

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA DE BEJAIA



FACULTE DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

DEPARTEMENT DES SCIENCE ET TECHNIQUE DES ACTIVITES
PHYSIQUE ET SPORTIVE

MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du diplôme de
MASTER EN SCIENCES ET TECHNIQUES DES ACTIVITES PHYSIQUES ET
SPORTIVES

Filière : Entraînement sportif

Spécialité : Entraînement sportif d'élite

Thème

Modélisation de la charge d'entraînement dans les sports collectifs et les sports individuels (volleyball & athlétisme).

Préparé par :
BOUCHIBANE Wassim
BERKOUK Juba

Dirigé par :
Dr. HADJI Abderrahmen

Année universitaire : 2021/2022

Remerciement

Avant tout et à tout moment nous remercions le bon dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mr **Hadji Abderrahmane**, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

Nous tenons aussi à exprimer nos plus grands respects et nos vifs remerciements aux membres de jury d'avoir bien voulu évaluer ce mémoire.

*Nos remerciements s'adressent également à notre chef de département **DR DJENAD DJAMEL**.*

Nous exprimons nos profondes reconnaissances à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Remerciements particulier et sincères pour les efforts que vous avez fournis.

Nous remercions toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail avec un grand amour et fierté :

A mes chers parents

En témoignage de profond amour, de grande reconnaissance et pour tous les sacrifices qu'ils ont consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je dédie ce modeste travail à mes parents, pour tous leurs sacrifices, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A ma chère sœur

*Ma sœur **lynda** pour leur encouragement permanent, et leur soutien moral.*

A mon frère

*Mon frère **ADEL** pour ses appuis et son encouragement.*

A tous les membres de la famille berkouk petits et grands

Veillez accepter l'expression de ma profonde gratitude pour votre soutien, encouragement et affection.

A mes meilleurs amis

*Enfin à mon chère binôme **Bouchibane wassim** et sa famille pour son sérieux et sa compréhension toute au long de cette période de travail.*

Enfin à tous ceux ou celle que j'aurais oublié de citer mais qui me sont chers et qui existent au fond de mon cœur et mon pensé.

Merci d'être toujours là pour moi.

JUBA

Dédicace

Louange au bon dieu, le possesseur de toute la grâce

A la mémoire de mon cher père « Ali ».

Je ne peux pas trouver les mots justes et sincères pour exprimer mon affection mes pensées, tu es très cher, j'ai aimé que tu seras présent pour voir la réussite de ton fils qui t'aime beaucoup

Que dieu tout puissant t'accueille en son vaste paradis.

A ma très chère mère « SAMIA ».

A ma sœur « Wafa ».

A mes petits frères « Yanis et Aris ».

A mes amis

Que dieu vous accorde un brillant avenir avec une vie pleine de joie, prospérité que vous méritiez

*Son oublier mon binôme **Juba** pour son soutien moral et sa patience tout au long de ce projet.*

Wassim

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 01

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE..... 03

1. Généralités sur la charge d'entraînement.....	03
1.1. Définition	03
A) L'utilité de la charge d'entraînement	03
1.2. L'importance de la quantification de charge d'entraînement.....	04
1.2.1. Le ratio proposé	04
1.2.2. Individualisation	05
1.2.3. Calibrer la montée en puissance	05
1.2.4. Affutage	06
1.2.5. Disponibilité des athlètes	06
2. Différentes méthodes de calcul	07
2.1. La méthode de Foster	07
2.2. Le TRIMPS (Training Impulse Score.....	10
2.2.1. TRIMP D'Edwards	11
2.2.2. TRIMP De Lucia	13
2.3. Le Training Stress Balance (TSB)	14
2.4. Training Stress Score (TSS)	15
2.4.1. Estimation du TSS à partir du RPE	16
3. Les différentes fréquences cardiaques	17
3.1. La fréquence de repos	17
3.2. La fréquence cardiaque maximale	18
3.3. La fréquence cardiaque de réserve	19
3.4. Les F.C cible ou F.C travail (F.C.W.)	19
3.5. La F.C de récupération.....	19
4. Périodisation des charges d'entraînement	20
5. Dynamique de la charge d'entraînement	21

5.1.	Le modèle d'A. Coggan	22
5.2.	Le modèle de Gabett	22
5.3.	Le modèle de S.Wiliam « EWMA »	22
5.4.	Le modèle de Moussa	22
5.5.	TSB : valeurs normatives	23
5.6.	ACWR : Ratio charge aigue/ charge chronique.....	24
PARTIE II : METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE		26
1.	Objectifs de la recherche	26
2.	Méthodologie.....	26
2.1.	Echantillon	26
2.2.	Protocol	26
3.	Calcul de la charge d'entraînement et d'indice de Hopper	28
3.1.	Charge d'entraînement.....	28
	A) RPE_session	28
	B) TSS.....	28
3.2.	Dynamique de la charge et la forme sportive	28
3.3.	Indice de Hopper	29
4.	Calculs statistiques	29
PARTIE III : ANALYSE ET INTERPRETATION DES DONNEES.....		30
1.	Résultats	30
2.	Interprétation et discussion des résultats.....	35
	Conclusion.....	36
	Références.	

Liste des abréviations:

A.C.W.R: Acute Chronic Workload Ratio.

ATL: Acute Training Load.

BMP: Nombre de Battement Cardiaque.

CE : Charge d'Entraînement.

CH : Charge Hebdomadaire.

CMH: Charge Moyenne Hebdomadaire.

CTL: Chronic Training Load.

EAT: Ecole Athlétisme Taskriout.

EX: Exemple.

FC: Fréquence Cardiaque.

FI : Facteur d'Intensité.

USCA: Union Sportif Cap Aokas volley Ball

PMC : Performance Management Chart.

PN : Puissance Normalité.

RPE: Rating of Perceived Exertion.

SL: Seuil Lactique.

SPF: Seuil de Puissance Fonctionnelle.

SV : Seuil Ventéatoire.

TRIMP : Training Impulse Score.

TSB: Training Stress Balance.

TSS: Training Stress Score.

UA: Unité Arbitraire.

VES : Volume d'Ejection Systolique.

VMA : Vitesse Maximale Aérobie.

Liste des tableaux:

Tableau 01 : Charge d'entraînement (CE) = RPE de la séance x durée (min).....	08
Tableau02 : Indice de charge d'entraînement appliqué dans une semaine.....	08
Tableau03 : Exemple d'indice de charge d'entraînement d'un microcycle.....	09
Tableau04 : Les zones basées sur la FCmax et ses coefficients correspondants. (TRIMP d'Edwards).....	12
Tableau05 : Exemple des zones de FC et ses coefficients. (Edwards).....	13
Tableau06 : Les zones de FC et ces coefficients (Lucia).....	14
Tableau07 : Classification de l'entraînement basée sur les points TSS et la récupération nécessaire dans chaque cas (Coggan & Allen, 2010).....	16
Tableau08 : Estimation du TSS à partir du RPE et de la fréquence cardiaque (Friel, 2022).....	16
Tableau09 : Les valeurs normatives et ces significations de chaque zone.	23
Tableau10 : Questionnaire d'état de forme général (adapté depuis Hopper).....	26
Tableau11 : comparaison de la charge TSS entre sport collectif et individuel.....	30
Tableau12 : comparaison de la charge RPE entre sport collectif et individuel.....	31

Liste des figures :

Figure01 : graphe d'un exercice d'intensité (%HR).....14

Figure02 : **Graphe de gestion de la charge (PMC)** (Coggan & Allen, 2010).....21

Figure03 : *Gestion de la performance sportive (PMC) et les plages correspondantes aux valeurs du TSB*.....23

Figure04: *ACWR Sweet Spot d'après Gabbett (2016)*.....24

Figure05 : Graphique de gestion de la performance chez le groupe du sport collectif (PMC).....29

Figure 06 : Graphique de gestion de la performance chez le groupe du sport individuel (PMC).....30

Figure07: relation d'indice de HOPPER à la charge TSS dans le sport collectif.....31

Figure08: relation d'indice de HOPPER à la charge TSS dans le sport individuel.32

Figure09: relation d'indice de HOPPER à la charge RPE dans sport collectif.....33

Figure10:relation d'indice de HOPPER à la charge RPE dans sport individuel34

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les athlètes, entraîneurs et staffs s'orientent davantage vers les approches scientifiques pour la planification et le suivi des programmes d'entraînement (Halson, 2014). La recherche de la performance sportive implique une augmentation continue du volume, intensité et fréquence de l'entraînement, ce qui risque d'engendrer des périodes de surentrainement, de blessures ou même des problèmes de santé. Ainsi, le souci principal des praticiens du sport consiste à maîtriser la prescription du stress (entraînement) pour atteindre la performance maximale à un temps « t » tout en préservant l'état de santé du sportif. Dans cette optique, Mc Call et al. (2016) ont rapporté que les staffs de 34 clubs élités du football européen placent le suivi de la charge d'entraînement comme étant la première priorité pour l'optimisation de la performance et la réduction des risques de blessures.

Certaines études ont suggéré d'évaluer la CE à l'aide de marqueurs biologiques tels que la consommation d'oxygène ou la concentration de lactate dans le sang (Hopkins, 1991). Cependant, ces mesures nécessitent des équipements spécifiques qui sont généralement onéreux. En revanche, d'autres méthodes basées sur la fréquence cardiaque (FC) ou l'évaluation de l'effort perçu (RPE) semblent plus adaptées à une utilisation quotidienne et pratique (Saboul, Balducci, Millet, Pialoux, & Hautier, 2016).

Les chercheurs ont essayé d'expliquer la dynamique de la charge et de la performance avec des modèles mathématiques -chiffrés- pour se rapprocher de la complexité de la performance. Le premier modèle servant pour la prédiction de la forme sportive fut celui proposé par Banister (1975). Son modèle nommé « IMPULSE-RESPONSE » se base sur le principe de la surcompensation où chaque entraînement (appelé IMPLUS) engendre deux adaptations (appelé RESPONSE). Une adaptation négative qui représente la fatigue à court termes, et une adaptation positive qui représente un gain différé de la forme.

La relation entre la charge d'entraînement et le développement de la capacité de performance d'un sportif est un phénomène complexe qui constitue une des problématiques centrales du processus d'entraînement. La mesure de la charge d'entraînement et/ou de compétition ainsi que le contrôle de l'adaptation de l'organisme à cette charge rendent indispensable l'utilisation d'un système qui les quantifié (Gabriel, 1998).

La charge d'entraînement donne une estimation du niveau de sollicitation d'une séance sur l'organisme. Elle permet de quantifier l'effet de fatigue cumulée par entraînement et éviter une fatigue persistante.

Ainsi, pour s'adapter aux exigences actuelles du haut niveau, les préparateurs physiques doivent disposer d'outils leur permettant d'établir un suivi extrêmement précis de la quantification de la charge pour chaque entraînement et de tenir à jour un suivi hebdomadaire, mensuel et annuel, tant sur le plan individuel que sur le plan collectif.

Pour atteindre des objectifs, il est primordial de bien planifier la saison sportive. Les outils de mesure de la charge d'entraînement vont bien évidemment nous aider dans cette

Introduction

démarche. Pour cela, il est nécessaire de s'appuyer un monitoring ; cet outil de mesure doit nous permettre de programmer les charges, de les contrôler et pouvoir ainsi vérifier l'adéquation entre la charge prévue et la charge réalisée par les athlètes.

Le monitoring « charge d'entraînement » est un dispositif qui fait appel à des outils permettant de quantifier la charge de travail. Ces différentes informations recueillies vont permettre à l'encadrement de réguler à la fois collectivement et individuellement le volume et l'intensité des séances d'entraînements et la récupération. L'ensemble des éléments contribue à optimiser les ressources personnelles du l'athlète pour répondre à la double logique de diminution des risques de blessures et de performance. Le but de monitoring est de calibrer aux mieux les efforts fournis et d'ajuster les contenus afin de contrôler cette charge d'entraînement (Belgith, 2018).

Quelles sont les différences dans la dynamique de la charge entre un sport collectif et un sport individuel ?

PARTIE I

ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

1. Généralités sur la charge d'entraînement :

1.1 Définition :

Verchoschansky(1992) définit la charge d'entraînement comme « la mesure quantitative et qualitative du travail d'entraînement faisant la distinction entre charge externe, interne et psychologique, autrement dit entre la quantité de travail fournie, son effet sur l'organisme et la manière dont le sportif réagit psychologiquement » (Dufour, 2011, p. 17).

Avant de revenir en détail sur les différentes propriétés évoquées par Verchoschansky, commençons par ajouter un élément essentiel, à savoir l'objectif de la charge d'entraînement. La charge est proposée dans une dynamique de progression. Elle doit aboutir à la production d'effets positifs. L'athlète ne s'entraîne pas pour régresser. Le retour sur investissement de la bonne charge de travail n'est pas toujours immédiat. Mais passé un certain délai, la charge a pour rôle de renforcer, de bonifier l'explosivité, la vitesse, la coordination ...L'efficacité de la charge est jugée à la mesure de cet objectif : créer du sportif à court, moyen ou long terme.

La charge d'entraînement est une valeur calculée en fonction des entraînements d'un sportif sur une période, et donne une estimation du niveau de sollicitation de ceux-ci sur son organisme. Cela permet donc de quantifier l'impact de l'entraînement sur le sportif. Pour un coureur, un des exemples les plus basiques de métrique est le nombre kilomètres parcourus dans la semaine, le mois etc. Cependant, ce genre de méthode ne permet pas de prendre en compte la difficulté des séances effectuées, ni du niveau de fatigue de l'athlète. Un athlète en forme et un autre qui est malade peuvent tous les deux faire une semaine à 100km, cela n'indique en rien l'impact de cet effort sur leur corps. Et comment prendre en compte des séances qui n'impliquent pas de parcourir des kilomètres, comme des séances de musculation, de gainage ? Il est donc nécessaire de calculer différemment la charge d'entraînement, en prenant en compte la réaction de l'athlète aux entraînements (2021).

A) L'utilité de la charge d'entraînement :

- Contrôler la charge d'entraînement d'un athlète est utile sur plusieurs aspects.
- Ainsi, si l'athlète continue à avoir une charge élevée malgré une diminution de l'intensité de son entraînement, cela indique qu'il est dans un état de fatigue anormal, et doit donc se reposer.

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

- L'entraînement d'un athlète est toujours un équilibre compliqué à trouver. Trop léger : il ne progressa pas. Trop élevé, il risque le surentrainement, et les effets négatifs qui en découlent.
- Le contrôle de charge permet de mieux comprendre cet équilibre, et donc d'apprendre à marcher sur le fil.
- Bien sûr, il ne faut pas se fier aveuglement à cette donnée, c'est une information très utile pour l'entraîneur s'il sait l'analyser. Cela lui permet de prendre les bonnes décisions pour ses athlètes.

Eviter le surentrainement

Le contrôle de la charge permet de surveiller l'état de fatigue d'un athlète, et d'éviter le surentrainement. Il permet ainsi de préserver l'athlète et d'éviter les blessures. Ainsi, si l'athlète continue à avoir une charge élevée malgré une diminution de l'intensité de son entraînement, cela indique qu'il est dans un état de fatigue anormal, et doit donc se reposer.

Optimisation de l'entraînement :

L'entraînement d'un athlète est toujours un équilibre compliqué à trouver. Trop léger : il ne progressera pas. Trop élevé, il risque le surentrainement, et les effets négatifs qui en découlent. Le contrôle de charge permet de mieux comprendre cet équilibre, et donc d'apprendre à marcher sur le fil. Bien sûr, il ne faut pas se fier aveuglement à cette donnée, c'est une information très utile pour l'entraîneur s'il sait l'analyser. Cela lui permet de prendre les bonnes décisions pour ses athlètes.

1.2 L'importance de la quantification de la charge d'entraînement :

1.2.1. Le ratio proposé :

L'indice proposé est celui du ratio de charge aigue sur 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 aigue), sur la moyenne des charges du mois précédent (charge chronique).

L'utilisation de ce ratio met en exergue à la fois les conséquences positives et négatives de l'entraînement (Gabett, 2016). Plus important encore, il considère la charge d'entraînement soutenue par l'athlète en fonction de la charge d'entraînement pour laquelle il/elle a été préparé (e). Ces notions de charge chronique/ aigue reposent sur les modèles de périodisation

traditionnels : microcycles d'une semaine et méso cycle pour la charge chronique (Issurin, 2010).

1.2.2 Individualisation :

Ce ratio, calculé pour chaque athlète, permet d'affiner le suivi individuel de la charge d'entraînement afin de fournir des retours quotidiens aux athlètes et entraîneurs. La dynamique des charges se dessine pour chaque athlète selon l'une des trois zones : que l'on pourrait catégoriser de « fatigue », « zone de développement minimisant le risque » et « sous-entraînement ». Le sous-entraînement pouvant être perçu comme le moment où les perturbations qui découlent de l'entraînement ne créent plus d'adaptations ou d'améliorations. Ce ratio permet également d'alimenter un modèle de type «zone de développement » en évitant le surentraînement ou le sous-entraînement. L'intérêt de ce type d'outil réside dans le ratio qui reste comparable entre sports, mais qui reflète les spécificités en termes de charges externes et internes de chaque sport. Cette méthode permet de suivre l'évolution de l'entraînement et de détecter non seulement des changements importants, mais aussi à quels moments ils interviennent dans une série. Concrètement, cet outil peut fournir des informations afin de déceler le moment où le franchissement des limites signale une phase de surentraînement, de sous-entraînement ou un risque augmenté de blessure (Lehénaff, 2002).

1.2.3 Calibrer la montée en puissance :

Ce type d'outil offre la possibilité d'une meilleure opérationnalisation du principe de progressivité de la charge : notion fondamentale afin d'augmenter la charge en minimisant le risque de blessure. Pigott a pu montrer que 40 % des blessures observées lors d'une pré-saison étaient associées à un changement brutal de la charge. D'autres travaux ont également mis en avant que l'augmentation du risque de blessure s'observait avec des variations importantes mesurées par la charge interne. Dans le cadre du sport de haut niveau, les charges d'entraînement importantes ainsi que l'habitude à s'entraîner « durement » sont nécessaires et essentielles afin de mettre les athlètes en adéquation avec la demande compétitive. Pour autant il n'y aura une amélioration de la capacité de performance que si et seulement si l'athlète est en surmenage fonctionnel ou à un niveau de fatigue inférieur. Dans les sports individuels, un volume d'entraînement conséquent ou des intensités importantes améliorent la performance. Chez les footballeurs élite, une charge aigue plus élevée a été associée à la victoire, alors qu'un ratio supérieur à 1 augmenterait la probabilité de défaite. Ils doivent parvenir à un ratio se trouvant dans la zone dite « optimale ». La vraie question n'est pas de savoir si les athlètes

doivent encaisser des charges conséquentes intenses, mais de quelle manière nous pouvons les accompagner à ces hautes charges en minimisant le risque de blessure (Piggot, 2008).

1.2.4 Affutage :

La quantification de la charge a été amplement utilisée pour la périodisation de l'entraînement ainsi que le calibrage de la période d'affutage. L'affutage perçu comme une diminution de la charge d'entraînement au cours d'une période de durée variable, avec comme objectif de réduire la fatigue physiologique induite par les cycles d'entraînement précédents, et ainsi optimiser la performance, ce doit d'être objectivé. Ce modèle de quantification de charges d'entraînement étayé par d'autres variables de suivi (fatigue, sommeil...) peut permettre d'affiner l'ajustement de la période d'affutage afin de ne pas basculer dans une probabilité de risque trop important par rapport à la charge de compétition. De plus, l'individualisation du rebond lors de surcompensation attendue lors des périodes d'affutage peut être déclinée selon l'état de forme exprimé par la charge chronique (Mujika, 2003).

1.2.5 Disponibilité des athlètes :

Selon les investigateurs, la comparaison de la charge aigüe sur la charge chronique fournit un index de l'état de préparation physique des athlètes. En corollaire, des seuils de développement individuels minimisant le risque de blessure et mesurent les probabilités d'adéquation de la préparation avec la demande compétitive peuvent être fournis. En effet, sur un suivi de deux ans, ces auteurs ont montré que les athlètes avec un profil de haute charge chronique associée à un ratio modéré présentaient une plus grande disponibilité et une adéquation à la demande compétitive plus élevée que les athlètes avec une charge chronique basse.

Ce type de modèle peut permettre de faire travailler chaque athlète dans la zone la plus optimale avec un système d'alerte objectivé et individualisé pour le staff. Il peut fournir des alertes aux entraîneurs lorsqu'un athlète se trouve dans une zone de sous-entraînement ou de surentraînement, ou lorsque la progressivité de la charge est trop brutale, générant un risque. Ce ratio est un outil d'accompagnement de la charge d'entraînement qui doit permettre de réduire de blessure (Gabbett, 2016).

2- Différentes méthodes de calcul :

Il existe de nombreuses méthodes pour calculer la charge d'entraînement. La plupart se basent sur des métriques internes combinées à des métriques externes. Les métriques externes représentent les stimuli externes appliqués sur l'athlète et ne prennent pas en compte son ressenti. Ce sont par exemple la durée d'une séance, le nombre de kilomètres parcourus, le dénivelé, les variations d'allures etc. Les métriques internes à l'inverse des métriques externes, les métriques internes prennent en compte la réponse de l'athlète aux stimuli externes, au niveau psychologique et physiologique. La charge interne peut être mesurée grâce à des mesures objectives : fréquence cardiaque, lactate dans le sang, ou subjectives, comme la perception de l'effort (RPE). Le RPE (Rated Perceived Exertion), est une échelle utilisée pour mesurer l'intensité d'une séance. Cette échelle va de 1 à 10.

2-1 : La méthode de Foster :

C'est une méthode simple car elle ne nécessite aucun équipement en particulier, à part une montre, pour calculer la durée de la séance. La deuxième variable utilisée est la perception de l'effort par l'athlète, métrique très importante et spécifique à chacun. Carl Foster a montré, en la comparant à d'autres (TRIMP notamment, une méthode de calcul de charge se basant sur le temps passé dans chaque zone de fréquence cardiaque), que cette méthode était fiable.

La méthode de quantification des CE par la méthode RPE a été développée (Foster et al, 1995). Cette méthode –RPE permet désormais aux entraîneurs de quantifier l'entraînement par conséquent, de mieux contrôler.

La méthode-RPE pour contrôler la CE chez les joueurs d'équipes nécessite que chaque joueur donne sa perception de la difficulté de l'effort (RPE : « Rating of perceived exertion » en anglais) pour calculer l'intensité de la séance, que les joueurs sont questionnés dans 30 minutes suivant la fin de la séance par une simple question « comment as-tu ressenti la séance ? » Un simple nombre représentant l'amplitude de la CE est ensuite calculé par la multiplication de l'intensité de la séance par la durée de la même séance (min) (Dellal, 2008) .

Cette méthode se base sur l'auto-évaluation de l'effort. C'est une perception subjective du sportif par rapport à une charge externe. Elle consiste à une estimation de l'effort perçu (RPE) pour chaque séance d'entraînement fournie par chaque sportif, avec une mesure de temps d'entraînement (Foster, 2001).

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

Estimation	Description
0	Nulle
1	Très, Très Légère
2	Légère
3	Modérée
4	Assez Dure
5	Dure
6	
7	Très Dure
8	
9	
10	Maximale

Tableau 01 : Charge d'entraînement (CE) = RPE de la séance x durée (min).

Par exemple, pour calculer la CE pour une séance de 70 min de durée un RPE de 6, la charge d'entraînement est égale à : **CE = 6*70 = 420 UA (unité arbitraires)**.

Sur la base de cette donnée, il est possible de calculer plusieurs indices de charge qui s'applique à une semaine :

Indice	Formule
Charge hebdomadaire (CH)	Somme des charges de la semaine
Charge moyenne hebdomadaire (CMH)	Somme des charges de la semaine/7
Monotonie	CMH/ écart-type de la semaine
Contrainte	Monotonie * CH
Fitness	CH-Contrainte

Tableau 02 : Indice de charge d'entraînement appliqué dans une semaine.

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

Voici un exemple d'une semaine (microcycle) :

	RPE	Durée	CE
Samedi	0	0	0
Dimanche	4	60	240
Lundi	5	65	325
Mardi	6	55	330
Mercredi	3	50	150
Jeudi	2	40	80
Vendredi	10	90	900
Charge Hebdomadaire			2025
Charge Moyenne Hebdomadaire			289
Ecart-type			296
Monotonie			0.98
Contrainte			1980
Fitness			45

Tableau 03 : Exemple d'indice de charge d'entraînement d'un microcycle.

Cette méthode, facile à mettre en place, permet de suivre la charge d'entraînement et la progression des sportifs.

A) Charge

La charge d'une séance se mesure par la formule suivante : $\text{Durée (min)} \times \text{RPE (1-10)}$.

Par exemple, si je fais un footing de 30 min facile (RPE 3), cela donne : $30 \times 3 = 90$ U.A (Unité arbitraire). Ensuite, on peut calculer facilement la charge journalier, hebdomadaire, mensuelle etc. Cette charge permet ensuite de calculer divers informations sur l'état du sportif, la qualité de son entraînement, son état de fatigue etc. les indicateurs sont présentés ci-dessous.

B) Monotonie

La monotonie est un indicateur de la variation de la charge d'entraînement. Pour progresser et éviter les blessures, il est important d'avoir des entraînements variés, et des cycles avec des séances spécifiques. Cet indicateur vérifie ainsi la diversité de l'entraînement, et la condition probable du sportif. Plus cet indicateur est bas, mieux c'est. (Foster C. , 1998) : Diminution de la capacité de performance et apparition de la fatigue au-delà d'un indice de 2, survenue des

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

blessures au-delà de 2,5) Le calcul se fait par la formule suivante : Charge moyenne hebdomadaire / Ecart type de la charge sur la semaine.

C) Contrainte

La contrainte est un indicateur permettant de déceler un entraînement U.A. par semaine, ou la survenue de blessures au-delà de 10000 U.A. par semaine (1998).

Le calcul se fait par la formule suivante : Charge x Monotonie.

Fitness (ou forme)

Le « fitness » est un indicateur de la capacité de performance de l'athlète. Plus il est élevé, est plus l'athlète est théoriquement en forme. Il se calcule par la formule suivante :

Indice de fitness = charge d'entraînement Hebdomadaire- Contrainte d'entraînement.

Dans les statistiques :

Les indicateurs de Foster apparaissent de manière similaire à la vue semaine, au niveau de l'année, ou du mois Les méthodes de quantification de la charge d'entraînement :

Dans le monde de l'entraînement, les méthodes de quantification de la charge d'entraînement sont multiples. Nous nous concentrons sur les méthodes Foster, Coggan, ou encore TRIMP de Banister. Il existe un certain nombre d'approches pour modéliser la façon dont l'entraînement modifie le rendement et ces modèles ont une importance dans l'optimisation de l'entraînement en particulier sur la gestion de la charge d'entraînement et du tapering (affutage).

2-2 : LE TRIMPS (Training Impulse Score) :

Les modèles TRIMP considèrent qu'un entraînement induit un stress, ici appelé « impulsion d'entraînement » ou TRIMP (Training Impulse), avec un effet positif et un négatif. L'effet positif est appelé « condition physique », et l'effet négatif est appelé « fatigue », ils sont combinés pour fournir une valeur dite de « forme ». Les travaux initiaux sur la modélisation de la performance humaine ont été réalisés par Eric Banister en (1975) et vérifiés par une dizaine d'études souvent en relation avec la course à pied. En (1991), Banister développe donc le TRIMP comme méthode de quantification de la charge d'entraînement. La première version TRIMP prend en compte l'intensité de l'exercice calculée à partir de la méthode réserve de la fréquence cardiaque (FC) et la durée de l'exercice. La FC d'une session d'entraînement est

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

pondérée en fonction d'une relation entre la FC et le lactate sanguin observé lors de tests incrémentiels, puis multipliée par la durée de l'entraînement (Banister, 1991).

Formule de calcul des TRIMP

$T =$ durée en minute $FC = (FC \text{ exercice} - FC \text{ repos}) / (FC \text{ réserve})$, ou $FC \text{ réserve} = FC \text{ max} - FC \text{ repos}$, K (selon Karvonen) = est un facteur pondérateur exponentiellement croissant dépendant de la fréquence cardiaque durant l'exercice et de la cinétique d'augmentation des lactates au cours d'un exercice progressivement croissant.

Pour les hommes : facteur $A = 0.64$ et facteur $B = 1.92$

Pour les femmes : facteur $A = 0.86$ et facteur $B = 1.67$

Exemple concret :

Un athlète fait un entraînement de 1h à 160 de FC moyenne, avec 200 en FC max et 40 en FC repos.

$T = 60$

$FC = (160 - 40) / (200 - 40) = 0.75$

$K = 0.64^{1.92} * 0.75 = 2.7$

$TRIMP = 60 * 0.75 * 2.7 = 121.5$

Ici 121.5 n'a pas vraiment d'unité, on parle d'U.A (unité arbitraire). La valeur de la charge de la séance peut être utile pour comparer les séances d'un même athlète entre elles, cependant l'intérêt est surtout de voir l'évaluation de la charge (de toutes les séances) au cours du temps. L'utilisation du cardiofréquencemètre est nécessaire pour quantifier la charge d'entraînement de chaque séance et pouvoir comparer les différents entraînements réalisés. Les limites de cette méthode viennent du fait qu'elle ne prend pas en compte les variations d'intensité dans une séance d'entraînement, et que la FC est une donnée qui peut fortement varier selon le contexte de l'exercice.

2-2-1 : TRIMP D'EDWARDS :

Nous utilisons aussi une autre méthode de calcul de TRIMP, proposé par (Edwards, 1993). Sa méthode se base sur l'addition du temps passé dans des zones de FC. Ainsi, le temps passé dans 5 zones arbitraires est multiplié par des coefficients arbitraires pour quantifier la charge d'entraînement. Il est proposé d'utiliser des zones basées sur la FC max avec 10 % d'écart et des coefficients correspondants, comme on peut le voir sur le tableau ci-dessous. Cependant

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

une configuration individuelle des zones d'entraînement en fonction du sport serait plus juste car les coefficients ci-dessous n'ont aucun lien avec les seuils de performances métaboliques ou physiologiques.

Zones FC	Coefficient arbitraire
50-60 %	1
60-70 %	2
70-80 %	3
80-90 %	4
90-100 %	5

Tableau 04 : Les zones basées sur la FCmax et ses coefficients correspondants. (TRIMP d'Edwards)

Cette méthode trouve sa limite dans la définition des zones et le coefficient associé à celle-ci, car aucune étude ne peut prouver cette relation entre les intensités de l'entraînement. Selon cette méthode, les adaptations de l'entraînement de la zone 5 seraient 5 fois supérieures à celle de la zone 1. Aussi, un coefficient étant fixe pour une zone donnée, il est alors difficile de croire que l'impact sur la charge d'entraînement entre le bas et le haut de la zone soit identique. D'autre part, de multiples études montrent que l'utilisation de seuils serait intéressante pour cette méthode. Enfin, si vous utilisez régulièrement cette méthode et que vous définissez vos zones de même manière pour chaque athlète, la quantification charge de l'entraînement obtenu restera cohérente (Edwards, 1993).

Exemple :

Lors d'une séance d'entraînement la distribution de la fréquence cardiaque pour un athlète dont la FC max= 190 est présentée dans le tableau suivant :

	% de FCmax	Zones de FC	Coefficient arbitraire	Temps dans la zone	Charge
Zone 01	50-60%	95-114%	1	10	10
Zone 02	60-70%	114-133%	2	15	30
Zone 03	70-80%	133-152%	3	12	36
Zone 04	80-90%	152-171%	4	17	68

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

Zone 05	90-100%	171-190%	5	8	40
Charge de la séance TRIMP Edwards					184

Tableau 05 : Exemple de zones de FC et ses coefficients. (Edwards)

2-2-2 : TRIMP de Lucia :

(Lucia, 2003) ont basé leur mesure de TL autour des seuils ventilatoires (VT1 et VT2). La méthode propose trois zones : faible (<VT1), modérée (VT1-VT2) et élevée (+VT2). Chaque zone reçoit un coefficient de 1,2 et 3, respectivement. Le temps passé dans chaque zone multiplié par le coefficient pertinent et additionné pour fournir un score TRIMP. Cependant, comme Edwards (1993), les coefficients ne sont basés sur aucune preuve scientifique ou donnée physiologique. Des travaux antérieurs de Banister et al (1975) avec des nageurs utilisaient les mêmes coefficients de pondérations (1,2 et 3) pour un travail d'intensité faible, modérée et élevée, mais il a changé son approche pour baser plus tard la pondération sur la réponse au lactate sanguin. Ce type de pondération implique que l'exercice à haute intensité est trois fois plus exigeant que l'exercice à faible intensité. Lucia a utilisé cette méthode pour comparer avec succès la répartition de la charge d'entraînement dans deux circuits cyclistes différents. Ils n'ont rapporté aucune différence significative dans le TL calculé par leur méthode pour deux circuits cyclistes différents. L'entraînement utilisant ce modèle à trois zones dans les sports d'endurance a reçu une certaine attention, donnant de la crédibilité à la méthode en raison de son utilisation dans des contextes d'élite. (Training Impulse, 2012)

Les zones établies par Edwards sont arbitraires et n'ont aucun fondement scientifique. A partir de là, (Lucia, 2003) ont proposé 3 zones basées sur les seuils ventilatoires (Sv01 et 02) ou bien les seuils lactiques (SL 01 et 02).

	Coefficient arbitraire
Zone 01	1
Zone 02	2
Zone 03	3

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

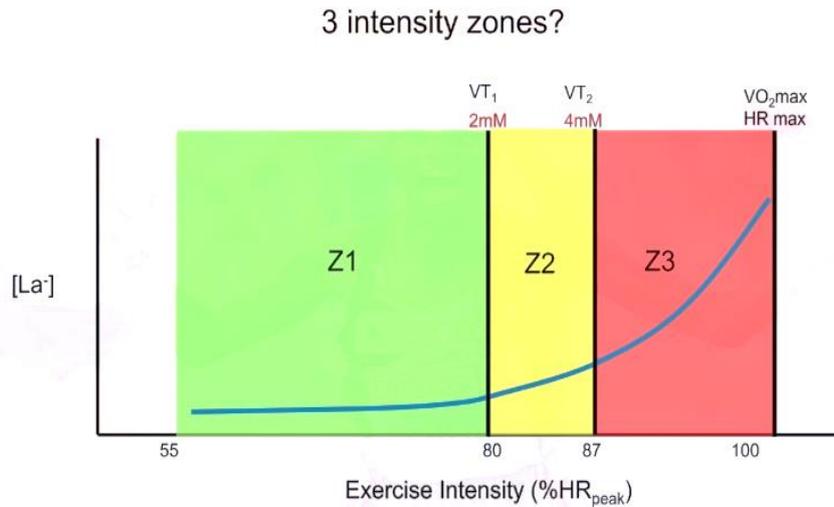


Figure 1 : Zones d'intensité selon les deux seuils ventilatoires-lactiques

Exemple :

Un sportif a déterminé sa fréquence cardiaque correspondant aux deux seuils comme suit :
 $FC_{s1} = 152$ & 165 $FC_{s2} = 165$.

	Zones de FC	Temps dans chaque zone	Coefficient	Charge
Zone 01	Inférieure à 152	20	1	$20 * 1 = 20$
Zone 02	152-165	40	2	$40 * 2 = 80$
Zone 03	Supérieure à 165	25	3	$25 * 3 = 75$
Charge de la séance TRIMP Lucia				175 UA

Tableau 06 : Les zones de FC et ces coefficients (Lucia).

2-3 : Le training stress balance (TSB) :

Le modèle TRAINING STRESS BALANCE (TSB), est une simplification du modèle Banister par Andrew Coggan qui montre les variations relatives à la forme en fonction de la charge d'entraînement. Elle utilise les termes de charge d'entraînement chronique (CTL) qui représente la « condition physique », la charge aiguë (ATL) pour la « fatigue à court terme », et l'équilibre de la charge d'entraînement (TSB) pour la « forme ». Ici, CTL et ATL sont basés sur TRIMP, avec un effet résiduel pour séance d'entraînement qui dure plus longtemps pour CTL que pour ATL. En résumé, un athlète récupère plus vite qu'il perd en condition physique, c'est le principe de surcompensation.

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

Calcul de la forme :

La modélisation de la « forme » (TSB) est simple, elle ne nécessite que le nombre de jours de décompensation de « la fatigue à court terme » (ATL) et de « la condition physique » (CTL). La « fatigue court terme » représente la fatigue accumulée sur les 7 derniers jours alors que « la condition physique » représente la fatigue accumulée sur 42 jours. Il est un peu contre-intuitif de voir sa condition physique comme une « fatigue », mais il faut le voir comme ceci : plus on s'entraîne, plus on augmente notre « potentiel de condition physique », qui se traduira en forme après un affutage. (2021)

2-4 : Training Stress Score ; Score du stress d'entraînement (TSS) :

Le TSS (Training Stress Score) est un modèle de quantification de l'entraînement proposé par (Coggan & Allen, 2010) et qui se base sur le modèle précédemment proposé par Banister et ses collaborateurs (Calvert, Banister, Savage et Bach, 1976). Ce modèle utilise la Puissance Normalisée (PN), le Seuil de Puissance Fonctionnelle (SPF) et le facteur d'intensité (le ratio entre la puissance normalisée et le seuil de puissance fonctionnelle : $FI = PN / SPF$) pour fournir une estimation du stress physiologique créé par une séance d'entraînement.

La formule de son calcul est la suivante :

$$TSS = ((s * w * FI) / (SPF * 3600)) * 100$$

Ou:

S = seconds d'entraînement

W = puissance normalisée en watts

FI = facteur d'intensité

SPF = seuil de puissance fonctionnel (w)

Selon Allen et Coggan(2010) , le TSS est basé sur un effort de type contre-la-montre d'une heure, c'est-à-dire qu'un athlète qui fait un effort de ce type le fera à une intensité typique au SPF et obtiendra 100 points TSS avec un IF = 1,0. En prenant cette référence, les efforts de plus faible intensité auront un nombre de points inférieur par unité de temps et l'inverse se produira avec les efforts de plus haute intensité.

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

Bien que les points TSS représentent déjà une valeur utile de la charge pour le formateur expérimenté, Allen et Coggan(2010) proposent une classification basée sur les points TSS obtenus qui facilite leur compréhension :

TSS	Intensité	Récupération
<150	Faible	La récupération complète est généralement obtenue en un jour
150-300	Modérer	Il peut y avoir une trace de fatigue le lendemain, mais la récupération complète est obtenue dans les 48 h
300-450	Haute	Fatigue résiduelle même après 2 jours
> 450	Très haute	La fatigue résiduelle est susceptible de durer plusieurs jours

Tableau 07 : Classification de l'entraînement basée sur les points TSS et la récupération nécessaire dans chaque cas (Coggan & Allen, 2010).

2.4.1. Estimation du TSS à partir du RPE :

La plateforme Training Packs a proposé une approche pour estimer le TSS à partir de la valeur du RPE et la durée de la séance.

Echelle RPE	TSS pour 60min
1	20
2	30
3	40
4	50
5	60
6	70
7	80
8	100
9	120
10	140

Tableau 08 : Estimation du TSS à partir du RPE et de la fréquence cardiaque (Friel, 2022).

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

Ex 01:

Une séance de 1h30 (90min) avec un RPE de 6:

Pour 60 min à RPE = 6, le TSS est de 70. Donc pour 90 min le TSS de cette séance = $(90/60)*70= 105 \text{ UA}$.

Ex 02:

Une séance de 40 min avec un RPE de 8:

Pour 60 min à RPE =8, le TSS est de 100. Donc pour 40 min, le TSS de cette séance = $(40/60)*100= 66,67 \text{ UA}$.

3. Les différentes fréquences cardiaques :

Cinq types de FC sont connaitre et à maitriser en fonction d'une utilisation efficace de ces procédés.

3.1. La fréquence de repos :

C'est le nombre de battements cardiaques (BPM) relevés pendant une minute, le matin avant le lever.

D'une valeur généralement comprise entre 60 et 75 BPM, les pulsations peuvent être étonnement basses chez les sportifs endurants :

30 à 35 BPM, diminution due :

- à une augmentation du volume d'éjection systolique (VES)
- à une meilleure dilatation cardiaque,
- à une influence particulière du système nerveux autonome (parasymphatique).

Par expérience même si l'exercice peut se révéler fastidieux, un relevé systématique des données le matin et une lecture suivie peuvent être effectués, ainsi :

- une valeur moyenne peut en être déduite,
- des fluctuations peuvent parfois être observées ;

5 à 10 BPM au-dessus ou au-dessous de la valeur référence et indiquer certains états ou dysfonctionnements biologiques :

- fatigue chronique,
- surentrainement,
- stress,
- troubles du sommeil, erreurs d'alimentation, hydratation insuffisante.
- Etats infectieux,

Autant de symptômes qui entraînent et nécessitent une information soit à la famille, soit au service médical, voire au deux.

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

3.2. La fréquence cardiaque maximale :

Valeur la plus élevée du rythme cardiaque pendant un exercice épuisant ; elle correspond à un effort maximum du type aérobie (100% de la consommation d'O₂) ou anaérobie lactique.

La FC max baisse avec l'âge et diminue chez les sportifs endurants, ralentissement dû à une action frénatrice du système nerveux parasympathique (bradycardie).

Peut être calculée théoriquement en appliquant la formule d'astrand :

$FC \text{ max} = 220 \text{ BPM} - \text{âge du sujet (+ ou - 16 pour les femmes, + ou - 10 pour les hommes)}$.

Cette donnée est une mesure approximative et qui varie d'un sujet à un autre dans des proportions importantes. Il est à noter tout de même que cette formule est appliquée dans l'usage des cardiofréquencemètres et de leurs logiciels... .

Il est préférable d'approcher la FC max à l'aide d'un test d'évaluation du potentiel aérobie ;

Il est à noter que chez un sujet jeune, il n'y a pas de relation entre le niveau de capacité physique et la FC max, à une FC haute ne correspond pas nécessairement un sujet performant.

3.3. La fréquence cardiaque de réserve :

C'est la différence entre le nombre battements de la F.C. max et de la F.C. repos, d'où le terme de (battements de réserve). Karvonen (Finlande) a introduit la notion de (F.C. de réserve) dans une formule permettant de calculer les F.C. d'entraînement ou F.C.cible :

$$F.C. \text{ réserve} = F.C. \text{ MAX} - F.C. \text{ repos}$$

Exemple :

Si $F.C.\text{max} = 300$; $F.C. \text{ repos} = 90$; $F.C. \text{ réserve} = 300 - 90 = 210$

Cette fréquence de réserve n'a de sens qu'utilisée en étroite relation avec F.C. de travail.

3.4. Les F.C. cible ou F.C. de travail (F.C.W.) :

Ce sont les F.C. correspondantes à un pourcentage du VO₂ max auxquelles le joueur doit s'entraîner.

Ce qui nécessite que l'éducateur connaisse au moins :

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

-VMA=70%

-la vitesse de course à 70% de VMA ; ainsi si VMA est de 15km/H (VMAEVAL : palier 14), il faudra que le joueur courre à 70% de 15 km/h soit aux environs de 175 m/ mn ou 2,91 m/s.

La F.C.cible sera alors : F.C. max : 300 ; F.C. repos : 90 ; F.C. réserve : 210

F.C cible = $(210*70/100) + 90 = 237$ bpm.

3.5. La F.C. de récupération :

Indice important de la faculté de récupération, digne d'alerte.

Peut être relevée après 1 minute, 2 minutes, 3 minutes, selon les types d'effort.

Même si les pulsations ne sont pas relevées systématiquement, l'entraîneur doit attirer l'attention du joueur sur l'importance des fréquences cardiaques et l'inciter à se prendre en charge.

Peut même être l'occasion pour l'entraîneur de « découvrir » certaines pathologies cardiaques. La pente de récupération à la fin d'un effort reste un témoin intéressant de la « fraîcheur » d'un joueur, de son potentiel aérobie et ce d'autant plus que cet indice de récupération peut être quantifié.

L'évaluation des temps de récupération est particulièrement pertinente dans les efforts par intervalles, une stabilité des F.C. de récupération permet de penser que les exercices de la séance ont été correctement programmés (Leroux, 2006).

4. Périodisation des charges d'entraînement :

La charge d'entraînement (CE) devrait être graduellement progressive tout au long de la période de préparation (Dawson, 1996) ; (Rawbottom, 2000) et les athlètes devraient subir une période d'affutage avant la compétition (Coutts A. , 2007) . Nombreux sont ceux qui pensent que ces principes fondamentaux de périodisation devaient être appliqués aux sports d'endurance autant qu'aux sports d'équipe. Cependant, il est décevant de s'apercevoir qu'à ce jour, relativement peu d'études ont examiné ou bien décrit les stratégies de périodisation pour les sports d'équipe telle que le football.

La périodisation des CE sur des semaines de compétition est certainement d'un grand intérêt pour les entraîneurs et les joueurs de sports d'équipe. Par opposition à la plupart des sports

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

d'endurance, les sports collectifs sont en compétition continue tous les 4 à 9 jours sur 6 à 8 mois de l'année. Dans certains cas, il se peut qu'une équipe ait à jouer jusqu'à 3 matchs en une semaine. Ces contraintes compétitives exercent un stress physiologique et psychologique significatif sur les joueurs. Ces informations suggèrent qu'une périodisation appropriée pour permettre une élimination de la fatigue et un maintien de l'état de forme au cours de la période de compétition chez des joueurs professionnels d'équipes est une tâche difficile. Pour illustrer ceci, Dawson (1996) a suggéré que les entraîneurs ont des difficultés dans l'élaboration des procédés d'entraînement appropriés qui permettent aux joueurs de récupérer d'un match, effectuer l'entraînement de milieu de semaine et ensuite effectuer un mini affutage d'avant match en 4 à 9 jours de microcycle. Dans ce contexte, il existe peu d'évidences scientifiques à notre disposition décrivant ou comparant de réelles stratégies de périodisation chez les joueurs d'équipe de haut niveau (Coutts A. , 2008).

5. Dynamique de la charge d'entraînement :

La charge d'entraînement exerce un stress physiologique sur le corps humain amenant à des adaptations à court et à long termes. Les adaptations à courts termes induisent une fatigue qui par la suite se transforme à un gain de forme physique. Le cumul de stress physiologique sur des semaines va engendrer une amélioration des capacités physiques et physiologiques du sportif. Par conséquent, un arrêt d'entraînement va engendrer une diminution de la fatigue et une diminution des capacités du sportif. Cette dynamique de la charge et la forme sportive est basé sur le phénomène de surcompensation. La représentation graphique de cette dynamique en utilisant tous les paramètres de la CE nous donne ce qui est appelé « PMC : Performance Management Chart » qui se traduit en français : le graphe de gestion de la performance (Coggan & Allen, 2010).

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

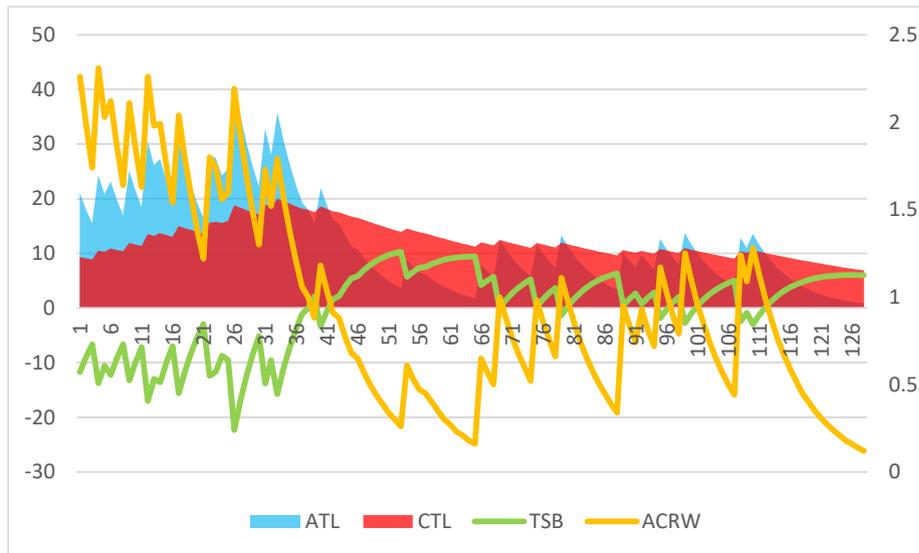


Figure 2. Graphe de gestion de la charge (PMC) (Coggan & Allen, 2010).

En respectant ce principe, les spécialistes ont développé des modèles mathématiques simulant cette dynamique. A l'heure actuelle, il existe 4 modèles : Ratio Aigue : Chronique (ACWR) = charge aigue / charge chronique.

5.1. Le modèle de A. Coggan (Coggan & Allen, 2010) :

Charge aigue (fatigue) = charge aigue « hier » + (charge « aujourd'hui » - charge aigue « hier »)/7

Charge chronique (fitness) = charge chronique « hier » + (charge « aujourd'hui » - charge chronique « hier »)/24

Equilibre de charge (TSB : training stress balance) : charge chronique - charge aigue)

5.2. Le modèle de Gabett (Gabett, 2016)

Charge aigue (fatigue) d'aujourd'hui = la moyenne mobile des charges des dernière 7 jours

Charge chronique (fitness) d'aujourd'hui = la moyenne mobile des charges des dernière 28 jours.

5.3. Le modèle de S. Williams « EWMA » (Williams et al, 2017) :

Appelé « EWMA »: « Exponential Weighted Moving Average »

Ce modèle utilise une constante de décroissance temporelle de 7 jours pour la charge aigue et 28 jours pour la charge chronique :

EWMA aujourd'hui = charge « aujourd'hui » * λ + (1-)*EWMA « hier »

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

Ou :

$$\lambda = 1/(N+2)$$

N=7 (aigue) ; 28 (chronique)

5.4. Le modèle de Moussa (Moussa et al, 2019) :

Ce modèle apporte une meilleure gestion des données manquantes de l'entraînement. Il est appelé en anglais « Robuste Exponentiel Decreasing Index ». Ce qui se traduit en français « index de diminution exponentielle robuste ».

$$REDI_{\text{aujourd'hui}}^{\lambda} = \frac{1}{\sum_{i=0}^{1v} \alpha_i^{\lambda}} \sum \alpha_i^{\lambda} * WL_i$$

$$\alpha_i^{\lambda} = \begin{cases} 0 & \rightarrow \text{WL manquant} \\ e^{-\lambda} & \text{Autrement} \end{cases}$$

.WL << **Work Load** >> : est la charge de travail du ieme jour passé avant le jour actuel.

.N est le nombre total de jours précédents dans notre ensemble des donnés.

.λ : Est un paramètre qui peut être ajusté afin de diminuer la pondération de la charge de travail.

(Cousins, 2019) Propose les mêmes valeurs de décroissance :

.λ = 7 pour la charge aigue

.λ = 28 pour la charge chronique

5.5. TSB : valeurs normatives :

Appellation de la zone	Valeurs normatives	Signification
Haut risque	< -30	Risque de surentrainement et blessures
Optimale	-30 à -10	Développement des capacités
Grise	-10 à 5	Pas d'impact sur la forme "maintien"
Fraicheur	5 à 20	Propice pour la compétition
Transition	> 20	Fin de saison : Période transitoire

Tableau 09 : Les valeurs normatives et ces significations de chaque zone.

PARTIE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.

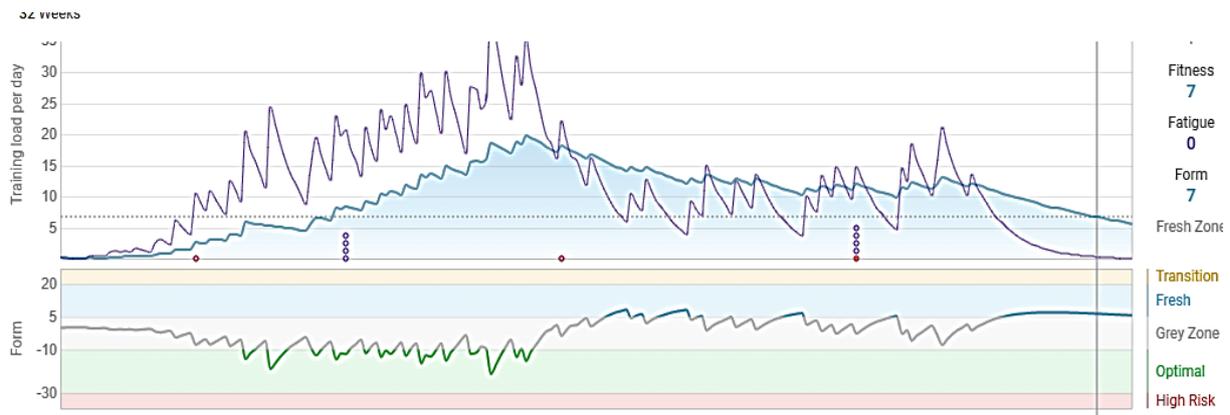


Figure 3 : Gestion de la performance sportive (PMC) et les plages correspondantes aux valeurs du TSB.

5.6. ACWR : Ratio charge aigue/ charge chronique :

Pour les 4 modèles, il est possible de calculer le ratio charge aigue/chronique. Ce ratio est appelé en anglais (ACWR = Acute chronique Workload Ratio). Il se calcule en divisant la charge aigue sur la charge chronique. Gabbett(2016) a démontré que lorsque la valeur du ACWR se situe entre 0,8 et 1,3 le risque de blessure baisse significativement. Alors qu'il augmente lorsque l'ACWR est inférieur à 0,5 ou supérieur à 1,5. Ces résultats ont donné naissance à un nouveau concept qui est le « Sweet Spot » ou la zone douce.

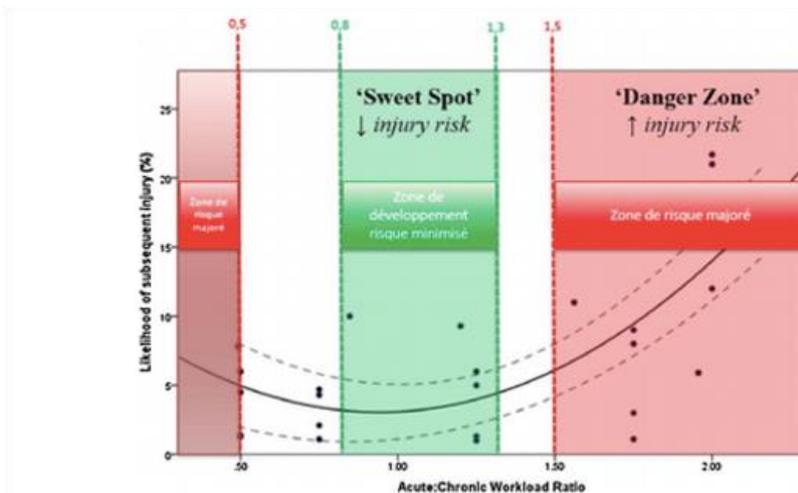


Figure 4: ACWR Sweet Spot d'après Gabbett (2016).

PARTIE II

METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE.

PARTIE II METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE.

PARTIE II : METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE.

1. Objectifs de la recherche :

- Déterminer le meilleur indice de la charge à utiliser pour un sport individuel et collectif.
- Vérifier l'applicabilité du model Coggan avec l'indice de RPE et TSS.

2. Tâches de la recherche :

- Quantifier la charge d'entraînement chez un groupe pratiquant un sport individuel et un groupe du sport collectif avec le RPE et LE TSS.
- Evaluer l'état de fraîcheur par l'indice de Hopper.
- Comparer la dynamique de la charge entre les deux disciplines.

3. Méthodologie :

Nous avons utilisé la méthode descriptive, afin de décrire les charges d'entraînement subies par les volleyeuses et les athlètes, en utilisant la méthode de la séance-RPE de Foster et en s'appuyant sur des marqueurs subjectifs (la perception de l'effort) et détermination du niveau de fatigue des deux équipes au cours d'un méso cycle de 9 semaines d'entraînement.

2.1. Echantillon :

L'échantillon est composé de quatorze (14) sportives pratiquant le volleyball et vingt (20) sportifs pratiquant l'athlétisme qui ont accepté de participer à cette étude de manière volontaire.

Dans cette étude, l'intérêt est basé d'abord sur l'application d'une méthode de quantification de la CE (séance RPE) et détermination du niveau de fatigue chez les athlètes durant (9) semaines, du 23 janvier jusqu'à 23 mars 2022 (pour les volleyeuses) et du 19 janvier jusqu'à 14 mars 2022 (pour les athlètes), au cours de la saison 2021/2022, qui s'est déroulée au CSP AOKAS (volley) et au stade communal de TASKRIOUT (athlétisme).

2.2. Protocole :

L'étude consiste à récolter les données avant et après chaque séance réalisée. Des fiches pour la collecte des données ont été établies pour recueillir les données (voir annexe). Avant le début de la séance, les sportifs remplissent un questionnaire relatif à l'état général récupération adapté de l'échelle Hopper.

PARTIE II METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE.

Eléments	1	2	3	4	5
Humeur	Très stressé	Assez stressé	Légèrement stressé	Peu stressé	Pas de stress
Sommeil	Mauvaise	Inférieure à la moyenne	normale	Bonne	Très bonne
Energie	Extrêmement faible	Très faible	Faible	Normal	élevé
Courbatures	Extrêmement douloureuses	Très douloureuses	Assez douloureuse	Légères courbatures	Aucunes douleurs

Tableau 10. Questionnaire d'état de forme général (adapté depuis Hopper)

Notre étude a commencé au mois de janvier et s'est terminée à la fin du mois de mars pour permettre aux athlètes de se familiariser avec l'outil et la méthode de quantification de CE et détermination du niveau de fatigue (séance-RPE, et indice de fatigue et d'humeur), selon une échelle de note de (0 à 5) par les athlètes en réponse à des questions avant l'entraînement (sur l'humeur, qualité de sommeil, niveau d'énergie et courbatures).

Après l'entraînement et en réponse à la question « comment as-tu ressenti la séance ? » La CE est estimés selon l'échelle de Foster (année) comme décrit dans le tableau suivant. Les réponses ont été recueillies 20 à 30 minutes après la fin de chaque séance d'entraînement afin de prévenir que le dernier l'exercice effectué ne soit pas trop influant sur la perception individuelle des athlètes.

Estimation	Description
0	Nulle
1	Très, Très Légère
2	Légère
3	Modérée
4	Assez Dure
5	Dure
6	
7	Très Dure
8	
9	
10	Maximale

PARTIE II METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE.

3. Calcul de la charge d'entraînement et de l'indice de Hopper:

3.1 Charge d'entraînement :

A) RPE_session :

Après récolte des ressenti et la durée de la séance de chaque individu, nous avons calculé le RPE_session comme suit ;

$$\text{RPE_session} = \text{RPE} * \text{durée}$$

Nb : dans le cas où le sportif ne termine pas la séance, la durée de la séance utilisée pour les calculs correspond au temps effectif pour cet individu.

B) TSS : (Training Stress Score) Score du stress d'entraînement

Le TSS est estimé d'après le RPE et la durée selon la méthode proposé par Friel(2022)

échelle RPE	TSS pour 60min
1	20
2	30
3	40
4	50
5	60
6	70
7	80
8	100
9	120
10	140

3.2. Dynamique de la charge et la forme sportive :

Nous avons adopté le model proposé par Andrew Coggan(2010). Le modèle propose de calculer les paramètres suivants ;

ATL: Acute Training Load (charge d'entraînement aigue).

Court terme =fatigue (7 jours).

CTL: Chronic Training Load (charge d'entraînement chronique).

Long terme = fitness (niveau globale).

TSB: Letraining stress balance (Score de Balance D'entraînement)

$$\text{CTL} - \text{ATL}$$

ACWR : Nous avons aussi utilisé le ratio proposé par (Gabett, 2016)

3.3 Indice de Hopper :

L'indice consiste à additionner le résultat des 4 éléments.

IH= Humeur + Sommeil +Energie + Courbatures.

Une valeur d'une forme parfaite est égale à 20 alors qu'une valeur de 4 signifie un état de forme négatif.

4. Calculs statistiques :

Les données sont présentées en moyenne \pm écart-type. L'étude de la relation entre les variables a été réalisée avec le test de corrélation de Personne. Les différences sont évaluées par le test de Student lorsque les conditions sont remplies ou avec le test de Mann et Whitney dans le cas contraire. le test de Shapiro-Wilk a été utilisé pour la vérification de normalité et le test de Levene pour l'homogénéité des variances. Le seuil de signification est fixé à $\alpha < 0.05$.

PARTIE III : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

1- Résultats

1-1 Dynamique de la charge entre sport individuel et collectif :

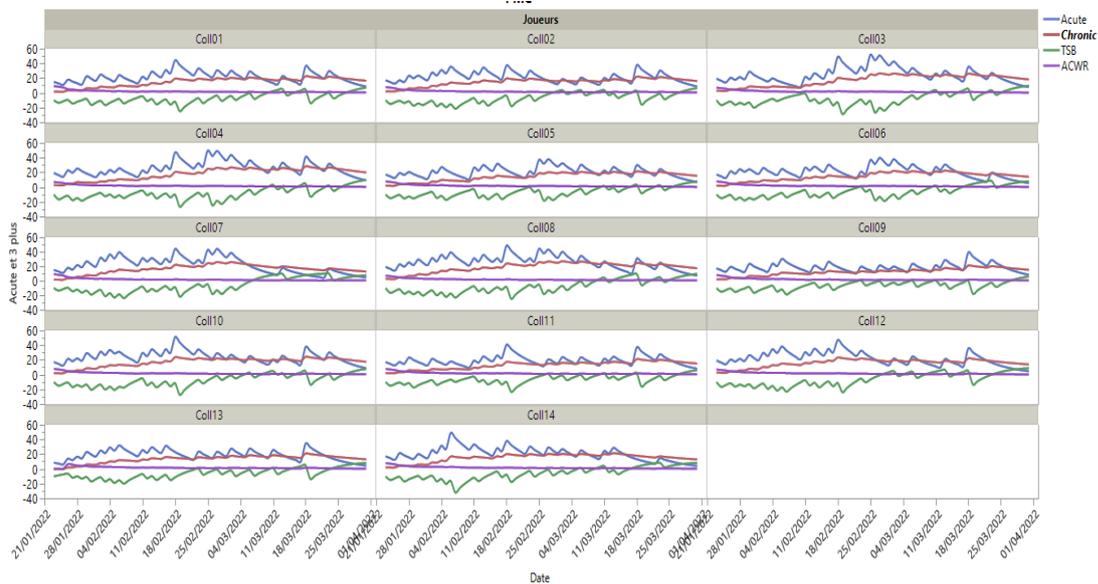
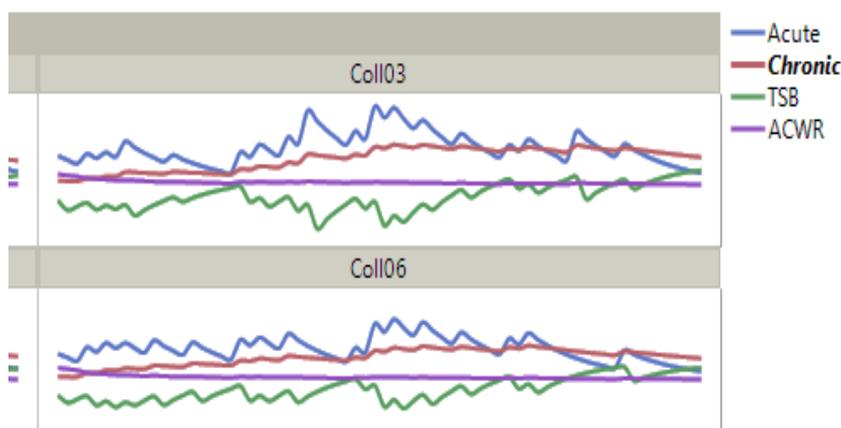


Figure 5 : Graphique de gestion de la performance chez le groupe du sport collectif (PMC).

Ce graphique représente la dynamique des paramètres de la charge (ATL, CTL, TSB et ACWR) pour l'ensemble des joueurs du sport collectif. Ce graphique est un outil de suivi individuel de la charge d'entraînement. Il est possible de comparer les sportifs entre eux et voire les adaptations de toute un chacun. A titre d'exemple, comparé au sportif « coll06 » le sportif « Coll03 » a subi des charges (bleu) plus élevée (rouge) que sa forme de base, ce qui à induit dans cette période à une diminution de sa forme du moment.



PARTIE III ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

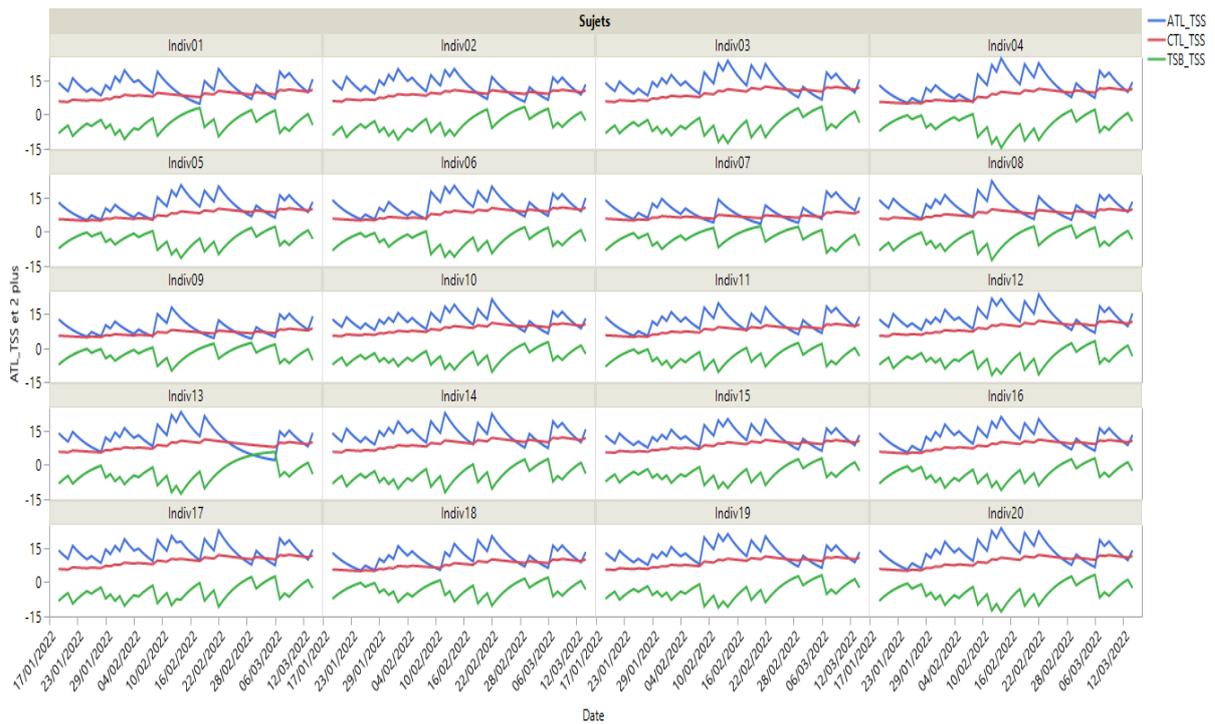


Figure 6 : Graphique de gestion de la performance chez le groupe du sport individuel (PMC).

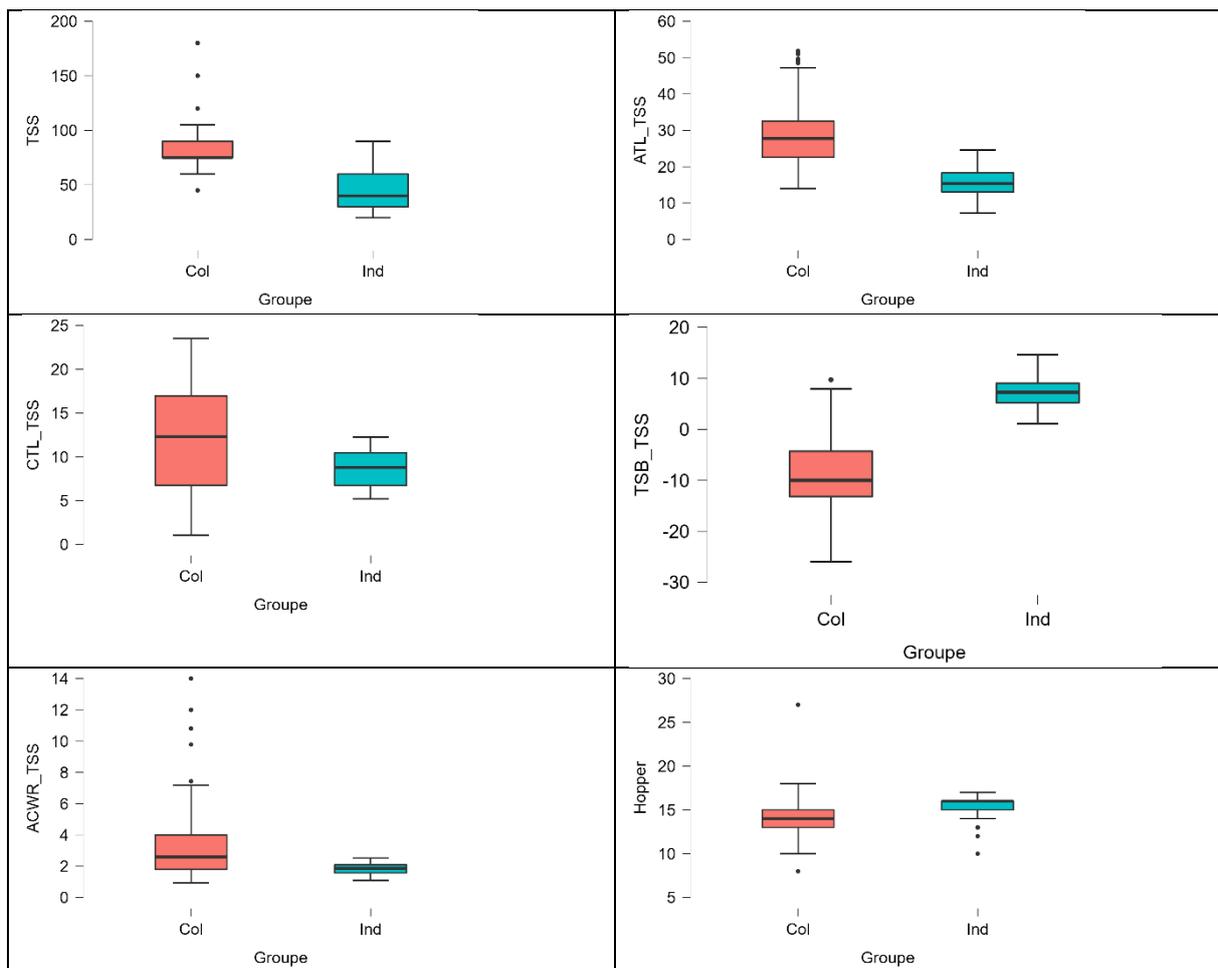
Cette figure représente la dynamique de la charge d'entraînement pour les athlètes (athlétisme). nous pouvons dire que si la charge chronique (CTL) est élevée développe sa forme physique (TSB). Par contre, si l'athlète présente une charge aigue (ATL) supérieure à la charge chronique, le sportif est considéré comme ajuster au risque de blessure. Si la charge chronique associé à une charge aigue faible, l'athlète expérimente un minimum de fatigue.

Comparaison de la charge par TSS :

Variables	Collectif	Individuel	P- Value
TSS	86.84 ± 32.05	48.17 ± 19.172	<0.001
ATL- TSS	28.6 ± 8.04	15.61 ± 3.633	<0.001
CTL- TSS	11.87 ± 6.02	8.67 ± 2.031	<0.001
TSB- TSS	-8.86 ± 6.61	6.94 ± 2.768	< 0.001
ACWR- TSS	3.45 ± 2.59	1.83 ± 0.345	< 0.001

Tableau 11 : comparaison de la charge TSS entre sport collectif et individuel.

Figure 7 : indicateurs de la charge d'entraînement par l'indice TSS



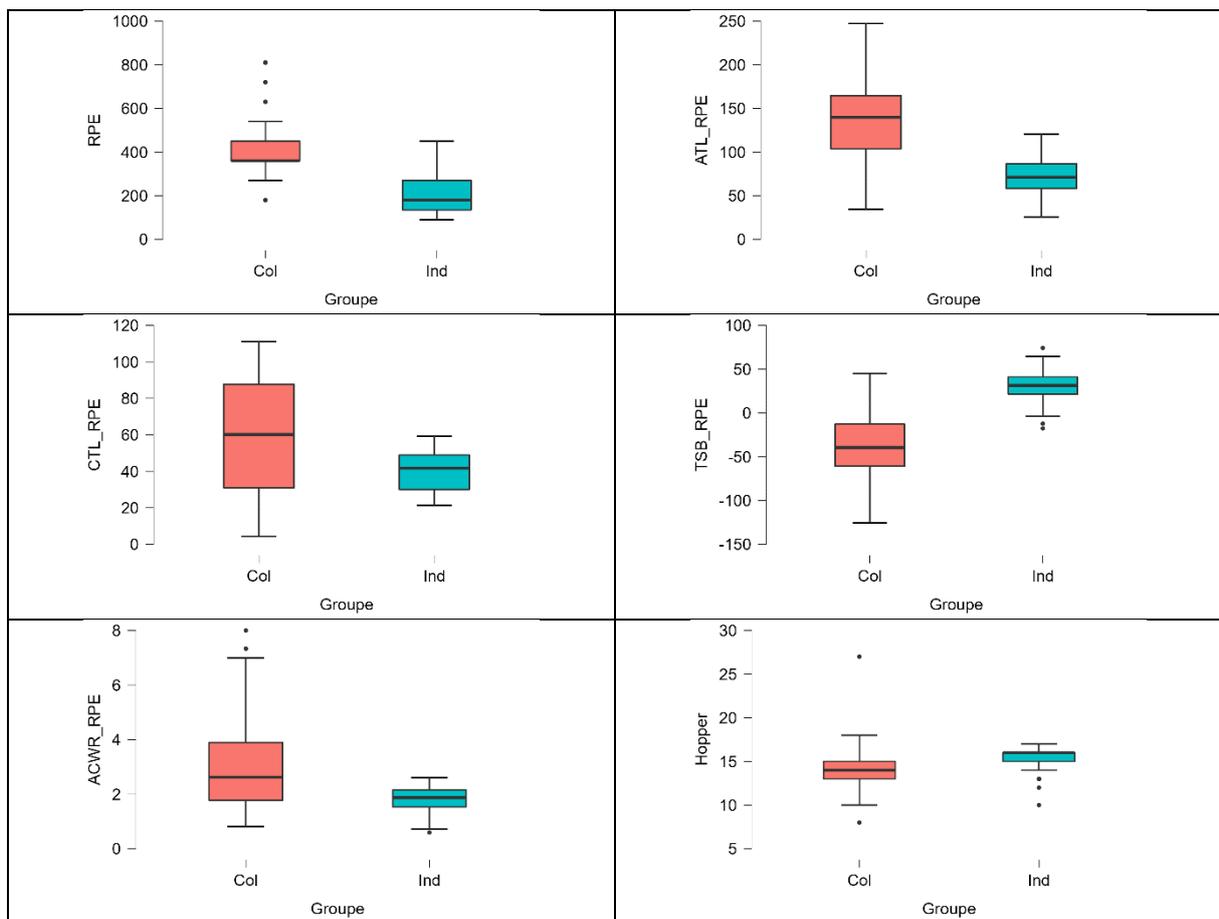
Les résultats de la comparaison des différents paramètres de la charge d'entraînement calculer à partir de l'indice TSS ont démontré l'existence de différence en faveur du sport collectif. La valeur moyenne du TSS pour le sport collectif est presque le double de celle enregistré chez le sport individuel (86.84 ± 32.05 et 48.17 ± 19.17 respectivement, $P < 0.001$). par conséquent, l'ATL et le CTL sont aussi plus élevé avec une grande hétérogénéité chez le sport collectif. Cette combinaison a donné un TSB plus négatif chez le groupe collectif témoignant d'une mal adaptation aux charges d'entraînement. la valeur moyenne de l'indice de Hopper (modifié) est plus élevée chez le sport individuel.

PARTIE III ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Comparaison de la charge RPE

Variable	Collectif	Individuel	P- Value
RPE	415.44 ± 152.33	226.49 ± 95.575	< 0.001
ATL_RPE	136.38 ± 46.91	71.59 ± 19.144	< 0.001
CTL_RPE	59.15 ± 31.54	39.94 ± 10.841	< 0.001
TSB_RPE	-39.41 ± 31.68	31.65 ± 14.794	< 0.001
ACWR_RPE	3.05 ± 1.6	1.84 ± 0.407	< 0.001
Hopper	14 ± 1.82	15.39 ± 0.912	< 0.001

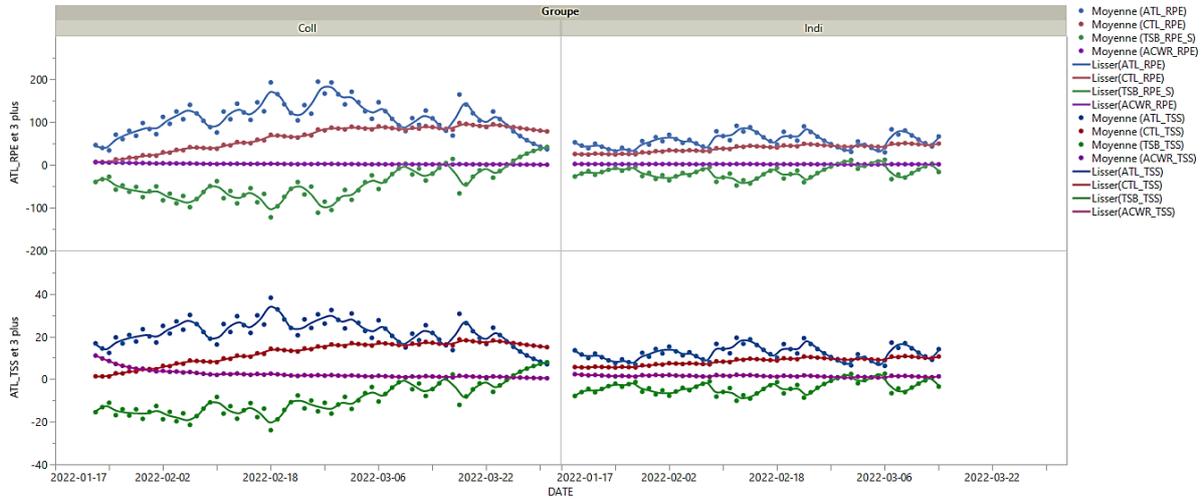
Tableau 12 : Comparaison de la charge RPE entre sport collectif et individuel.



Les résultats de la comparaison ont démontré que la valeur moyenne du RPE_S enregistrée chez le sport collectif est plus élevée que celle du sport individuel (415.44 ± 152.33 contre 226.49 ± 95.575 respectivement ; $P < 0.001$). La moyenne et la dispersion des valeurs de l'ATL et CTL chez le sport collectif sont plus élevées que celles du sport individuel (136.38 ± 46.91 contre 71.59 ± 19.144 et 59.15 ± 31.54 contre 39.94 ± 10.841 respectivement ; $P < 0.001$). ce qui témoigne de l'hétérogénéité de la perception de l'effort chez un groupe pratiquant un

PARTIE III ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

sport collectif et ceci est peut être lié à la nature des séances d'entraînement à caractère technicotactique avec des tâches et exigences spécifiques et individualisées.



TSS

A).COLLECTIF:

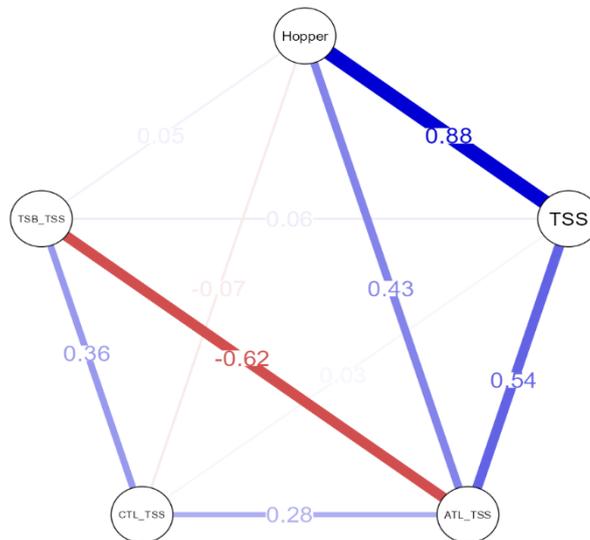


Figure 07 : corrélation de l'indice de HOPPER avec la charge TSS dans le sport collectif.

On observe cette figure, on remarque qu'il existe une corrélation entre l'indice de Hopper et la charge aiguë (ATL), la charge chronique et la forme (TSB) positive. Par contre, entre la charge aiguë et la forme est négatif.

B).INDIVIDUEL

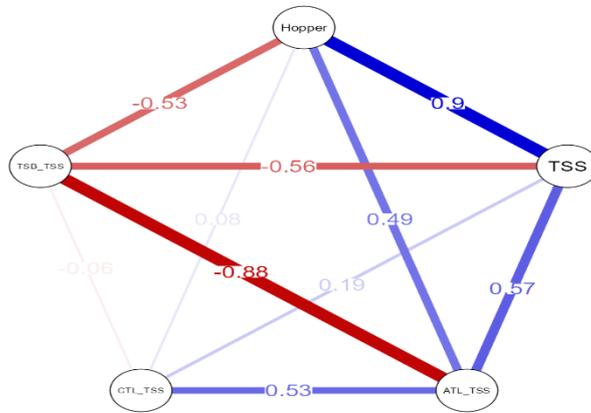


Figure 08 : Corrélation de l'indice de HOPPER à la charge TSS dans le sport individuel.

On observe cette figure, on peut marquer que la corrélation d'indice de Hopper à la charge aigue (ATL) et à la charge chronique (CTL) est positive. Par contre, entre la forme (TSB) et la charge aigue, l'indice de Hopper et TSS, est négative.

La charge d'entrainement par RPE

B) Collectif

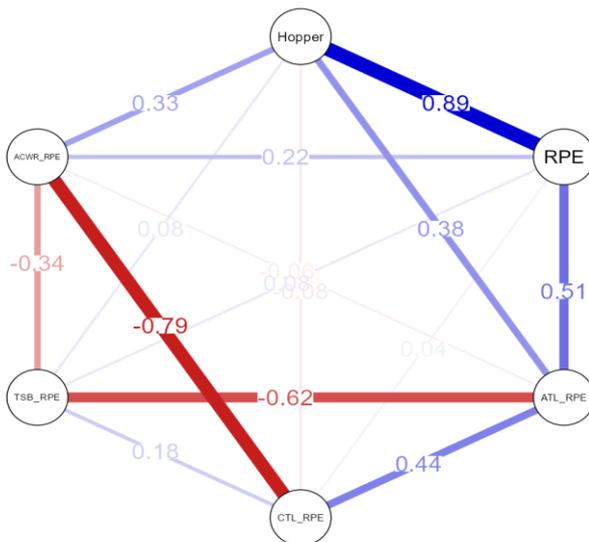


Figure 09 : relation d'indice de HOPPER à la charge RPE dans sport collectif.

Cette figure nous permet de observer que le RPE Hopper à plusieurs corrélations ; entre charge aigue, chronique, la forme, le ratio et le Hopper, est positive. Par contre, le ratio (ACWR) est négatif entre la charge aigue (ATL), la charge chronique (CTL), la TSB.

D).INDIVIDUEL:

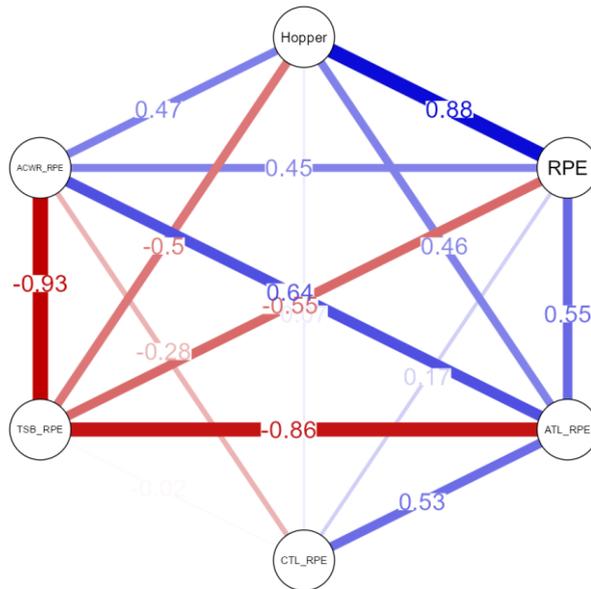


Figure 10 : relation d'indice de HOPPER à la charge RPE dans sport individuel.

Dans cette figure, on remarque que l'RPE à plusieurs corrélations ; entre la charge aigue, la charge chronique, le ratio (ACWR) et le Hopper. Le ratio et la charge aigue, de manière positive. Par contre, entre la forme (TSB) ; le TSB et la charge aigue, TSB et le Hopper, TSB et le ratio, le ratio et la charge chronique est négative.

DISCUSSION:

L'objectif de la présente étude consiste à suivre la charge d'entraînement chez un groupe pratiquant un sport collectif et un autre groupe pratiquant un sport individuel.

Pendant la durée de notre étude (09 semaines) vingt (20) séances d'entraînement ont été réalisées pour le sport collectif, et dix-huit (18) séances pour le sport individuel. Les résultats révèlent une charge moyenne hebdomadaire de S_RPE (110.99 ± 207.97 U.A) et en TSS (21.62 ± 40.82 U.A).

Selon les données de la littérature (Coggan & Allen, 2010) nos résultats sont comme suit :

Dans le TSS du groupe collectif, les relations positives les plus remarquables sont enregistrées entre : la charge aiguë (ATL) et l'indice de Hopper ; la charge chronique (CTL) et la forme (TSB) ; les charges ATL et CTL. Par contre, les relations négatives sont enregistrées entre la forme TSB et la charge ATL. Pour le groupe « Individuel » avec l'indice TSS de charge, nous avons observé des relations négatives de TSB avec l'ATL et l'indice de Hopper. Les corrélations positives sont enregistrées entre les charges ATL et CTL, l'ATL et l'indice de Hopper.

Pour le RPE du « groupe collectif », on détecte des corrélations positives, entre l'indice de Hopper et l'ATL et le CTL, et des corrélations négatives entre la forme TSB et l'ATL, le CTL et l'ACWR. Par contre, pour le RPE du « groupe individuel », il en sort plusieurs corrélations significatives négatives notamment entre la forme TSB et l'ATL, le TSB et l'ACWR

Il en ressort aussi que l'indice de Hopper est étroitement lié à la perception de l'effort pendant la séance. L'indice de Hopper est corrélé positivement aux différents indices calculés sur la base du S-RPE. Ce qui témoigne que l'état de fraîcheur du moment influe sur la perception de l'effort réalisé pendant la séance en question.

Par contre, après estimation du TSS, nous avons remarqué que cet indice présente une corrélation moins prononcée que celle avec le RPE notamment pour le groupe collectif. Cette constatation renforce ce qui se passe à l'heure actuelle en termes de quantification de charge. Le TSS est l'indice le plus utilisé dans les sports cyclique tandis que le RPE est plus utilisé dans les sports collectifs.

Quant au TSB, qui représente un indice de fraîcheur physique, il semble avoir une corrélation négative avec l'indice de Hopper, ce qui indique que l'utilisation du modèle de Coggan pour la prédiction de la performance en utilisant le RPE peut induire en erreur, voire même indiquer le contraire de la réalité.

L'indice de Hopper présente une relation positive avec le rapport ATL/CTL (ACWR). Cet indice peut être utilisé comme indicateur de la fraîcheur du moment comme proposé par (Gabbett, 2016).

Conclusion

Conclusion

La finalité de l'entraînement sportif est d'amener le sportif à atteindre une forme physique optimale le jour de la compétition. Pour cela les scientifiques et praticiens ont toujours essayées de modéliser l'entraînement dans le but de prédire cette forme tout en évitant des ruptures d'entraînement causé par les blessures. Dans l'étude présente, nous avons essayé d'appliquer le modèle de (Coggan & Allen, 2010) pour prédire la performance. Nous avons utilisé le RPE comme indicateur de la charge d'entraînement. Ensuite, une estimation de l'indice TSS a été réalisée selon la proposition de (Friel, 2022).

L'objectif de notre travail est de comparer la dynamique de la charge d'entraînement en utilisant deux indices qui sont le RPE de (Foster et al, 1995) et le TSS Coggan. L'étude est réalisée sur des athlètes des disciplines collectives et individuelles et de quantifier les CE, détecter le niveau de fatigue, calculer la corrélation entre l'indice de fatigue et les différentes indices de CE.

Les résultats de la comparaison ont démontré que la valeur moyenne du RPE_S et du TSS enregistrée chez le sport collectif est plus élevée que celle du sport individuel). La moyenne et la dispersion des valeurs de l'ATL et CTL chez le sport collectif sont plus élevées que celles du sport individuel, ce qui témoigne de l'hétérogénéité de la perception de l'effort chez un groupe pratiquant un sport collectif et ceci est peut être lié à la natures des séances d'entraînement à caractère technicotactique avec des tâches et exigences spécifiques et individualisées. La valeur du TSB est plus négatif chez le groupe collectif témoignant d'une mal adaptation aux charges d'entraînement. La valeur moyenne de l'indice de Hopper (modifié) est plus élevée chez le sport individuel.

En conclusion, nous pouvons dire que le model de Coggan appliqué sur la base du ressenti (RPE) peut -à un degrés- renseigner sur la forme du sportif et peut être servir pour le suivie de la charge d'entraînement. En revanche, le sport individuel semble être plus sensible à ce modèle contrairement au sport collectif. Un modèle plus simple tel que celui proposé par Foster (1975) peut être une bonne alternative.

Bibliographie

Références:

Banister. (1975). A Systeme Model of the Effects of Training on Physical Performance. *Man, and Cybernetics* .

Banister. (1991). *Phusiological testing of elite atheletes* . Human Kinetics Books .

Belgith, B. (2018, 06 29). *Hal open science*. Retrieved 05 2022, from [https:// hal-insep.archives-ouvrttes.fr/hal-01826191](https://hal-insep.archives-ouvrttes.fr/hal-01826191).

Coggan & Allen, A. (2010). *Training and racing with a power metter*. VeloPress.

Cousins, B. (2019). *Match and training load explosure and time loss incidence in elite rugby union players*.

Coutts, A. (2007). *Monitoning for overreaching in rugby league players*. Sport Med.

Coutts, A. (2008). *Monitoning Training Loads in Professional Rugby League*. London, UK: T. Reilly & F.Korkuzus & E. Ergin.

Dawson, B. (1996). *Periodisation of speed and endurance training*.Sydney: P.R.J. Reaburn & D.G.

Dellal, A. (2008). *de l'entrainement à la performance en football*. de boeck.

Dufour, M. (2011). *Le puzzle de la performance: Les qualités physiques Tome VI : Planification,periodisation,et regulation de la charge*.Volodalen.

Edwards, S. (1993). *High performance training and racing*. New York: the heart rate monitor book.

Foster. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Strenght & Conditioning Research* , 109-115.

Foster et al, C. (1995). *Effects of specific versus cross-training on running performance*. Appel Physiol.

Foster, C. (1998). Monitoning training in Atheletes with reference to overtreaning syndrome. *Medecine and Science in Sports* , 1164 - 1168.

Friel, J. (2022, 02 05). *Estimating Training Stress Score(TSS)*. Retrieved 2022, from Tainingpeaks.com.

Gabbett, T. J. (2016). *The Training-injury Prevention Paradox: should atheletes be training smarter and harder?* Br J Spports.

Gabett, T. (2016). *high training workloads alone do not cause sports injuries*. Br J Sport.

Bibliographie

- Gabriel, e. C. (1998). *Overtraining and immune system:a prospective longitudinal study in endurance athletes*. Med.Sci. Sports Exerc.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(2), 139-147.
- Issurin, V. (2010). *New horizons for the methodology and physiology of training periodization*. Auckland; New Zilande: Sports Med.
- Lehénaff, D. (2002). *la charge de travail en sport de haut niveau*. INSEP- Publications .
- Leroux, P. (2006). *football, planification et entrainement,pour atteindre une performance*. Paris: Amphora.
- Lucia, A. (2003). *Tour de France versus Vuelta a Espana: which is harder?*Med Sci Sports Exerc,.
- Moussa et al, I. (2019). Robust Exponential Decreasing Index (REDI): adaptive and robust method for computing cumulated workload. *BMJ Open Sport & Exercice Medecine* , 5.
- Mujika, I. (2003). *Scientific bases for percompetition tapering strategies*. Med Sci Sports Exerc.
- Piggot, B. (2008). *the relationship between training load and incidence of injury and illness over a preseason at an Australien football league club*.
- Rawbottom, D. (2000). *Periodization of training*. Philadelphia: W.E.& D.T Kirkendall.
- Saboul, D., Balducci, P., Millet, G., Pialoux, V., et Hautier, C. (2016). A pilot study on quantification of training load: The use of HRV in training practice. *European Journal of Sport Science*, 16(2), 172-181. doi:10.1080/17461391.2015.1004373
- Training Impulse*. (2012). Retrieved 03 13, 2022, from The Website For All Your Training Load Views , News & Reviews.: www.trainingimpulse.com
- Utiliser la charge d'entrainement pour mieux s'entrainer*. (2021, 10 11). Retrieved 03 28, 2022, from <http://blog.nolio.io>
- Verkhoshansky, J. W. (1992). *L'entrainement efficace. Pour une programmation efficace de l'entrainement*.Paris: PUF.
- Williams et al, S. (2017). Better way to determine the acute: chronic workload ratio? *sports medecine* , 51.

Résumé

Résumé :

L'objectif de la présente étude est de comparer la dynamique de la charge entre sports individuels et collectifs (volleyball et athlétisme). L'échantillon est composé de quatorze (14) joueuses de volleyball et vingt (20) athlètes d'athlétisme de la catégorie U14. La charge d'entraînement de la séance est estimée par l'indice S_RPE ($RPE * Durée$) et par l'indice de TSS (estimation). L'état de fraîcheur des sportifs est estimé avec l'indice de Hopper. Le modèle de Coggan a été utilisé pour modéliser la dynamique de la charge des deux équipes.

Les résultats de la comparaison ont démontré que la valeur moyenne du RPE_S et du TSS enregistrée chez le sport collectif est plus élevée que celle du sport individuel. La moyenne et la dispersion des valeurs de l'ATL et CTL chez le sport collectif sont plus élevées que celles du sport individuel, ce qui témoigne d'une hétérogénéité de la perception de l'effort chez un groupe pratiquant un sport collectif. La valeur du TSB est plus négative chez le groupe collectif témoignant d'une mauvaise adaptation aux charges d'entraînement. La valeur moyenne de l'indice de Hopper (modifié) est plus élevée chez le sport individuel.

En termes de corrélations, le nombre et la puissance de corrélations significatives sont plus élevés chez le sport individuel. L'indice de Hopper est corrélé positivement avec la perception de l'effort ce qui indique que l'état de fraîcheur impacte la perception.

Au final, le modèle de Coggan appliqué sur la base du ressenti (RPE) peut -à un degré- renseigner sur la forme du sportif et peut être utilisé pour le suivi de la charge d'entraînement. En revanche, le sport individuel semble être plus sensible à ce modèle contrairement au sport collectif. Un modèle plus simple tel que celui proposé par Foster (1975) peut être une bonne alternative.

Résumé

Abstract

The aim of this study is to compare the dynamics of the load between individual and team sports (volleyball and athletics). Sample is composed of fourteen (14) volleyball players and twenty (20) athletes in the U14 category. The training load of the session is estimated by the S_RPE index ($RPE * Duration$) and by the TSS index (estimate). The state of freshness of athletes is estimated with the Hopper index. Coggan's model was used to model the load dynamics of both teams.

The results of the comparison showed that the average RPE_S and TSS score recorded in team sport are higher than individual sport. The average and dispersion of ATL and CTL values in team sport are higher than individual sport, reflecting a heterogeneity in the perception of effort in a group playing team sport. The value of the TSB is more negative in the collective group testifying to a poor adaptation to the training loads. The average value of the -modified- Hopper index is higher in individual sports.

In terms of correlations, the number and power of significant correlations between variables are higher in individual sport. The Hopper index is positively correlated with the perception of effort which indicates the state of freshness impact perception.

In the end, the Coggan model applied on the basis of the perceived exertion (RPE) can -to a degree- inform on the form of the athlete and can be used for the monitoring of the training load. On the other hand, individual sport seems to be more sensitive to this model unlike team sport. A simpler model such as the one proposed by Foster (1975) may be a good alternative.