, en considération aux différentes périodes retenues pour l'évaluation, à savoir, avant, pendant et après le jeûne du ramadan. Les normes standards ils sont, en faveur d'une certaine performance des sujets de notre échantillon.

Les valeurs moyennes du charge d'entraînement avant le ramadan est 1149,67 UA, pendant est 1067,8 UA et de 1118,8 UA après le ramadan. Les valeurs maximales sont obtenues avant le ramadan.

Puis régressent en 2<sup>ème</sup> mois et en troisième mois s'est caractérisée par une hausse des valeurs après le Ramadan, Le ratio (RCAC) =  $1169,8/1149,57 = 1,01$  donc entraînement optimal - capacité de performance pendant le ramadan et après le ramadan le ratio (RCAC) =  $1118,8/1169,8 = 0,95$  donc entraînement optimal - capacité de performance.

Ce qui a été rapporté dans la littérature scientifique, il est difficile de reporter l'insuffisance des résultats aux effets du jeûne. En effet, une exploration élargie et orientée dans le sens du contenu et les facteurs des entraînements, pourra expliquer l'aspect physiologique de l'activité enzymatique des muscles impliquée dans le métabolisme aérobie d'où l'amélioration des paramètres évalués.

L'évaluation du bien-être a consisté à réaliser un effort maximal pendant le ramadan durant la journée qui coïncide la séance d'entraînement dont la pertinence est importante pour mesurer l'état de forme chez les joueurs des disciplines sportives comme le Volleyball nécessitant une adaptation des processus. Les valeurs d'indice de Hooper indiquent que ce paramètre a, certes, connu une baisse en phase d'adaptation à l'effet du jeûne chez nos sujets, mais c'est sans signification ni dispersion dans l'analyse statistique durant la période Av/Ramadan est en très bon signe.

L'évaluation de la capacité de récupération, chez nos joueurs a été possible grâce à l'analyse de l'état de forme. La courbe d'évolution des valeurs moyennes obtenues pour ce paramètre (entre 0,96 et 1,96), mésocycle avant le ramadan et (1,03 et 2,86) mésocycle pendant le Ramadan et (1,04 et 1,71) mésocycle après le ramadan en tenant compte du volume et l'intensité de l'entraînement RPE, classe nos sujets en catégorie moyenne. A signaler que l'analyse statistique n'indique pas de dispersion importante dans l'évolution des valeurs de l'indice de bien-être même si la différence est peu significative.

Explorant les cas de fatigue musculaire ou de surentrainement, l'expérimentation a requis l'analyse de l'Indice relatif à l'Entraînement. Et si on réfère aux hypothèses de travail de Chignon et Leclercq (in, Wullaert 1984), le chiffre supérieur à 2 de monotonie pour l'indice relatif à l'entraînement, serait témoin d'un déséquilibre dans l'entraînement, ce qui signifie une mauvaise adaptation à l'effort. Les résultats enregistrés pour ces paramètres chez nos sujets (0,96 : valeur minimale et 1,82 pour la valeur maximale), entraînement est bien toléré.



# **Conclusion**

### **Conclusion :**

Le respect du ramadan implique la privation de plusieurs aspects des besoins primaires d'une personne, et cette étude suggère qu'il y a un impact négatif sur la performance physique des athlètes.

Cette étude suggère qu'il n'y a pas d'approche unique mais plutôt un ensemble de stratégies pour essayer de contourner ou de réduire les perturbations négatives du ramadan.

Les perturbations négatives du jeûne du Ramadan. Il s'agit notamment de mettre en œuvre ou d'appliquer différents aspects de la fréquence, de l'intensité (quantité ou volume), du calendrier et des types d'entraînement,

La nutrition, le sommeil, le repos et même le mode de vie personnel et les stratégies de comportement social

### **Recommandations et conclusion :**

Cette différence s'est maintenue pour les blessures en match pendant le mois sacré du Ramadan et les deux mois suivants après ajustement des données en fonction de l'âge, après avoir ajusté les données en fonction de l'âge. Ces résultats pourraient s'expliquer par l'éventuelle incapacité des joueurs non musulmans à gérer les changements de l'environnement, de rythme circadien et de sommeil imposés par le changement d'horaire pendant le ramadan, en plus du problème qu'ils rencontrent pour s'adapter au climat chaud et humide, ce qui peut être un facteur de risque pour les joueurs non musulmans, ce qui peut constituer un autre facteur de risque de blessure sportive.

Par conséquent, il est recommandé que les entraîneurs et le personnel médical impliqués dans la gestion des joueurs à jeun surveillent et adaptent leur rythme de sommeil.

En outre, il convient d'accorder une attention particulière aux interventions de récupération (repos, nutrition, hydratation), afin de réduire les risques de blessure.

A l'état du jeûne, l'organisme mobilise, dans une première étape, ses réserves glucidiques. Les cellules musculaires ne peuvent pas libérer du glucose dans la circulation sanguine contrairement au glycogène hépatique qui peut fournir du glucose aux autres tissus mais ceci n'est valable que pour une période de courte durée.

Mais, la mise en relation des éléments théoriques issus de différents champs scientifiques et des observations faites lors de l'analyse des résultats permet de conclure qu'il n'existe aucune influence physiologique du jeûne (Ramadan) sur l'organisme à l'effort.

Compte tenu de l'absence de périodes sensibles à l'effet du jeûne, durant l'expérimentation, il semble difficile d'affirmer d'une manière catégorique que la pratique du jeûne de ramadan réduise la performance physique.

Seulement, il y a lieu de souligner que notre expérimentation s'est déroulée dans des conditions climatiques très modérées, à ne pas négliger en période des grandes chaleurs où la déperdition en sels et en eau est importante ou lorsque les équilibres organiques sont fragilisés par une affection quelconque : on doit en particulier être alerté sur les symptomatologies susceptibles de se développer. Il faut systématiquement, éviter les exercices intenses ou trop prolongés, car ceci peut amener rapidement le sujet quelque peu déséquilibré avant l'activité au seuil critique de déficit.

C'est ce qui devait ressortir de la présente étude, si on se réfère à l'hypothèse principale supposée au préalable.

# **Bibliographie**

**Bibliographies**

1. Roky R, Houti I, Moussamih S, Qotbi S, Aadil N. Physiological and chronobiological changes during Ramadan intermittent fasting. *Ann Nutr Metab* 2004;48:296-303.
2. The Impact of Ramadan Observance upon Athletic Performance *Nutrients* 2012, 4, 491-505; doi:10.3390/nu4060491).
3. Effects of Ramadan Fasting on Health and Athletic Performance, Dr. Hamdi Chtourou, June, 2015
4. Mujika I, Chaouachi A, Chamari
5. Alexio H, Cootts A. (2008). A Comparison of Methods Used for Quantifying Internal Training Load in Women Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 320–330.
6. Banister EW, C. T. (1975). A systems model of training for athletic performance. *Aust. J. Sports Med. Exer. Sci*, 7, 57-61.
7. Bishop, PA, Jones, E, and Woods, AK. Recovery from training: a brief review. *J Strength Cond Res* 22: 1015–1024, 2008.
8. Bompa, T. &. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training* ((5th Edition) ed.). (H. Kinetics, Ed.)
9. Borg, E., & Kaijser, . (2006). A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16, 57-69.
10. Borges L, Dermargos A, Gorjão R, Cury-Boaventura MF, Hirabara SM, Abad CC, et al. Updating futsal
11. Bosquet, & al . (2008). Is heart rate a convenient tool to monitor over-reaching? A systematic review of the literature. *Br J Sports Med*, 42(9).
12. Bouhlel E, Salhi Z, Bouhlel H, et al. Effect of Ramadan fasting on fuel.
13. Bouhlel E, Zaouali M, Miled A, et al. Ramadan fastinf and the GH/ IGF-1 axis of trained men during sumaximal exercise. *Ann Nutr Metab*. 2008;52:261–266.
14. Celine, C. M.-B. (2011). The perceived exertion to regulate a training program in young women. *J Strength Cond Res*, 25(1), 220-224.
15. Childinjuryprevention. (n.d.). Retrieved from <http://childinjuryprevention.ca>
16. Clin. Cytom. J. Int. Soc. Anal. Cytol., vol. 374, no. May, pp. 367–374, 2009, doi:
17. Coggan, A. (2008). *The Science of the Performance Manager*. Retrieved from <https://www.trainingpeaks.com/blog/thescience-of-the-performance-manager/>

18. concomitant enteropathy-associated t cell lymphoma: case report suggesting a possible
19. Coutts A, R. P. (2003). Changes in physiological and performance characteristics of semi-professional rugby league players in relation to training load: A case study. *Journal of Sci. Med. Sport*, 6(4).
20. Coutts Aaron James, R. v. (2010). Monitoring training loads in elite tennis. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*.
21. Coutts, AJ, Slattery, KM, and Wallace, LK. Practical tests for monitoring performance, fatigue, and recovery in triathletes. *J Sci*
22. Exercise training. *J Strength Cond Res* 15: 109–115, 2001.
23. Foster C, Daines E, Hector L, Snyder AC, Welsh R. Athletic performance in relation to training load. *Wisconsin Medical Journal* 1996, 95: 370-374.
24. Foster C, Daniels JT, Seiler S. Perspectives on correct training approaches. In M. Lehmann & C. Foster & U. Gastmann & H. A. Keizer & J. M. Steinacker (Eds.),
25. Foster C, F. J. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res* , 15 (1), 109- 115
26. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, Doleshal P, Dodge C. 2001.
27. Foster C, Hector LL, Welsh R, Schragger M, Green MA, Snyder AC. Effects of specific versus cross-training on running performance. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1995.
28. Foster C, Lehmann M. Overtraining syndrome. In N. Gnuten (Ed.), *Running Injuries* (pp. 173-188). Philadelphia : W.B. Saunders, 1997.
29. Foster C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med. Sci.Sports Exer.*1998, 30(7) : 1164-1168
30. Foster, C, Florhaug, JA, Franklin, J, Gottschall, L, Hrovativn, LA, Parker, S, Doleshal, P, and Dodge, C. A new approach to monitoring
31. fpsyg.2020.01709 PMID: 32793058
32. Fry RW, Morton AR, Keast D. Periodisation and the prevention of overtraining. *Can. J.Sports Sci.* 1992, 17(3) : 241-248
33. Gabbett TJ. (). Incidence of injury in semi-professional rugby league players. *British J. Sports Med.* 2003, 37(1) : 36-43, discussion 43-34.
34. Gabbett TJ. Changes in physiological and anthropometric characteristics of rugby league players during a competitive season. *J. Strength Cond. Res.* 2005a, 19(2) 40.
35. Gabbett TJ. Influence of training and match intensity on injuries in rugby league. *J. Sports Med.* 2004a, 22(5): 409-417.

36. Gabbett TJ. Performance changes following a field conditioning program in junior and senior rugby league players. *J. Strength Cond. Res.* 2006a, 20(1) : 215-221.
37. Gabbett TJ. Physiological and anthropometric characteristics of junior rugby league players over a competitive season. *J. Strength Cond. Res.* 2005b, 19(4) : 764-771.
38. Gabbett TJ. Reductions in pre-season training loads reduce training injury rates in rugby league players. *B. J. Sports Med.* 2004b, 38(6) : 743-749
39. Gabbett TJ. Skill-based conditioning games as an alternative to traditional conditioning for rugby league players. *J. Strength Cond. Res.* 2006b, 20(2) : 309-315.
40. Gamble P. Periodization of training for team sport athletes. *J. Strength Cond. Res.* 2006, 28 :55-56.
41. *Gastroenterol. WJG*, vol. 14, no. 6, pp. 828–830, 2008.
42. *Gastroenterol.*, vol. 19, no. 3, pp. 413–424, 2005, doi: 10.1016/j.bpg.2005.02.001.
43. Gazzano, F. (2007). Contrôle de la charge et prévention du surentraînement. -retrouvé le 21 février 2013 à partir du site web : [http://staps.univlille2.fr/fileadmin/luser\\_upload/ressources\\_peda/Masters/Recherche/2007/charge\\_entrainement\\_Gazzano.Pdf](http://staps.univlille2.fr/fileadmin/luser_upload/ressources_peda/Masters/Recherche/2007/charge_entrainement_Gazzano.Pdf).
44. H. J. Freeman, “Refractory celiac disease and sprue-like intestinal disease,” *World J. Gastroenterol. WJG*, vol. 14, no. 6, pp. 828–830, 2008.
45. H. J. Freeman, “Refractory celiac disease and sprue-like intestinal disease,” *World J.*
46. H. Relationship, “low-grade intestinal lymphoma of intraepithelial t lymphocytes with
47. *Hepatol.* vol. 31, no. 5, p. 310—316, 2008, doi: 10.1157/13119885.
48. histogenetic relationship,” *Hum. Pathol.* vol. 20, no. 9, pp. 909–913, 2009.
49. Impellizzeri FM, Rampinini E, Coutts AJ, Sassi A, Marcora SM. The use of RPE-based training load in soccer. *Med. Sic. Sports Exer* 2004, 36(6) : 1042-1047.
50. Impellizzeri FM, Rampinini E, Marcora S.M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J. Sports Sci.* 2005, 23(6): 583-592.
51. Jenkins DG. Fitness testing and periodisation of training, preparing to Play Rugby pp. 24-34. Sydney: Australian Sports Commission, 1995.
52. Jeukendrup AE, Hesselink MKC, Snyder AC, Kuipers H, Keizer HA. Physiological changes in male competitive cyclists after two weeks of intensified training. *Int. Sports Med.* 1992, 13: 534-541.
53. Kelly VG, Coutts AJ. Planning and monitoring training loads during the competition phase in team sports. *Strength Cond. J.* 2007, 29(4) : 2-7.
54. Kibler WB, Chandler TJ. Sport-specific conditioning. *Am. J. Sports Med.* 1994, 2004.

55. Lehmann M, Schnee W, Scheu R, Stockhausen W, Bachl N. Decreased nocturnal catecholamine excretion: parameter for an overtraining syndrome in athletes? *Int. J. Sports Med.* 1992, 13(3) : 236-242.
56. Lymphocytes in Refractory Coeliac Disease,” *J. Clin. Immunol.*, vol. 34, no. 7, pp. 828.
57. Manzi, V. D. (2010). Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. *J Strength Cond Res*, 24(5), 1399-1406.
58. Marcora SM, Bosio A. Effect of exercise-induced muscle damage on endurance running performance in humans. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2007.
59. Martin DE, Coe PN. *Better training for distance runners* (2nd Edition ed.), 1997.
60. Martveyev L. *Fundamentals of Sports Training*. (Translated from Russian). Moscow : Progress Publishers, 1982.
61. Maughan RJ, Al-Kharusi W, Binnett MS et al. Fasting and sports : a summary statement of the IOC workshop. *Br J Sports Med.* 2012; 46:457.
62. *Med Sport* 10: 372–381, 2007
63. Minganti, C. C. (2010). The validity of Session-rating of perceived exertion method for quantifying training load in team gym. *Journal of Strength Cond Res*, 24(11), 3063-3068.
64. Not Strictly Confined to a Small Intestinal Intraepithelial Localization,” *Cytom. Part B of match play in elite futsal players. Front Psychol.* 2020; 11:1709. <https://doi.org/10.3389/>
65. Physiology, immune system, and performance. *Res Sports Med.* In press:1–18.
66. R. L. J. Van Wanrooij et al, “Optimal Strategies to Identify Aberrant Intra-Epithelial
67. Ribeiro JN, Gonçalves B, Coutinho D, Brito J, Sampaio J, Travassos B. Activity profile and physical performance
68. S. Daum and C. Cellier, “Refractory coeliac disease,” *Best Pract. Res. Clin.*
69. S. Vivas Alegre and J. M. de Morales, “Refractory celiac disease,” *Gastroenterol.*
70. Sarmiento H, Bradley P, Anguera MT, Polido T, Resende R. and Campanico J. Quantifying the offensive
71. sequences that result in goals in elite futsal matches. *J Sports Sci.* 2016; 34:621–629. <https://doi.o, 1080/02640414.2015.1066024> PMID: 26183125
72. Soligared T, 2016, jean ferré, 2009, p. 312.
73. Spyrou K, Freitas TT, Mari´n-Cascales E, and Alcaraz PE. Physical and physiological match-play demands and player characteristics in futsal: A systematic review. *Front*



Psychol. 2020; 11:569897. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.569897> PMID: 33240157

74. Taylor J. London 2012: Islamic Olympians embrace Ramadan fasting despite UK' long summer days making it a gruelling ordeal. Independent. 31 July 2012.

75. Revue Scientifique Publiée Par Le Laboratoire Des S.T.A.P.S Numéro : 02 Juin 2011.

76. W. H. M. Verbeek et al, "Aberrant T-Lymphocytes in Refractory Coeliac Disease Are

► **Sites internet**

1. [https://www.wts.fr/Ski\\_Nordique.net](https://www.wts.fr/Ski_Nordique.net). [www.wts.fr](http://www.wts.fr). (<https://www.ski-nordique.net/getfile.php/790933.1046/Article>).

2. <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/biologie-sommeil-13340/>.

3. [Quantification%20de%20la%20charge%20d'entrainement%20import.html](http://www.fitevalsoft.com/20/prevention-surentrenement/presentation/article/presentation-s-rpe-foster).

4. <http://aees.pagesperso-orange.fr/Files/quantification.pdf>.

3. <http://www.fitevalsoft.com/20/prevention-surentrenement/presentation/article/presentation-s-rpe-foster>.

4. <http://www.PolarCanada.com> soutien définition et principe de la charge d'entraînement.

5. [http://staps.univlille2.fr/fileadmin/user\\_upload/ressources\\_peda/Masters/Recherche/2007/charge\\_entrainement\\_Gazzano.pdf](http://staps.univlille2.fr/fileadmin/user_upload/ressources_peda/Masters/Recherche/2007/charge_entrainement_Gazzano.pdf).

6. [https://support.polar.com/ca-fr/support/the\\_what\\_and\\_how\\_of\\_training\\_load](https://support.polar.com/ca-fr/support/the_what_and_how_of_training_load).

7. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome, Foster 1998.

8. [https://www.persee.fr/doc/insep\\_1241-0691\\_2002\\_num\\_33\\_1\\_1705](https://www.persee.fr/doc/insep_1241-0691_2002_num_33_1_1705).

► **Thèses**

1- Conception d'un Système Informatique Ergonomique pour Modéliser et Gérer l'Entraînement : Application au Volley-Ball Professionnel, Stéphane MORIN, le 18 mai 2015.

2-L'échelle de perception de l'effort pour quantifier et Moduler la charge d'entraînement en football Universitaire, université du Québec à Montréal 2012-2013.

3-Mesures de suivi longitudinal au hockey professionnel : associations avec l'incidence de blessures par Simon Deguire, 1er mai 2019.

**References documentaries :**

- 2- European Scientific Journal November 2014 edition vol.10, No.33 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.
- 3- FallAssane: La physiologie de l'exercice 2008. SeckDjiby: Bougez pour votre santé INSEPS 2007.
- 4- Mar Mayassine: Entraînement en football INSEPS 2002.
- 5- Review, The Impact of Ramadan Observance upon Athletic Performance, *Nutrients* 2012, 4, 491-505; doi:10.3390/nu4060491.
- 6- Garcin Murielle. Utilisation des échelles de perception dans le contrôle de la charge d'entraînement. In: *Les Cahiers de*
- 7- L'INSEP, n°33, 2002. La charge de travail en sport de haut niveau. pp. 267-274 ;
- 8- *Revue Algérienne des Sciences Humaines et Sociales* Vol : 09 Num 02 (2021) / p481-502, Gestion de la charge d'entraînement prévention du surentraînement, la méthode de Foster (Séance RPE) comme un modèle, Date de soumission :18/05/2020 Date d'acceptation :28/05/2021.
- 9- Management of training load and prevention of overtraining, Foster's method (RPE session) as a model.
- 10- Analyse et évaluation des paramètres anthropométriques et de la performance physique chez les athlètes de haut niveau en période de jeûne du Ramadan, Dr. Said Aissa Khelifa.
- 11- Ramadan.J: does fasting during Ramadan alter body composition, blood constituents and physical performance? *Med Princ Pract*, 2002, 11 suppl, 2:41-46.
- 12- Roky R, Houti I, Moussamih S, Qotbi S, Aadil N: Physiological and chronobiological changes during Ramadan intermittent fasting. *Ann Nutr Metab.* 2004 ; 48 (4) :296-303. Review.

# **Annexes**



## **Résumé :**

Cette étude visait à déterminer les relations entre la charge d'entraînement interne (session-RPE) et l'état de bien-être (douleurs musculaires retardées - DOMS, stress, fatigue et qualité du sommeil) sur une base quotidienne et hebdomadaire au cours d'une période de trois mois (avant, pendant et après le Ramadan). Dix joueurs de volley-ball de National une \*A\* ont indiqués leur état de bien-être et la charge d'entraînement perçue pour toutes les séances d'entraînement, toutes les semaines et tous les matchs sur une période déterminer. Les corrélations quotidiennes étaient basées sur de la charge perçue d'une séance d'entraînement ou d'un match et de l'état de bien-être évalué après trente minutes à la fin d'entraînement et au lendemain.

Les corrélations hebdomadaires étaient basées sur la somme de toutes les évaluations de la semaine pour chaque variable. Les résultats ont montré que les DOMS et la fatigue présentaient des corrélations plus élevées avec le RPE de la séance durant le Ramadan que le stress et la qualité du sommeil, à la fois dans les analyses quotidiennes et hebdomadaires.

**Mots clés :** Quantification de la charge d'entraînement, perception de l'effort, Jeûne du Ramadan performance athlétique, suivi de la charge d'entraînement, session-RPE, bien-être volleyball JSBlghrem.

## **Objectif de l'étude :**

Cette étude a été conçue pour évaluer les effets du jeûne du Ramadan sur le profil de l'état d'esprit et de l'effort perçue chez les joueurs de volleyball et sur les performances athlétique aérobies et anaérobies pendant avant/pendant/après le Ramadan.

En outre, les scores de perception de l'effort et la fatigue estimée par le questionnaire sur le profil de l'état d'esprit étaient plus élevés pendant le Ramadan qu'avant.

## **Abstract:**

The aim of this study was to determine the relationships between internal training load (session-RPE) and well-being status (delayed muscle soreness - DOMS, stress, fatigue and sleep quality) on a daily and weekly basis over a three-month period (before, during and after Ramadan). Ten National One \*A\* volleyball players indicated their state of well-being and perceived training load for all training sessions, all weeks and all matches over a specified period. Daily correlations were based on the perceived training load of a training session or match and the state of well-being assessed after thirty minutes at the end of training and the following day.

Weekly correlations were based on the sum of all the week's assessments for each variable. Results showed that DOMS and fatigue showed higher correlations with session RPE during Ramadan than stress and sleep quality, in both daily and weekly analyses.