



**UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA-BEJAIA
FACULTE DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES**

Département des STAPS

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

**Suivi de la charge d'entraînement de la
période de la préparation d'une équipe de
football professionnel**



Réalisé par :

- M^{er} : BOUASLA Marouane
- M^{er} : MAZOUZI Bilal

Encadré par :

ZAABAR Salim

Année Universitaire 2020 / 2021

Remerciements

Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et la sérénité afin de pouvoir réaliser ce travail.

En premier lieu, je voudrai présenter ma profonde gratitude et appréciation à mes chers parents qui m'ont encouragé et supporté durant toute cette période.

En particulier, je tiens à remercier mon promoteur de mémoire qui a su me guider tout au long de notre travail, Mr ZAABAR Salim.

Je tiens également à remercier toutes les personnes du département STAPS, en particulier mes enseignants qui se sont tellement donnés durant ces 5 ans de formation pour me transmettre se riche savoir.

Finalement, j'aimerais remercier ma famille ainsi que tous mes amis pour leur support au cours de cette étape de ma carrière professionnelle

Dédicaces

قال تعالى " قل هل يستوي الذين يعلمون والذين لا يعلمون"

وقال: " و لان شكرتم لأزيد نكم"

,Les Années Passent, Des Evènements Marquent Parfois La Fin De Chacune

,L'un De Ces Evènements Peut Être La Constitution De Ce Modeste Travail

Que Je Dédie ce travail

A Celui Qui S'est Toujours Sacrifié Pour Me Voir Réussir, Je Ne Trouverai

Jamais Assez De Mots Pour Vous Remercier Pour Tout Ce Que Vous Avez Fait

.Pour Moi, A vous Mes Parents, Que Dieu Vous Accords Une Longue Vie

,(Mes Frères, Mes Sœurs et Mes Ami(es)

Mon encadreur, Mr ZAABAR, Salim

Qui a Enormément Contribué à

,L'élaboration de Ce Mémoire

.Ainsi Que Tous Ceux qui Me Connaissent, de loin ou de Près que je N'ai Pas Pu Citer

BOUASLA

MAROUANE

Dédicaces

*Les Années Passent, Des Evènements Marquent Parfois La Fin De Chacune, L'un
De Ces Evènements Peut Être La Constitution De Ce Modeste Travail,
Que Je Dédie ce travail*

*A Celui Qui S'est Toujours Sacrifié Pour Me Voir Réussir, Je Ne Trouverai Jamais
Assez De Mots Pour Vous Remercier Pour Tout Ce Que Vous Avez Fait
Pour Moi, A vous Mes Parents, Que Dieu Vous Accorde Une Longue Vie.*

*Mon Frère, Mes Sœurs ; Ma femme d'avenir (KARIMA) et Mes Ami(es),
Mon encadreur MR ZAABAR Salim Qui a Enormément Contribué à L'élaboration
de Ce Mémoire,*

*Ainsi Que Tous Ceux qui Me Connaissent, de loin ou de Près que je N'ai Pas
Pu Citer.*

Merci à tous.

MAZOUZI

BILAL

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.
FB	football.
FC	La fréquence cardiaque.
GPS	Global Positioning System.
IC	Indice de contrainte.
IM	Indice de monotonie.
IF	Indice de fatigue.
IFt	Indice de Fitness.
Min	Minute.
Moy	Moyenne.
RPE	Rating of Perceived Exertion.
Sem	Semaines.
TRIMPS	Training impulse score.
UA	Unité arbitraire.
USFB	Union Sportive Féminine Bejaia.

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
Figure N°01 : Échelle Borg CR-10 modifiée de Foster, Source : Foster et al. (2001).	21
Figure N°02 : représentant un exemple de calcul la charge d'entraînement.	22
Figure N°03 : Un exemple de CE prévue et observée pour une équipe professionnelle durant la période compétitive.	25
Figure N°04 : La dissociation entre la charge planifiée et la charge observée pour un joueur peut déceler son inadaptation au stress de l'entraînement.	27
Figure N°05 : Un exemple de la manière dont le contrôle de la CE peut être utilisé de façon sûre et graduelle avant le retour à l'entraînement avec le groupe après une blessure sérieuse.	29
Figure N°06 : Un modèle schématique suggéré pour planifier l'entraînement au cours de la phase compétitive en FB, Kelly et Coutts (2007).	30
Figure N°07 : Un exemple des CE (\pm Ecart type) calculées par la méthode-RPE pour une équipe professionnelle Italienne au cours d'une saison entière.	31
Figure N°08 : Graphique des Charges d'entraînement selon la méthode-RPE (UA) pour chacune des majeures modalités d'entraînement effectuées au cours de la saison chez des joueuses de FB, Alexiou (2007).	32
Figure N°09 : Distribution des différentes catégories d'entraînement dans une équipe professionnelle de rugby-league au cours des différents macrocycles de la saison, Coutts et al (2008).	32
Figure N°10 : Illustration de la fatigue aigüe et du principe de surcompensation.	38
Figure N°11 : Illustration du dépassement fonctionnel.	39
Figure N°12 : Illustration du syndrome de surentraînement.	40
Figure N°13 : Un effort engendre une fatigue qui entraine une surcompensation.	41
Figure N°14 : Échelle de Perception de l'Effort (RPE, BORG1970)	83
Figure N°15 : Échelle de Catégorie Limite (ETL, OARC1N st coite 1999)	84
Figure N°16 : Échelle d'Estimation da Tette (Ut-10, BeRCI, 1932)	84
Figure N°17 : Échelle de Perception de l'Effort (RPE, modifiée par FOSTER et colt, 1996)	85
Figure N°18 : exemple d'un page du cahier d'entraînement	87
Figure N°19 : Échelle de fatigue générale (HOOPER et colt, 1995)	88
Figure N°20 : Représentent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 01.	90
Figure N°21 : Représentent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 03	93
Figure N°22 : Représentent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 04.	96
Figure N°23 : Représentent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 05.	99
Figure N°24 : Représentent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 06.	102
Figure N°25 : Représentent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 07.	105
Figure N°26 : Nous not que la charge d'entraînement de la première semaine a atteint 6000 unités	106

LISTE DES FIGURES

Figure N° 27 : Changement de la charge d'entrainement car il a une relation directe avec la charge	107
Figure N° 28 : On constate que le contrainte d'entrainement dans les trois premières semaines et très élevé	107
Figure N° 29 : représente l'indice de monotonie des sessions	108
Figure N° 30 : contrainte d'entrainement de semaine	108
Figure N° 31 : contrainte d'entrainement de semaine	108
Figure N° 32 : nous notons la différence dans les quantités de sommeil entre les 4 semaines, à partir de la deuxième semaine, nous montrant que les joueurs doivent allouer des temps d'impact au sommeil afin de récupérer le total.	109
Figure N° 33 : Représente résultats RPE	113
Figure N° 34 : Représente résultats RPE	113
Figure N° 35 : Représente résultats RPE	113
Figure N° 36 : Représente résultats RPE	114
Figure N° 37 : Représente résultats RPE	114
Figure N°38 : présente la dynamique de la charge d'entrainement quotidienne sur 06 Semaines	116
Figure N°39 L'évolution des charges d'entrainement et les différents indices (monotonie, contrainte et fitness) sur 06 semaines.	117
Figure N°40 : La corrélation entre les différents indices de CE (monotonie, contrainte et fitness) et indice de fatigue sur 06 semaines.	119
Figure N°41 : Corrélation entre la fatigue et le volume horaire en minutes	120
Figure N°42 : a montré que ces deux derniers correspondent étroitement.	120
Figure N°43 : Corrélation entre la fatigue et la monotonie	121
Figure N°44 : Corrélation entre la fatigue et contrainte	122
Figure N°45 : Corrélation entre la fatigue et le fitness	122

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
Tableau N°01 : représentant l'importance accordée aux différents paramètres en fonction de la période de préparation.	13
Tableau N°02 : représentant l'évaluation du niveau de sollicitation d'une séance.	14
Tableau N°03 : représentant la dynamique de la charge d'entraînement	15
Tableau N°04 : exemple de calcul de CE quotidienne moyenne, l'écart type des CE quotidiennes moyennes sur la semaine.	23
Tableau N°05 : Exemple de CE d'une semaine typique, avec la monotonie et la contrainte d'entraînement au sein d'une équipe professionnelle de FB en cours de saison compétitive.	24
Tableau N°06 : représentant les facteurs de performance et niveau de fatigue.	42
Tableau N°07 : Représentent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 01	89
Tableau N° 08 : Tableau N° : Représentent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 03.	91
Tableau N° 09 : Représentent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 04.	94
Tableau N° 10 : Représentent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 05.	97
Tableau N° 11 : Représentent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 06.	100
Tableau N° 12 : Tableau N°12 : Représentent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 07.	103
Tableau N° 13 : Représentent la dynamique de la C.E	106
Tableau N° 14 : Représentent les résultats de l'indice de monotonie durant la période préparatoire.	106
Tableau N° 15 : Représentent la contrainte d'entraînement pendant la phase préparatoire	107
Tableau N° 16 : Représentent la quantité de sommeil, stress, la fatigue et la douleur musculaire pendant les quatre semaines de la phase préparatoire.	109
Tableau N° 17 : Représentent résultats de RPE	112
Tableau N°18 : Nombre d'entraînement et de matchs par semaine.	115
Tableau N°19 : Présentent les charges entraînement collective et les différents indices.	117
Tableau N°20 : Représentent les calculs de différents indices de la CE et IF.	118

SOMMAIRE

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION : 01

PARTIE THEORIQUE

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT : 04

1. Généralité sur la charge d'entraînement : 04

1.1 Définition : 04

1.2 L'importance de la quantification de la charge d'entraînement : 05

1.3 La mesure de la charge d'entraînement : 06

1.4 L'approche subjective de gestion de la charge d'entraînement : 06

2. Caractéristiques de la charge d'entraînement : 07

2.1 Généralités : 07

2.2 Nature de la charge d'entraînement : 07

2.3 Individualisation de la charge d'entraînement : 08

2.4 Spécificité de la charge d'entraînement : 08

2.5 Régularité de la charge d'entraînement : 09

2.6 Progressivité de la charge d'entraînement : 09

2.7 Surcharge d'entraînement (entraînement sur-critique) : 09

2.5 Régularité de la charge d'entraînement : 10

2.6 Progressivité de la charge d'entraînement : 11

2.7 Surcharge d'entraînement (entraînement sur-critique) : 11

3. Les composantes de la CE : 12

3.1 L'utilité du calcul de CE : 14

3.2 La dynamique des CE : 14

4. Les méthodes de quantification de la charge d'entraînement (CE) : ..15

4.1 Les méthodes spécifiques aux sports d'endurance : 16

4.1.1 La fréquence cardiaque : 16

4.1.2 La distance parcourue : 16

4.1.3 La méthode TRIMPS (Training Impulse Score) : 16

4.2 Les méthodes de quantification réalisées en laboratoire : 17

4.2.1 La Prise du taux de lactate dans le sang : 17

4.2.2 Détermination de la consommation maximale d'oxygène (VO₂max) : .. 17

SOMMAIRE

4.3 Les méthodes de technologies portables (Wearable Tech) :	17
4.4 La méthode de perception de l'effort (séance-RPE) :	19
5. Périodisation des charges d'entraînement en Football :	19
5.1 Méthodes de quantification de l'entraînement en Football :	20
5.2 Explication de la méthode-RPE :	21
5.3 Bases scientifiques de la méthode-RPE :	25
5.4 Pourquoi la méthode-RPE est-elle utile dans l'entraînement de football :	26
5.5 Utilisation de la méthode-RPE pour contrôler l'entraînement en Football :	26
5.6 Contrôler les charges par rapport aux charges prévues :	27
5.7 Détecter les joueurs qui ne s'adaptant pas à la charge d'entraînement (CE) :	28
5.8 Contrôler les charges de sous-groupes dans une équipe :	28
5.9 Contrôler la charge d'entraînement en réhabilitation après une blessure :	28
5.10 Comment planifier la charge durant la phase compétitive :	29
6. Charges hebdomadaires :	30
7. Charges de divers types d'entraînement en Football :	31
8. La charge d'entraînement et la performance :	33
III. LA FATIGUE :	35
1. Définition de la fatigue :	35
2. La fatigue neuromusculaire :	35
2.1 La fatigue centrale :	35
2.2 La fatigue périphérique :	37
3. Les différents types de la fatigue :	38
3.1 La fatigue aigüe « Acute Fatigue » :	38
3.2 La fatigue persistante « Dépassement » :	39
3.3 La fatigue grave : Syndrome de surentraînement :	40
4. Gestion de la fatigue :	40
5. Le surcharge et surcompensation :	41
7. Méthode de quantification du niveau de fatigue :	42

SOMMAIRE

IV. METHODE DE CARL FOSTER :	45
1.Méthode de Carl Foster :	45
V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL : ..	60
1. Généralité de l'activité de football :	60
2- Exigence physiologique générale :	60
3- Exigence par poste :	62
4- Exigence par niveau :	64
5- Exigence pour l'élite :	64
6 Les qualités de base du footballeur :	65
6.1-Définitions et généralités :	65
6.2-Facteurs extrinsèques :	65
6.3-les facteurs intrinsèques :	66
6.4- Définition de l'énergie et les différentes filières énergétiques :	67
7. Les différentes qualités physiques :	72
7.1 L'endurance :	72
7.2- La puissance maximale aérobie (PAM) :	73
7.3- La vitesse :	74
7.4- La souplesse :	75
7.5- La Force :	77
7.6- La puissance musculaire :	78
7.7- La détente verticale :	79
7.8- La coordination :	79
7.9- La résistance :	80
8- Les différentes qualités physiologiques :	80
8.1- La fréquence cardiaque (F C) :	80
8.2 La consommation maximale d'oxygène (vo2max) :	81
VI. ECHELLE D'HOPER :	83
1.Echelle d'hoper :	83
2. Interprétation des résultats :	87

PARTIE PRATIQUE

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS : ..	89
1. Analyse des résultats :.....	89
2. Résultats :	115
3. Interprétation et discussion des résultats Pendant la durée de notre étude 06 semaines) :	123
VIII. CONCLUSION :	126
IX. INDEX BIBLIOGRAPHIQUE	

INTRODUCTION

I. INTRODUCTION

L'optimisation des performances sportives est un des objectifs principaux qui poursuivent l'ensemble des entraîneurs et des intervenants qui gravitent autour des athlètes. L'habilité des entraîneurs à augmenter progressivement la charge d'entraînement des athlètes tout en prévoyant une récupération adéquate en fonction de cette charge est d'une importance critique dans le processus d'optimisation de la performance athlétique (Smith, 2003).

Le bon entraîneur est celui qui fait progresser ses athlètes dans toutes leurs dimensions, notamment celle de la performance. Le meilleur sauteur est celui qui remporte le concours de saut, le meilleur sprinter celui qui franchit la ligne d'arrivée avant les autres.

Au bout du chemin d'entraînement ; il s'agit de gagner, de battre des records, de se dépasser soi-même en améliorant ses performances (Dufour 2009).

Le rôle de l'entraîneur tel que défini par Nash et Collins (2006), est d'améliorer la performance sportive chez les individus et les équipes ; il doit organiser des séances d'entraînement qui visent à développer les habilités techniques, tactiques et physiques des athlètes et favoriser l'expression de cette performance dans des compétitions. En préparation sportive, l'évolution des performances atteintes, de même que les facteurs qui les influencent, obligent les entraîneurs à être de plus en plus qualifiés et à devenir des experts de leur discipline sportive (Reade et al., 2008).

Le football est le sport le plus pratiqué dans le monde. Cent cinquante fédérations nationales, trente millions de joueurs inscrits dans les clubs, sans compter les non-inscrits en Afrique, en Amérique de sud et en Europe.

L'entraînement peut se définir comme un processus systématique d'apprentissage, d'éducation et de préparation qui permet de réaliser les meilleurs résultats possibles. C'est pendant ces séances d'entraînement que les joueurs acquièrent les connaissances théoriques et l'adresse pratique ; qu'ils développent leurs qualités physiques et psychologiques ; qu'ils affinent et améliorent leurs connaissances techniques et tactiques ; et qu'ils apprennent à maintenir leur acquis au niveau le plus élevé possible. L'entraînement consiste à imposer à l'organisme un ensemble de charges paramétrées, planifiées dans le temps et qui engendrent une certaine fatigue but de l'entraînement chez les sportifs est l'amélioration de la performance motrice. Après des séances d'entraînement intenses, il est physiologique de noter une fatigue, il se produit une amélioration des capacités par le phénomène de surcompensation. On parle de surentraînement quand la récupération tarde et lorsque la fatigue se prolonge au-delà de plusieurs semaines le surentraînement concerne les sports d'endurance.

I. INTRODUCTION

Un des principes de l'entraînement moderne est de se rapprocher de la situation réelle et de trouver une méthode d'entraînement qui permet de répondre plus à la logique interne de la discipline. Pour y parvenir une analyse d'un combat de Taekwondo a permis de mettre en évidence qu'un combat de Taekwondo correspond à un effort intermittent de 7 à 8 minutes et induit une sollicitation importante des différents métabolismes énergétiques (Bouhlele et al., 2006).

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.

Finalement, pour l'athlète, l'utilisation de cette méthode subjective de quantification de la charge d'entraînement et du niveau de fatigue lui permettrait d'optimiser son entraînement en lien avec des événements extra-sportifs qui peuvent survenir à l'extérieur de la pratique du sport. Pour un étudiant-athlète, il faut également savoir concilier la pratique d'un sport avec les études et même parfois en exerçant un emploi à temps partiel afin de s'assurer un certain revenu monétaire pendant les études. Ces autres responsabilités peuvent avoir un impact sur le niveau de préparation et de récupération d'un athlète, spécialement lors de la saison de compétition.

Les indices subjectifs sont faciles à utiliser (pas de matériel particulier) et permettent de prendre en compte des perturbations physiologiques dues à l'état de niveau fatigue et de tout autre facteur physiologique, psychologique ou environnemental pouvant influencer négativement la performance. Ces méthodes supposent que le sportif possède une bonne connaissance de soi. Elles ne prennent pas en compte la durée de l'effort (on suppose qu'une séance de 30 minutes notée "difficile" génère une charge identique qu'une séance de 90min également qualifiée de "difficile").

I. INTRODUCTION

L'observation directe est efficace mais difficile à réaliser lors des entraînements collectifs. Certains sportifs peuvent également être réticents à être observés lors des séances et la compilation et l'analyse des observations peuvent s'avérer difficile (Hopkins, 1991). Les questionnaires de suivi de l'humeur sont des outils efficaces pour détecter le surentraînement (McKensie, 1999).

L'objectif de ce travail est de quantifier les charges d'entraînement et déterminer le niveau de fatigue chez les footballeuses de la région de Bejaia (USFB), au cours de la saison 2018/2019. Il s'agira aussi de déterminer une corrélation entre l'indice de fatigue (IF) et les différents indices de la charge d'entraînement (CE). Montrer aussi l'importance de la quantification des charges de l'entraînement et enfin prévenir les possibilités du surentraînement et de la fatigue. Notre travail est composé de trois grandes parties, la première partie est consacrée au cadre méthodologique, la seconde partie est consacrée à la présentation de la partie pratique et dans la troisième nous analysons les résultats et nous les interprétons. On termine enfin par une conclusion et quelques perspectives.

PARTIE
THEORIQUE

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

1. Généralité sur la charge d'entraînement :

1.1 Définition :

La littérature scientifique a montré que la définition de la CE se diffère d'un physiologiste à un autre, par exemple, Bernard Turpin, dans son livre intitulé « Préparation et entraînement du footballeur » (2002), l'a défini comme « la somme de travail demandée au joueur par unité de temps, l'unité pouvant être le jour, la semaine, l'année ». Selon Platonov (1987), elle représente l'ensemble des stimuli que subit un sportif lors d'une séance d'entraînement, elle correspond au produit de la durée et de la puissance de l'effort effectué.

Pour d'autres auteurs, (Foster et al., 2001 ; Rodriguez-Marroyo et al., 2012. ; Scott et al., 2013), cette CE est décrite comme un stress exigé aux athlètes sous forme d'activités physiques. De plus, ce stress stimule l'organisme en créant une perturbation de son équilibre initial. Suite à cette modification, l'organisme répondra par une réaction d'adaptation permettant d'augmenter les réserves fonctionnelles de l'athlète. Durant cette période d'adaptation, de changements structurels surviennent au niveau des différents systèmes sollicités (système énergétique, respiratoire, musculaire et cardio-vasculaire) qui permettra d'améliorer la performance de l'athlète. Elle est composée de la CE externe qui est présentée par le volume, l'intensité, la fréquence et la densité et de la CE interne ou la charge ressentie qui correspond à la faculté d'adaptation que l'athlète accomplit pour gérer un certain stress physiologique et psychologique durant les pratiques et aussi les matchs.

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. Il est donc nécessaire de calculer différemment la charge d'entraînement, en prenant en compte la réaction de l'athlète aux entraînements.

A) A quoi ça sert ?

- Contrôler la charge d'entraînement d'un athlète est utile sur plusieurs aspects.
- Éviter le surentraînement.

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

- Le contrôle de la charge permet de surveiller l'état de fatigue d'un athlète, et d'éviter le surentraînement. 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.
- Optimiser son entraînement.
- L'entraînement d'un athlète est toujours un équilibre compliqué à trouver. Trop léger : il ne progressera pas. Trop élevé, il risque le surentraînement, 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 :

Si l'on souhaite stimuler des adaptations, il faut que le stress imposé, qui est issu d'un nouvel entraînement, soit plus grand que le stress déjà imposé auparavant ; on parle alors d'un training load ou d'une surcharge qui diminuera temporairement les fonctions de l'organisme (Bompa&Haff, 2009 ; Roy, 2010 ; Zatsiorsky&Kraemer, 2006). Lorsque l'on souhaite maintenir nos acquis, il suffit de maintenir la charge d'entraînement au même niveau, ce que l'on nomme un retainingload. Puis, lorsque le corps s'est adapté et que le stress imposé est nettement insuffisant afin de maintenir les acquis, l'organisme cherchera à revenir à son état initial et les gains qui découlent de l'entraînement seront perdus ; on parle alors de de training load (Zatsiorsky&Kraemer, 2006). D'autres facteurs externes comme la présence d'une blessure ou d'une maladie, les conditions climatiques, ainsi que les facteurs psychologiques et sociaux qu'un athlète peut avoir à subir dans sa vie quotidienne peuvent influencer la charge interne d'entraînement (Bompa&Haff, 2009 ; Impellizzeri et al., 2004 ; Kraemer&Fleck, 2007). De plus, dans le contexte des sports d'équipes où les entraînements sont souvent structurés de façon à ce que tous les athlètes puissent s'entraîner en même temps avec une même charge externe, il est fort possible qu'une charge d'entraînement soit suffisante pour générer une adaptation chez un athlète et que cette même charge soit insuffisante chez un autre athlète (Impellizzeri et al., 2004 ; Manzi et al., 2010 ; Mingan ti et al., 2010). Il est donc important de pouvoir quantifier de manière adéquate la charge d'entraînement afin d'individualiser l'entraînement dans un contexte de groupe.

II. LA CHARGE D'ENTRAINEMENT

1.3 La mesure de la charge d'entraînement :

L'utilisation d'outils pratiques qui permettent de déterminer adéquatement la charge d'entraînement totale imposée aux athlètes pour optimiser leur processus d'entraînement devient donc essentielle. La littérature est claire sur le fait que les athlètes ressentiront tôt ou tard une fatigue qui compromettra nécessairement le processus d'entraînement, l'amélioration des performances et éventuellement leur carrière sportive si des moyens concrets de gestion de la charge d'entraînement ne sont pas pris (Robson-Ansley et al., 2009). Les entraîneurs et le préparateur physique doivent donc être en mesure de gérer le plus précisément possible cette charge d'entraînement totale, de déceler les signes de fatigue chez leurs athlètes et de mettre en place certains moyens de régénération pour optimiser leur récupération (Robson-Ansley et al., 2009).

1.4 L'approche subjective de gestion de la charge d'entraînement :

Il est irréaliste de faire des tests en laboratoire sur une base quotidienne pour faire un suivi de la fatigue d'une populeuse équipe de natation de niveau universitaire, même si ces méthodes issues des approches discutées préalablement apporteraient plus de précisions sur l'état de l'athlète.

De plus, les méthodes traditionnelles (par observation et physiologique) de gestion de la charge d'entraînement ne permettent pas nécessairement de faire le suivi de la charge globale imposée aux athlètes par l'entraîneur et par le préparateur physique et elles ne renseignent pas particulièrement sur la réponse individuelle de chaque athlète à cette charge d'entraînement (Millet & Le Gallais, 2007). Conséquemment, il est nécessaire de se tourner vers d'autres méthodes. En ce sens, certaines alternatives semblent plus pertinentes (méthodes subjectives) étant donné qu'il est très complexe de mesurer objectivement la charge d'entraînement à laquelle les athlètes sont soumis et que la réponse à cette charge diffère en fonction des individus et des circonstances (Weineck, 1997).

En effet, l'utilisation de mesures qui visent plutôt à qualifier l'effet provoqué par cette charge d'entraînement afin de contourner l'accessibilité restreinte des mesures directes en laboratoire est devenue une approche privilégiée (Eston, Davi*es & William, 1987). La figure 1 présente les principaux éléments qui ont un impact direct ou indirect sur l'effet qu'a la charge d'entraînement sur l'athlète et les interactions possibles qui existent entre ces éléments. En exposant ces éléments et leurs interactions, on remarque la complexité des variables qui entrent en ligne de compte.

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

2. Caractéristiques de la charge d'entraînement :

2.1 Généralités :

La charge d'entraînement est constituée par la sommation de stimuli sur une séance d'entraînement. Elle correspond à un travail effectué par le sportif. Le travail correspond au produit de la puissance de l'exercice et de la durée de l'exercice. La réaction d'adaptation est provoquée par la charge d'entraînement. La sommation des charges d'entraînement induit ensuite l'amélioration du niveau d'aptitude physique de l'athlète. Nous observons ici tout l'intérêt qu'il y a de définir précisément les différentes caractéristiques de la charge de travail réalisée par l'athlète.

2.2 Nature de la charge d'entraînement :

La condition nécessaire au développement des adaptations fonctionnelles peut se faire en présence de différents types de charges d'entraînement qui contraignent l'organisme à réagir d'une façon inhabituelle en aboutissant chacun à des effets spécifiques : charges de compétition, charges d'entraînement spécifiques à l'activité, charges d'entraînement générales ou charges d'entraînement analytiques. Les charges de compétitions font référence au nombre de compétitions disputées chaque année. Elles sont un moyen très puissant de stimulation des fonctions d'adaptations. Elles représentent le mode de préparation le plus complet qui permet d'intégrer dans une structure unique, l'ensemble des aptitudes sollicitées et ce avec un niveau d'activation significativement supérieur à celui de l'entraînement. En compétition, l'athlète est capable de se surpasser et d'aller dans ses derniers retranchements. Chose qu'il est plus difficile de réaliser à l'entraînement. Les charges d'entraînement spécifiques, renvoient aux exercices qui sont réalisés dans la gestuelle propre de l'activité et qui agissent sur certaines grandes fonctions importantes qui s'expriment au cours d'une compétition. Il faut donc veiller à reproduire les caractéristiques externes du mouvement, la structure de sa coordination, les caractéristiques de fonctionnement musculaire et les réactions végétatives (Platonov, 1988).

Les charges d'entraînement générales font essentiellement référence aux exercices non spécifiques à l'activité qui contribuent au développement de certaines qualités physiques de base. Les charges d'entraînement analytiques font principalement référence à des exercices inhabituels, Le recours aux charges d'entraînement analytiques est possible grâce au développement des nouveaux moyens d'entraînement (Platonov, 1988) qui autorisent l'utilisation de matériels et d'équipements permettant d'exploiter totalement les réserves fonctionnelles de l'organisme. On arrive ainsi à organiser l'entraînement de façon à mobiliser à l'extrême les ressources fonctionnelles de l'athlète. Naturellement, il faut une excellente

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

connaissance de l'activité pour être capable de définir les exercices associés à une charge de travail analytique.

2.3 Individualisation de la charge d'entraînement :

Chaque athlète possède des caractéristiques physiologique et biomécanique qui lui sont propres. De plus, la capacité fonctionnelle de base et d'adaptation aux charges d'entraînement varie d'un sportif à l'autre. L'hérédité joue un rôle important. Le vécu sportif, la volonté de faire sont également des variables qui jouent un rôle important sur la capacité de performance du sportif. C'est pourquoi, un programme d'entraînement donné induira des effets différents selon le sportif concerné car les réponses aux stimuli d'entraînement sont très individuelles. Les possibilités d'adaptation de chaque sportif à l'entraînement restent toutefois limitées et ne peuvent évidemment pas dépasser un niveau maximum propre à chacun. Elles dépendent de la capacité fonctionnelle et de la zone de stimulation de l'athlète. Cela met en avant le principe d'individualisation de la charge d'entraînement.

2.4 Spécificité de la charge d'entraînement :

La capacité de performance du sportif est étroitement dépendante des adaptations issues des séances d'entraînement et des compétitions. Elle est largement dépendante de la spécificité la discipline sportive et de la charge de travail imposée à l'organisme. Cette dernière dépend de l'intensité et de la durée de l'exercice ainsi que de la fréquence des exercices. Le principe de spécificité de la charge d'entraînement implique obligatoirement la spécificité des séances d'entraînement afin de solliciter les systèmes physiologiques concernés par l'établissement de la performance maximale. En effet, les réponses cardio-respiratoires, musculaires et métaboliques dépendent de la spécificité de la discipline pratiquée. Toute charge d'entraînement doit être précisément définie. Par-là, on entend les caractéristiques du/des exercices effectués et les particularités du/des effets induits par ces derniers. L'effet induit est principalement dépendant du niveau d'aptitude physique du sportif et de ses qualités psychologiques. Ainsi, une séance d'entraînement de 1 heure à une intensité légère n'aura aucun effet sur l'amélioration de la puissance aérobie et sur l'augmentation de la force du sportif. L'effet recherché sera avant tout l'amélioration de l'endurance de base du sportif. La spécificité de la charge tient au fait qu'elle active un ensemble de fonctions et de métabolismes selon une hiérarchie et un ordre bien déterminé.

La connaissance des effets induits par chaque charge de travail autorise l'élaboration de programmes d'entraînement rationnels. Les charges à orientation sélectives interviennent de façon plus ciblée sur un système fonctionnel alors qu'en revanche, les charges à orientation

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

générale sollicitent plusieurs systèmes fonctionnels. Toutefois, il faut bien comprendre qu'une charge ne peut pas agir exclusivement sur un seul système à la fois. Elle peut solliciter certaines fonctions de façon maximale mais en ayant parallèlement une action minimale sur d'autres.

2.5 Régularité de la charge d'entraînement :

La capacité de performance de l'athlète ne peut s'accroître qu'à partir d'un entraînement rationnel conduit selon un mode « chaotique régulier ». La programmation doit s'effectuer en mettant l'accent sur des périodes d'entraînement d'une part, dites intensives, où la charge de travail est importante et d'autre part, légère, où la faible charge de travail permet au sportif de récupérer. L'alternance entre période intensive et période légère doit être construite selon un mode continu et progressif de manière à ne pas laisser la place à des périodes où une charge d'entraînement trop

faible diminuerait la capacité de performance de l'athlète. En effet, l'arrêt de l'entraînement ou une charge trop faible conduit rapidement à une perte des qualités acquises. Le principe de régularité de la charge d'entraînement à travers une pratique régulière doit être respecté. Le modèle idéal pour le sportif (modèle 3 /1) est de s'entraîner avec des charges d'entraînement importantes sur 3 semaines maximum puis d'enchaîner avec une semaine de décharge où la charge d'entraînement est allégée mais en faisant des rappels de travail en intensité.

2.6 Progressivité de la charge d'entraînement :

Des charges d'entraînement rationnellement réparties permettent à l'organisme de l'athlète de s'adapter progressivement à un niveau supérieur sans induire d'état de surentraînement. A travers l'assimilation des charges de travail, la capacité fonctionnelle du sportif subit des changements structurels et fonctionnels permettant la réadaptation à un niveau de performance supérieur. La progressivité de la charge d'entraînement autorise cet état de sur-adaptation de la capacité de performance du sportif à partir de l'augmentation graduelle de la charge de travail. Si la charge d'entraînement est maintenue constante ou reste stéréotypée, elle ne constitue plus un stimulus suffisant pour induire une adaptation supplémentaire. La progressivité de la charge doit se faire sur plusieurs années. Il est ainsi important de quantifier la charge d'entraînement durant chaque année afin de pouvoir établir des comparaisons.

2.7 Surcharge d'entraînement (entraînement sur-critique) :

L'organisme de l'athlète doit être capable d'assimiler certaines séances d'entraînement épuisantes qui induisent une surcharge de travail. La charge d'entraînement représente un stimulus de nature externe qui s'applique directement sur l'organisme du sportif en engendrant une activité fonctionnelle accrue qui modifie l'homéostasie. Le métabolisme de l'organisme se

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

trouve alors perturbé. Cette perturbation est fonction du volume et de l'intensité du stimulus. Un stimulus très important entraîne un haut niveau de désadaptation biologique de l'organisme. Cette surcharge va générer des mécanismes d'adaptation de l'organisme induisant une suradaptation fonctionnelle de ce dernier à un niveau supérieur : c'est le phénomène de surcompensation.

L'adaptation fonctionnelle consécutive au processus de régénération qui vise à retrouver l'homéostasie est fonction de la nature de la récupération. La surcharge d'entraînement passe obligatoirement par des exercices différents de ceux habituellement réalisés par le sportif. Il convient d'augmenter l'intensité de l'exercice et/ou la durée. La fréquence d'exécution de l'exercice et de la séance oriente également la charge d'entraînement.

2.8 Intensité de la charge d'entraînement :

La détermination d'un niveau d'intensité optimal correspondant à une charge d'entraînement est une condition sine qua non pour provoquer une véritable réaction d'adaptation. Il existe en effet, ce qu'on appelle une intensité seuil, ou intensité critique qui est à déterminer en fonction du niveau d'aptitude physique de l'athlète pour qu'une réaction d'adaptation minimale intervienne au niveau biologique. Le choix d'une intensité trop basse, située sous le seuil d'activation minimal, répétée trop souvent à l'entraînement ne permet pas d'adaptation à un niveau supérieur. Cela conduit le sportif vers un processus chronique de stagnation du niveau d'aptitude physique ou encore, si les charges d'entraînement restent stéréotypées, cela peut engendrer des risques de surentraînement. Cela entraîne une perte de temps qui conduit à une stagnation du processus d'entraînement à trop vouloir banaliser la charge de travail. La mise en place d'une échelle d'intensité de l'exercice avec des zones de travail identifiables permet au sportif de définir précisément des intensités de travail spécifiques. L'idéal étant qu'à chaque séance d'entraînement, il soit en mesure de rapporter le plus fidèlement possible les zones d'intensité qu'il a rencontré au cours de l'exercice. Une adéquation doit ensuite être systématiquement réalisée entre le/les intensités préalablement déterminées par l'entraîneur et celles qui ont été réellement rapportées par l'athlète. Cette approche permet au sportif d'optimiser la spécificité du stimulus au cours de l'exercice et à l'entraîneur d'avoir un retour d'informations pertinentes sur la séance d'entraînement réalisée. Si un sportif est capable de courir sur un 10 km à la vitesse moyenne maximale de 16 km/h, tous les entraînements qui seront effectués sous cette vitesse ne permettront pas d'améliorer cette vitesse moyenne.

L'intensité des charges d'entraînement ne permet plus d'améliorer la zone de stimulation fonctionnelle de l'athlète. Seuls des exercices qui la stimulent davantage (exercices réalisés au-

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

dessus de 16 km/h) induiront une adaptation significative. Ainsi, si le sportif est dans un cycle d'entraînement qui vise à augmenter son potentiel physique, les charges d'entraînement devront obligatoirement être supérieures à l'intensité seuil pour induire une réaction physiologique d'adaptation minimale. Trop d'intensité moyenne n'induit aucune progression des qualités physiques de l'athlète. Toutefois, trop d'exercices à intensité élevée au cours d'une courte période peut conduire l'athlète dans un état de fatigue important pouvant aller jusqu'au surentraînement. Ce stade de fatigue très importante est associé à un affaiblissement des défenses immunitaires du sportif qui favorise le développement de divers types d'affections.

2.9 Durée de la charge d'entraînement :

La durée de la charge d'entraînement est dépendante de sa nature et de son intensité. Selon qu'elle est spécifique, général ou analytique, une durée identique peut déterminer des réactions d'adaptations différentes. Une heure de ski de fond à une intensité soutenue n'induit pas le même effet d'entraînement qu'une heure de course à pied ou de vélo à la même intensité, ou une heure de musculation au niveau des membres inférieurs.

De plus, la durée de maintien de la charge a toute son importance. Le sprinter qui désire par exemple travailler ses qualités de vitesse doit à tout prix réaliser des exercices à intensité maximale inférieurs à 8 secondes, car si le seuil critique des 8 secondes est dépassé, le stimulus va changer sa spécificité et entraîner d'autres réactions d'adaptations, en l'occurrence dans ce cas précis, agir sur le métabolisme (Grappe. F 2005). Le temps d'application d'une charge de travail est par conséquent un paramètre qu'il faut parfaitement maîtriser. Une durée d'exercice mal calibrée peut induire une mauvaise orientation de la charge de travail.

2.10 Densité de la charge d'entraînement :

L'entraînement réalisé en fractionné se caractérise par la sommation d'unités fonctionnelles déterminées par un temps d'exercice suivi d'un temps de contre exercice (temps de récupération active). La densité de la charge d'entraînement exprime le rapport entre l'intensité du temps d'exercice et l'intensité du temps de contre exercice.

Le temps d'exercice est toujours réalisé au-dessus de l'intensité critique alors que le temps de contre exercice, sub-maximal, autorise une courte période de récupération qui entraîne un certain niveau de fatigue. La sommation des unités fonctionnelles induit une réaction d'adaptation due à la sommation du niveau de fatigue entre chaque intervalle. La densité de l'unité fonctionnelle détermine donc la spécificité du stimulus. En effet, pour un même temps d'exercice, des temps de contre exercices différents induisent des sommations du niveau de fatigue différentes et par conséquent des réactions d'adaptations différentes. Le raisonnement

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

est identique en ce qui concerne d'une part les intensités des temps d'exercice et de contre exercice et d'autre part, le nombre de répétitions de l'unité fonctionnelle.

3. Les composantes de la CE :

Volume : correspond au temps consacré, à la distance parcourue ou au nombre de réalisations effectuées.

Intensité : correspond à la vitesse d'exécution par rapport à la vitesse maximale de l'individu, ou au poids de la charge additionnelle par rapport à la charge maximale déplacée en musculation.

Densité : correspond au rapport des alternances de périodes d'efforts et de récupération. C'est ce paramètre qui va permettre de définir un critère de difficulté de l'exercice, et donc par ricochet, permettre de définir un niveau de charge de séance.

Complexité : correspond à la quantité d'informations à traiter pour réaliser l'action. La complexité peut donc dépendre des stades perceptifs, décisionnels ou d'exécution.

Spécificité : correspond au type d'exercice réalisé, de très général à spécifique par rapport à une discipline.

Fréquence : correspond au nombre de séances visant le même objectif, réalisées et répétées sur un temps donné. Ce paramètre va permettre de définir un critère de difficulté de microcycle, et donc par ricochet, permettre de définir le niveau global de charge de celui-ci. Il faut bien garder à l'esprit ce que l'on veut développer. Les charges appliquées doivent viser un même objectif et ne pas simplement créer une fatigue de l'organisme.

L'entraînement devra donc agir sur la modification de ces facteurs, un à la fois ou plusieurs simultanément, pour réaliser sa programmation d'entraînement.

II. LA CHARGE D'ENTRAINEMENT

Tableau N°01 : représentant l'importance accordée aux différents paramètres en fonction de la période de préparation.

Période extensive	Période intensive	Période compétitive	Période de transition	
Volume	Augmente pour devenir grand en fin de période. C'est d'abord le nombre de séances augmente puis la durée des séances elle-même	Diminue (30% env.) pour grand /moyen en fin de période et permettre au sportif une récupération suffisante. Comme dit précédemment, il vaut mieux diminuer le temps de séance puis le nombre de séance	Fluctue pour maintenir un état de forme optimale	Diminue progressivement
Intensité	Croît pour devenir moyenne/grande en fin de période	Croît pour devenir grande en fin de période	Fluctue pour maintenir un état de forme optimale	Diminue plus rapidement que le volume
Complexité	Grande	Diminue par rapport à la période précédente	Faible	Faible
Spécificité	Moyenne car on utilisera des exercices généraux et éloignés de la discipline pour	Augmente pour devenir grande en utilisant des sollicitations et exercices orientés voire	Grande	Faible. Il faut réaliser des exercices et séances plus ludiques, moins spécifiques, pour

II. LA CHARGE D'ENTRAINEMENT

travailler	les	issus	de	la	reposer
qualités		discipline			"mentalement"
physiques		(favorisation	du		l'athlète
générales		transfert	des		
		progrès	acquis)		

3.1 L'utilité du calcul de CE :

Calculer une charge de travail à l'intérêt de faire coïncider les niveaux de sollicitation avec l'effet résultant attendu : grande ou très grande sollicitation pour un développement des qualités, sollicitation moyenne pour une stabilisation, etc.

Tableau N°02 : représentant l'évaluation du niveau de sollicitation d'une séance.

Composantes de la charge d'un exercice		Effets résultants	
Intensité	Volume	Sollicitation	
Très grande	Grand	Supra maximum	Surentrainement
Moyen	Maximum		Forme de compétition
Faible	Très grand		Développement
Grande		Grand	
Moyen		Grand	
Faible			
Moyenne	Très grand		Développement stabilisation
Grand	Moyen		Stabilisation
Moyen	Faible		Récupération
Faible	Grand	Très faible	Désentrainement
Moyen		Récupération	

3.2 La dynamique des CE :

La modulation des niveaux de charges des microcycles permet de développer ou stabiliser le niveau des ressources.

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

Tableau N°03 : représentant la dynamique de la charge d'entraînement

Dynamique progressive	Dynamique ondulatoire	Dynamique linéaire	Dynamique dégressive
Développement	Développement	Développement et stabilisation	Stabilisation
La progression se fait en augmentant un paramètre tel que le volume par exemple, puis tout en maintenant celui-ci au même niveau, on augmente un autre paramètre, tel que l'intensité ou la complexité	Il y a une alternance des charges importantes et des charges moyennes	Le niveau identique des charges permet de donner un niveau résultant moyen. En enchaînant plusieurs unités de charges importantes, une stimulation de l'organisme sera visée, alors qu'un niveau moyen des charges permettra une stabilisation des capacités	L'unité de charge la plus importante est placée en tête pour bénéficier d'un état de fraîcheur, surtout si le cycle suit une phase de récupération. Les charges vont ensuite baisser de niveau pour conserver cet état de fraîcheur

4. 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).

Dans le football, il existe plusieurs méthodes de quantification de la CE parmi lesquelles :

- ❖ Les méthodes spécifiques aux sports d'endurance
 - La fréquence cardiaque (FC).
 - La distance parcourue (DP).
 - La méthode TRIMPS.
- ❖ Les méthodes de quantification réalisée en laboratoire
 - La Prise du taux de lactate dans le sang.

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

➤ □ La prise de la consommation maximale d'oxygène (V02max).

❖ Les méthodes de technologies portables (Wearable Tech.

❖ □ La méthode de perception de l'effort (séance-RPE).

4.1 Les méthodes spécifiques aux sports d'endurance :

4.1.1 La fréquence cardiaque :

La FC 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, 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.

4.1.2 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).

4.1.3 La méthode TRIMPS (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 :

$$\text{TRIMPS} = \text{durée de la séance (minute)} \times (\text{facteur A} \times \text{MC} \times \exp(\text{facteur B} \times t.\text{FC})) \times \text{FC ratio}$$
$$= (\text{FC Moy} - \text{FCR}) \times (\text{FC max} - \text{FCR})$$

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%

II. LA CHARGE D'ENTRAINEMENT

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).

4.2 Les méthodes de quantification réalisées en laboratoire :

4.2.1 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).

4.2.2 Détermination de la consommation maximale d'oxygène (VO₂max) :

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).

4.3 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. L'utilisation accrue de ce savoir-faire durant ces

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

dernières années ainsi que l'augmentation du taux des ventes expliquent le succès et la réussite de cette technologie (Charlot, 2013).

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).
- 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 afin de quantifier certains paramètres physiologiques comme la dépense énergétique et la fréquence cardiaque.

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,

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 basketball, football. ECT
- 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

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

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 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.

4.4 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. 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. En échange, l'athlète utilise sa propre perception afin de répondre et de donner une note de l'effort perçu durant une séance d'entraînement ou de compétition. L'auteur a constaté que l'organisme humain fonctionne de la manière suivante : réception -perception- réaction. En fait, c'est grâce aux récepteur sensoriels que le système nerveux central reçoit l'information sous forme de stimuli internes (diminution du taux des réserves énergétiques, diminution du taux de O₂ 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.

5. Périodisation des charges d'entraînement en Football :

La charge d'entraînement (CE) devrait être graduellement progressive tout au long de la période de préparation (Dawson, 1996 ; Rowbottom, 2000) et les athlètes devraient subir une période d'affûtage avant la compétition (Coutts et al, 2007c). 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 tel que le Football.

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

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 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 affûtage 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 des joueurs d'équipe de haut niveau (Coutts et al, 2008).

5.1 Méthodes de quantification de l'entraînement en Football :

Il existe peu de méthodes valides et fiables de quantification de l'entraînement qui puissent facilement être appliquées dans un environnement d'équipe. Il existe un certain nombre de méthodes qui peuvent être utilisées pour quantifier l'entraînement en équipe et celles-ci peuvent être utilisées pour mesurer que ce soit le travail externe effectué par les joueurs (exp. distance parcourue) que le travail interne subi par ceux-ci (Ex, fréquence cardiaque, lactatémie ou bien perception de l'effort).

Certaines des techniques qui sont actuellement utilisées pour quantifier la CE dans les sports d'équipe nécessitent l'utilisation de cardiofréquencesmètres pour mesurer la fréquence cardiaque (FC) et/ou de GPS (système Global Positioning Satellite). Bien que ces méthodes puissent donner des informations très précises sur le stress d'entraînement subi par les joueurs, elles présentent certains facteurs limitants qui peuvent freiner leur utilisation généralisée dans les clubs de FB. Plus précisément, ces appareils peuvent être onéreux, demander un haut niveau d'expertise technique, et l'analyse des données nécessite beaucoup de temps. De plus, ces méthodes ne peuvent pas être utilisées pour comparer le stress imposé par diverses formes d'entraînement communément utilisés en sports collectifs (ex : entraînement aérobie vs. Entraînement de puissance). Combinés, ces facteurs limitent l'utilité pratique de ces techniques pour contrôler la périodisation des CE au sein des équipes. Heureusement, la méthode de quantification des CE par la méthode RPE a été développée (Foster et al, 1995). Cette méthode-

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

RPE permet désormais aux entraîneurs de quantifier l'entraînement par conséquent, de mieux contrôler.

5.2 Explication de la méthode-RPE :

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 chaque séance d'entraînement avec une mesure de la durée de la séance (Foster et al, 2001). Pour calculer l'intensité de la séance, les joueurs sont questionnés dans les 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 (RPE du figure N°01) par la durée de la même séance (min).

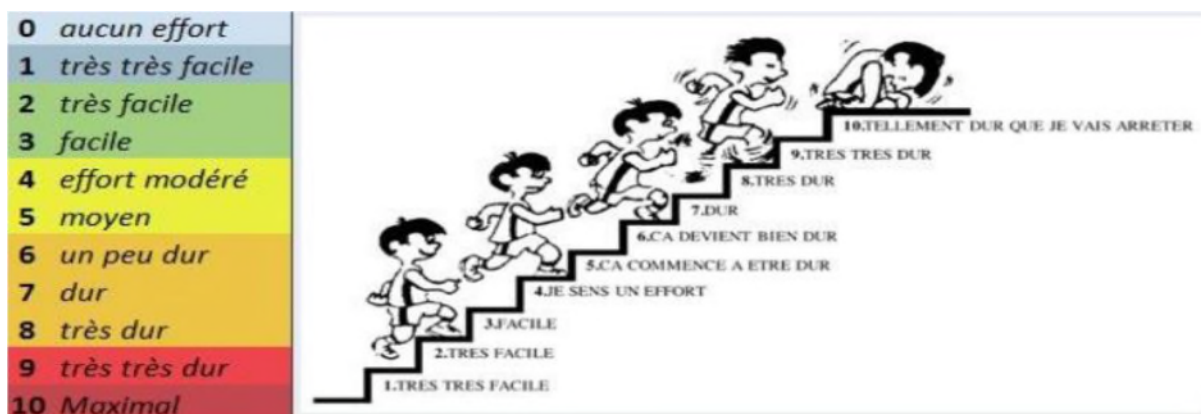


Figure N°01 : Échelle Borg CR-10 modifiée de Foster, Source : Foster et al. (2001).

Calculer la CE

CE = RPE de la séance x durée (min)

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

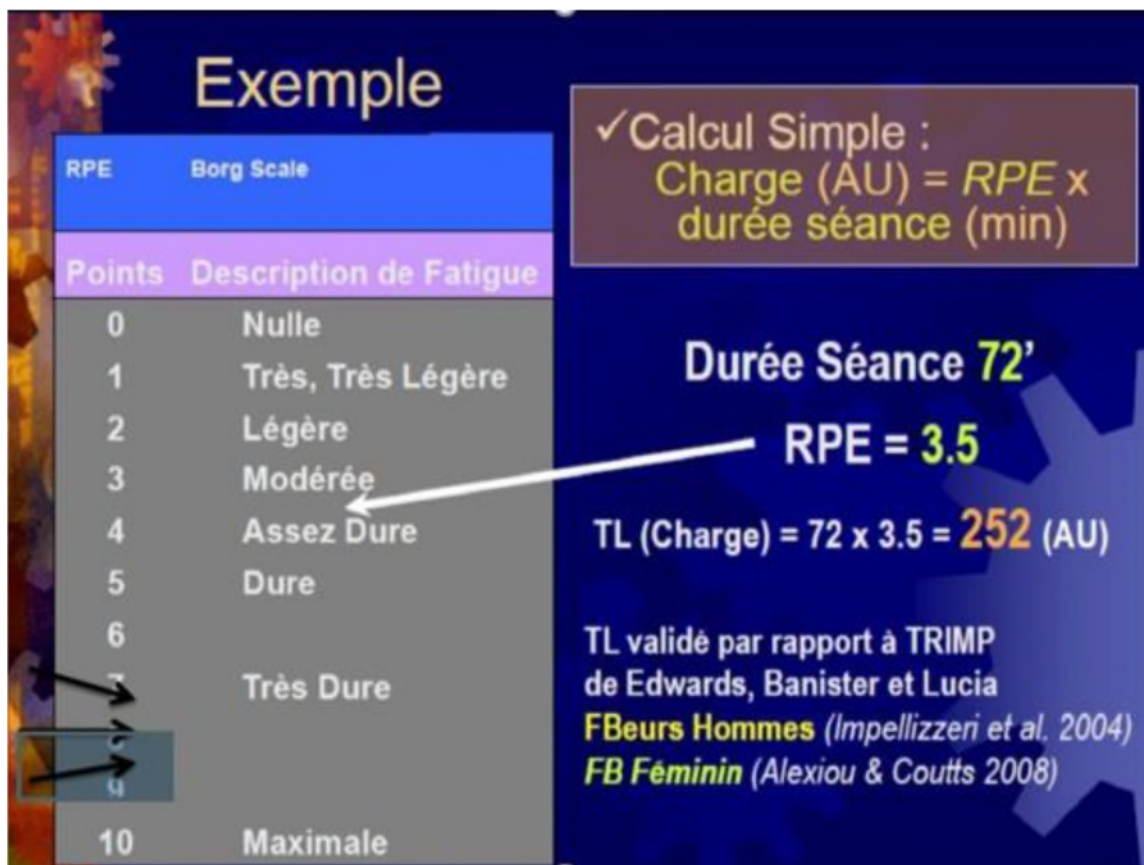


Figure N°02 : représentant un exemple de calcul la charge d'entraînement.

De simples calculs successifs de "Monotonie" et de "Contrainte" de l'entraînement peuvent aussi être effectués à partir des variables de RPE. La Monotonie d'entraînement est une mesure de la variabilité jour-par-jour qui a été corrélée au début du surentraînement, quand un entraînement monotone est combiné à des CE élevées (Foster, 1998). En effet, il a auparavant été démontré dans ce contexte chez des chevaux de course, qu'une constance de la CE est aussi importante que la somme des CE en elles-mêmes (Bruin et al, 1994). Il a été observé que les chevaux pouvaient tolérer des augmentations progressives de la CE tant que des journées d'entraînement légères venaient s'intercaler entre les journées à charges élevées. Cependant, une fois que les CE des journées de « récupération » étaient augmentées, les performances des chevaux diminuaient et ils montraient des signes de fatigue aigue. Ces données peuvent avoir d'importantes implications en FB et suggèrent qu'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.

- Calculer la 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

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

séances spécifiques. Cet indicateur vérifie ainsi la diversité de l'entraînement, et la condition probable du sportif.

Plus cet indicateur n'est bas, mieux c'est. (Foster, 1998 : diminution de la capacité de performance et apparition de la fatigue au-delà d'un indice de 2, survenue des blessures au-delà de 2,5). Le calcul se fait par la formule suivante : charge moyenne hebdomadaire / écart type de la charge sur la semaine.

Monotonie d'entraînement = CE quotidienne moyenne / écart type.

Par exemple, pour calculer la CE pour l'entraînement décrit dans le tableau 4, les calculs suivants seraient effectués :

Etape 1 : Calculer la CE quotidienne moyenne pour la semaine.

Somme (Σ) toutes les CE quotidiennes divisées par le nombre de jours.

$$\Sigma (0, 244, 240, 210, 315, 100, 135, 540) / 7 = 223 \text{ UA.}$$

Etape 2 : Calculer l'écart type des CE quotidiennes moyennes sur la semaine.

$$\text{Ecart type (ET)} = \sqrt{((\Sigma d^2) / (N-1))} \text{ Foster et al (2001).}$$

Tableau N°04 : exemple de calcul de CE quotidienne moyenne, l'écart type des CE quotidiennes moyennes sur la semaine.

Score de quotidienne X	CE hebdomadaire moyenne (X - 223)	CE - CE Différence ² d ² (d x d)
0	0-223 = -223	(-223) ² = 49715
244	244-223 = 21	(21) ² = 432
240	450-223= 227	(227) ² = 51529
315	315-223 = 92	(92) ² = 8470
100	100-223 = -123	(-123) ² = 15121
135	135-223 = -88	(-88) ² = 7739
540	540-223 = 317	(317) ² = 100509
		Σ 233514

N = Nombre de jours (7),

$$N-1 = 7-1 = 6$$

$$ET = \sqrt{(233514/6)} = \sqrt{(38919)} = 197.$$

Etape 3 : Monotonie d'entraînement = 223/197 = 1.13 UA.

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

Tableau N°05 : Exemple de CE d'une semaine typique, avec la monotonie et la contrainte d'entraînement au sein d'une équipe professionnelle de FB en cours de saison compétitive.

Jour	Activité	RPE Séance	Durée (min)	CE Quotidienne
Lundi	Repos	0	0	0
Mardi	TecTac et Endurance	3.25	75	244
Mercredi	Force et Puissance Aérobie	4	60	240
	TecTac	3	70	210
Jeudi	Sprints et Jeu d'application	3.5	90	315
Vendredi	TecTac et Coordination	2	50	100
Samedi	TecTac, Agilité et sprints courts	2.25	60	135
Dimanche	Match	6	90	540
	CE hebdomadaire			1784
	Monotonie ([CE Moyenne / ET])			1.13
	Contrainte ([CE x monotonie] = 1784 x 1.58)			2019

TecTac : séance technico-tactique

- Calculer la contrainte

La contrainte est un indicateur permettant de déceler un entraînement inadapté. Il peut signifier une fatigue et un surentraînement

Contrainte d'entraînement = CE hebdomadaire x monotonie

Un exemple de calcul de la contrainte d'entraînement hebdomadaire pour l'entraînement illustré dans le tableau 2, est obtenu par les calculs suivants :

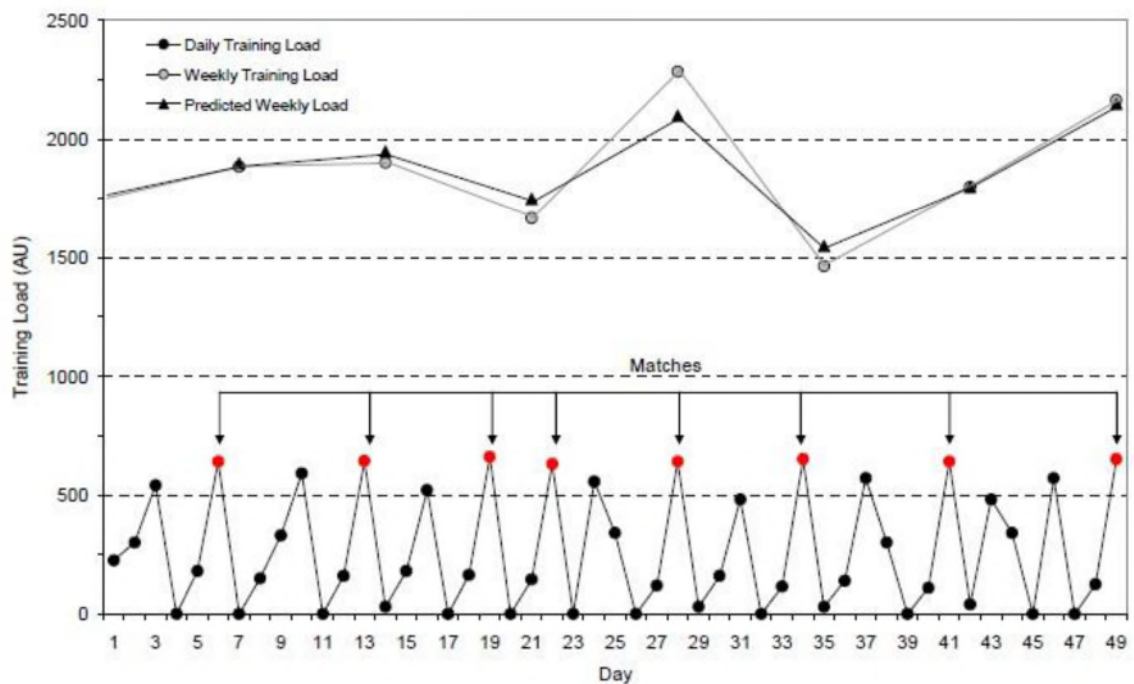
$$(\Sigma (0, 244, 240, 210, 315, 100, 135, 540) / 7) \times 1.58 = 2815.$$

$$\text{Contrainte d'entraînement} = 1784 \times 1.58 = 2815 \text{ UA.}$$

Bien que ces calculs puissent paraître compliqués à première vue, avec l'assistance d'une feuille de calcul sur tableur (ex. Excel), ou par assistance d'un logiciel « on-line », les calculs sont simplifiés et à la portée. De plus, en saisissant les données sur une feuille de calcul ou une base de données, les tendances de l'équipe entière, des sous-groupes de joueurs dans une équipe, ou bien des joueurs bien déterminés peuvent être illustrées sur des graphiques pour déterminer si la CE ou

la contrainte d'entraînement reflètent bien celles qui sont planifiées préalablement pour la semaine ou la saison (Figure 03).

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT



- Calculer le fitness (ou forme)

Le fitness est un indicateur de la capacité de performance de l'athlète. Plus il est élevé, et plus l'athlète est théoriquement en forme.

Il se calcule par la formule suivante :

Indice de fitness = Charge d'entraînement hebdomadaire – Contrainte d'entraînement.

Ex : $1784 - 2815 = -1031$.

5.3 Bases scientifiques de la méthode-RPE :

Il a été démontré que la méthode-RPE est une technique simple et valide pour quantifier l'intensité de l'entraînement dans les activités d'endurance (continue) (Foster et al, 1995 ; Foster et al, 2001), d'endurance intermittente (Foster et al, 2001 ; Impellizzeri et al, 2004), et de force. En effet, des recherches récentes ont comparé la méthode-RPE avec la méthode de quantification de la charge par la mesure de la fréquence cardiaque (FC) qui a été démontrée comme une méthode précise d'évaluer le stress d'entraînement (Banister, 1991.). Cette étude originale a évalué la validité de la méthode-RPE en deux parties. La première partie a comparé ces deux méthodes de quantification de la charge d'entraînement au cours de huit séances d'intervalle-training contrôlées en laboratoire chez 12 cyclistes bien entraînés. Dans la seconde

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

partie, 14 joueurs Universitaires de basket-ball ont été évalués au cours de séances normales d'entraînement sur le terrain en utilisant les deux méthodes (RPE et FC).

5.4 Pourquoi la méthode-RPE est-elle utile dans l'entraînement de football ?

Une séance d'entraînement en sports d'équipe peut être composée d'un de ces composants ou plusieurs à la fois : échauffement, entraînement de la vitesse ou de l'agilité, le travail technique, l'entraînement de l'endurance, des séances lactiques, l'amélioration de la puissance aérobie, le renforcement musculaire, le travail de la puissance et le retour au calme. De plus, plusieurs activités peuvent aussi être effectuées au sein de ces composantes, augmentant encore la variabilité des stress d'entraînement. Les interactions physiologiques complexes du développement de ces capacités physiques au cours de ces séances rendent difficile pour un entraîneur ou un préparateur physique de mesurer avec précision la CE en utilisant des mesures de durées de séquences, de FC, de lactatémie ou des distances mesurées par GPS. Cependant, heureusement qu'en utilisant la perception de la difficulté de l'effort (RPE) par le joueur pour chaque séance d'entraînement, il est possible de calculer un score global pour le stress total de chaque séance.

5.5 Utilisation de la méthode-RPE pour contrôler l'entraînement en Football :

En adoptant une approche contrôlant régulièrement le stress d'entraînement, il est désormais possible de mieux comprendre et objectiver le stress physiologique que les joueurs subissent. Avec un peu de temps et d'expérience, les tolérances individuelles à l'entraînement peuvent être suivies et une meilleure compréhension des CE optimales peut être développée, résultant en une optimisation de la performance. En utilisant les indices d'entraînement décrits par Foster en 1998) (Tableau N°01), les possibilités d'atteindre des charges excessives sont réduites, diminuant par là même les chances de surentraînement ou de survenue de blessures. En effectuant cette mesure pratique de la CE, une meilleure compréhension de l'entraînement optimal sera développée, aboutissant à une performance sportive optimale en match.

La méthode RPE pour le contrôle du stress d'entraînement est aussi utilisable pour le contrôle des sports d'équipe puisqu'elle permet à l'entraîneur de précisément combiner les CE de différentes modalités d'entraînement et d'obtenir une estimation précise de la CE globale. Auparavant, en utilisant d'autres méthodes de contrôle comme les TRIMPS basés sur la FC (Banister et al, 1975), ou les durées d'entraînement, il était difficile pour chaque entraîneur de quantifier précisément et de comparer le stress des différentes modalités d'entraînement au sein d'une séance d'entraînement ou bien entre les différentes séances (ex : séances techniques par rapport à des séances de renforcement musculaire). Cependant, heureusement que la méthode-

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

RPE permet de mesurer les différentes activités d'entraînement dans la même unité, permettant donc de combiner ces différentes activités pour obtenir un score global pour la CE totale.

5.6 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 co-équipiers, 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.

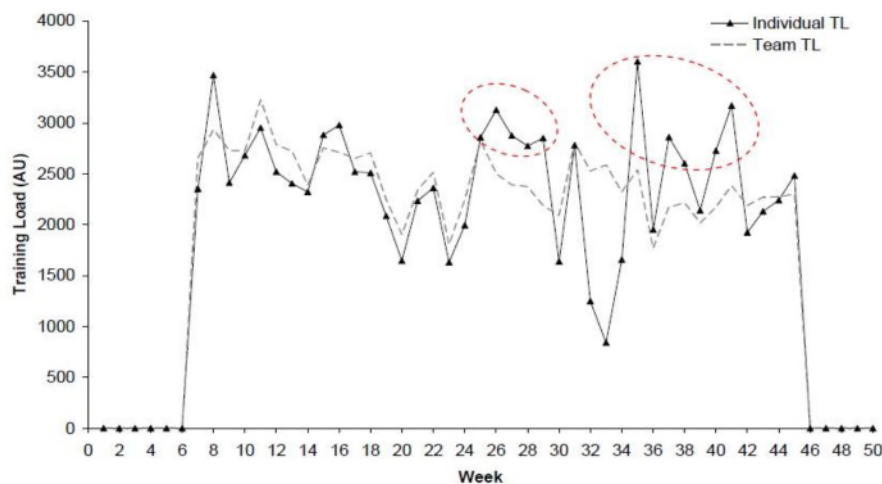


Figure N°04 : La dissociation entre la charge planifiée et la charge observée pour un joueur peut déceler son inadaptation au stress de l'entraînement.

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

5.7 Détecter les joueurs qui ne s'adaptent pas à la charge d'entraînement (CE) :

Notre expérience a montré que jeunes joueurs (ceux débutant dans la catégorie senior pour la première année), les joueurs plus âgés, et ceux présentant des capacités physiques diminuées tendaient à fournir des scores de RPE plus élevés pour des séances similaires au cours de périodes d'entraînement intense. En suivant de près leurs CE il est possible de vérifier s'ils arrivent à s'adapter au stress d'entraînement. Par exemple, nous avons observé que souvent les jeunes joueurs débutant chez les pros pour leur première année percevaient presque toujours leurs charges ~10-15% plus élevées que leur coéquipier plus expérimenté. Cet effet pourrait provenir du fait que les jeunes joueurs n'ont pas déjà établi une forte base physiologique et obtenue de fortes qualités fondamentales tel que dans les domaines de la force et de l'endurance. De plus, il se pourrait qu'il faille une saison entière d'entraînement pour que les jeunes joueurs s'adaptent aux demandes physiologiques de jouer et de s'entraîner au FB de haut niveau. En outre, les joueurs à capacités physiques relativement faibles peuvent percevoir un entraînement standard comme bien plus "lourd" que leurs coéquipiers jouissant de bonnes qualités physiques. Par conséquent, il apparaît que les joueurs donnant des CE plus élevées pourraient présenter des niveaux plus faibles de forme physique.

5.8 Contrôler les charges de sous-groupes dans une équipe :

Dans certains sports, différents postes de jeu / certains joueurs pourraient soit tolérer, soit être appelés à effectuer des CE différentes des autres. La méthode-RPE peut permettre de suivre les CE de différents sous-groupes au sein d'une équipe. En outre, avec l'amélioration des compétences des staffs de préparateurs physiques et scientifiques des équipes, les entraînements des joueurs de FB sont devenus de plus en plus individualisés. Par exemple, nos données montrent que les gardiens de but perçoivent des CE bien différentes de celles des joueurs de champs. Cependant, il apparaît aussi qu'à moins qu'un entraînement spécifique ne soit effectué pour un sous-groupe bien déterminé (ailiers ou avants), la CE tend souvent à être relativement homogènes au sein d'une même équipe de FB. Il est cependant recommandé aux entraîneurs de suivre d'éventuels groupes de joueurs de façon différenciée si cela s'avérait nécessaire.

5.9 Contrôler la charge d'entraînement en réhabilitation après une blessure :

Un autre avantage de la méthode RPE est qu'elle peut être utilisée pour s'assurer que les CE ne progressent pas trop rapidement et/ou que des entraînements appropriés ont été appliqués avant le retour à la pratique du sport compétitif. Par exemple, des critères de CE à effectuer peuvent être établis par un staff avant qu'un joueur blessé ne revienne s'entraîner avec le groupe et

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

reprenne la compétition. En outre les CE par la méthode-RPE peuvent être mesurées chez des joueurs en réhabilitation (d'une blessure) pour s'assurer qu'ils réalisent bien les doses d'entraînement qui se rapprochent progressivement de celles de l'équipe (Figure 5).

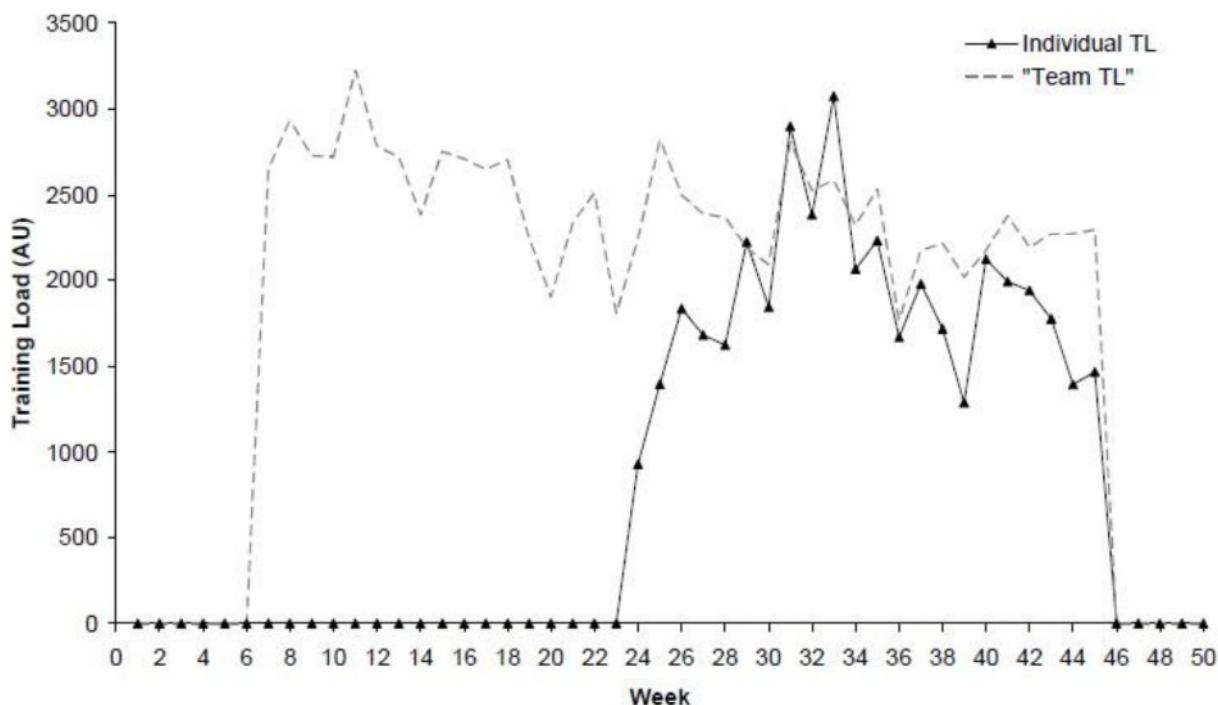


Figure N°05 : Un exemple de la manière dont le contrôle de la CE peut être utilisé de façon sûre et graduelle avant le retour à l'entraînement avec le groupe après une blessure sérieuse.

5.10 Comment planifier la charge durant la phase compétitive :

Un problème commun aux entraîneurs est de déterminer les CE appropriées à prescrire au cours de la phase de compétition pendant la saison. La simplicité de la méthode-RPE lui permet d'être largement appliquée à tout joueur d'une équipe de FB. Nous avons récemment suggéré un système utilisant la méthode RPE où les entraîneurs peuvent objectivement planifier les CE entre les matchs au cours de la saison compétitive en FB (Kelly et Coutts, 2007). Ce système a été développé pour tenir compte des divers facteurs qui affectent la quantité d'entraînement qui puisse être prescrite entre les matchs (Figure N°06). Ces facteurs sont : la qualité de l'opposant, le nombre de journées d'entraînement disponibles entre les matchs, et tout éventuel voyage associé avec les matchs disputés en déplacement. Nous avons suggéré que la combinaison de ces facteurs peut être utilisée comme guide de la planification des CE des semaines entre les matchs. Par exemple, une équipe préparant un match jugé relativement difficile pourrait planifier une semaine légère pour minimiser toute fatigue résiduelle. Par opposition, un match

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

à domicile contre une équipe relativement à la portée avec une période d'entraînement plus longue pourrait offrir l'opportunité d'augmenter la CE pour améliorer la forme physique des joueurs.

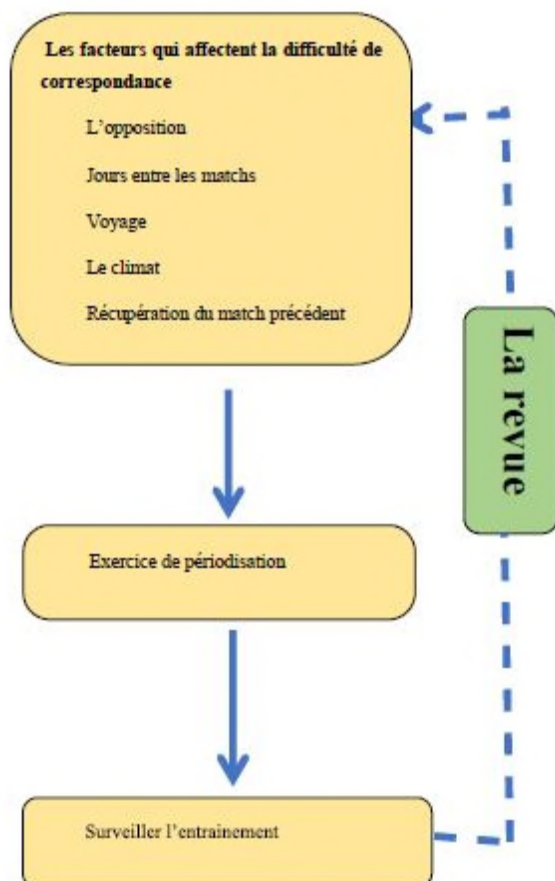


Figure N°06 : Un modèle schématisé suggéré pour planifier l'entraînement au cours de la phase compétitive en FB, Kelly et Coutts (2007).

6. Charges hebdomadaires :

Nos données de joueurs d'élite d'équipes professionnelles montrent que les charges hebdomadaires sont généralement plus élevées dans la phase de préparation d'avant saison (Figure N°07). Il est intéressant de noter que plusieurs équipes de FB paraissent réaliser des CE qui sont plus élevées que les valeurs (> 3200 UA) qui ont été associées à une baisse de performance physique dans les sports d'équipe (Coutts et al, 2007). Cependant notre expérience montre aussi que plusieurs joueurs peuvent tolérer des charges bien au-delà de cette valeur, en football, notamment. Ces recherches montrent qu'il existerait une charge d'entraînement « seuil » chez les footballeurs, toute augmentation ultérieure de charge aurait un impact négatif sur leurs performances. Cependant, indépendamment de ces valeurs, nous recommandons fortement aux entraîneurs d'interpréter les CE qu'ils prescrivent en comparaison à leurs propres

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

joueurs avec une attention particulière sur les changements des valeurs individuelles par rapport aux valeurs individuelles antérieures et aussi en comparaison avec les autres membres de l'équipe. Dans ce contexte, nous suggérons qu'un suivi régulier des CE pendant 2 à 3 mois amènerait l'entraîneur à connaître les plages de CE de ses propres joueurs avec les valeurs correspondant à une bonne forme physique et celles au-dessus desquelles les joueurs sont particulièrement fatigués ou bien ressentant les « jambes lourdes » sur le terrain au cours des matchs.

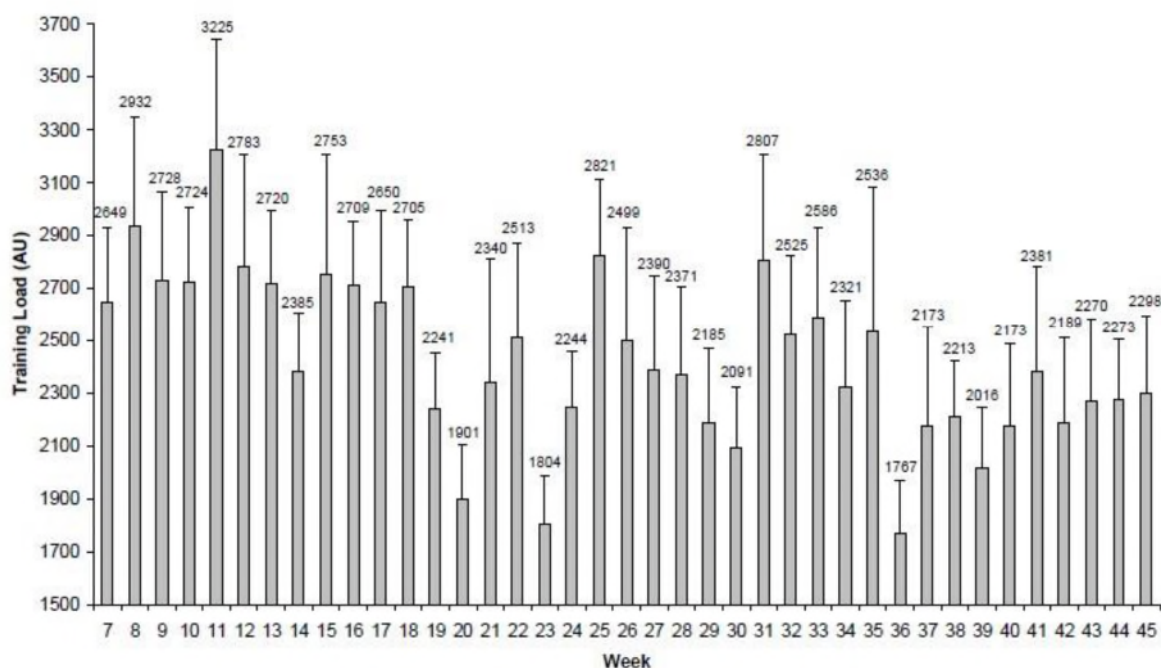


Figure N°07 : Un exemple des CE (\pm Ecart type) calculées par la méthode-RPE pour une équipe professionnelle Italienne au cours d'une saison entière.

7. Charges de divers types d'entraînement en Football :

La Figure ci-dessus montre les CE moyennes subies par des joueuses anglaises de football au cours d'une saison. Il est intéressant d'observer que les CE les plus élevées proviennent des matchs et des séances d'entraînement Technico-tactiques. Ceci a aussi été déjà décrit dans d'autres sports d'équipe comme dans le rugby-league professionnel (Cutts et al, 2008) ou bien pour les jeunes joueurs de FB (Impellizzeri et al, 2005) et ceci suggère donc que des moyens de récupération devraient suivre de telles doses élevées de stress physiologique.

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

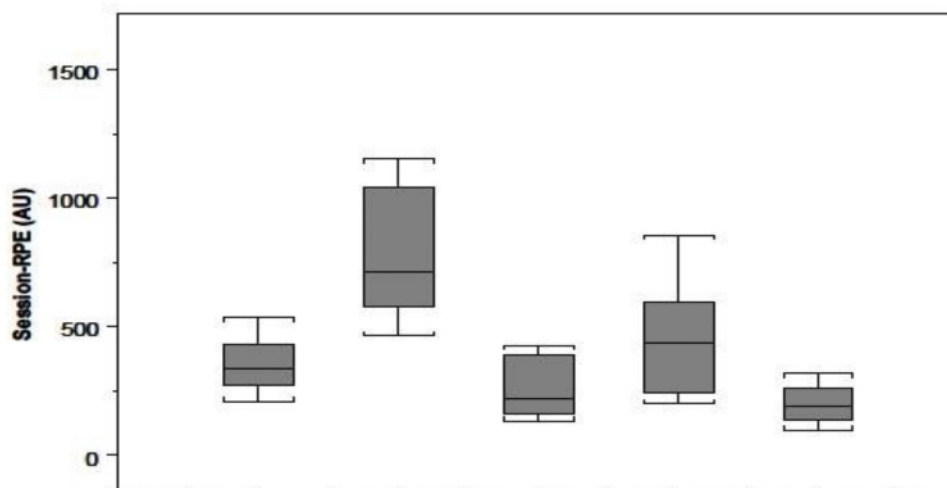


Figure N°08 : Graphique des Charges d'entraînement selon la méthode-RPE (UA) pour chacune des majeures modalités d'entraînement effectuées au cours de la saison chez des joueuses de FB, Alexiou (2007).

En outre, il a aussi montré que la plupart des équipes procédaient par périodisation des différentes modalités d'entraînement (Coutts et al, 2003 ; Gabbett, 2004). Par exemple, la figure N°09 montre que les CE les plus élevées pour l'entraînement d'endurance et de la force sont effectuées pendant la période de préparation générale en FB par rapport aux autres périodes pré-compétitives ou compétitives au cours de la saison.

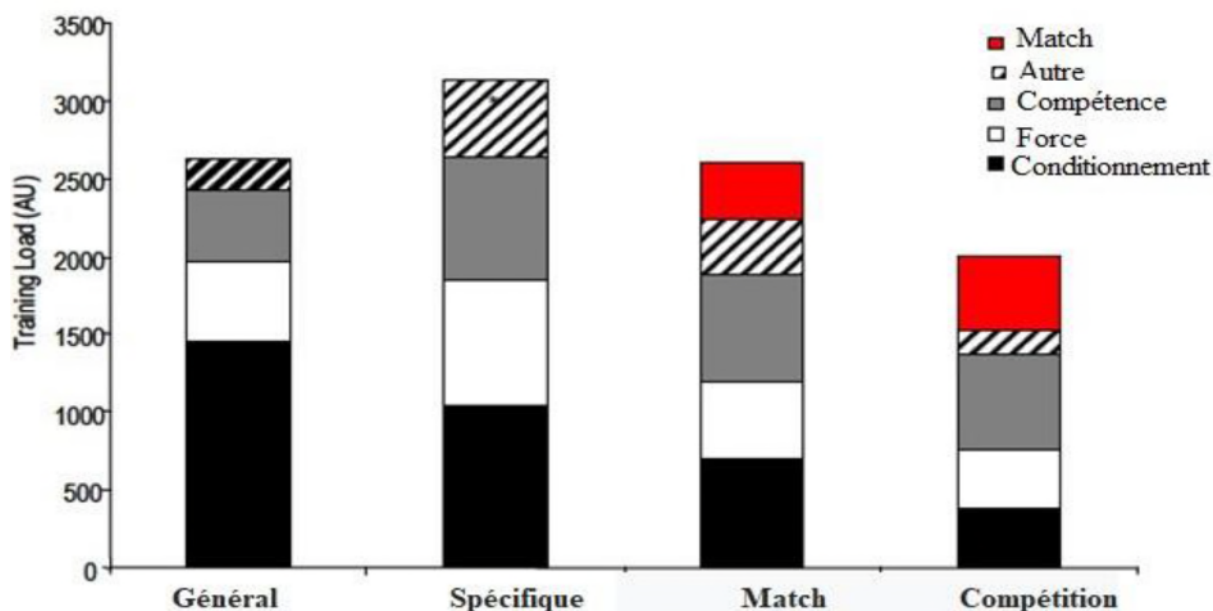


Figure N°09 : Distribution des différentes catégories d'entraînement dans une équipe professionnelle de rugby-league au cours des différent macrocycles de la saison, Coutts et al (2008).

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

8. La charge d'entraînement et 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&Domrow, 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 (Kenttâ&Hassmen, 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. 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 leur préparateur physique afin d'atteindre et de surpasser les standards d'excellence de leurs sports respectifs.

Conclusion

Le but majeur de tout préparateur physique est de s'assurer d'engendrer des adaptations positives suite à l'entraînement chez un athlète afin que celui-ci puisse exceller sur le terrain tout en minimisant le risque de blessures et le risque de surentraînement. Pour cela, il est primordial d'être muni d'outils nous permettant à la fois de savoir si notre prescription d'entraînement produit les effets escomptés, mais aussi de manipuler l'entraînement lorsque la situation l'exige. L'objectif de notre étude est de quantifier les CE, détecter le niveau de fatigue calculer la corrélation entre indice fatigue et les différents indices de CE ; prévenir surentraînement et de fatigue

Dans l'étude présente, nous avons démontré son utilité dans la quantification et la modulation de la charge d'entraînement, grâce à l'obtention d'une charge d'entraînement hebdomadaire, donnée qui nous permet d'ensuite obtenir la monotonie, la contrainte et l'indice de « fitness » des joueuses et cela, à chaque semaine d'entraînement.

La méthode utilisée dans cette étude a permis de quantifier les charges d'entraînement à partir d'une échelle d'estimation subjective de l'intensité de l'exercice. Elle apporte un outil simple et indispensable pour la programmation de l'intensité de l'entraînement afin d'optimiser la préparation physique du coureur pour des compétitions importantes au cours de la saison. De plus, l'estimation du niveau de fatigue à partir de la perception subjective de l'athlète a été mis

II. LA CHARGE D'ENTRAÎNEMENT

en relation avec la charge d'entraînement. Grâce à l'obtention d'une charge d'entraînement hebdomadaire, donnée qui nous permet d'ensuite obtenir la monotonie, la contrainte et l'indice de « fitness » du participant et cela, à chaque semaine d'entraînement.

Ce qui importe les entraîneurs du football féminine sur l'utilisation de l'outil de la séance-RPE qui est simple, efficace et valide pour quantifier les CE afin de faire le suivi et le contrôle de l'entraînement ce qui permettra de modéliser et d'affiner les séances d'entraînement pour mieux élaborer et rationaliser le processus d'entraînement des joueuses et les faire progresser.

Cette étude cherche donc à démontrer les avantages et les inconvénients de l'utilisation d'une méthode de suivi d'une équipe de football féminine (USFB) basée sur les perceptions de fatigue et d'effort de ces derniers. La particularité de cette étude de cas réside dans le fait qu'elle se déroule dans un environnement sportif réel et qu'elle prend en compte le contexte pratique que peuvent vivre les entraîneurs au quotidien.

Les résultats obtenus sur six (06) semaines ont montré qu'il existe une relation étroite entre le niveau de fatigue et la charge d'entraînement.

À l'aide du système de gestion la CE et de la fatigue et de l'état de joueur proposé, il est possible pour l'entraîneur, dans la mesure où il fait un suivi quotidien, d'ajuster la charge d'entraînement lorsqu'il décèle une fatigue supplémentaire chez le joueur, même si les paramètres de charges ne sont pas élevés. Par exemple, en décelant une fatigue plus grande d'un joueur pour une charge d'entraînement qui habituellement n'engendre pas une telle fatigue ou lorsque graphiquement la fatigue ne semble pas du tout liée à la charge d'entraînement, il devient alors possible pour l'entraîneur de faire les ajustements nécessaires. Par exemple, réduire le volume ou l'intensité de certaines séances ou donner un repos complet au besoin. De plus, en étant en mesure de faire ces observations, les entraîneurs peuvent éventuellement aider et conseiller les athlètes dans la gestion de la fatigue attribuable à des facteurs externes au sport.

III. LA FATIGUE

1. Définition de la fatigue :

« La fatigue peut se définir comme un état résultant de contraintes physiologiques et psychologiques aboutissant à une diminution des performances physiques et/ou mentales. Cette fatigue fut longtemps appréhendée par le biais de ses conséquences, telles que la baisse du rendement énergétique. Celle qui intéresse le sportif est une fatigue aiguë, qui affecte les individus sains, qui a des origines identifiables et qui est perçue comme normale. Elle avertit le sportif de la nécessité de récupérer. La fatigue musculaire, tant redoutée par l'athlète, peut avoir des origines multiples. Elle associe généralement des processus musculaires et cérébraux. La fatigue est la traduction d'une mauvaise adaptation des mécanismes de transmission ou d'une insuffisante disponibilité énergétique, cette dernière pouvant être associée à une incapacité à éliminer rapidement les produits du catabolisme générés par l'exercice. » Lattier, G., Millet, G.Y., Martin, A., Martin, V., (2004). La fatigue est un sentiment d'épuisement permanent accablant et une diminution de la capacité d'accomplir un travail physique et mental. Il est multidimensionnel avec des composantes émotionnelles, comportementales et cognitives. Les sentiments de fatigue sont associés non seulement à des états pathologiques, mais également à un fonctionnement sain. Environ 20% des adultes dans le monde signalent une fatigue actuelle. Lorsqu'ils sont examinés en termes d'activité physique, les sentiments de fatigue sont liés à des problèmes d'effort physique, de repos insuffisant et de style de vie sédentaire.

2. La fatigue neuromusculaire :

La fatigue neuromusculaire est un phénomène physiologique résultant de sollicitations musculaires. Elle est habituellement définie comme « une inaptitude à maintenir un niveau de force requis ou attendu » (Edwards, 1981) ou encore comme « une diminution de la force ou de la puissance maximale entraînant une capacité de travail réduite » (Fitts, 1996). Les premières observations de la fatigue neuromusculaire furent conduites par Mosso, Malgré les évolutions techniques apportées au matériel (ergomètres isocinétiques pilotés par ordinateurs), la philosophie des expérimentations contemporaines reste identique à celle développée par Mosso : évaluer la fatigue neuromusculaire à partir d'une diminution de la force.

2.1 La fatigue centrale :

La fatigue centrale peut être décrite comme une altération de la commande nerveuse. Les premières observations de ce phénomène furent rapportées au début du siècle précédent par Alessandro Mosso (1891), dans un ouvrage intitulé « La Fatica ». C'est en comparant la force produite de façon volontaire à cela l'induite par des stimulations électriques du muscle qu'il distingua ce qu'il appela « la fatigue mentale ». Depuis, divers travaux ont confirmé le rôle

III. LA FATIGUE

déterminant des facteurs nerveux dans le phénomène de fatigue (Kent-Braun, 1999 ; Taylor et coll., 2000). La fatigue centrale peut être révélée par une altération de l'activation volontaire du muscle, laquelle représente le recrutement volontaire des unités motrices. Elle est couramment évaluée à partir de l'activité électromyographie (EMG) des muscles mobilisés dans la contraction et/ou par le niveau d'activation volontaire du groupe musculaire, estimé au moyen de la technique de « Twitchinterpolation » (Merton, 1954).

Il est à noter que l'intensité de l'exercice est un déterminant majeur de l'évolution du signal EMG. Lors des sollicitations isométriques sous maximales fatigantes, une augmentation de l'amplitude du signal EMG est observée. Cette élévation de l'activité électrique du muscle pourrait refléter compensation nerveuse à une défaillance contractile, via une augmentation du recrutement et/ou de la fréquence de décharge des unités motrices (Lippold et coll., 1960 ; Bigland-Ritchie et coll., 1986a). Il est également possible que cette évolution de l'activité EMG traduise une optimisation de la commande nerveuse aux possibilités du muscle (Bigland-Ritchie et Woods, 1984). Il pourrait en effet y avoir une rotation dans le recrutement des unités motrices qui permettrait la mise au repos de certaines unités motrices fatiguées au profit d'une sollicitation de nouvelles unités motrices (non fatiguées ou moins fatiguées). A l'inverse, au cours d'une sollicitation isométrique maximale, le signal EMG diminue parallèlement à la perte de force (Bigland-Ritchie et coll., 1981) ce qui traduit une diminution de l'efficacité des voies motrices descendantes et / ou une inhibition réflexe des motoneurones à partir des afférences périphériques.

✓ Les facteurs supra-spinaux :

La fatigue supra spinale est caractérisée par une incapacité du système nerveux central à générer une commande nerveuse optimale à destination des motoneurones. Les premiers travaux ont été menés, de manière invasive, chez l'animal (Maton, 1991), puis la technique de stimulation magnétique transcrânienne a ensuite permis de démontrer, chez l'homme, la perturbation des facteurs supra spinaux lors d'un exercice fatigant (Brasil-Neto et coll., 1993 ; Gandevia et coll., 1996). Si l'atteinte supra-spinale du système neuromusculaire est avérée, les facteurs impliqués sont nombreux et restent parfois incertains.

✓ Les facteurs spinaux :

Différentes boucles réflexes, d'origines périphériques, peuvent moduler la commande nerveuse (Figure II.5). Elles peuvent avoir pour origine les muscles, les articulations, la peau ou encore le système cardiorespiratoire. Lors d'un exercice fatigant, le signal en provenance de ces

III. LA FATIGUE

afférences périphériques peut inhiber la commande nerveuse dès les structures corticales (Gandevia, 2001). Cependant, les effets principaux sont localisés au niveau spinal.

2.2 La fatigue périphérique :

La fatigue périphérique est définie comme l'altération des mécanismes de la production de force localisés de la transmission synaptique neuromusculaire jusqu'à la génération de force par les protéines contractiles actine et myosine. La première étape concernée, celle de la transmission du potentiel d'action au niveau de la jonction neuromusculaire, pourrait être altérée à la fois par une défaillance du potentiel d'action à se propager dans tous les axones terminaux du motoneurone, par une déplétion de la concentration en acétylcholine (neurotransmetteur de cette synapse) ou encore par une réduction de la sensibilité de la membrane post-synaptique à l'acétylcholine (Kugelberg et Lindergren, 1979).

Nonobstant ces perturbations, la transmission synaptique n'apparaît pas comme déterminante dans la fatigue avec des fréquences physiologiques de décharge des unités motrices (Warren et coll., 1999 ; Gandevia, 2001). En revanche, l'altération du couplage excitation-contraction, les dommages musculaires, l'appauvrissement en apports énergétiques ou la perturbation de la circulation sanguine seraient fortement impliqués dans le développement de la fatigue périphérique.

✓ Le couplage excitation-contraction :

Sous l'appellation « couplage excitation-contraction » nous regroupons les processus suivants la propagation neuromusculaire le long du sarcolemme et des tubules T (tubules transverses).

✓ Les dommages musculaires :

Il a été démontré que des dommages musculaires pouvaient être induits lors de sollicitations isométriques (Jones et coll., 1989). Cependant leurs développements sont plus importants lors d'exercices excentriques (Stauber, 1989 ; Friden et Lieber, 1992 ; Warren et coll., 1993). De telles altérations seraient fonction du niveau de force développée au cours de la sollicité (Warren et coll., 1993), de l'amplitude articulaire (Talbot et Morgan, 1998), de la vitesse d'étirement (Chapman et coll., 2006) mais également de la longueur musculaire à laquelle la contraction est initiée (Child et coll., 1998).

✓ Les apports énergétiques et la circulation sanguine locale :

L'adénosine triphosphate (ATP) est une source immédiate d'énergie nécessaire à la formation des ponts actine-myosine. Elle intervient aussi au niveau des pompes Na^+/K^+ et au niveau des canaux Ca^{2+} basiques du réticulum sarcoplasmique pour le recaptage du Ca^{2+} . Afin de soutenir

III. LA FATIGUE

la contraction musculaire, un niveau optimal d'ATP doit donc être maintenu dans les tissus. Or, plusieurs processus de la fatigue peuvent perturber les réactions de l'ATP.

La phosphocréatine, source d'ATP, diminue de 5 à 10% dans les 30 premières secondes d'un effort intense (Fitts, 1994), ce qui contribue en partie à une diminution de la production d'ATP au cours de l'effort. La réduction du pH provoque une inhibition de la phosphofructokinase et entraîne une réduction de la glycolyse qui par conséquent induit une diminution de l'ATP fabriquée.

L'accumulation d'ammoniaque peut également inhiber certaines enzymes aérobies présentes dans le cycle de Krebs et ainsi limiter la production d'ATP. Cependant, l'ATP ne semble pas diminuée de façon critique lors d'un exercice fatigant (Fitts, 1994). Les produits de ses réactions (H^+ , ADP, Pi) limiteraient en effet son utilisation avant sa possible déplétion

3. Les différents types de la fatigue :

3.1 La fatigue aigüe « Acute Fatigue » :

La Fatigue aigüe est représentée par « une sensation de fatigue et une diminution temporaire de la performance, liée à l'application d'une session d'entraînement unique ou d'une période d'entraînement intense ». Lorsqu'elle est combinée à une récupération appropriée, celle-ci va se traduire par une adaptation positive de l'organisme et potentiellement une hausse de la Performance. Ceci illustre un des principes de base de l'entraînement : le principe de surcompensation.

La fatigue aigüe est simple méforme passagère, et elle est réversible avec 2 à 3 jours de repos complet, sans interruption de la compétition.

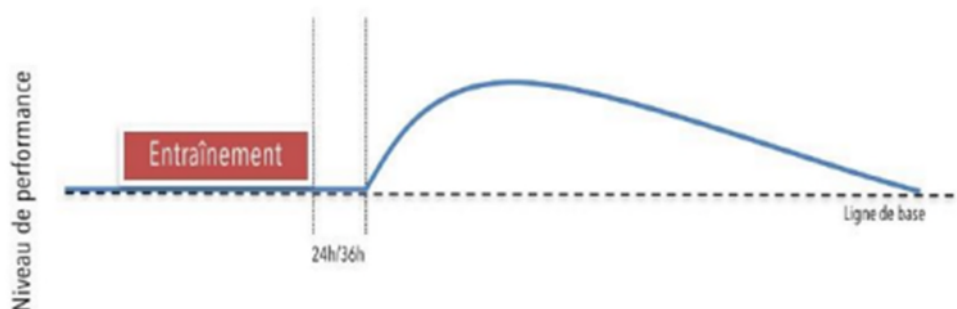


Figure N°10 : Illustration de la fatigue aigüe et du principe de surcompensation.

III. LA FATIGUE

A première vue, cela semble évident, mais en pratique, ce n'est pas si simple que ça. L'équilibre entre charge d'entraînement et récupération appropriée est rarement identique d'un individu à l'autre et même d'un jour à l'autre pour un même individu. Nous l'avons vu précédemment une même charge externe peut avoir une charge interne différente et par conséquent nécessite un niveau de récupération différent. L'équilibre est fragile et parfois se rompt et la réponse de l'organisme n'est pas celle attendue.

3.2 La fatigue persistante « Dépassement » :

Le Dépassement est « le résultat d'une accumulation d'un stress (lié à l'entraînement ou non) dont la conséquence est une diminution à court terme du niveau de performance » (Kreider, 1998).

Cette diminution peut se traduire par des symptômes physiologiques et psychologiques. Il est très courant que des athlètes aient recouru à cet état de dépassement dans leur processus d'entraînement : c'est le cas lors de stage, p.ex. Où la charge d'entraînement est fortement augmentée pendant une durée déterminée. L'objectif est, après une période de récupération appropriée, d'essayer de bénéficier d'une « super surcompensation » pour obtenir un niveau de performance augmenté. Ce mode de dépassement est appelé dépassement fonctionnel. Dans ce cas de figure, il n'y a pas ou peu de symptômes psychologiques associés à long terme.

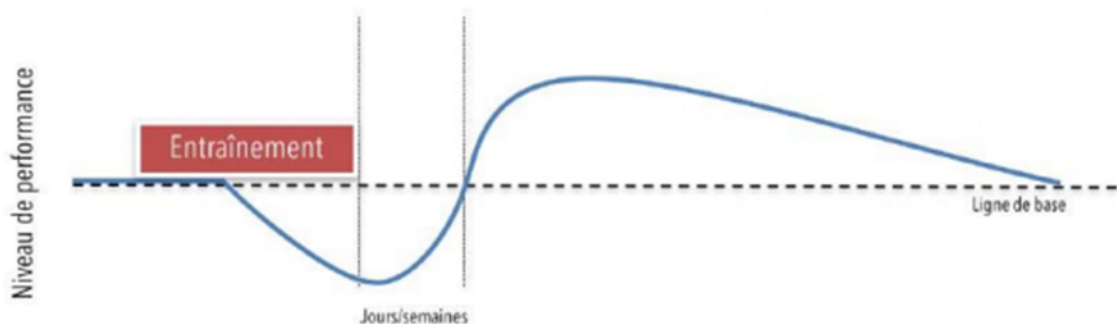


Figure N°11 : Illustration du dépassement fonctionnel.

Néanmoins, si cet entraînement intensifié se poursuit sur une plus longue période ou n'est pas suivi par une période de récupération appropriée, la situation peut évoluer vers un niveau de dépassement plus extrême qu'on nommera Dépassement Non Fonctionnel. Celui-ci se traduira sur le terrain par une stagnation de la performance (ou même une diminution) malgré la récupération proposée. Des désordres psychologiques font également leur apparition : vigueur diminuée, fatigue inexplicée, ... Certains autres symptômes peuvent apparaître : nutrition

III. LA FATIGUE

inadéquate, maladie, stress émotionnel, manque de sommeil, ... et certains marqueurs hormonaux sont également modifiés. Dans ce cas précis, on peut néanmoins espérer une normalisation de la situation après plusieurs semaines à plusieurs mois de récupération. Néanmoins, même si un retour à un niveau de base est possible, la situation n'est pas bonne, l'athlète a besoin de temps pour récupérer. Ce n'est pas compatible avec une perspective de performance à haut niveau.

3.3 La fatigue grave : Syndrome de surentraînement :

En fonction de certains facteurs qui ne sont pas uniquement liés à une charge externe de travail inappropriée, mais qui font indéniablement appel à certains facteurs psychologiques, la situation pourrait également évoluer vers un Syndrome de surentraînement. La limite entre le syndrome de surentraînement et le dépassement non fonctionnel est cependant très faible. Les symptômes sont en général très proches et la distinction se fait souvent à posteriori au regard du temps nécessaire pour retrouver un état « normal » d'entraînable : de plusieurs mois à plusieurs années...

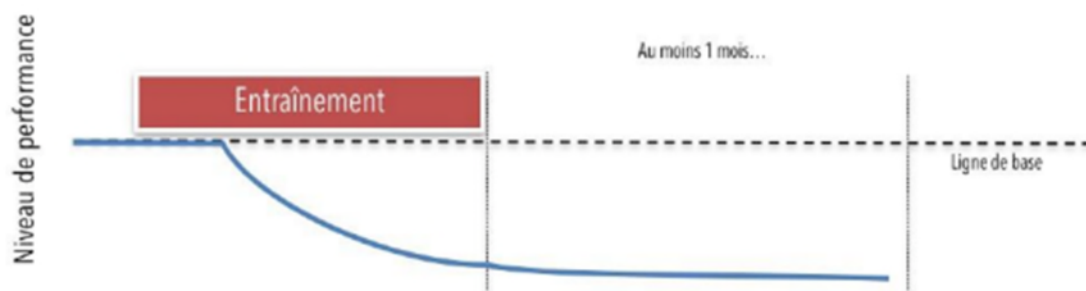


Figure N°12 : Illustration du syndrome de surentraînement.

4. Gestion de la fatigue :

Un haut niveau de fatigue est souvent le résultat des effets cumulés des charges d'entraînement qui se sont succédé. Il représente un puissant facteur de mobilisation des ressources fonctionnelles et par conséquent, un facteur important pour l'adaptation à un niveau supérieur des systèmes fonctionnels stimulés. Il convient donc de gérer au mieux lors du processus d'entraînement un haut niveau de fatigue accumulé en diminuant significativement les charges de travail tout en préservant une certaine intensité dans les séances d'entraînement afin de préserver le haut niveau d'aptitude physique atteint. La mauvaise gestion de la fatigue peut conduire au surentraînement et à des blessures chroniques qui entraveront l'organisation de l'entraînement. Il apparaît que le système nerveux central joue un rôle prépondérant dans le

III. LA FATIGUE

phénomène lié à la fatigue. Il est aujourd'hui admis que la fatigue est la manifestation d'une perte de coordination entre l'ensemble des éléments qui assurent une activité fonctionnelle (Platonov, 1988).

Le changement de mode d'entraînement, combiné avec la hausse rapide et importante de la durée et de l'intensité des entraînements font grimper les charges d'entraînement, la monotonie et la contrainte. Bien que la monotonie ne dépasse jamais le seuil critique théorique de 2.00 (Dellal, 2008), il est important de pouvoir établir un seuil critique personnalisé à l'athlète en question. Il est également primordial de pouvoir combiner cette méthode subjective qu'est la Séance-RPE à des mesures objectives comme les TRIMPS, les tests de lactatémie ou avec l'aide du GPS. Toutefois, il est encore plus important d'analyser les comportements et les réactions de l'athlète grâce à une communication efficace entre l'entraîneur et l'athlète ainsi que via le journal de bord et des questionnaires comme le DALDA ou le POMS.

5. Le surcharge et surcompensation :

Si une charge d'entraînement est appliquée à l'organisme, celui-ci va mettre en œuvre des processus de restauration pour retrouver l'état initial du potentiel énergétique. Si la charge est proche des capacités maximales d'une qualité physique, l'état après restauration sera supérieur à l'état initial. Si une nouvelle charge est appliquée à ce moment-là, le phénomène se renouvellera et le potentiel augmentera.

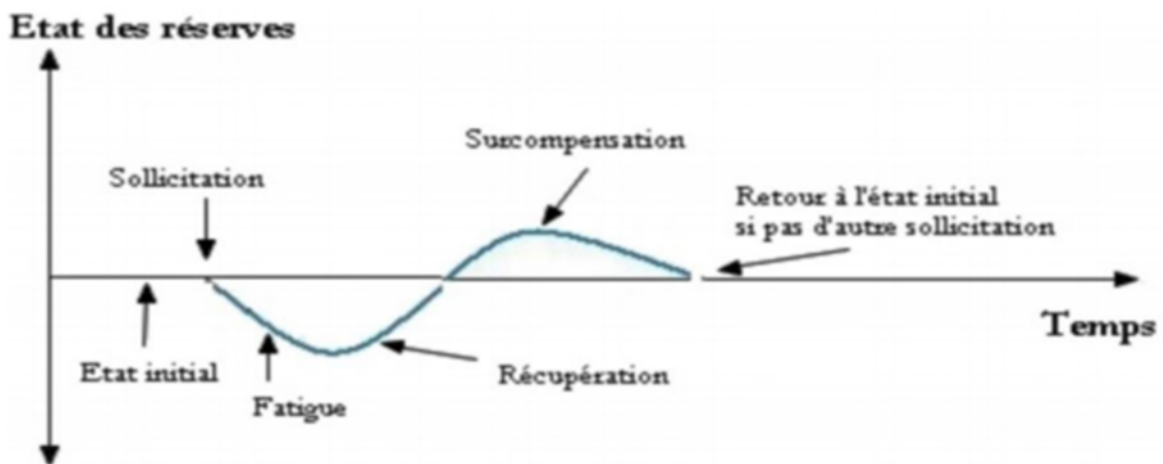


Figure N°13 : Un effort engendre une fatigue qui entraîne une surcompensation.

En revanche, si les charges appliquées ne sont plus suffisantes ou trop éloignées, les réserves retrouveront leur état de départ. Selon Matveiev "Seuls les exercices sollicitant fortement les réserves énergétiques et entraînant une fatigue aiguë initiale, permettent une amélioration du potentiel suivant un phénomène de surcompensation". Cette surcompensation est valable sur

III. LA FATIGUE

une session d'entraînement et sur une succession de sessions. Il s'agit de l'effet cumulé d'entraînement, estimé en fonction du nombre et de l'intensité des séances des microcycles. La difficulté de la gestion de cet ensemble d'alternances "stimulation - récupération" désigné sous le terme de charges d'entraînement, est de ne pas créer une fatigue générale persistante négative (surentraînement) ou une stagnation voire une diminution des capacités (sous-entraînement). Les stimulations ne doivent donc pas être identiques dans leur volume, intensité, densité, complexité, spécificité et fréquence qui sont les composantes de la charge. Il faut identifier et quantifier les charges d'entraînement pour mener avec efficacité la préparation sportive.

6. Facteurs de performance et niveau de fatigue Certaines qualités peuvent être améliorées ou développées suivant un état de fatigue antécédent important alors que d'autres demanderont un état de fraîcheur maximal. Le non-respect de ces paramètres peut amener l'athlète au surentraînement ou à la stagnation des qualités

Etat de fraîcheur Indispensable	Etat de fatigue peu Importante possible	Etat de fatigue Modérée possible	Etat de fatigue Avancée possible
Vitesse	Endurance de vitesse	Capacité lactique	Endurance aérobie
Coordination spécifique à haute vitesse	Force endurance	Puissance aérobie	Souplesse
Force vitesse	Stabilisation du Développement de techniques spécifiques par Variété des conditions D'exécution	Endurance maximale aérobie	-
Acquisition de Techniques spécifiques (gestes moteurs)	-	Exécution de Techniques spécifiques en situation de fatigue	-

Tableau N°06 : représentant les facteurs de performance et niveau de fatigue.

7. Méthode de quantification du niveau de fatigue :

Le niveau de fatigue des athlètes a été calculé en faisant la moyenne des indices subjectifs de fatigue et d'humeur. L'estimation de ces indices a été faite chaque jour par les athlètes. Ces indices de fatigue et d'humeur donnent des indices très précis du niveau de fatigue des athlètes au cours de chaque semaine d'entraînement.

III. LA FATIGUE

Un support de référence sous forme d'échelles descriptives rapporte les principaux états physiques et psychiques retrouvés chez un athlète. Après l'observation des différentes recherches faites sur la notion de fatigue (tableau de Spielberger 1970), l'échelle qui a été utilisée par les coureurs pour estimer leur état de fatigue générale journalière est décrite ci-dessous :

Echelle de fatigue :

1. Super forme, toujours envie de bouger et de faire du sport, très bonne sensation à l'effort.
2. Bonnes sensations, envie d'entraînement, fractionné, course
3. Bonne forme, bonne récupération.
4. Plus ou moins bien selon le terrain, le moment.
5. Sensations moyennes pour des raisons diverses.
6. Sensations moyennes avec mauvaise récupération.
7. Mal aux jambes, limité dans l'effort.
8. Nonchalance, mauvaise sensation.
9. Aucune force, besoin de récupérer.
10. épuisé, rien n'envie de faire en sport et dans la journée.

Cette échelle a été étalonnée au cours du temps par chaque athlète pour qu'il affine la perception de son état de fatigue de manière optimale.

L'échelle d'humeur présentée ci-dessous offre également un support aux athlètes pour mieux percevoir leur humeur.

Echelle d'humeur :

- 1 : mauvaise humeur.
- 2 : je me sens déprimé
- 3 : irritable
- 4 : nerveux
- 5 : anxieux
- 6 : je me sens détendu
- 7 : calme
- 8 : très cool
- 9 : très joyeux
- 10 : très bonne humeur, très heureux.

III. LA FATIGUE

L'échelle d'humeur est plus individuelle. Elle est accompagnée du questionnaire d'auto-évaluation de Spielberger (1970) permettant de mieux cibler et maîtriser toutes les variations de l'humeur. Un certain nombre de questions guide le sujet afin de mieux verbaliser ses sensations.

Cela lui permet d'avoir une estimation plus précise de son humeur. Pour que l'estimation du niveau de fatigue ait une signification, chaque coureur a intérêt de se familiariser avec ces échelles et par la suite de les faire évoluer. Plus celles-ci sont proches de ses sensations, plus l'athlète a une estimation précise de son niveau de fatigue général.

IV. METHODE DE CARL FOSTER

1. Méthode de Carl Foster :

Effects of specific versus cross-training on running performance (EJAP, 1995)

Charge d'entraînement = Difficulté de la séance X durée

Session Rating of Perceived Exertion Scale

The Borg scale for the Rating of Perceived Exertion (RPE) was modified by asking the athletes to rate each days training session in the following way: 30 minutes following the completion of a training session, describe the overall perception of effort during the session as if you were responding to your mother's question, "How was your workout, honey?"

Rating	Verbal Description
0	Rest
1	Really Easy
2	Easy
3	Moderate
4	Sort of Hard Hard
5	Hard
6	
7	Really Hard
8	
9	Really, Really Hard
10	Just Like My Hardest Race

0	Rien du tout	Pas de douleur
0.3		
0.5	Extrêmement faible	A peine perceptible
1	Très faible	
1.5		
2	Faible	Légère
2.5		
3	Modéré	
4		
5	Forte	Pénible
6		
7	Très forte	
8		
9		
10	Extrêmement forte "Douleur max"	
11		
—		
●	Maximum absolu	Plus élevée possible

Wisconsin Medical Journal • June 1996

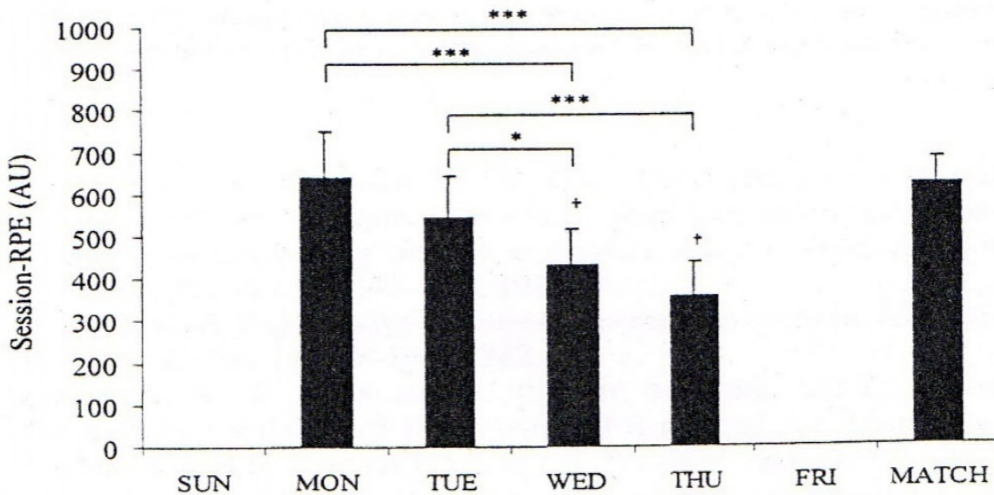


FIGURE 3—Weekly periodization determined using mean weekly RPE-based training load (session-RPE) during the 7 wk of soccer training ($N = 19$); AU, arbitrary unit; * $P < 0.05$; *** $P < 0.001$; † $P < 0.05$; ‡ $P < 0.001$: statistically different from Saturday (MATCH).

IV. METHODE DE CARL FOSTER

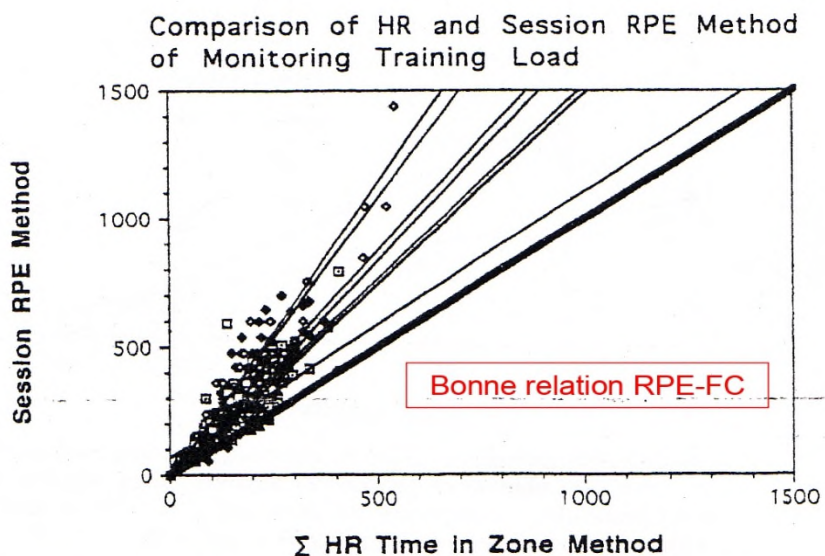


Figure 3—Comparison of the Σ HR score and the session RPE score for the same 50 exercise bouts in seven different subjects. The heavy line is the line of identity; the thinner lines are individual relationships. Note that although the two methods of quantitating exercise load are not numerically equivalent, they are fairly well related (individual correlations range from 0.75 to 0.90).

63

Relation maladie et indices de charge d'entraînement

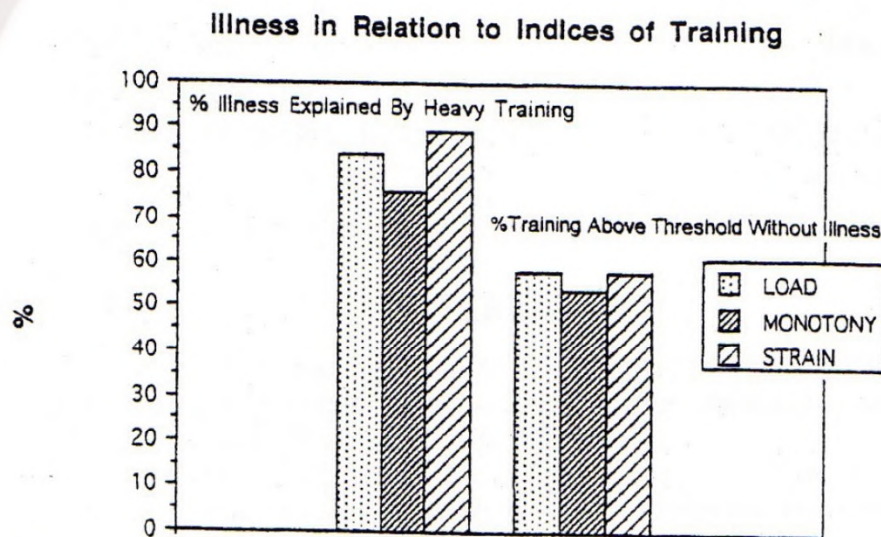


Figure 4—Percent of episodes of illness explained by the presence of a preceding (within 10 d) spike in training load, monotony or strain. Also depicted are the percent of spikes in training that occur without an associated illness.

64

IV. METHODE DE CARL FOSTER

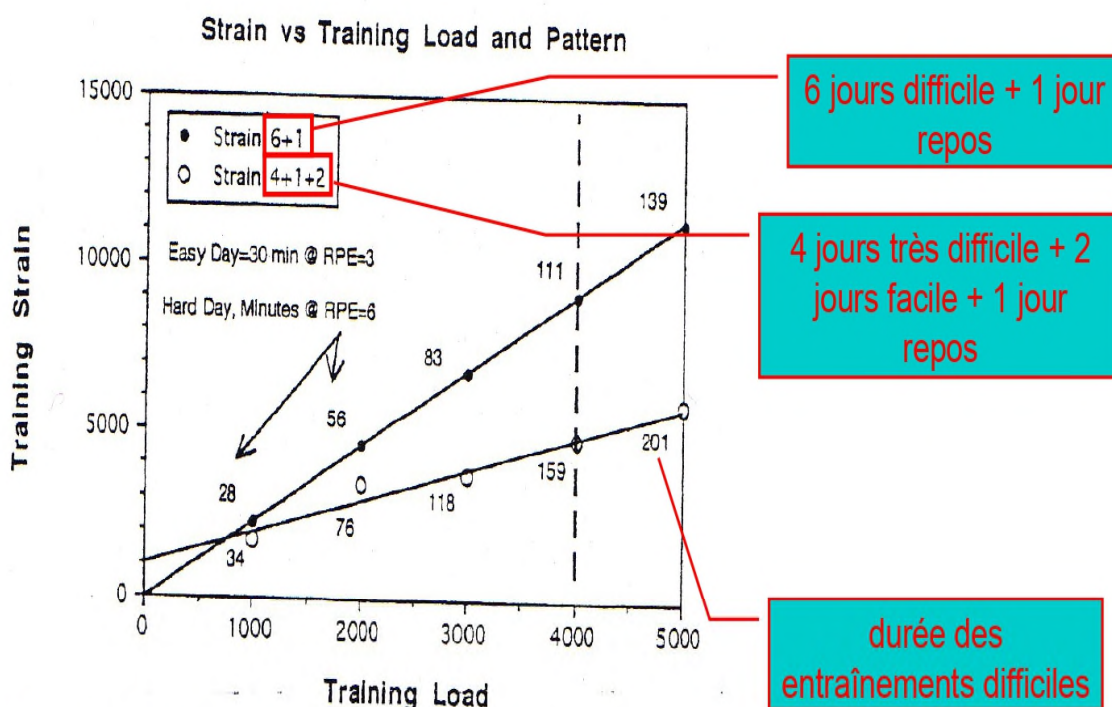
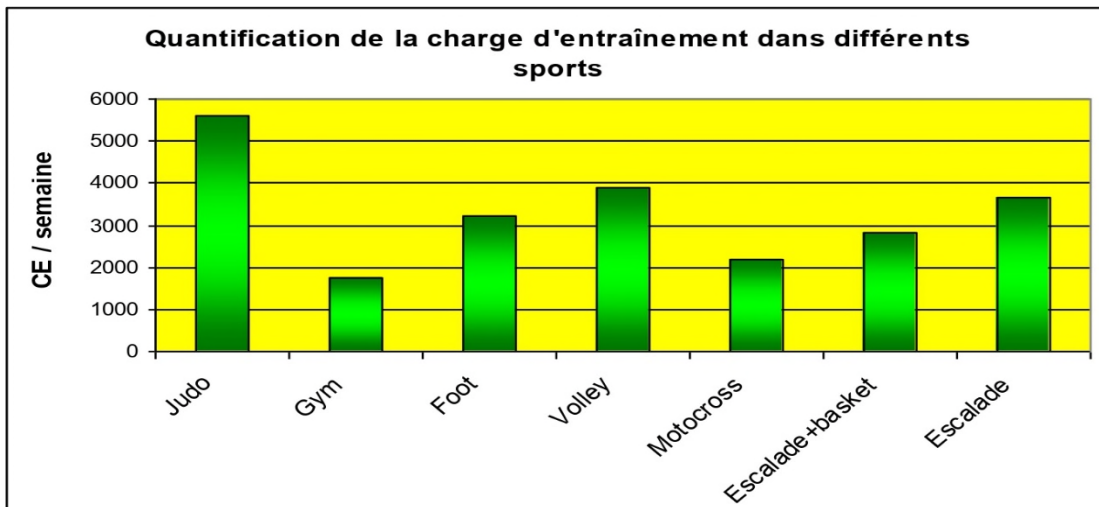


Figure 5—Schematic example of the changes in training strain resulting from changes in the pattern of training to include two recovery days (30 min @ RPE = 3) per week while maintaining the same total training load vs 6 d of more or less equivalent “hard” training. Note that although the required duration of training on “hard” days increases, the reduction in training monotony resulting from more variable training leads to a reduction in the calculated strain of the training program. At a training load of 4000 units per week (consistent with the training programs of many contemporary athletes) the duration of training on the “hard” days is still within reasonable limits, but the net strain related to training is reduced compared with training that is more similar on a day to day basis.

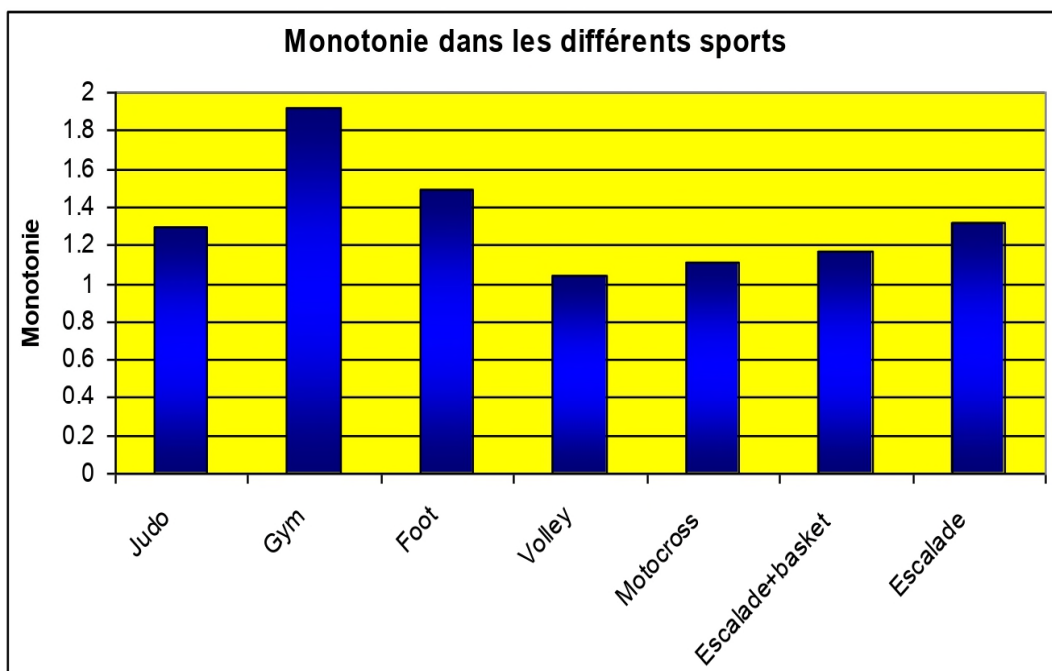
65

Exemple de quantification de la CE dans différents sports avec la méthode de Foster Population :
 étudiants en STAPS Méthode : Quantification de la CE à posteriori (en cours) Activités : judo, gym,
 foot, volley, moto-cross, escalade, basket

IV. METHODE DE CARL FOSTER

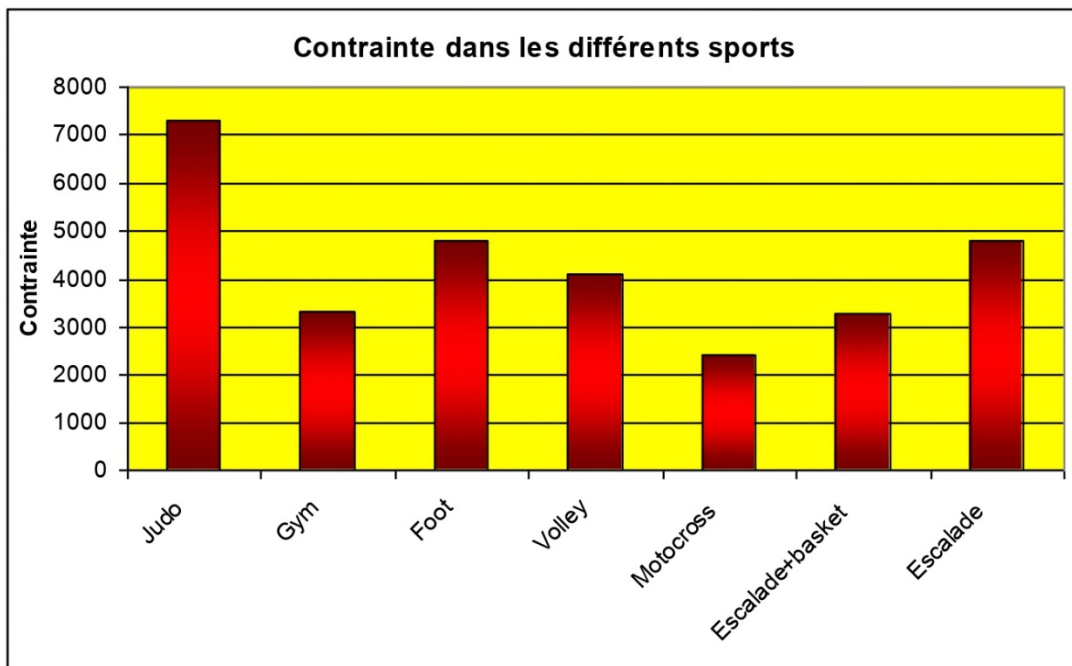


67



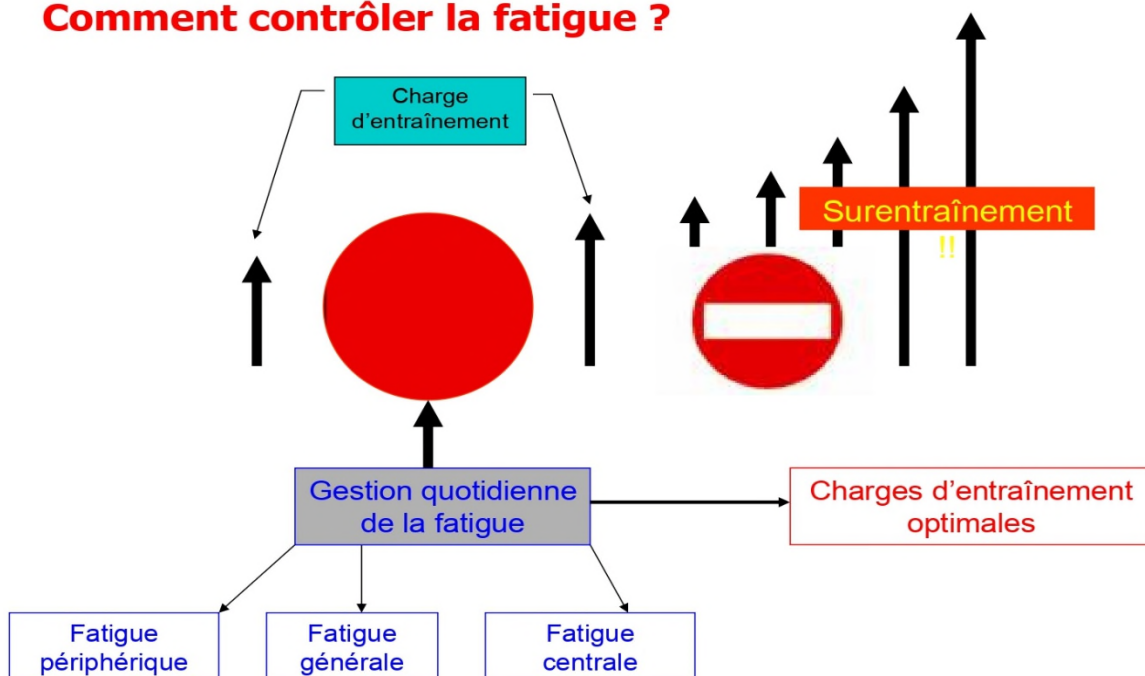
68

IV. METHODE DE CARL FOSTER



69

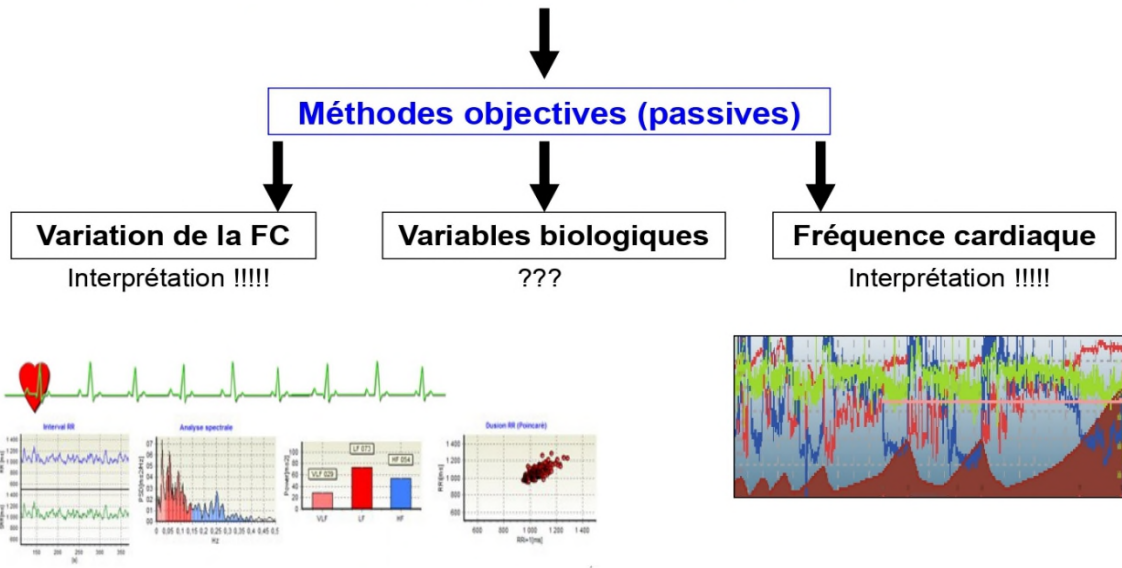
Comment contrôler la fatigue ?



71

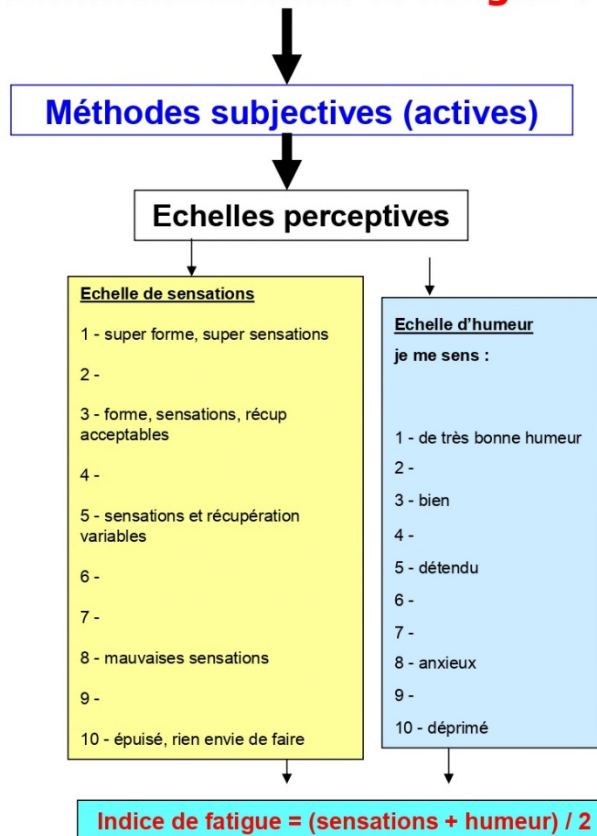
IV. METHODE DE CARL FOSTER

Comment mesurer la fatigue ?



72

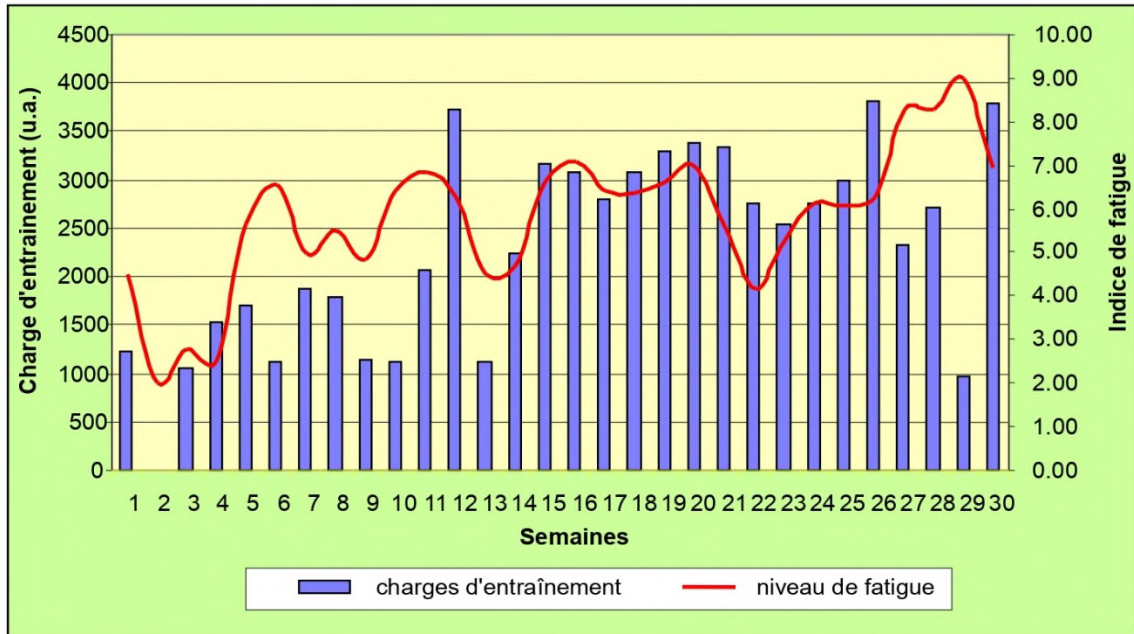
Comment estimer la fatigue ?



73

IV. METHODE DE CARL FOSTER

Evolution de l'indice de fatigue en fonction des charges d'entraînement sur une période de 30 semaines



74

Relation RPE et temps passé en-dessous, sur et au-dessus du seuil anaérobie

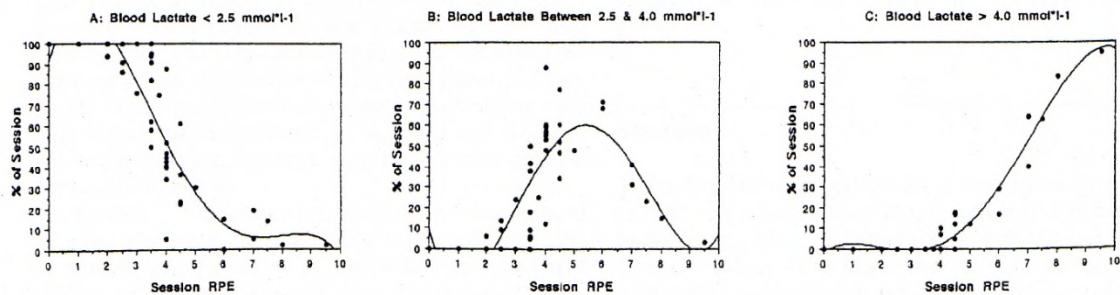


Fig. 2A-C Comparison of RPE for a 30-min running training session (including both steady state and interval sessions) versus: A the percentage of time the heart rate is below that associated with a blood lactate concentration of $2.5 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$; B the percentage of time the heart rate is between that associated with blood lactate concentrations of 2.5 and $4.0 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$, and C the percentage of time the heart rate is above that associated with a blood lactate concentration of $4.0 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$

43

IV. METHODE DE CARL FOSTER

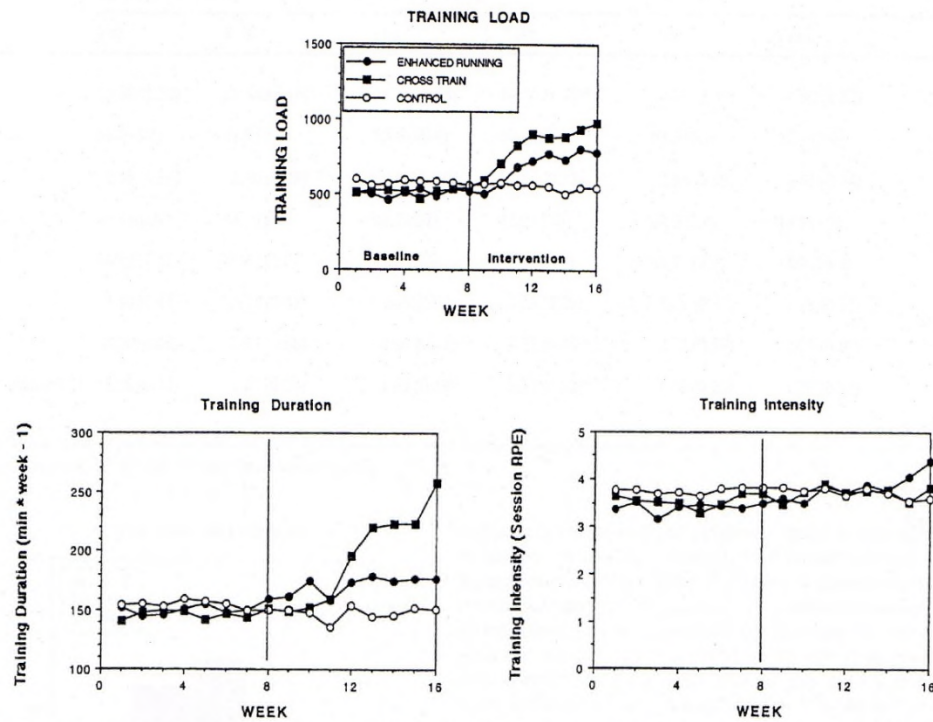


Fig. 3A-C Schematic representations of the average training load during baseline and intervention periods. Training Load (dimensionless units) was computed as the weekly summation of daily duration (in minutes) multiplied by the session RPE for each day's training session. Although the cross-training group (—■—) had somewhat greater training duration during the intervention period than the enhanced running group (—●—), training load was counterbalanced by a somewhat greater training intensity in the enhanced running group. There were no statistically significant differences in training load between the enhanced running and cross-training groups. (—○—) Control group

Méthode de Carl Foster

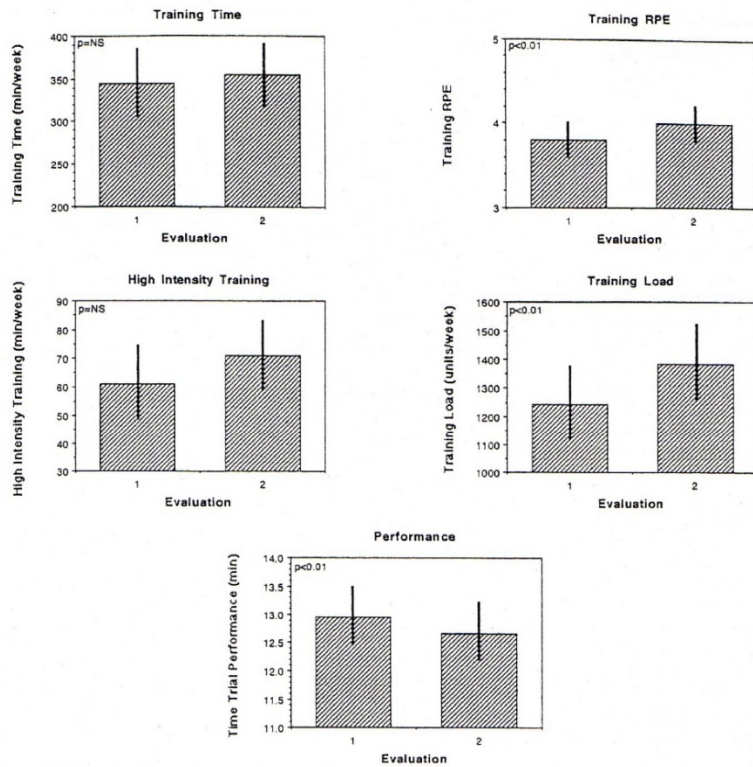
Athletic performance in relation to training load

(Wisconsin Med J, 1996)

Suivi de 56 athlètes (16 coureurs, 15 cyclistes et 25 patineurs) durant 12 semaines d'entraînement.

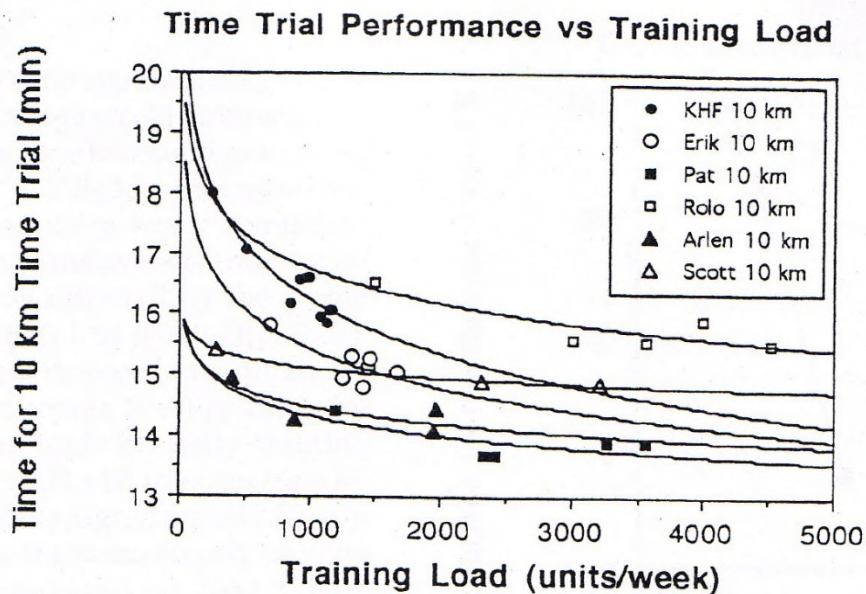
Un indice de performance a été mesuré après 6 semaines d'un entraînement basique et après 6 semaines d'un entraînement intensif.

IV. METHODE DE CARL FOSTER



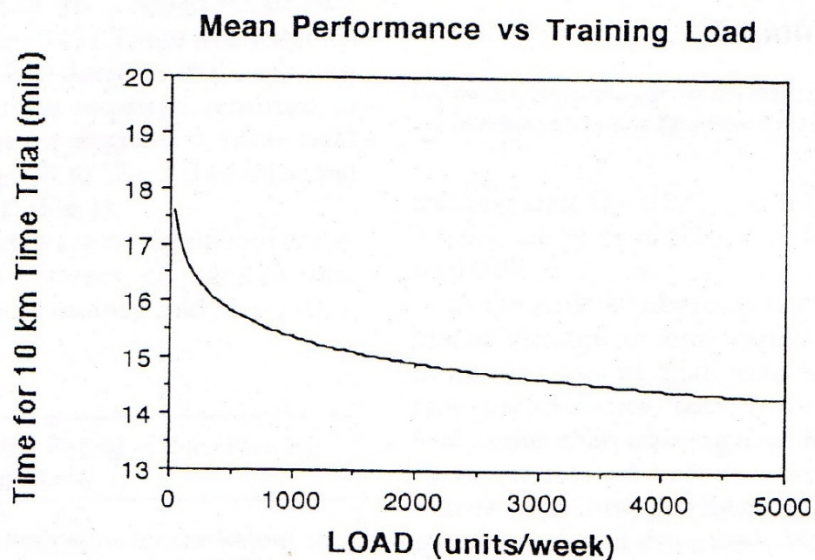
: Comparison of mean (+SE) values for training time, training RPE, training LOAD, high intensity training, and time performance at baseline and after a self selected increase in training.

Performances individuelles (10 km TT) en relation avec la charge d'entraînement chez 6 patineurs de vitesse en fonction des variations de charge de travail.



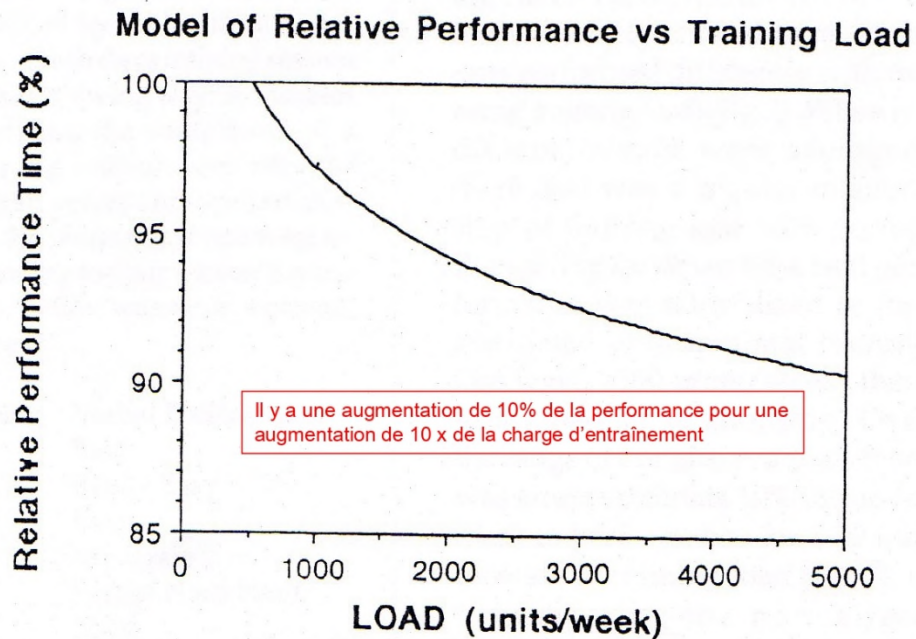
IV. METHODE DE CARL FOSTER

Performance moyennée (10 km TT) en relation avec la charge d'entraînement chez 6 patineurs de vitesse en fonction des variations de charge de travail.



48

Evolution de la charge de travail moyennée normalisée en fonction d'une performance à 100% associée à une charge d'entraînement de 500 u.a./sem.



49

IV. METHODE DE CARL FOSTER

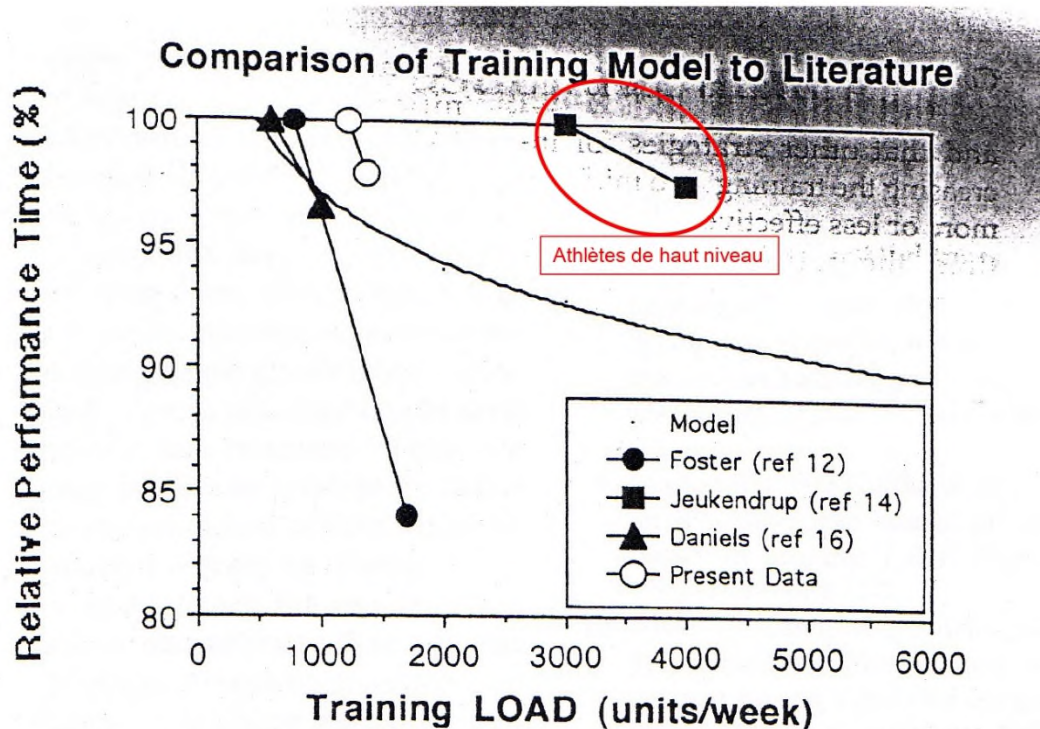


Figure 3: Comparison of the normalized plot of time trial performance in relation to training in relation to mean data from longitudinal training studies published in the literature.

Méthode de Carl Foster

Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome (MSSE, 1998)

But de l'étude : relation entre la charge d'entraînement et les problèmes de santé

Suivi de 25 patineurs entraînés sur des périodes entre 6 mois et 3 ans.

Monotonie de l'entraînement, Index de variabilité de l'entraînement bien corrélé avec la charge de travail permettant de déterminer des périodes de surentraînement.

Il est défini chaque semaine comme le rapport entre la charge d'entraînement moyenne d'une journée sur la déviation standard :

Monotonie = charge moyenne hebdomadaire / écart type

Par exemple, un sportif ayant - une charge d'entraînement moyenne de 532 u.a. dans une semaine - un écart type de cette charge moyenne de 367 u.a. Index de monotonie de l'entraînement = 1,44 (532 u.a. / 367 u.a.)

L'augmentation de la charge de travail et de la monotonie peut engendrer un syndrome de surentraînement. C'est pourquoi il est toujours important de préserver une certaine variation de

IV. METHODE DE CARL FOSTER

la charge d'entraînement dans la semaine de façon à diminuer l'index de monotonie. L'entraîneur doit ainsi varier les séances en intensité, en volume et en thématiques de travail.

Contrainte de l'entraînement ; C'est le produit de la charge d'entraînement totale de la semaine avec l'index de monotonie de la semaine $\text{Contrainte} = \text{Charge d'entraînement totale de la semaine} \times \text{Monotonie}$ Pour une charge d'entraînement donnée par semaine, plus la monotonie augmente et plus la contrainte augmente. Inversement, pour une monotonie donnée, l'augmentation de la charge de travail augmente la contrainte. Foster (1998) a en effet montré que les problèmes de santé du sportif (maladie, blessure, fatigue) survenaient très souvent lorsque les indices de monotonie et de contrainte atteignaient des valeurs anormales.

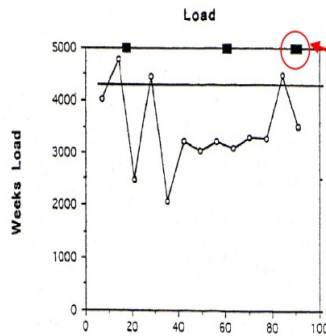
TABLE 1. Schematic evaluation of the load, monotony, and strain associated with a training program in an elite speed skater.

Day	Training Session	Duration (min)	RPE	Load
Sunday	Cycle (100 km)	180	5	900
Monday	Weight training	120	7	840
Tuesday	Cycle 10 km	20	2	40
Wednesday	Inline roller intervals	90	6	540
Thursday	Plyometrics	75	7	525
Friday	Cycle (10 km)	20	2	40
Saturday	Weight training	120	7	840
Daily Mean Load				532
Daily standard deviation of load				367
Monotony (Daily mean/standard deviation)				1.44
Weekly load (daily mean load * 7)				3725
Strain (Weekly load * Monotony)				5397

OVERTRAINING AND TRAINING MONOTONY

55

IV. METHODE DE CARL FOSTER



Période de maladie

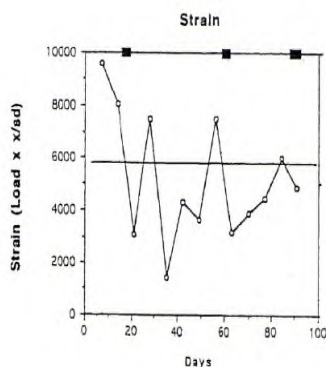
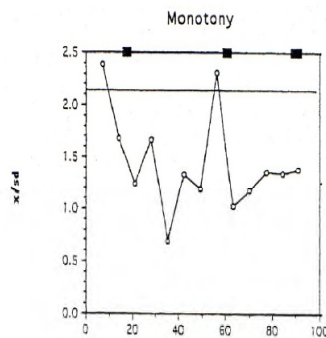


Figure 1—Schematic example of the strategy used to correlate episodes of illness with various indices of training. An individual “threshold” is identified (horizontal line) that explains most of the illnesses experienced by the athlete. In the top panel, two of the three episodes of illness are temporally related (within 10 d) to spikes of training load above ~4300 units per week, however one spike in training (~day 30) does not have a following illness, and one illness (~day 60) is not related to an increase in training load. In the middle panel, a similar relationship is noted for illnesses in relation to training monotony. Two of the three illnesses can be explained by spikes in training monotony, although one occurs at comparatively low levels of training monotony. In the bottom panel, the same relationship is plotted for training strain (weeks load \times monotony). All three illnesses can be explained by excursions above an individually identifiable threshold, although at least one increase in training strain above the threshold is not associated with illness (~ day 30).

Application de la Méthode de Foster en football Use of RPE-Based training load in soccer
F.Impellizzeri et coll., MSSE, 2004)

But de l'étude : vérifier si la méthode de Foster est un bon indicateur de la charge de travail en football.

Suivi de 19 jeunes footbaleurs sur 7 semaines de compétition.

IV. METHODE DE CARL FOSTER

TABLE 2. Individual correlations between Foster's RPE-based training load (session-RPE) and various HR-based training loads; all individual correlations were statistically significant ($P < 0.01$).

Subjects	Banister's TRIMP	Edwards' TL	Lucia's TRIMP
S1	0.52	0.61	0.63
S2	0.68	0.55	0.68
S3	0.67	0.54	0.67
S4	0.51	0.68	0.61
S5	0.50	0.62	0.67
S6	0.64	0.59	0.69
S7	0.52	0.55	0.71
S8	0.62	0.67	0.77
S9	0.56	0.60	0.69
S10	0.59	0.74	0.68
S11	0.56	0.57	0.65
S12	0.54	0.54	0.73
S13	0.60	0.67	0.67
S14	0.64	0.73	0.63
S15	0.67	0.70	0.79
S16	0.60	0.78	0.70
S17	0.58	0.62	0.68
S18	0.57	0.62	0.75
S19	0.77	0.64	0.85
Min	0.50	0.54	0.61
Max	0.77	0.78	0.85

58

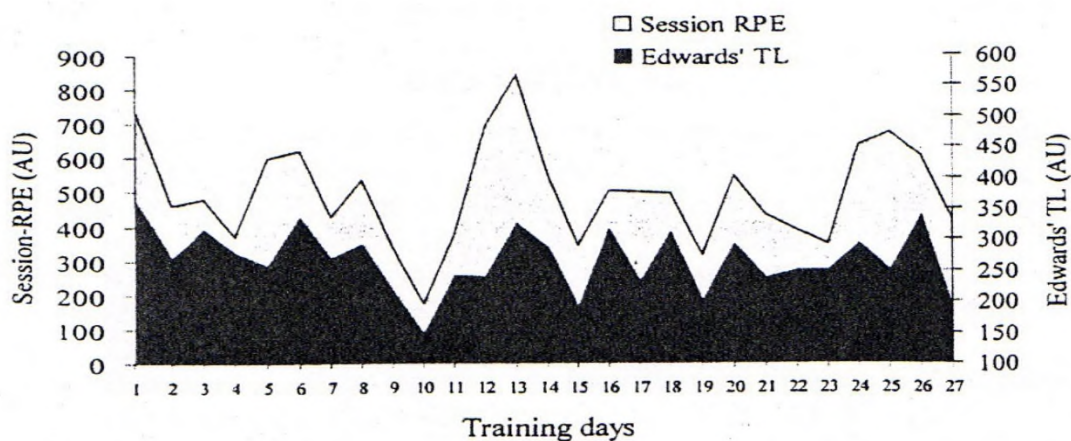


FIGURE 1—Pattern of RPE-based training load (session-RPE) and HR-based training load suggested by Edwards (12) (Edwards' TL) referred to the whole team ($N = 19$) during the 7 wk of training (27 training days without matches); AU, arbitrary unit.

59

IV. METHODE DE CARL FOSTER

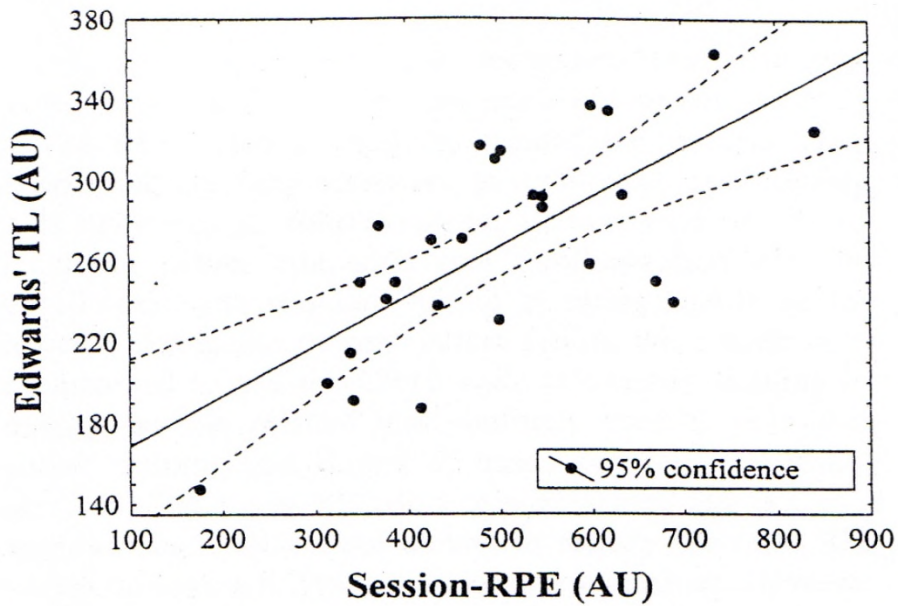


FIGURE 2—Correlation between mean team RPE-based training load (session-RPE) and HR-based training load suggested by Edwards (12) (Edwards' TL) of the 27 training sessions ($r = 0.71$, $P < 0.001$).

60

Relation FC - RPE

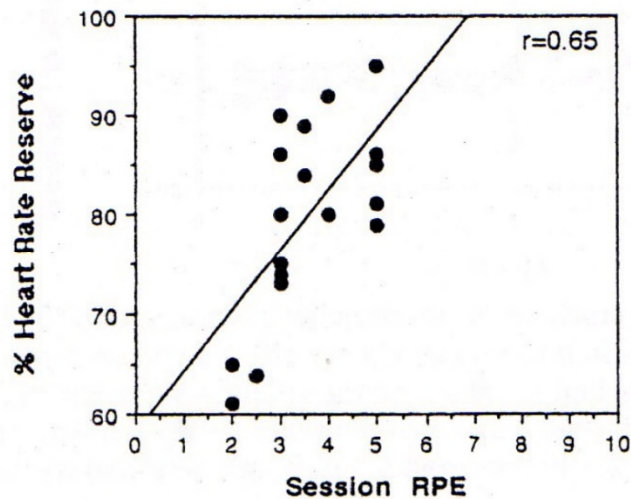


Fig. 1 Comparison of the rating of perceived exertion (RPE) for a 30-min steady-state running training session and the mean percentage heart rate reserve during that training session. $r = 0.65$

1. Généralité de l'activité de football :

Le football est un jeu qui aurait été inventé par les chinois plus de 1000 ans avant J C. Ils l'auraient perfectionné au fil des ans en inventant le ballon rond en cuir gonflé d'air, les buts et même les filets [11].

Il est avant tout un sport, un jeu et jeu collectif.

Comme tout jeu de ce type, il oppose deux équipes, chacune d'elles cherchant à marquer le maximum de point à l'adversaire en empêchant celui-ci d'en marquer autant. Le vainqueur est celui qui a marqué le plus de points. Chaque sport collectif a évidemment ses propres caractéristiques [12].

Dégageons sommairement celles du football :

- chaque équipe comprend 16 joueurs dont 11 partants et 5 remplaçants (16 joueurs)
- un match de football comprend deux temps réglementaires. Chaque partie dure 45 minutes.

Mais il peut y avoir des prolongations et même des tirs au but selon le match.

Les prolongations durent 30minutes. S'il y a égalité on peut procéder à la série de tirs au but selon le match. Il y aura 5 joueurs pour chaque équipe.

- les deux équipes s'affrontent sur un terrain de surface variable selon le niveau de valeur des équipes; de leur âge moyen ou le type de compétition.

Un terrain réglementaire de haut niveau mesure pour la longueur 90 à 120m et pour la largeur 45m avec toutes les figures à l'intérieur.

- chaque équipe est structurée d'une défense, de milieu de terrain et d'une attaque. Le but du jeu est de faire pénétrer dans les camps adverses après progressé sur le terrain par succession de coups de pieds et éventuellement de têtes mais sans l'aide des mains. Ce qui est la caractéristique principale du football [11].

2- Exigence physiologique générale :

Le football fait intervenir plusieurs paramètres qui ne sont pas faciles à maîtriser. Parvenir au footballeur complet demande le développement de nombreuses qualités physiologiques ; endurance, résistance, vitesse, souplesse, force, coordination.

A ces aptitudes il convient d'ajouter une technique sans défaut, un sens tactique affiné et une maîtrise psychologique.

Rappelant des données sur l'analyse de la dépense énergétique rapportées en cour de match, nous en déduisons les aptitudes métaboliques nécessaires au joueur de football et leur méthode d'évaluation. En cours de jeu la dépense énergétique est liée au déplacement.

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

Ceux – ci sont de trois ordres: sprints, courses à rythme modéré et marche [6].

Les sprints demandent indubitablement plus grande dépense énergétique. Leur fréquence et leur durée sont variables d'un match à un autre d'un joueur à un autre; ils sont par exemple beaucoup fréquents chez l'ailier ou l'arrière latéral que les libéros ou les stoppeurs. On estime qu'ils durent 3 à 10s que les joueurs réalisent en moyenne une centaine de sprints, ce qui correspond à une distance parcourue d'environ 2 500 à 3 000 m.

D'un point de vue métabolique les sprints; qui sont les efforts de type explosif, entraîne une grande dépense énergétique. Lors d'un match 95% d'effort est de type aérobie et 5% d'effort est de type explosif. Une grande dépense d'énergie est à la fois anaérobie lactique et anaérobie lactique. Il est donc possible sur le terrain d'avoir une idée de cette dépense énergétique en dosant la lactacidémie.

Les accélérations s'intercalent typiquement au milieu de courses à rythme moyen, pour permettre au joueur de rester en contact étroit avec l'évolution du jeu. Lacour estime ces déplacements à 4 000 - 8 000 m soit 40 à 50 minutes de la durée du match. Le reste du temps le joueur se déplace en marchant ou reste sur place. Au total, la distance parcourue est d'une dizaine de kilomètres.

Ainsi la majeure partie du match va se dérouler à intensité moyenne et mettre en jeu des processus métaboliques de type aérobie.

Ceux – ci devront, par ailleurs payer les dettes d'oxygène contractées pendant des phases de jeu intenses. Compte tenu de la relation entre consommation maximale d'oxygène et fréquence cardiaque (FC), il suffit en théorie de mesurer cette dernière sur le terrain pour avoir une idée de l'intensité de mise en jeu des processus aérobie.

Lacour et Boeda (1970) ont montré qu'en cour de match la fréquence cardiaque oscillait en moyenne autour de 85-90% de sa valeur maximale. Ces résultats impliquent que les processus aérobie sont sollicités en football et que les joueurs doivent non seulement avoir une consommation maximale d'oxygène mais également une excellente capacité aérobie [9].

L'aptitude aérobie est définie par deux paramètres : la puissance aérobie déterminée à partir de la consommation maximale d'oxygène et la capacité aérobie évaluée à partir du temps d'endurance ou au cours d'une même épreuve d'exercice à partir du seuil ventilatoire.

La consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}) est un paramètre trop connu pour insister sur sa signification. Plus elle est élevée, plus l'aptitude aérobie de l'athlète est importante valeurs retrouvées dans la littérature pour les équipes de haut niveau de football sont assez variables.

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

Si en moyenne elles se situent en environ 60/kg /min; elles vont d'une valeur de 51/kg/min à 70/kg/min.

La détermination de la capacité aérobie est plus délicate. Elle s'exprime de classique par la mesure du temps d'endurance. C'est à dire du temps pendant lequel un sujet travaille à un haut pourcentage de sa VO₂ max en général de 85-90% celle-ci est évidente que plus ce temps sera long plus l'athlète sera capable d'utiliser sur le terrain un pourcentage élevé de sa vo₂ max. La mesure du seuil ventilatoire à la même signification comme celle du seuil dit « anaérobie » d'augmentation des lactates (situé à aviron 2mmol/l).

Ces seuils sont à environ 50% de la vo₂ max chez les sujets non entraînés et peuvent se déplacer jusqu'à 80% de celle - ci chez les marathoniens. Plus le seuil ventilatoire est élevé, plus l'athlète peut poursuivre longtemps un effort à un niveau élevé de sa VO₂ max ceci apparaissant particulièrement important en matière de football.

En fait, il nous paraît plus important de déterminer chez le football les possibilités aérobie à la fois alactique et lactique puisque ce sont celles qu'il utilise sur le terrain. Le test force et vitesse semble parfaitement adaptée à cet objectif tant du point de vue physiologique que du point de vue du test lui-même.

Précisions que toutes les filières interviennent en même temps seulement il y a prépondérance de l'une sur l'autre. Dans le football la filière aérobie ou résistance aérobie domine après quatre (4) minutes d'exercice [6].

3- Exigence par poste :

En football de nombreux auteurs ont orienté leurs recherches vers l'étude des exigences par poste que le jeu impose au football. Au cours d'une rencontre de football, la plus grande partie des dépenses énergétiques est liée aux déplacements les distances les plus longues sont parcourues par les milieux de terrain et les arrières latéraux, alors que les arrières centraux parcourent les distances les plus courtes. Les attaquants se situent entre ces deux extrémités.

Les attaquants et les défenseurs latéraux présentent généralement des données supérieures en sprints et en courses intenses alors que ce sont les défenseurs centraux avec lesquels on relève les données faibles. Les milieux de terrain produisent des valeurs plus proches que celles observées chez les attaquants. Quelque soit le poste les distances des sprints et courses intenses se situent entre 3,5 m et 60m.

Par contre selon les postes, le nombre de sprints et courses intenses est très variable dans le jeu. Chaque joueur n'est très fortement sollicité en plan physiologique qu'entre 13% et 15% de la

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

durée d'une rencontre. Les durées de la récupération entre les sprints ou les courses intenses sont aussi très variables.

L'attaquant et le milieu de terrain présentent les intervalles réduits. Par rapport au travail des muscles nécessaires pour un match football et au travail musculaire lorsque l'on fait un mouvement rapide les fibres qui sont principalement sollicitées sont les fibres blanches (ft). Successivement, quand le joueur revient dans la zone, lentement ou en marchant, ce sont des fibres rouges (st) qui sont à leur tour sollicitées que les fibres blanches (ft).

Les ft sont utilisées le plus souvent pendant les actions rapides et causent automatiquement la formation de l'acide lactique.

Au contraire les fibres rouges sont importantes pendant les mouvements lents et ont la fonction d'épurer l'acide lactique.

Récemment Bosco a estimé avec une méthode indirecte et traumatique que pour 22 joueurs professionnels les ft sont en moyenne de 55%.

-70,8% aérobie (glycolyses lipolyse)

-14,3% course intense VMA

- 14,9 anaérobies alactiques.

Pour estimer les distances parcourues par postes R. Van Meerbeek et D. Van Goll (1982) nous présentent un tableau suivant

Postes	défenseurs	Milieux de terrain	attaquants
Activités	mètres	mètres	mètres
Marche	6949	7940	7669
Course	1513	2554	1575
Sprint	782	715	761
En possession de Ball	281	183	311

Tableau N°07 : représentant l'estimation de la distance parcourue par postes. P63

72% en marchant ou en trotinant

18% en courant

7% en sprintant

3% en courant en possession de ballon ou en driblant un adversaire.

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

Selon le poste les sources énergétiques et les distances parcourues se varient. Un joueur de première division doit avoir des capacités physiques, physiologiques et psychologiques adéquates répondant aux demandes de l'activité. D'après Dufour (1990) sur 90 mn de jeu on compte environ 60 mn de jeu effectif. Sur ces 60 mn, selon les postes le joueur court seulement 20 à 40% (soit 12 à 24 mn). Sur ce temps de course on compte en moyenne 3 km de marche et 7 km de course ces 7 km de course se décomposent en 64% de course lente aérobie, 24% de course d'allure moyenne anaérobie (environ 80% de vo₂ max soit 10 à 17 km /h) et 14% de course de haute intensité (18 à 27 km/h) de 70 en 1947 à 145 en [6].

4- Exigence par niveau :

Selon que le niveau est élevé, il existe des exigences physiques, physiologiques psychologiques. Au niveau de la distance parcourue (marche, course sprint). On peut noter une différence. Par exemple Dufour W. (1989) la concentration en acide lactique dans le sang de football dépasse rarement 5mmol l⁻¹ Mombaerts (1991) remarque également que malgré le nombre élevé de sprints, le taux de lactate sanguin s'élève rarement au delà de 6 à 7 mmol l⁻¹ ou 65mg /100ml. Ainsi l'une des conclusions classiques est de recommander lors de l'entraînement spécifique en football d'éviter les efforts anaérobiques propices à provoquer une forte charge lactique. Ceci est en contradiction avec les constatations de Chatard et Coll. (1992) qui comparent la production de lactate maximum l'issue d'un test de consommation maximale d'oxygène sur le tapis roulant, jusqu'à épuisement chez les joueurs de niveaux différents. Ils avèrent que l'équipe du Cameroun (une des meilleures équipes de la coupe du monde 1990) se distingue des professionnels et St Etienne au niveau de la production maximale de lactate. Cette donnée, selon Chatard (significative de l'aptitude à produire des efforts anaérobiques) est certainement l'une des plus importantes du footballeur [9].

5- Exigence pour l'élite :

C'est un sport qui est pratiqué par ceux qui le veulent exploiter au maximum les possibilités physiques quantitativement et qualitativement. C'est naturellement dans cette catégorie, que se situe le sport de l'élite sportive dont les motivations très importantes se concrétisent par nécessité à un professionnalisme plus ou moins avoué. Le football élitique demande une forte concentration. A ce haut niveau, un joueur moderne doit être en mesure de gérer son stress pour libérer sa créativité qui est la qualité fondamentale qui est la marque du footballeur du point de vue rendement.

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

Par conséquent une bataille psychologique doit être préparée à l'avance. Le football d'élite exige une bonne préparation physique, physiologique et morale. Il doit faire un travail réquisitoire des qualités technico - tactique.

En effet, le football d'élite codifie de façon très rigide et exige du joueur un entraînement tel qu'il devient impossible de le concilier avec des études ou un travail régulier (ne parle-t-on maintenant de séances tri quotidienne pour certains sports ? Un des éléments fondamentaux que doit maîtriser l'élite c'est la nervosité, car la nervosité peut diminuer la performance du joueur. Un joueur élitique doit présenter les mêmes qualités physiques et physiologiques qu'un joueur de haut niveau.

Donc il n'en est pas question d'entrer dans les détails des données physiques comme physiologiques.

6 Les qualités de base du footballeur :

6.1-Définitions et généralités :

Les qualités physiques, encore appelées capacités physiques par Cazola et Dudal désignent « l'ensemble des facteurs morphologiques biomécaniques psychologiques dont l'interaction réciproque avec le milieu, détermine l'action motrice (1986).

Le développement des qualités de base revêt un aspect de plus en plus considérable dans la pratique du football de compétition. « Son avenir est celui de l'intensification de la mise en place de méthode d'entraînement plus scientifique de la formation progressive d'athlète footballeur ».

En effet, on disait, autre fois qu'on faisait du sport pour se muscler, mais aujourd'hui on se muscle pour faire du sport. C'est dire que le sport moderne avec ses impératifs, exige des contraintes physiques incroyables de longues durées.

Ainsi il incombe à l'entraîneur d'expliquer aux joueurs du football la nécessité d'avoir une excellente condition physique.

Cependant, bien souvent les joueurs ne doivent pas répugner à faire l'entraînement physique et de ce fait atteindre le maximum de leurs capacités physiques. Le football exprime des dominantes issues de la gamme complète des qualités physiques et physiologiques du footballeur du haut niveau. Elles peuvent être déterminées par des facteurs externes ou extrinsèques et les facteurs internes intrinsèques qui sont en étroite interaction [19].

6.2-Facteurs extrinsèques :

Ils peuvent être d'abord des facteurs sociologiques, psychologiques

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

- sociologiques, par le réseau de communication qui tisse entre l'individu et son environnement.
- Psychologiques par les relations affectives qui développent entre l'individu et son entourage social (partenaires, entraîneur, famille...) ensuite aussi les facteurs technologiques liés.
- au mode d'entraînement (excès quantitatifs, reprise brutale, absence d'échappement)
- à une mauvaise gestuelle technique
- à inadaptation du matériel : chaussures, ballon, gant, gazon
- au terrain: la pratique sur le sol dur favorise indiscutablement les tendinopathies des membres inférieurs
- la lumière, le bruit les rythmes, l'accélération, la vibration peuvent perturber les fonctions de l'organisme pendant l'exercice physique [4].

6.3-les facteurs intrinsèques :

- Phase bio informationnelle qui correspond à la d'information et à la commande motrice.
- Phase bioénergétique, c'est la sollicitation nerveuse des réserves énergétiques
- Phase biomécanique qui déclenche les contractions musculaires par l'intermédiaire du système ostéo-articulaire engendrant l'action motrice.

Ces trois phases nécessitant une bonne intégrité fonctionnelle des appareils récepteurs, vision, audition, proprioception, interceptions extérocepteur organique surtout ventilatoire et cardio-vasculaire ostéo-articulaire squelette, musculaire.

A coté de ces phases on peut noter.

- L'âge favorise les tendinopathies du fait des modifications histochimiques du tendon.
 - Les anomalies du morphotype influent sur des tendinopathies, au nombre inférieur
- Surtout : excès de torsion, vacus, valgus.
- La raideur musculo-tendineuse est un élément essentiel et l'étirement (stretching) sont la clé de voûte de la prévention primaire et secondaire quelque soit l'exercice pratiqué, il a une répercussion sur l'organisme non seulement au niveau de la « trace » technique tactique ou psychique, mais également au niveau cardio-pulmonaire ou cardio-vasculaire.

L'entraîneur et ses conseillers doivent avoir toujours en mémoire lors de la préparation de leurs séances et en fonction de l'objectif du microcycle le type d'effort, le processus physiologique qu'ils veulent privilégier.

Ils doivent choisir entre :

- Processus aérobie (développe)
- Processus anaérobie lactique (résistance)

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

-Processus anaérobie alactique (vitesse) avec chaque processus deux possibilités: soit le développement à la puissance, la recherche du maximum d'intensité, soit le développement, à la capacité, le maintien du type sollicité pendant un laps de temps le plus long possible [4].

Un sport (football) de haut niveau demande un environnement sain pour pouvoir mettre les joueurs dans les conditions optimales d'évolution.

6.4- Définition de l'énergie et les différentes filières énergétiques :

Dans son aspect dynamique, l'état fonctionnel de l'ensemble de ces appareils représente les qualités physiques ou capacités physiques qu'on retrouve sous ces trois formes :

- bio-informatique
- Prise d'information, vitesse de réaction Justesse de la réponse
- bio énergétique
- capacité anaérobie alactique :

Le substrat énergétique est l'adénosine triphosphate et la créatine phosphate (ATP- CP) il s'épuise très vite. Anaérobie : elle intéresse les processus oxydatifs l'énergie utilisée est l'oxygène. Elle peut durer des heures.

- bios mécanique
- Force
- Puissance musculaire
- Aptitude articulo-musculaire
- Trajets moteurs

De par leurs sollicitations dans les différents systèmes de l'organisme (nerveux, musculaire, respiratoire et cardiovasculaire) et leur diversité (bio- énergétique et bio- mécanique), les qualités physiques sont à la base de toutes les affections motrices.

Par conséquent, le football se basant sur un certain nombre de ces qualités physiques; la connaissance de ces dernières constitue un préalable important pour une bonne préparation du footballeur.

Aussi une définition de ces qualités permet de mieux saisir l'importance de leur perfectionnement et d'évaluer certaines de ces qualités dans notre étude.

Ces qualités sont:

- souplesse
- force
- vitesse

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

- la détente qui intéresse essentiellement notre étude à coté de ces qualités il y amène de l'endurance)
- l'endurance
- la puissance maximale aérobie
- la capacité aérobie: lactique, alactique
- la puissance musculaire
- la résistance
- la coordination

Toutes ces composantes sont en interaction constante dans la réalisation d'une performance future, chez les footballeurs ayant entrepris un bon moment d'entraînement.

Cependant l'apport bio énergétique dans la réalisation futur de la performance chez les footballeurs est très important voire plus important car ce sont ces composantes qui fournissent l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'organisme.

Mais qu'entendons-nous par énergie ?

Étymologiquement l'énergie se définit comme la faculté d'un corps à fournir du travail mécanique ou son équivalent outre sa forme mécanique, l'énergie peut être présentée sous les formes électriques chimiques, thermiques, lumineuses et nucléaires.

Le principe de la thermodynamique postule que l'énergie ne se crée ne se perd mais se transforme.

Notre organisme ne contredit pas ce principe universel c'est par déformation de langage que nous disons que l'organisation produit de l'énergie en fait, il ne fait que la transformer c'est-à-dire la perdre sous une forme pour la rendre sous une autre. Nous avons quatre formes d'énergie

- énergie mécanique (travail musculaire)
- énergie calorique (réchauffement)
- énergie chimique (synthèse et sécrétion)
- énergie électrique (polarisation et dépolarisation cellulaire)

L'organisme consomme des aliments qui lui sont indispensables. La qualité des aliments consommés est suffisante lorsque le sujet est en bonne santé mais aussi reste en bonne santé. Cette quantité d'aliments apportée peut être suffisante, insuffisante ou même excessive.

Il existe une relation entre la qualité de travail fourni par un organisme cette énergie est fournie par les aliments car les aliments ingérés.

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

En effet, le métabolisme des aliments en présence d'O₂ produit du CO₂ et de l'eau. Il s'accompagne d'une libération d'énergie chimique par un processus appelé respiration cellulaire [7].

La respiration cellulaire fournit l'énergie nécessaire pour assurer les processus biologiques comme le travail chimique de la croissance et le travail mécanique de la contraction musculaire. Ainsi donc toute activité physique est réalisable grâce à la transformation d'une certaine quantité d'énergie chimique en énergie utilisable par l'organisme : l'ATP (adénosine triphosphate).

L'ATP est une protéine à laquelle s'attachent trois phosphates. C'est la dégradation d'une liaison phosphate qui permet de libérer de l'énergie utilisée. C'est ainsi que cette rupture du lien phosphate de l'adénosine entraîne la libération d'une énergie comprise entre 7 et 12 kcal. Le restant de l'adénosine rompu doit être synthétisé en ATP subir une phosphorylation c'est-à-dire gagner un lien phosphate.

On dit que c'est l'énergie préférentielle des muscles.

Ce lien est gagné grâce à l'intervention de la créatine phosphate (CP) qui est une composante chimique se trouvant en quantité infinie dans nos muscles. Cette voie de resynthèse de l'ATP se fait sans production d'acide lactique on dit que c'est le processus anaérobie alactique. Elle est utilisée lors de l'exercice sans présence d'oxygène.

C'est une filière qui peut aller jusqu'à 12 secondes ; les facteurs limitants sont uniquement l'épuisement des stocks de créatine phosphate.

Au-delà de 12 secondes c'est le système anaérobie qui entre en jeu. C'est un système qui part de la dégradation d'une molécule de glucose ou de glycogène. Cette filière se réalise à travers une dizaine de réactions chimiques pour parvenir à la production d'ATP et d'acide lactique. Ce système est limité par l'incapacité de l'organisme à recycler l'acide lactique produit et accumulé au niveau des muscles. Au-delà d'une minute l'organisme sollicite le système aérobie pour la production d'énergie. Il est sollicité lors d'exercices d'intensité sous maximale et longue durée.

Dans le domaine footballistique les approches tactiques techniques et psychologiques sont indissociables et se marient copieusement. Cependant nous avons besoin de repères pour comprendre les phénomènes physiologiques [7].

Nous présenterons les connaissances actuelles suivant deux axes.

- Les filières énergétiques engagées dans l'effort

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

- L'analyse des efforts réels en match de football

Le muscle intervient dans la transformation de l'énergie chimique en énergie mécanique assurant le soutien du squelette et la propulsion. Ce muscle est composé de cellules musculaires organisées en faisceaux, une cellule contient des réseaux de myofibrilles structurés où se déroulent les phénomènes de la contraction. L'unité structurelle est la myofibrille composée d'actine et de myosine, protéines contractiles glissant l'une sur l'autre et s'accrochent par les ponts aboutissant au raccourcissement musculaire. Ces ponts sont créés grâce à l'énergie de l'APT (adénosine triphosphate).

Les biopsies musculaires ont permis de mettre en évidence plusieurs types de fibres musculaires :

- Les fibres rouges à contraction lente riches en équipement oxydatif,
- Les fibres blanches à contraction rapide, riches en myosine dont on distingue trois types.

F.T.c fibre indifférenciée,

F.T.a fibre potentiel oxydatif et glycolytique,

F.T.b essentiellement glucidique.

Les processus d'entraînement physiologique s'abordent à partir des sources énergétiques du muscle. L'énergie nécessaire à la contraction musculaire est fournie par la dégradation d'une molécule très réactive que l'on appelle ATP.

Mais la réserve d'ATP est très faible au regard du besoin important lors de l'exercice physique et ne peut assurer la couverture énergétique que durant quelques minutes.

De ce fait le renouvellement permanent de cette molécule indispensable à l'activité musculaire est assuré par plusieurs processus [9].

- **Voie anaérobie alactique :**

L'ATP transporte avec trois groupements de phosphate lorsqu'elle pénètre dans la cellule musculaire la perte d'un de ses phosphates permet une importante libération d'énergie qui se convertit alors en travail mécanique avec le rendement d'environ 25% l'équation de la réaction s'écrit :

$A.T.P \rightarrow A.D.P + \text{Phosphate} + \text{Energie} + \text{Chaleur}$

La faible concentration d'APT dans le muscle ne permet de soutenir des efforts supérieurs à 3 ou 4 secondes. Dans un premier temps l'apport énergétique proviendra d'une autre molécule, la créatine phosphate (CP) dotée de pouvoir énergétique supérieure à l'APT elle libère un

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

phosphate qui permet la reconstitution des stocks d'APT et la poursuite de l'exercice. Cette seconde équation s'écrit :

A.D.P + CP Créatine (C) + ATP + Energie + Chaleur

Cette production d'énergie est courte durée environ 10s, elle intervient avec l'absence de l'oxygène ce qui explique le terme anaérobie et se forme par l'acide lactique en théorie. On parle alors anaérobie alactique. Voie anaérobie lactique si l'exercice se prolonge, l'organisme utilise ses réserves de glucides pour restituer ses stocks d'APT.

Pendant 1 à 3 minutes maximum la fourniture d'énergie s'accomplit grâce à la fermentation (c'est la consommation sans oxygène) du glucose stocké sous forme de glycogène

Glycogène \rightarrow O₂ acide pyruvique \rightarrow acide lactique + ATP + E + Chaleur

Cette énergie provient sans oxygène produit le déchet cellulaire l'acide lactique d'où le nom anaérobie lactique [6].

- **Voie aérobie :**

La présence d'oxygène lui est indispensable.

Après 3 minutes d'effort, la fourniture énergétique s'accomplit grâce à la glycogénolyse (c'est - à -dire la dégradation du glycogène en présence d'oxygène). En cas d'effort prolongé l'organisme mobilisera la graisse stockée.

- **Le Cycle de Krebs :**

L'acide pyruvique forme par la glycolyse aérobie au niveau de la mitochondrie est dégradée par une série de réaction appelée le cycle de Krebs ou le cycle de l'acide critique.

Le cycle de Krebs entraîne d'une part la production de CO₂ par rupture des liens carbone carbone (C C) ; le CO₂ produit diffuse dans le sang qui transporte aux muscles où il est diminué.

D'autre part, dans le cycle de Krebs des produits qui proviennent des métabolismes de l'acide pyruvique sont oxydés. L'oxydation se définit comme la perte d'électrons d'un composé chimique dans ces molécules les électrons impliqués est ceux des atomes d'hydrogènes.

Le système de transport des électrons les atomes d'hydrogènes enlevés aux intermédiaires réactionnels du cycle de Krebs sont cédés à des atomes d'oxygène en prévenance des poumons pour former H₂O.

La série de réaction qui mène à la synthèse d' H₂O est la chaîne respiratoire. Dans cette chaîne les ions d'hydrogène et les électrons sont « transporté » vers l'O₂ par des « transporteurs d'électrons » au cours d'une série de réaction enzymatique.

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

Au cours du transport des électrons dans la chaîne respiratoire une certaine quantité d'énergie est libérée et de l'APT est synthétisé par le biais des réactions couples où chaque paire d'électrons transportés le long de la chaîne se trouve libéré une quantité suffisante d'énergie pour assurer la synthèse de 3 moles d'APT sont en moyenne.

Lorsque l'intensité d'une activité musculaire augmente progressivement la consommation d'O₂ augmente parallèlement jusqu'à atteindre un plateau maximum au - delà duquel toute nouvelle augmentation de la puissance de l'exercice demeure sans consommation d'O₂.

La puissance de l'exercice à laquelle on atteint son VO₂ max est définie comme étant la PMA (Puissance Maximale Aérobie).

A cette puissance maximale aérobie correspond la vitesse maximale aérobie (VMA) [6].

Dans une activité physique on parle de puissance et de capacité. En effet, la puissance c'est le débit énergétique libéré dans une unité de temps, et la capacité est l'énergie libérée pendant toute la durée de l'exercice.

Exemple : Un réservoir rempli de liquide et muni d'un robinet.

Pour développer l'endurance il faut :

- travailler en capacité aérobie : constitue une excellence chose d'autant plus il prépare le terrain, améliorer les capillaires sanguins, le transport de dioxygène (O₂) de l'appareil cardiaque.
- travailler en puissance aérobie : c'est un travail sur les intermittents :
- intermittent long (3mn de course 95% et 3mn de récupération)
- intermittent court ; ce type d'intermittent le plus efficace et le mieux pour développer la VMA. Elle peut commencer d'abord par 10s à 100% et ensuite reposer à 20s soit actif ou passif.)

Le but de l'entraînement est d'améliorer l'efficacité des enzymes clés de la glycolyse:

La PFK (Phosphofrutokinase)

La LDH (Lactate déshydrogène)

L'HK(Hexokinase)

7. Les différentes qualités physiques :

7.1 L'endurance :

L'endurance est l'aptitude à faire durer, pendant un maximum de temps, l'intensité la plus élevée pouvant être soutenue devant un effort donné. Elle est aussi la faculté de réaliser des actions motrices pendant une durée maximale.

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

Selon YurgenWeineck (1997), l'endurance est considérée en générale comme étant la capacité psychique et physique que possède l'athlète pour résister à la fatigue.

Et pour J L Hubiche et M Pradet (1993) : l'endurance c'est la capacité d'exprimer des actions motrices pendant une durée maximale. Elle est fortement influencée par la capacité et l'intensité des processus énergétiques mais elle ne se ramène pas uniquement à ces deux notions.

En tout elle n'est pas restreinte au processus aérobie, comme on a trop tendance à l'imaginer. On peut donc parler d'endurance de vitesse (par exemple) dans la mesure où cette expression permet de caractériser la faculté d'un athlète à réaliser des actions motrices pendant une longue durée d'intensité maximale Les « sources de l'endurance » doivent toujours tenir compte de cette exigence et de ce fait leur pratique ne peut être limitée à l'emploi exclusif des processus aérobies. Le développement du processus lactique semble en effet un complément important et trouvera sa place dans les méthodes d'entraînement de ce type de course.

Dans l'endurance on retrouve le seuil aérobie anaérobie. Le seuil aérobie : c'est l'intensité de l'effort au-dessous duquel l'exercice est exclusivement d'origine aérobie. Il est le seuil du développement de la capacité aérobie en duquel la sollicitation est insuffisante pour stimuler les voies énergétique.

Mais il est utilisable en début d'entraînement ou footing de récupération. Le seuil anaérobie : c'est le seuil d'intensité de l'effort au dessus duquel il y a une augmentation importante du taux de lactate sanguin. Si l'intensité de l'exercice augmente on atteint la vitesse maximale aérobie.

7.2- La puissance maximale aérobie (PAM) :

La consommation maximale d'oxygène V_{O2max} est définie comme « la consommation maximale qu'un individu peut atteindre lors d'un exercice musculaire pratiqué au niveau de la mer en inhalant de l'aire atmosphérique » Astrand et Rodhal (1980).

Elle correspond à la quantité d'oxygène consommé par un sujet donné par unité de temps, au cours d'un exercice d'une intensité croissante pouvant durer plusieurs minutes, mettant la masse musculaire importante.

La consommation maximale d'oxygène, ou Vo_{2max} s'exprime en $kg/ml-1/min-1$ de poids correspondant à $kg. ml-1min-1$ contrairement a la capacité qui est l'énergie libérée pendant tout l'exercice.

Chez le sujet sportif la valeur du V_{O2max} est variable selon l'activité sportive pratiquée.

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

Le V_{O2max} augmente linéairement avec la puissance développée jusqu'à une valeur limitée représente la consommation maximale d'oxygène à laquelle correspond à la puissance maximale aérobie.

Le V_{O2max} , s'élève en moyenne chez l'homme à 45 kg/ml-1/min-1 (Monod 1992). Les valeurs les plus élevées du v_{O2max} supérieures à 80 kg/ml-1/mn-1 sont observées chez les coureurs de fond (Lacour1992).

Le V_{O2max} varie avec l'âge. Sa valeur augmente pendant l'enfance et l'adolescence pour atteindre un maximum vers 20 ans et se stabilise entre 20 et 30 ans pour décroître progressivement et ne plus représenter à 60 ans qu'environ 70% de la valeur observée chez les footballeurs adultes.

Cette régression indépendante du sexe peut être retardée par un entraînement régulier.

7.3- La vitesse :

La vitesse est la capacité qui permet d'effectuer des actions motrices dans un laps de temps minimum, effort qualitatif d'ordre neuromusculaire très intense et se déroulant en dette d'oxygène.

La vitesse ne peut être maintenue très longtemps (épuisement des réserves musculaires et sanguines).

Selon R Guillet et J GenétyGrosser (1991) la vitesse est la capacité sur la base des processus cognitifs de la volonté maximale et du fonctionnement du système neuromusculaire, d'atteindre dans certaines conditions la plus grande rapidité de réaction et de mouvement.

L'une des définitions intéressantes de la vitesse est la capacité de l'homme à effectuer une activité définie dans le temps le plus court possible à une fréquence de contraction et de relaxation musculaire élevée.

En tant que capacité motrice elle est caractérisée par :

- le temps de réaction du mouvement
- la durée de chaque mouvement par unité de temps
- le nombre de mouvements par unité de temps

Dans la vitesse on distingue :

- la vitesse de conception (mentale, intellectuelle, juge - vite)
- la vitesse de réaction

Au football on distingue :

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

- vitesse de course vers le ballon (appel de balle) ou avec le ballon ou bien pour rattraper son adversaire.

Elle permet de distancer l'adversaire

- vitesse de frappe qui détermine la puissance et l'efficacité du tir

Il nous semble donc nécessaire pour une meilleure compréhension de cette notion de vitesse, de parler de la vitesse de réaction et de la vitesse gestuelle.

La vitesse de réaction : « C'est le temps séparant le moment du signal au début de l'action. Au tout début de la réponse motrice tout se passe essentiellement à l'intérieur de l'athlète ».

Un bon développement de vitesse de réaction permet à l'athlète de réagir à un stimulus externe dans un laps de temps minimum.

On définit deux types de vitesses de réaction :

- La vitesse de réaction simple consiste en une réponse stéréotypée à un stimulus stéréotypée comme par exemple le départ d'un sprint en athlétisme.

- La vitesse de réaction complexe contient le plus souvent une réaction de choix à des signaux variables.

Par exemple dans le sport collectif surtout dans le football de haut niveau les joueurs doivent réagir adéquatement à des situations de jeu variant sans cesse en fonction de la position de leurs partenaires et adversaires.

La vitesse gestuelle : selon Cazorla et Coll. (1998) : elle se définit comme le nombre maximum de mouvements susceptibles d'être réalisés en un temps donné.

Elle résulte de plusieurs facteurs anatomophysiologiques dont elle dépend entre autres : du temps de réaction des possibilités de contraction relâchement, des groupes musculaires alternativement mis en jeu des rapports des segments anatomiques déplacés.

Au football toutes les actions de jeu, tant sur le plan défensif qu'offensif doivent être réalisées à la vitesse la plus élevée. Cela permet ainsi donc de surprendre l'adversaire. C'est pourquoi le travail sur la vitesse est fondamental pour les joueurs de football. Dans d'autres situations comme sur les balles de course ; une bonne vitesse peut aider à faire la différence surtout dans les situations difficiles. En défense elle permet au défenseur de rattraper l'attaquant et l'attaquant de devancer le défenseur.

7.4- La souplesse :

C'est l'attitude à exécuter les mouvements de la plus grande amplitude possible et avec aisance.

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

La souplesse est définie comme l'amplitude de mobilité d'une ou de plusieurs articulations permettant une plus grande aisance, efficacité et harmonie et certains gestes et ou gestes spécifiques (Beyer 1987).

Selon Bernard Turpin (1990), la souplesse concerne la mobilité musculaire, l'extensibilité musculaire, le relâchement.

Elle se définit comme étant la libération d'une articulation ou d'un ensemble articulation qui se traduit par une plus grande amplitude des mouvements, une économie de mouvement, l'amélioration de l'adresse et de coordination, la prévention des blessures.

Il faut noter que souplesse n'existe pas en tant que caractéristique générale mais est plutôt spécifique à la région articulaire et à l'action qui est réalisée (Hupprich et Sgersteth, Haaris, 1969 et Munroe et Romance 1975).

Nous avons deux formes de souplesse :

- La souplesse articulaire active : consiste en l'amplitude maximale et s'obtient par une action musculaire.
- La souplesse articulaire passive est l'amplitude obtenue grâce à l'action des forces. En plus de ces définitions, nous distinguons.
- La flexibilité qui est un mouvement d'un système articulaire relativement figé.
- L'élasticité se manifeste par le retour rapide après le mouvement à la position de départ.

Pourquoi faire la souplesse ?

- Pour améliorer l'extensivité
- Pour prévenir l'accident musculaire
- Pour faciliter la récupération
- Parce que foot : raideur musculaire

Quelles sont les précautions à prendre ?

- Une position correcte indispensable surtout de bassin
- Faire la souplesse après un léger échauffement 29
- Faire la souplesse sans douleur
- Sans trop le temps de ressort
- Sans blocage respiratoire
- Eviter de faire la souplesse avec le travail à deux
- Eviter les muscles antagonistes et agonistes
- Eviter le travail en relation de la colonne vertébrale

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

- Varier les positions (assis, debout, coucher...).

Facteurs limitatifs : Plusieurs facteurs imposent une limite à la gamme de mouvement réalisée par une articulation.

La structure même de l'articulation et l'interface entre les deux surfaces articulaires peuvent empêcher une amplitude excessive des mouvements au niveau de différentes articulations.

Une bonne souplesse au football permet une bonne exécution des mouvements, avec plus d'amplitude de vitesse, de force et de légèreté. Ce qui permet donc aux joueurs de football de réaliser des gestes telle que les feintes de les dribbles.

7.5- La Force :

C'est l'aptitude à vaincre, soit une résistance extérieure statique, soit une force opposition. Pour le sportif, on doit parler de puissance, par rapport à la force pure (statique).

La puissance est le produit de la force par la vitesse : c'est la quantité de travail effectué pendant un temps donné la combinaison de ces qualités permet l'exploit sportif, explosion libératrice d'un geste.

Elle est caractérisée du point de vue physiologique par la tension développée par les muscles suite à l'excitation » Gadjos.

Selon Bernard (1990) la force est la capacité du muscle à produire une tension ; c'est- à-dire à vaincre une résistance ou à s'y opposer.

Elle est le produit de la qualité musculaire. Les muscles abdominaux, dorsaux, fixateurs des membres et de la tête sont les premiers facteurs de la force.

La force permet la stabilité et l'équilibre du corps par un « échafaudage » solide. Elle donne la puissance de frappe et la résistance aux chocs.

Dans le football on peut distinguer différents types de forces :

- la force générale : C'est la force absolue, il y a développement de tous les groupes musculaires indépendamment de la spécificité ; elle sert de base à la force spécifique.

- la force d'endurance : « la force d'endurance est la capacité de résistance de l'organisme contre la fatigue dans des performances de force de longue durée ». Le footballeur travaille la force d'endurance en tant que préparation aux performances en face explosive et vitesse d'endurance. Pour cette raison il faut maintenir aussi longtemps que possible une réalisation explosive des exercices dans l'entraînement de la force d'endurance.

- la force explosive, « la force explosive est la capacité du système nerf muscle de surmonter des résistances à grande vitesse de contraction ». Elle constitue la base décisive pour la force

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

de frappe et la détente comme aussi pour la capacité de démarrage et de sprint du footballeur. En prenant en considération les exigences spécifiques que demande le football

- la force spécifique : La force adaptée aux gestes techniques ; c'est la forme la plus intéressante pour les entraîneurs. Dans la comparaison entre force générale et la force spécifique : il faut mentionner que le concept « force générale » représente la force des groupes musculaires principaux indépendants de la discipline pratiquée.

Au football la force est d'une grande importance. Elle permet par exemple au joueur de pouvoir, à partir d'une longue distance, de tirer au but.

7.6- La puissance musculaire :

Selon C Bouchard, J Brunelle, P Godbout (1975) : la puissance musculaire est cette qualité qui permet au muscle ou groupe de muscle de produire du travail physique de façon explosive.

Cazorla et COLL (1998) en biomécanique, la puissance musculaire dépend essentiellement de la susceptible d'être exercée pour déplacer un objet, un segment ou même le poids total de son corps à une vitesse donnée d' où puissance est égale à la force que multiplie la vitesse.

$$P=f \times v.$$

La puissance maximale représente la force maximale susceptible d'être développé par unité de temps. Aux facteurs précédemment énumérés et qui conditionnent vitesse et force musculaire, il convient d'ajouter : la nature de la commande nerveuse le synchronisme des unités motrices entre elles les réserves en phosphogène (A T P. C P) disponibles. Les qualités élastiques du (ou des) muscles mis en jeu. Et, la possibilité l'intensité de la contraction

musculaire est tributaire de la mobilisation volontaire du plus grand nombre d'unités motrices et du volume musculaire. On peut dire en ce sens qu'une plus grande force permet une plus grande quantité de travail par unité de temps. Ainsi l'on peut résumer les facteurs déterminants la puissance musculaire de cette façon :

- la force musculaire,
- la vitesse de transmission de l'influx nerveux et la rapidité de contraction du muscle.

Par rapport à ces deux définitions nous retiendrons de la puissance comme étant cette qualité d'exécuter avec intensité maximale des actions motrices.

L'activité football requiert force vitesse.

La puissance musculaire est partialement importante dans les frappes du ballon, les détentes. Le développement de cette qualité est délicat car il nécessite une complémentarité harmonieuse des qualités de force de vitesse et d'amplitude articulaire.

7.7- La détente verticale :

Badin J C (1991) « la détente c'est la capacité qu'à le système neuromusculaire de surmonter des résistances avec la plus grandes vitesse de contraction, possible.

Selon Bernard Turpin (1980), la détente est l'aptitude particulièrement par un muscle, un groupe de musculaire.

La détente dépend de la liaison force vitesse du nombre de fibres engagées de la vitesse de contraction de la force des fibres. Nous pouvons dire par rapport à ces deux définitions que la détente est cette capacité que possède un muscle ou un groupe musculaire à effectuer soudainement une contraction.

Au football elle permettra au joueur d'être mieux à l'aise par rapport aux duels aériens. Par exemple un joueur de pointe doit avoir une bonne détente pour mettre très souvent la balle dans les buts.

On doit avoir une bonne détente chez des gardiens de but pour éviter les lobs et effectuer des belles parades.

7.8- La coordination :

Selon A. Drubigny et Coll. (1992) définissent la coordination comme étant la faculté d'associer un ensemble d'actes moteurs simples d'une manière harmonieuse pour effectuer un mouvement.

Pour B Turpin (1990) : la coordination est la base des capacités générales pour l'apprentissage moteur des gestes sportifs, pour la maîtrise des actions motrices en vue d'adapter à des situations nouvelle.

Dans la coordination nous pouvons citer cinq éléments essentiels qui peuvent aider le joueur dans la réalisation de ses actions.

a) Orientation : C'est la disposition du point de vue de la direction générale et de la reconnaissance de la disposition dans l'espace de jeu. Elle permet d'avoir le bon sens de jeu.

b) Réaction : Acte ou comportement en réponse par rapport à la situation présente. Elle peut être une force de sens contraire de l'intensité égale à l'action, une action précède une réaction c'est -à-dire la réaction dépend de l'action.

c) Différenciation : Dans le jeu les actions doivent être différenciées pour pouvoir répondre à toutes les situations. La différenciation combat l'uni formation qui n'est qu'un élément.

d) Rythme : Dans le football la succession régulière et périodique des mouvements dépend du rythme de l'action.

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

e) Equilibre : Pour la réalisation et la réussite d'une bonne action le joueur doit être dans une position stabilisée. Au football elle sera d'une importance capitale car elle au joueur de réussir à des actions complexes comme les sauts et contrôle de la poitrine mais également des centres en course.

- travail avec opposition, renforcement de l'intensité par une difficulté inhabituelle (course sur les cotés, sur le sol mouvant).

- un travail dit « fractionné », ainsi appelé parce que l'effort est accompli sur une fraction de la distance ou la durée de compétition.

Au football la coordination permet de feintes mais aussi des dribbles.

7.9- La résistance :

C'est l'aptitude à réaliser un effort d'intensité élevée pendant une durée relativement longue (30 secondes à plusieurs minutes). Le but recherché est reculer les limites de la fatigue, malgré une cadence élevée.

Le développement de la résistance exige un travail intense en phase anaérobie créant dette d'oxygène et acidification musculaire importantes, donc provoquant par réaction une accélération cardiaque et exigeant des temps de récupération totale. C'est un travail qualitatif (à cadence supérieure ou égale à celle de compétition).

Elle requiert un travail continu, sur une distance légèrement supérieure à celle de la compétition ; à cadence égale ou légèrement supérieure.

La résistance permet au joueur l'effort pendant tout le match.

8- Les différentes qualités physiologiques

8.1- La fréquence cardiaque (F C)

La fréquence cardiaque est le nombre de battements cardiaque dans l'unité de temps c'est - à dire la minute (min).

Elle correspond au nombre de stimulations électriques par minutes auxquelles le coeur est soumis dès la naissance.

La fréquence cardiaque peut atteindre 170 à 175 pulsations /minute pendant les deux mi-temps. Mais on remarque que entre les deux mi-temps c'est-à-dire pendant la pose la fréquence cardiaque peut baisser jusqu'à 100 à 110 pulsations /minute [19]. Chez l'adulte sain, placé dans les conditions thermiques idéales, elle est environ soixante cinq (65) battements/minute ; chez la femme cette valeur est régulièrement supérieure et est d'environ soixante dix (70) à soixante quinze(75) battements/minute.

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

La fréquence cardiaque varie selon le sexe et le niveau d'entraînement. Elle baisse généralement chez les jeunes entraînés et peut influencer par la température corporelle, l'émotion et le stress.

La fréquence cardiaque est proportionnelle à la puissance.

Le sujet bien entraîné atteint tardivement son débit cardiaque maximal. Elle est aussi en fonction de l'âge. Selon Astrand, sa valeur est de $220 - \text{âge}$.

La pression artérielle varie peu, elle peut monter jusqu'à la valeur, il faut arrêter le travail. Mais le plus souvent la PAD descend.

8.2 La consommation maximale d'oxygène (vo₂max) :

La consommation maximale d'oxygène est la quantité totale d'oxygène consommée par unité de temps par un individu au cours d'un exercice progressif jusqu'à épuisement.

Le vo₂max est souvent exprimé en volume par minute (kg/ ml-1min-1) dans les disciplines sportives. Il est aussi exprimé en volume par kilogramme de masse corporelle et par unité de temps dans les activités telle que la course à pied dans lesquelles les athlètes supportent leurs poids (kg.ml-1min-1).

Par ailleurs, la consommation maximale augmente aussi avec l'âge jusqu'à 20 ans. A partir de cet âge, elle décline graduellement et ne représente plus à soixante (60) ans 70% de la consommation maximale d'oxygène atteint à l'âge de vingt cinq (25) ans. En dessous de 12 ans il n'y a pas de différence entre les filles et les garçons. Mai après cet âge, s'installe une différence entre la consommation maximale d'oxygène des hommes et celle des hommes.

En effet, selon Astrand et Coll. l'entraînement peut augmenter le vo₂ max jusqu'à vingt (20) ans. C'est ainsi que Vander et Col rapportent qu'un séjour prolongé au lit peut diminuer le vo₂ max de 25% alors qu'un entraînement de type endurant, faisant intervenir des groupes musculaires peut l'élever jusqu'au même pourcentage jusqu'à 120mm hg.

E-Importance des qualités physiques dans la performance du footballeur

Le football est un sport complet et à ce titre, il réclame de ses pratiquants une somme de qualités qui équivalent à celles que l'on réclame, tout simplement à l'homme.

En effet, ce sport, ou il faut courir vite par moment et de manière répétée (10 à 20m), mais surtout longtemps (jeu dure 90mn et parfois plus) où il faut sauter en longueur en hauteur, où il faut se montrer athlétique, voire puissant (quelquefois la force prévaut), où la souplesse permet d'esquiver l'adversaire en ayant l'aire où l'adresse de concrétiser le geste.

Ce sport exprime donc des dominantes issues de la gamme complète des qualités physiques que peut manifester le joueur.

V. PRESENTATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITE FOOTBALL

En fait il est important pour un footballeur d'être dans de bonnes dispositions physiques, car les qualités physiques influent énormément sur l'aspect technico-tactico-volonté (mental-psychologique). Elles préjugent la qualité d'un match de compétition et même le résultat.

Cette influence des qualités physiques s'exerce ainsi :

- sur la technique, la technique est avant tout une multitude de gestes dont l'exécution repose sur les qualités physiques. Par conséquent son efficacité dépend des qualités physiques du footballeur.
- sur la tactique, la tactique qui est un ensemble de moyens imaginés puis employés sous formes d'action (mouvement entreprise individuelle etc....). La tactique se déroule dans un plan préétabli mais qui peut changer selon le rythme du match. Un joueur doit varier sa tactique pour pouvoir répondre au rythme du match.
- sur la volonté (mental- psychologique) la volonté est l'un des éléments qui permet de réussir dans la technique dans la tactique, elle inhibe le stress.

En fait les qualités physiques ne sont pas des valeurs étalonnées ou absolues pour obtenir ces dernières il faut avoir certaines qualités physiologiques comme :

- un bon et rythme modéré de la fréquence cardiaque,
- un bon contrôle nerveux répondant aux réflexes footballistiques,
- une bonne pression artérielle.

Par exemple pour effectuer une ou recevoir une passe, il faut d'abord exprimer une des qualités techniques, la frappe avec l'utilisation de surface de contact appropriée, mais cela n'est que si on a un bon réflexe car pour réaliser certaines actions il faut avoir de l'automatisme.

L'évaluation est aujourd'hui considérée comme une partie intégrante du processus de l'entraînement.

En effet, l'élévation du niveau de performance, les limites des méthodes empiriques et les exigences scientifiques ont entamé des méthodes de préparation des sportifs fondées sur des principes rigoureuses qui impliquent nécessairement l'évaluation.

Les tests d'évaluation indiquent les points forts et les insuffisances du sportif. Ils permettent aussi à l'athlète d'être orienté et d'exploiter au maximum son potentiel en vue de réaliser les meilleures performances possibles.

De ce fait pour évaluer les qualités physiques et physiologiques requises au football on pourrait utiliser plusieurs d'entre eux.

VI. ECHELLE D'HOPER

1.Echelle d'hoper

Utilisation des échelles de perception dans le contrôle de la charge d'entraînement :

L'entraînement peut être défini comme un ensemble de processus provoquant, au niveau de l'organisme, des adaptations à une charge de travail qui permettent au sportif d'augmenter ses résultats et l'amènent à son niveau optimal de performance pour les périodes de compétitions. Le contrôle de l'entraînement est souvent réalisé à l'aide de différents indices tels les critères de l'intensité d'exercice (vitesse maximale aérobie, vitesse au seuil lactique. . .), les variables physiologiques (consommation d'oxygène, fréquence cardiaque, lactatémie...) et/ou les variables psychologiques (échelles de perception de l'effort, de fatigue. . .).

Nous nous intéresserons plus particulièrement ici aux variables psychologiques caractérisant le vécu subjectif individuel face à la charge d'entraînement.

Ce vécu subjectif peut être analysé de manière ponctuelle lors de tests d'effort après un cycle d'entraînement, ou au moyen de cahiers d'entraînement durant le cycle d'entraînement.

IlLes résultats obtenus!aide de ces outils commuent pour des indice importants:

- a. pour réguler entrainement au cours d'un cycle
- b. pour contrôler les e#Tets é la fin d'un cycle d'entraînement
- c. pour programmer l'entrainement à venir.

Les outils proposés sont les suivants :

Les entretiens de linsep durant les uns d'effort les échelles de perception de l'effort

Nous en avons utilisé huis ; les échelles RPE et CR-10 mises au point par BORG (respectivement en 1970 et 1982) qui évaluent la pénibilité de l'effort (Fi g, 1 et 2), et l'échelle ETL mise au point par GARCIN et coll. en 1999, qui évalue l'estimation du temps de maintien

COMMENT PERCEVEZ-VOUS L'EFFORT EFFECTUÉ ?	
6	
7	TRÈS TRÈS LÉGER
8	
9	TRÈS LÉGER
10	
11	LÉGER
12	
13	NI LÉGER NI DUR
14	
15	DUR
16	
17	TRÈS DUR
18	
19	TRÈS TRÈS DUR
20	

Figure 14 - Échelle de Perception de l'Effort (RPE, BORG1970)

VI. ECHELLE D'HOPER

Maximal lors d'un exercice é une intensité donnée

COMMENT PERCEVEZ-VOUS L'EFFORT EFFECTUÉ ?	
0	RIEN DU TOUT
0,5	EXTRÊMEMENT LÉGER
1	TRÈS LÉGER
2	LÉGER
3	MODÉRÉ
4	LÉGÈREMENT DUR
5	DUR
6	
7	TRÈS DUR
8	
9	
10	EXTRÊMEMENT DUR
•	MAXIMAL

Figure 15 - Échelle de Catégorie Limite (ETL, OARC1N st coite 1999)

COMBIEN DE TEMPS POURRIEZ-VOUS TENIR AU MAXIMUM À CETTE INTENSITÉ ?	
20	
19	2 MINUTES
18	
17	4 MINUTES
16	
15	8 MINUTES
14	
13	15 MINUTES
12	
11	30 MINUTES
10	
9	1 HEURE
8	
7	2 HEURES
6	
5	4 HEURES
4	
3	8 HEURES
2	
1	PLUS DE 16 HEURES

Figure 16 — Échelle d'Estimation da Tette (Ut-10, BeRCI, 1932)

VI. ECHELLE D'HOPER

Utilisation des échelles de perception :

Les valeurs de perception sont recueillies lors des tests d'effort (test incrémenté et test à puissance constante jusqu'à épuisement). Après quoi l'évolution des valeurs de perception de l'effort en fonction de la vitesse (% VMA) et de la durée (% tlim) est étudiée après la période d'entraînement vs avant celle-ci.

Interprétation des résultats

Une diminution des valeurs de perception signifiera une amélioration des effets de l'entraînement (PANDOLF, 1982 ; SKRINAR et coll., 1983; FLYNN et col!., 1998). En revanche, une augmentation des valeurs de perception signifiera une détérioration des effets de l'entraînement, voire un état de surentraînement passager (L'OTAN et colt, 1989 ; O'CONNOR et colt, 1991; GARCIN et col!., 2001).

Le rapport fila : 02-10 (SNYDER et coll.,1993)

Nous avons utilisé l'échelle de perception CR-10 mise au point par BORG en 1982.

Les valeurs de concentration de lactate et de perception de l'effort sont recueillies lors des tests d'effort. Puis, l'évolution des valeurs du rapport lactatémie /perception de l'effort ($([H1a /CR-10) \times 100)$) en fonction de la vitesse (% 'MA) est étudiée après la période d'entraînement vs avant celle-ci.

Interprétation des résultats

Les résultats obtenus à partir de ce rapport permettent de distinguer les effets bénéfiques et les effets délétères de l'entraînement. En effet, les résultats obtenus à partir des concentrations de lactates peuvent, s'ils sont utilisés seuls, prêter à confusion et conduire à des

LES ENTRETIENS DE L'INSEP

conclusions opposées. Par exemple, une diminution des concentrations de lactates sanguins suite à un cycle d'entraînement peut signifier :

- ▶ soit une amélioration des performances (DONOVAN et BROOKS, 1983 ; DoNovAN et PAoLtAsson, 1990 ; MAC RAE et colt, 1992)
- ▶ soit un état de surentraînement passager (SNYDER et colt, 1993 ; URBAUSEN et colt, 1998 ; BOSQUET et coll., 2001).

L'utilisation du rapport permet d'effectuer le distinguo. Une diminution des concentrations de lactates sanguins associée à une stagnation ou à une augmentation des valeurs de perception de l'effort suite à un cycle d'entraînement (SNYDER et coll., 1993 ; GABRIEL et col!., 1995 ; URBAUSEN et col!., 1998), ou une stagnation des concentrations de lactates sanguins associée

VI. ECHELLE D'HOPER

à une augmentation des valeurs de perception de l'effort suite à un cycle d'entraînement (GARCIN et col!., 2001) signifieront un état de surentraînement passager. Inversement, une diminution des concentrations de lactates sanguins associée à une diminution des valeurs de perception de l'effort suite à un cycle d'entraînement signifiera une amélioration des effets de l'entraînement (BOSQUET et col!., 2001).

DURANT L'ENTRAÎNEMENT La contrainte (Fos-rea, 1998) Nous avons utilisé l'échelle de perception de l'effort de BORG (CR-10) modifiée par FosTER en 1996 (Fig.4).

Principe

La valeur de perception (RPE) est notée sur le cahier d'entraîne-ment à la fin de chaque séance (Fig. 5).

COMMENT AVEZ-VOUS PERÇU L'EFFORT EFFECTUÉ DURANT LA SÉANCE ?	
COTATION	DESCRIPTION VERBALE
0	RIEN DU TOUT (REPOS)
1	TRÈS LÉGER
2	LÉGER
3	MODÉRÉ
4	LÉGÈREMENT DUR
5	DUR
6	
7	TRÈS DUR
8	
9	TRÈS TRÈS DUR
10	SIMILAIRE À MA COMPÉTITION LA PLUS PÉNIBLE

Figure 17 Échelle de Perception de l'Effort (RPE, modifiée par FOSTER et colt, 1996) P85

Utilisation des échelles de perception

charge d'entraînement, la monotonie et la contrainte, à l'aide des équations mises au point par FosTER en 1998 :

- ▶ charge d'entraînement = RPE de la séance x durée de la séance (nombre de minutes d'entraînement passées à la RPE)
- ▶ monotonie = moyenne de la charge d'entraînement de la semaine / écart type de la charge d'entraînement

VI. ECHELLE D'HOPER

► contrainte = charge d'entraînement de la semaine x monotonie.

Date : / / Initiales sujet : _ _ _ _ N° d'inclusion : _ _ _ _				
Le matin				
Fréquence cardiaque (bpm)			Poids (kg)	
<u>Sensations</u> (1 à 7) avant chaque séance (échelles de HOOPER)	Sommeil	Douleurs musculaires	Stress	Fatigue générale
L'entraînement			heure :	
Type d'entraînement	Contenu de la séance	Météo et lieu d'entraînement		
<u>Perception de l'effort</u> (0 à 10) juste à la fin de la séance (échelle de Foster)			RPE	
Remarques : maladie, blessures, traitement médical, complément alimentaire...				

Figure 18 : exemple d'un page du cahier d'entraînement

2. Interprétation des résultats :

Une charge d'entraînement élevée, associée à une monotonie supérieure à 2, entraîne une valeur de contrainte élevée qui signifie un risque de maladie, de blessure et de surentraînement passager.

L'échelle de fatigue (HOOPER et Mt, 1995)

Nous avons utilisé l'échelle de fatigue mis au point par HOOPER et coll. en 1995 (Fig. 6) et permettant d'observer l'évolution de l'indice de fatigue au cours des séances.

Principe

La valeur est notée sur le cahier d'entraînement à la fin de chaque séance (Fig. 5).

VI. ECHELLE D'HOPER

FATIGUE GÉNÉRALE	
1	AUCUNE FATIGUE
2	TRÈS LÉGÈRE FATIGUE
3	LÉGÈRE FATIGUE
4	FATIGUE MOYENNE
5	FATIGUE IMPORTANTE
6	FATIGUE TRÈS IMPORTANTE
7	EXTRÊMEMENT FATIGUÉ(E)

Figure 19 Échelle de fatigue générale (HOOPER et coll., 1995)

Un indice de fatigue supérieur à 5 et relevé pendant au moins sept jours consécutifs constituera un syndrome du surentraînement (HOOPER et coll., 1995).

Conclusion

Les résultats obtenus à l'aide de ces différentes échelles apportent des renseignements complémentaires à ceux fournis par les critères de l'intensité d'exercice et les variables physiologiques. L'utilisation de ces échelles permet de contrôler la charge subjective d'entraînement et de dépister un éventuel état de surentraînement passager. Ce surentraînement passager (ou overreaching), caractérisé tout comme le surentraînement avancé (overtraining) par une diminution du niveau de performance motrice, peut être recherché dans le cadre d'une programmation de l'entraînement. En effet, il permet une phase de surcompensation s'il est suivi d'une phase de récupération qualitativement et quantitativement correcte (Fin, et coll., 1992).

PARTIE PRATIQUE
ANALYSE ET
INTERPRETATION
DES RESULTATS

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

semaine 1	MOBejaia- 2018-2019				muscultation					
	les résultats de tout le groupe									
	type de session	durée total	REP	charge d'entraînement	développement-pé-couché	quadriceps	adducteur	ischio jambies	sorensen	shirados
lundi matin	aerobie (VMA/30/30)	90	9	810					45	45
lundi après midi	appuis demarage - TEC/TAC	90	8	720					1,46	1,46
mardi matin	aerobie (VMA/10/10)	90	7	630	25Kg	20KG (G-D)	10Kg (G-D)	25Kg (G-D)		
mardi après midi	match amical	75	8	600						
mercredi matin	ROPOS									
mercredi après midi	ROPOS									
jeudi matin	aerobie (VAM/15/15-05/15)	90	8	720						
jeudi après midi	vitesse/J	100	9	900	30Kg	25KG (G-D)	15Kg (G-D)	35Kg (G-D)		
vendredi matin	endurance de vitesse	90	8	720						
vendredi après midi	MATCH	100	9	900						
samedi matin										
samedi après midi										
dimanche matin										
dimanche après midi										
moyenne des charges d'entraînement		750								
ecart type des CE		112								
volume total d'entraînement		725								
intrnsité moyenne d'entraînement		8								

indice de monotonie des sessions

A bar chart with a vertical axis from 0 to 8 and a horizontal axis with a single bar labeled '1'. The bar height corresponds to the value 1. A legend indicates 'indice de monotonie des sessions'.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

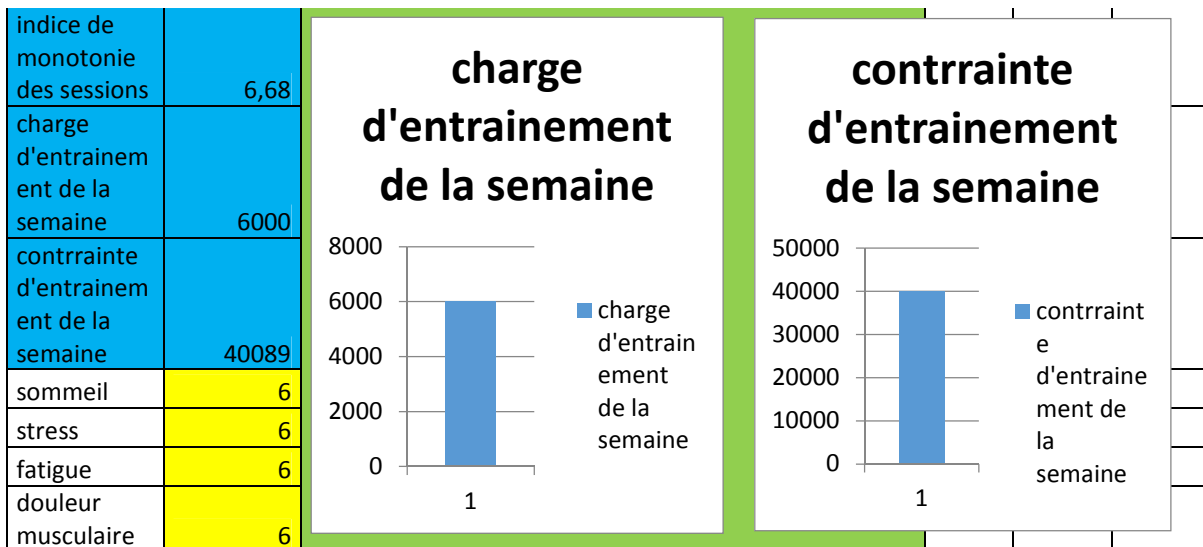


Tableau N°07 : Représent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 01.

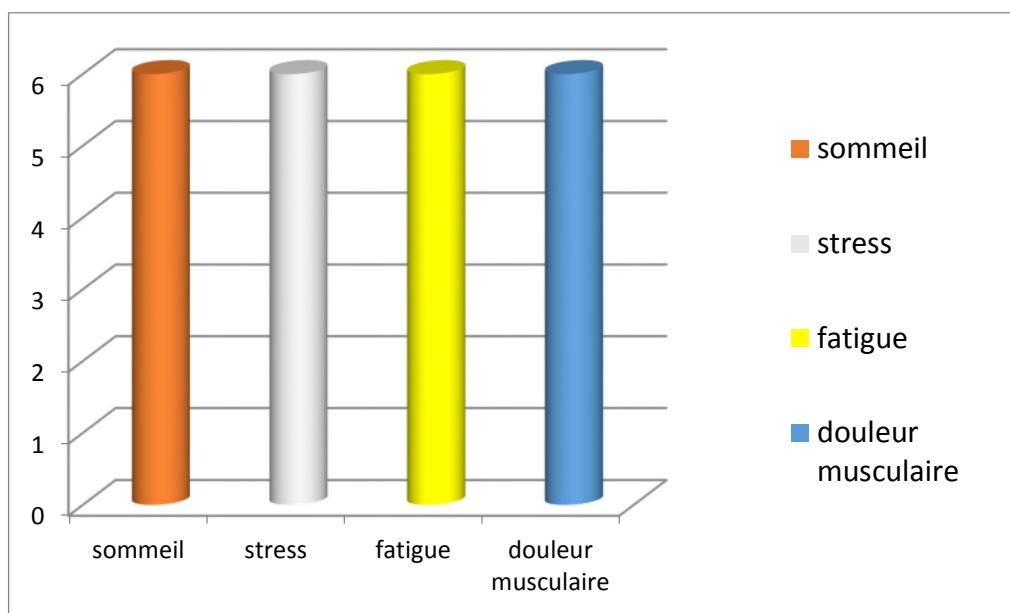
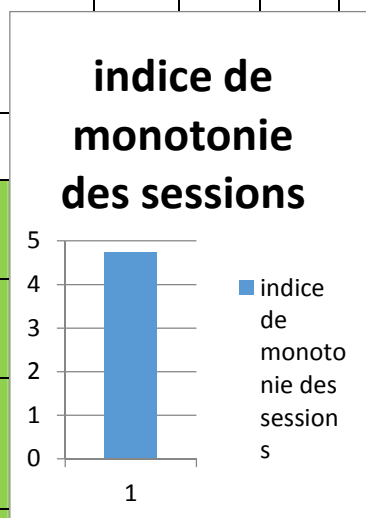


Figure N°20 : Représent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 01.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

semaine 3	MOBejaia- 2018-2019				musculation					
		les résultats de tout le groupe								
	type de session	durée totale	REP	charge d'entraînement	développement	quadriceps	adducteur	ischio jambies	sorensen	shira dos
lundi matin	aerobie (VMA/30/30)	70	7	490					45	45
lundi après midi	appuis demarage - TEC/TAC	90	9	810					1,46	1,46
mardi matin	aerobie (VMA/10/10)	70	8	560	35Kg	25KG (G-D)	13Kg (G-D)	30Kg (G-D)		
mardi après midi	match amical	90	8	720						
mercredi matin	ROPOS									
mercredi après midi	ROPOS									
jeudi matin	aerobie (VAM/15/15-05/15)	80	8	640						
jeudi après midi	vitesse/J	70	7	490	30Kg	25KG (G-D)	12Kg (G-D)	35Kg (G-D)		
vendredi matin	endurance de vitesse	90	8	810						
vendredi après midi	MATCH	90	9	810						
samedi matin										
samedi après midi										
dimanche matin										
dimanche après midi										
moyenne des		666								



VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

charge s d'entra ineme nt									
ecart type des CE	141								
volum e total d'entra ineme nt	650								
intrnsit é moyen ne d'entra ineme nt	8								
indice de monot onie des session s	4,73								
charge d'entra ineme nt de la semain e	5330								
contra inte d'entra ineme nt de la semain e	25201								
somm eil	6								
stress	5								
fatigue	4								
douleu r muscul aire	4								

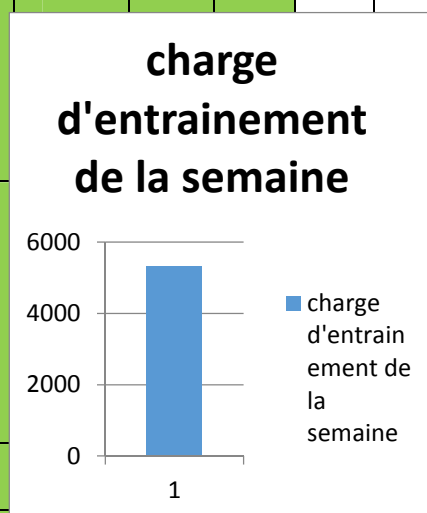
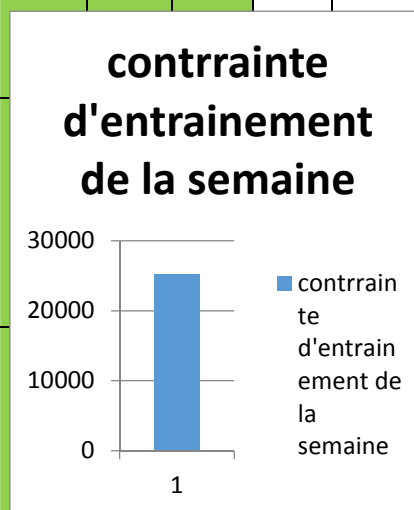


Tableau N°8 : Représent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 03.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

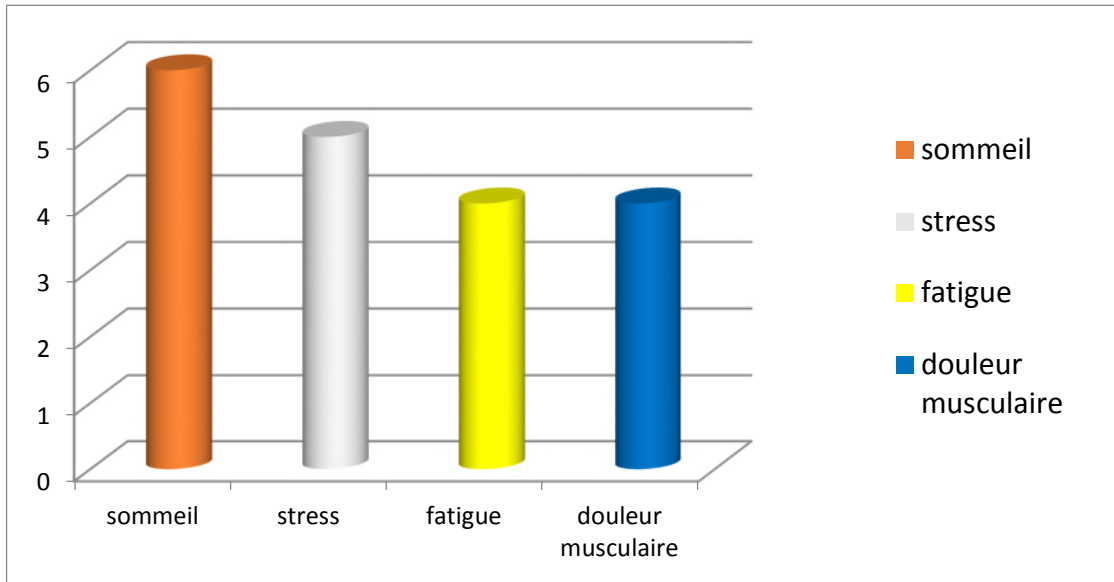
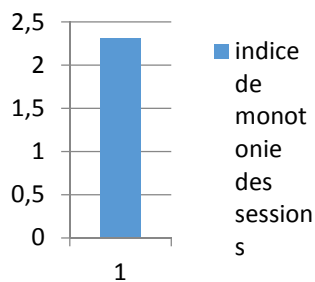


Figure N°21 : Représent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 03.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

semaine 4	MOBejaia- 2018-2019				musculature				sorensen	shirados
	les résultats de tout le groupe									
type de session	durée totale	RPE	charge d'entraînement	développement	quadriceps	adducteur	ischio jambies	45	45	
lundi matin	aerobie (VMA/30/30)	50	6	300				1,46	1,46	
lundi après midi	appuis demarage - TEC/TAC	70	8	560						
mardi matin	aerobie (VMA/10/10)	50	6	300	40Kg	30KG (G-D)	13Kg (G-D)	35Kg (G-D)		
mardi après midi	match amical	60	7	420						
mercredi matin	RePOS									
mercredi après midi	RePOS									
jeudi matin	aerobie (VAM/15/15-05/15)	40	5	200						
jeudi après midi	vitesse/J	35	4	140	30Kg	28KG (G-D)	12Kg (G-D)	35Kg (G-D)		
vendredi matin	endurance de vitesse	45	5	225						
vendredi après midi	MATCH	50	6	300						
samedi matin										
samedi après midi										
dimanche matin										
dimanche après midi										
moyenne des charge		306								

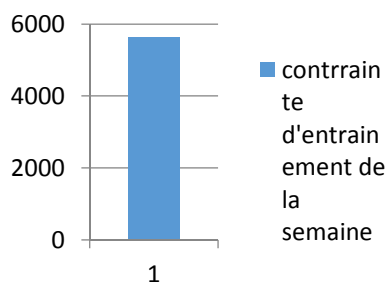
indice de monotonie des sessions



VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

sd'entra ineme nt									
ecart type des CE	133								
volum e total d'entra ineme nt	400								
intrnsit é moyen ne d'entra ineme nt	6								
indice de monot onie des session s	2,31								
charge d'entra ineme nt de la semain e	2445								
contra inte d'entra ineme nt de la semain e	5638								
somm eil	7								
stress	6								
fatigue	3								
douleu r muscul aire	3								

contrainte d'entrainement de la semaine



charge d'entrainement de la semaine

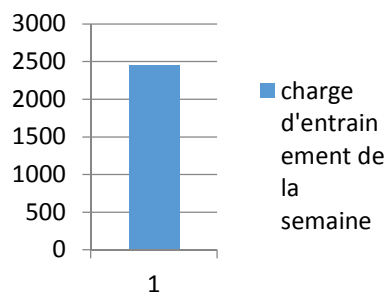


Tableau N°9 : Représent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 04.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

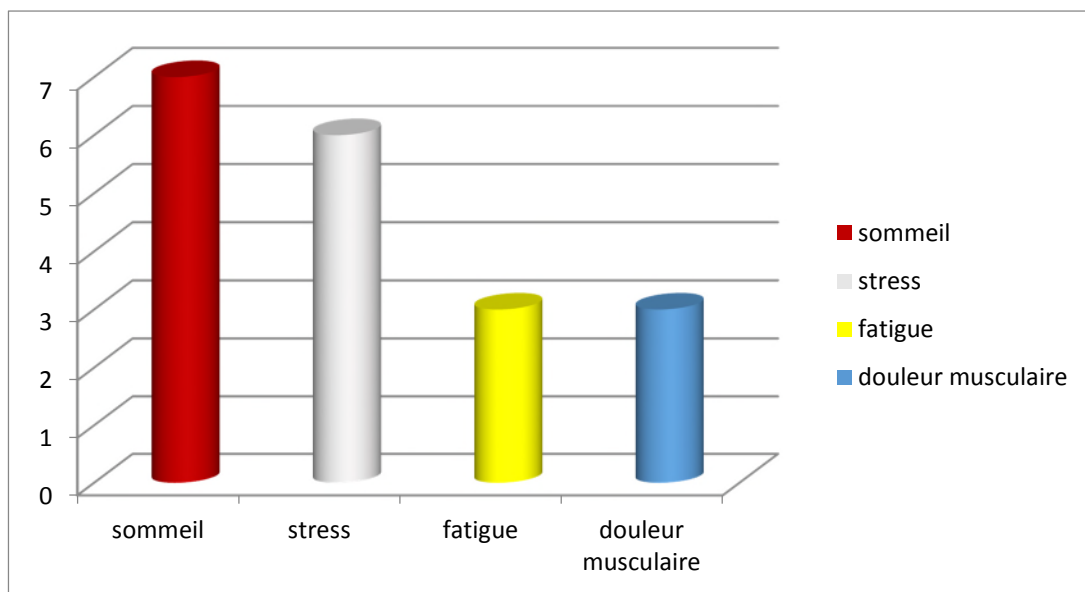
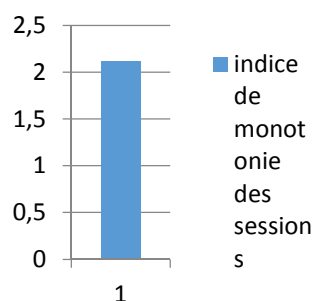


Figure N° 22 : Représent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 04.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

semaine 5	MOBejaia- 2018-2019				musculation				sorensen	shirados
	les résultats de tout le groupe									
type de session	durée total	RPE	charge d'entraînement	développement	quadriceps	adducteur	ischio jambies	45	45	
lundi matin	aerobie (VMA/30/30)	40	5	200				1,46	1,46	
lundi après midi	appuis demarage - TEC/TAC	60	7	420						
mardi matin	aerobie (VMA/10/10)	40	5	200	40Kg	30KG (G-D)	13Kg (G-D)	35Kg (G-D)		
mardi après midi	match amical	50	6	300						
mercredi matin	RePOS									
mercredi après midi	RePOS									
jeudi matin	aerobie (VAM/15/15-05/15)	35	4	140						
jeudi après midi	vitesse/J	25	4	100	30Kg	28KG (G-D)	12Kg (G-D)	35Kg (G-D)		
vendredi matin	endurance de vitesse	40	5	200						
vendredi après midi	MATCH	40	4	160						
samedi matin										
samedi après midi										
dimanche matin										
dimanche après midi										
moyenne des charge		215								

indice de monotonie des sessions



VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

sd'entra ineme nt									
ecart type des CE	101								
volum e total d'entra ineme nt	330								
intrnsit é moyen ne d'entra ineme nt	5								
indice de monot onie des session s	2,12								
charge d'entra ineme nt de la semain e	1720								
contra inte d'entra ineme nt de la semain e	3651								
somm eil	7								
stress	5								
fatigue	3								
douleu r muscul aire	3								

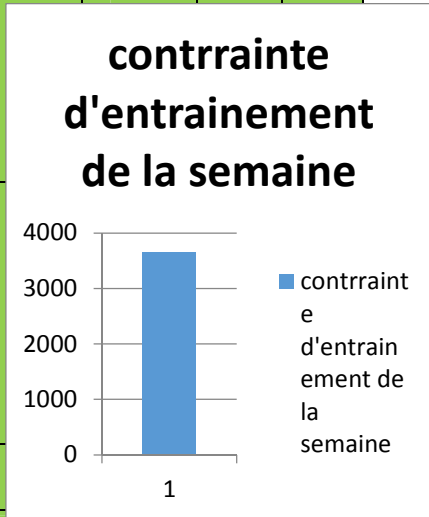
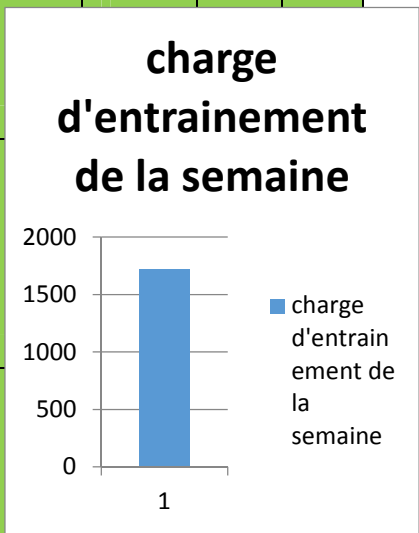


Tableau N°10 : Représent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 05.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

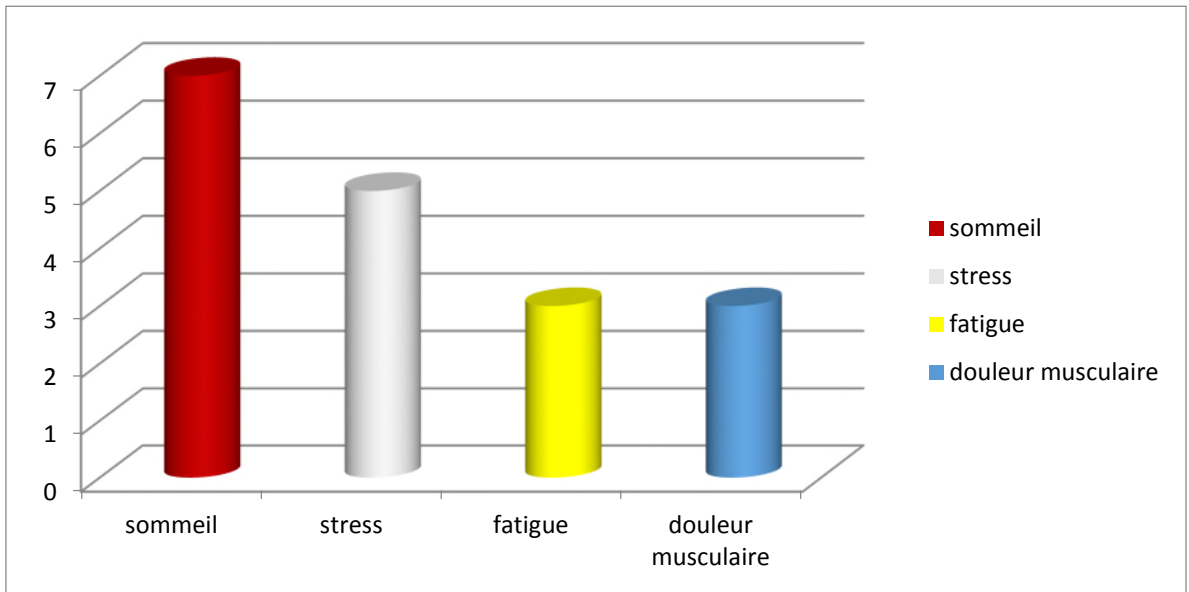
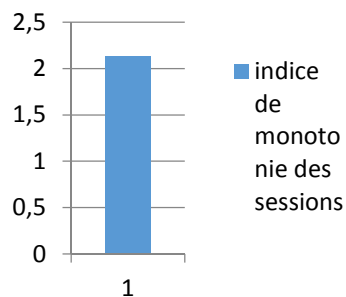


Figure N°23 : Représent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 05.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

semaine 6	MOBejaia- 2018-2019				musculation				sorensen	shirdos
	les résultats de tout le groupe									
type de session	durée total	REP	charge d'entraînement	développement	quadriceps	adducteur	ischio jambies	45	45	
lundi matin	aerobie (VMA/30/30)	30	5	150				1,46	1,46	
lundi après midi	appuis demarage - TEC/TAC	50	6	300						
mardi matin	aerobie (VMA/10/10)	30	5	150	40Kg	30KG (G-D)	13Kg (G-D)	35Kg (G-D)		
mardi après midi	match amical	40	5	200						
mercredi matin	RePOS									
mercredi après midi	RePOS									
jeudi matin	aerobie (VAM/15/15-05/15)	30	4	120						
jeudi après midi	vitesse/J	20	3	60	30Kg	28KG (G-D)	12Kg (G-D)	35Kg (G-D)		
vendredi matin	endurance de vitesse	35	4	140						
vendredi après midi	MATCH	35	3	105						
samedi matin										
samedi après midi										
dimanche matin										
dimanche après midi										
moyenne des charges		153								

indice de monotonie des sessions



VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

d'entra ineme nt										
ecart type des CE	72									
volum e total d'entra ineme nt	270									
intrnsit é moyen ne d'entra ineme nt	4									
indice de monot onie des session s	2,13									
charge d'entra ineme nt de la semain e	1225									
contra inte d'entra ineme nt de la semain e	2614									
somm eil	7									
stress	5									
fatigue	3									
douleu r muscul aire	2									

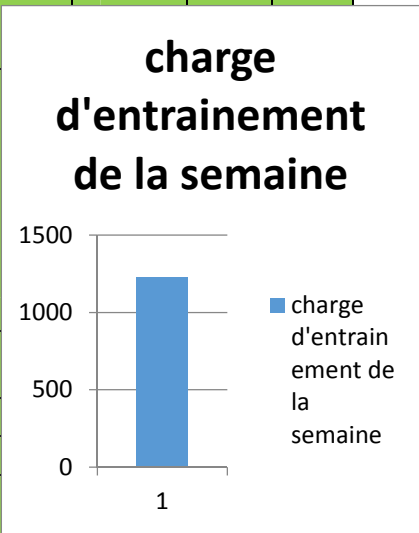
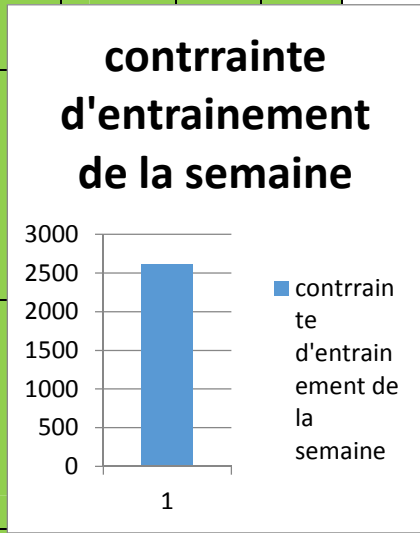


Tableau N° 11 : Représentent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 06.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

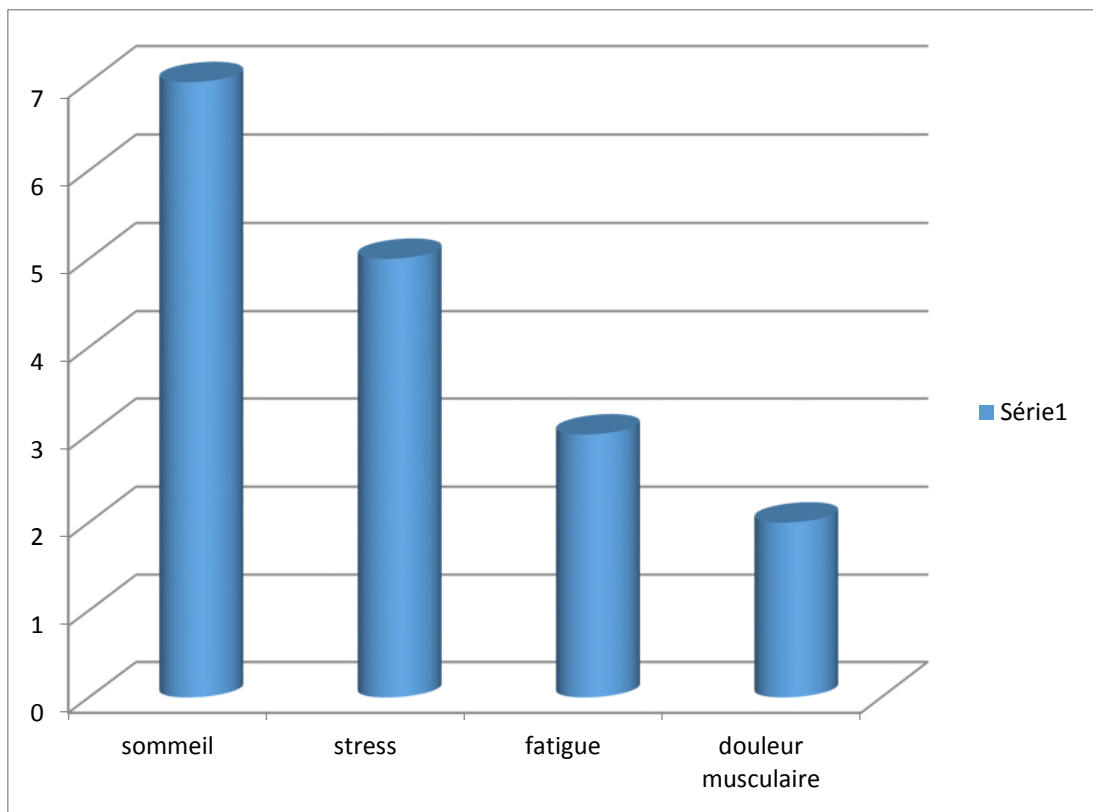
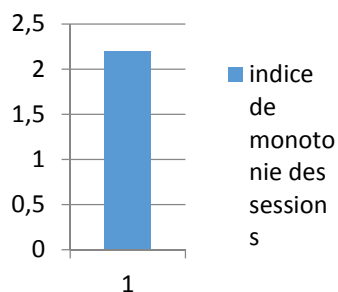


Figure 24 N° : Représent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 06.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

semaine 7	MOBejaia- 2018-2019				muscultation				sorensen	shirados
	les résultats de tout le groupe									
type de session	durée total	RPE	charge d'entraînement	développement	quadriceps	adducteur	ischio jambies	45	45	
lundi matin	aerobie (VMA/30/30)	30	4	120				1,46	1,46	
lundi après midi	appuis demarage - TEC/TAC	40	4	160						
mardi matin	aerobie (VMA/10/10)	20	3	60	40Kg	30KG (G-D)	13Kg (G-D)	35Kg (G-D)		
mardi après midi	match amical	20	3	60						
mercredi matin	RePOS									
mercredi après midi	RePOS									
jeudi matin	aerobie (VAM/15/15-05/15)	25	3	75						
jeudi après midi	vitesse/J	20	3	60	30Kg	28KG (G-D)	12Kg (G-D)	35Kg (G-D)		
vendredi matin	endurance de vitesse	30	4	120						
vendredi après midi	MATCH	25	2	50						
samedi matin										
samedi après midi										
dimanche matin										
dimanche après midi										
moyenne des charge		88								

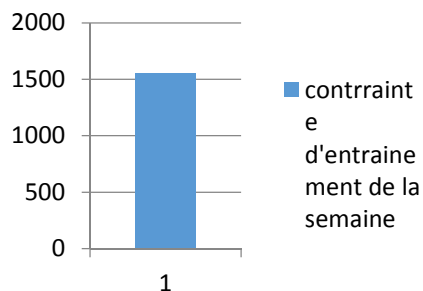
indice de monotonie des sessions



VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

sd'entra ineme nt									
ecart type des CE	40								
volum e total d'entra ineme nt	210								
intrnsit é moyen ne d'entra ineme nt	3								
indice de monot onie des session s	2,2								
charge d'entra ineme nt de la semain e	705								
contra inte d'entra ineme nt de la semain e	1553								
somm eil	7								
stress	5								
fatigue	2								
douleu r muscul aire	2								

contrainte d'entrainement de la semaine



charge d'entrainement de la semaine

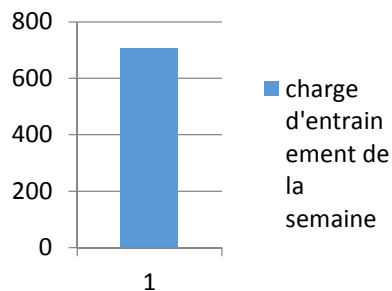


Tableau N°12 : Représent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 07.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

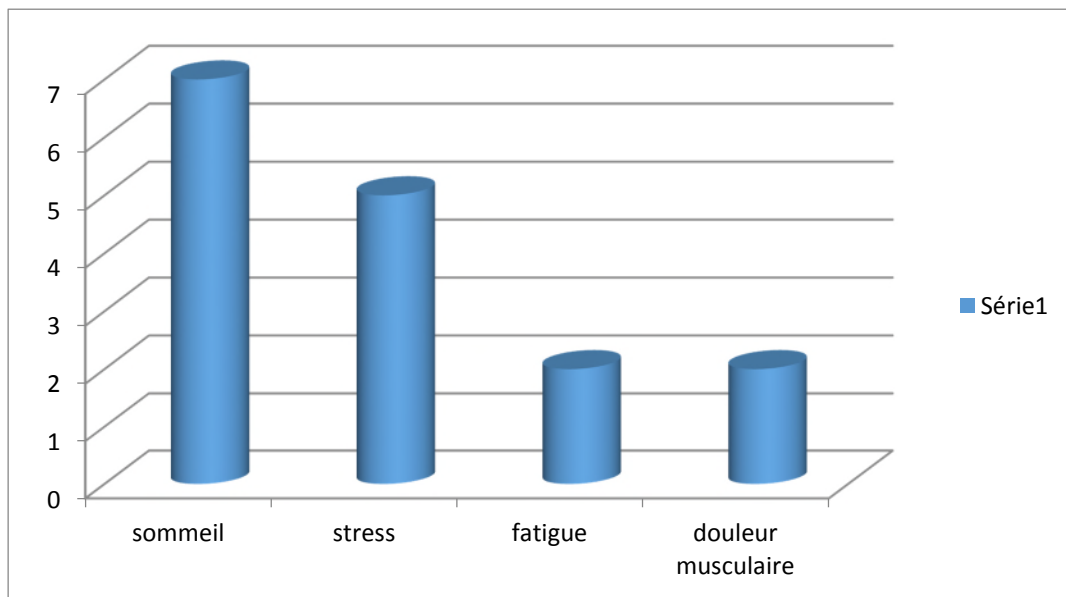


Figure N°25 : Représent l'indice de monotonie des sessions de la semaine 07.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

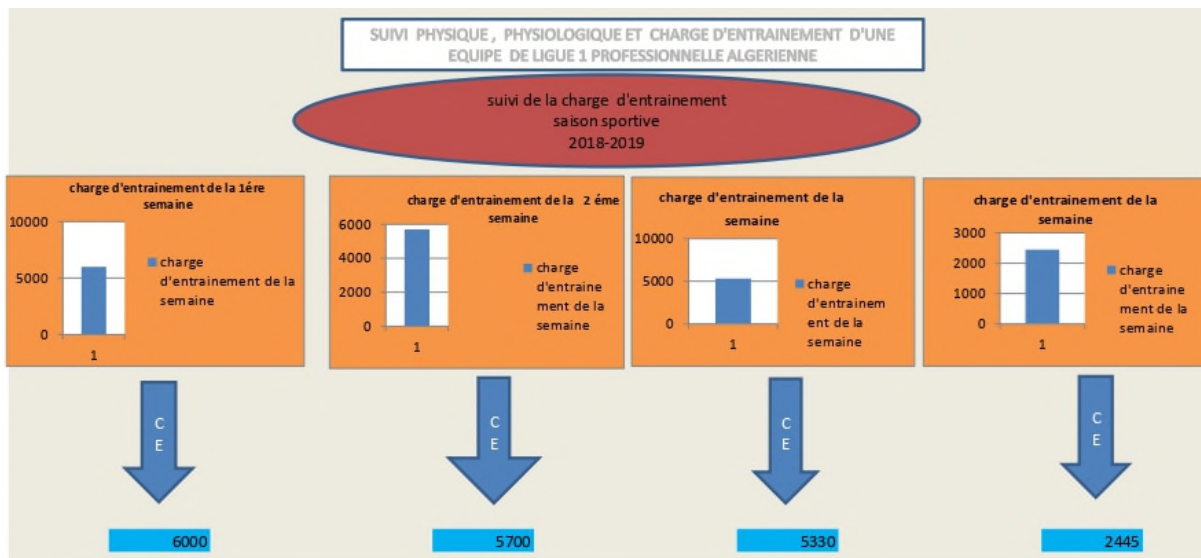


Tableau N° 13 : Représente la dynamique de la C.E

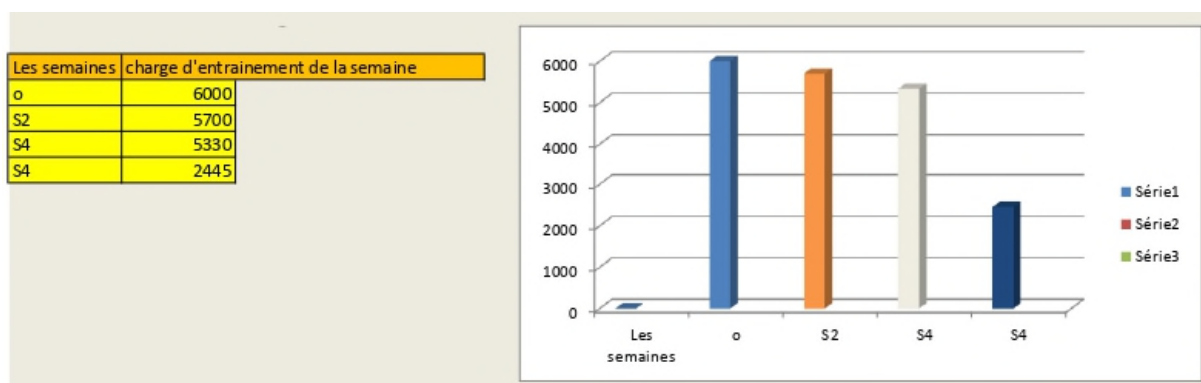


Figure N° 26 : Nous notons que la charge d'entraînement de la première semaine a atteint 6000 unités astronomiques et dans ce cas elle a atteint le plus haut degré de charge d'entraînement. Et à partir de la deuxième semaine à la quatrième semaine, les valeurs vont de 5700 à 2445 U, A, A. On remarque ici une diminution significative des valeurs, et tout cela pour éviter les blessures et la fatigue.

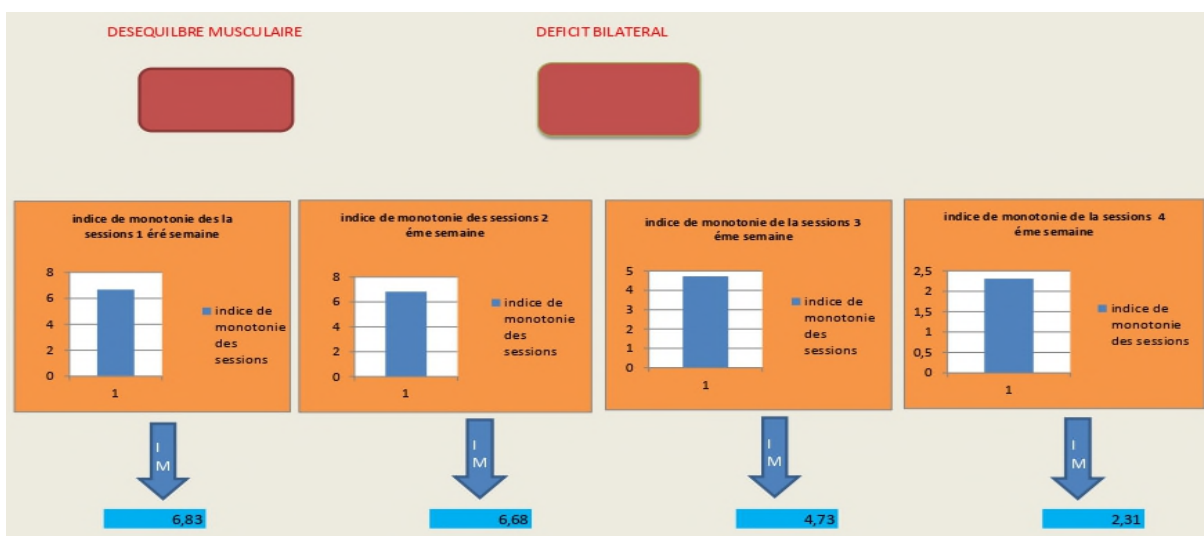


Tableau N° 14 : Représente les résultats de l'indice de monotonie durant la période préparatoire

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

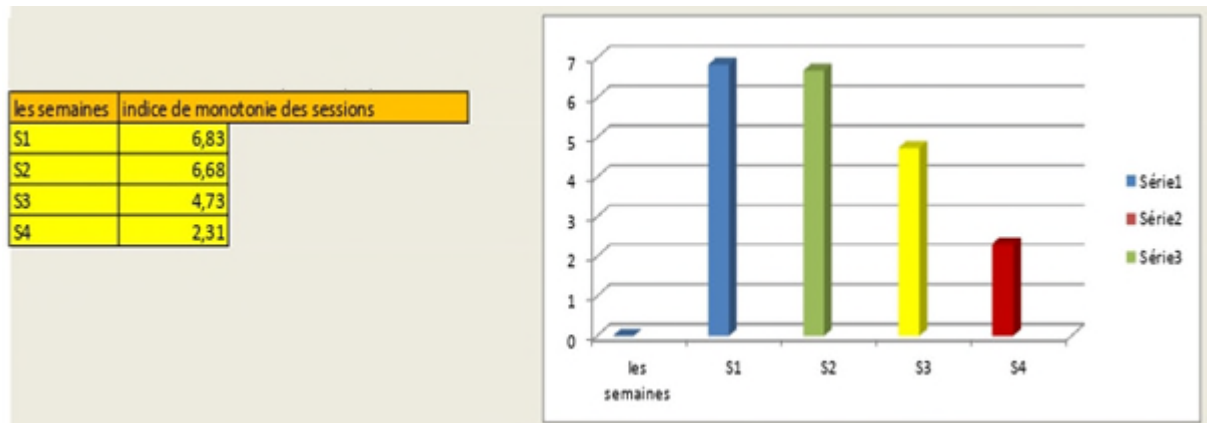


Figure N° 27 : Changement de la charge d'entrainement car il a une relation directe avec la charge. Cela signifie que si les valeurs de (indice de monotonie augmentent. C'est —à-dire que les joueurs sont en forme physique élevé ; et cet indicateur se compose de quatre éléments importants qui ;s'il sont affectés ; l'indice de monotonie en est affecté le sommeil varie de 2 à 7 plus 7 est un sommeil excessif moins de 2 est un manque de sommeil. Le stress varie de 2 à 6 pour que les joueurs soient dans les meilleures conditions mentales La fatigue et les douleurs musculaires de 2 à 7 inférieur à 5 ; signifiant que le joueur a commencé à épuiser ses capacités physiques. nhic dw mnnntnniw nt bac n'IR lwfnrma nt Mena.

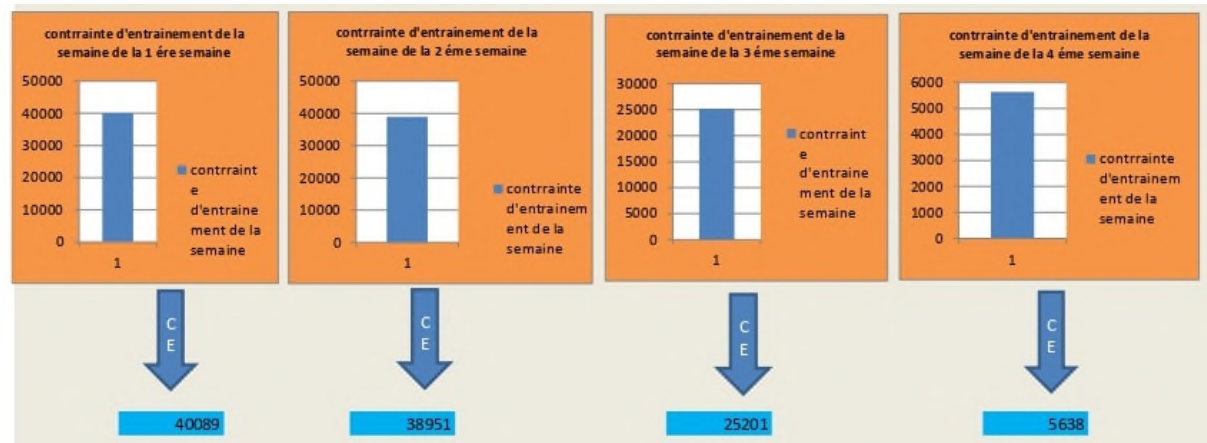


Tableau N° 15 : Représente la contrainte d'entrainement pendant la phase préparatoire P101

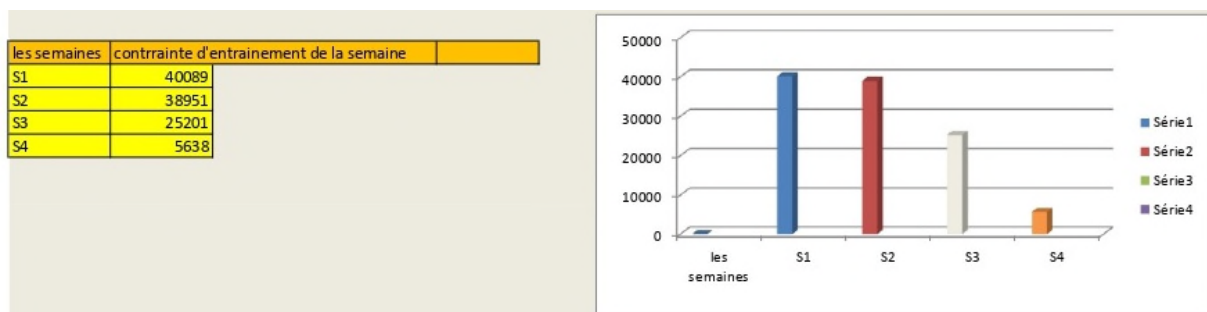


Figure N° 28 : On constate que le contrainte d'entrainement dans les trois premières semaines et très élevé et cela affecte le format des joueurs ; mais dans la quatrième semaine dans le meilleur des cas c'est—à-dire : mais dans la quatrième semaine dans le meilleur des cas, c'est-à-dire: Plus de 6000 U.A est surentrainement. Plus de 10000 U.A affiche le statut de blessure des joueurs. Les meilleures valeurs se

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

situent entre 2000 et 6000 U.A. est directement liée à la charge d'entraînement plus on augmente la charge, et plus la monotonie n'augmente et plus la contrainte augmente, c'est d'après Foster (1998)

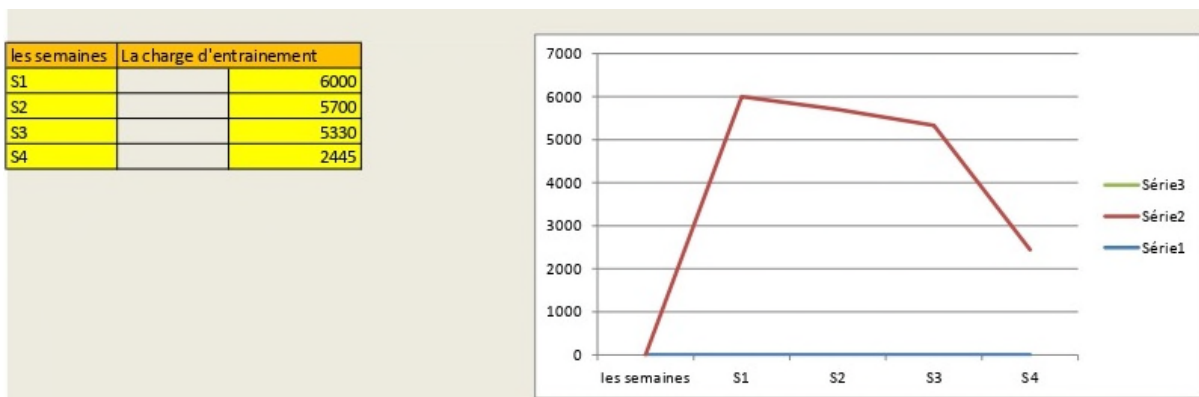


Figure N° 29 : représente l'indice de monotonie des sessions

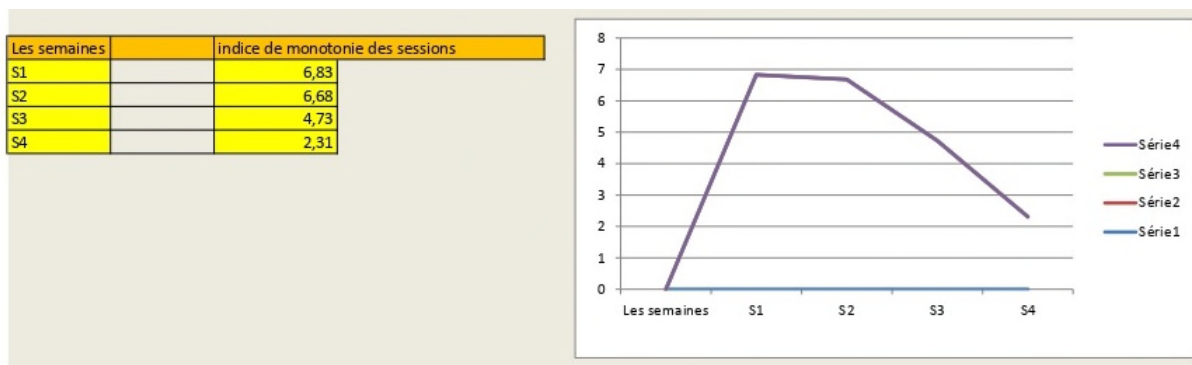


Figure N° 30 : contrainte d'entraînement de semaine

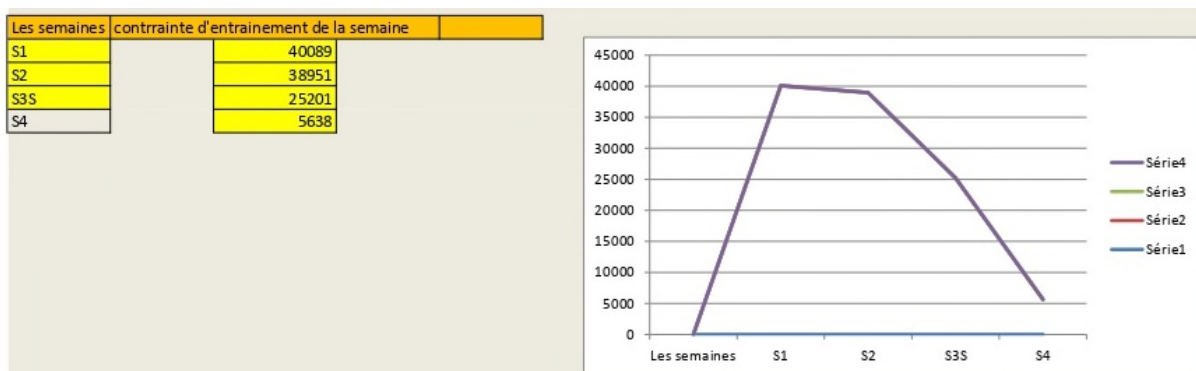


Figure N° 31 : contrainte d'entraînement de semaine

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

	S1	S2	S3	S4
sommeil	6	7	6	7
stress	6	6	5	6
la fatigue	6	6	4	3
douleur muscul	6	6	4	3

Tableau N° 16 : Représent la quantité de sommeil, stress, la fatigue et la douleur musculaire pendant les quatre semaines de la phase préparatoire.

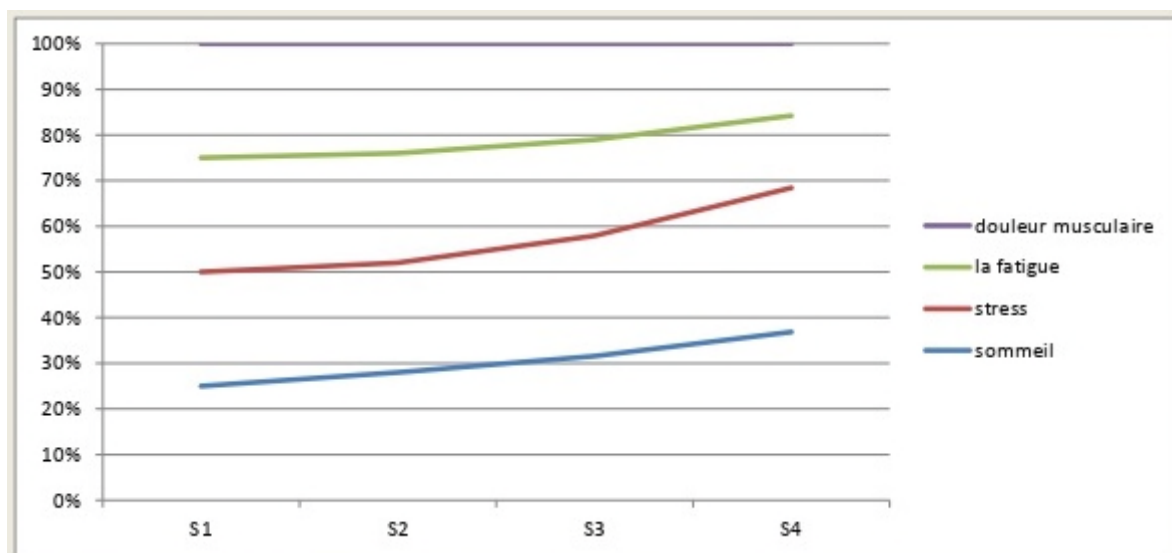
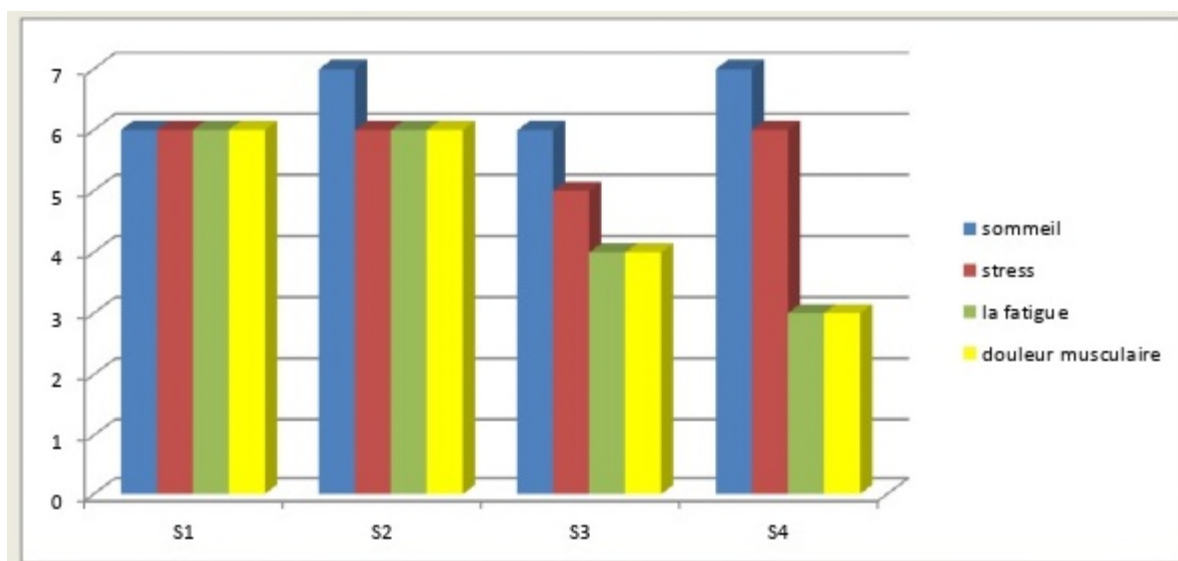


Figure 32 : nous notons la différence dans les quantités de sommeil entre les 4 semaines, à partir de la deuxième semaine, nous montrant que les joueurs doivent allouer des temps d'impact au sommeil afin de récupérer le total.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Quant au stress, à ce stade il est présent en faible quantité par rapport à la compétition ou il est de plus en plus.

Quant à cet élément (la fatigue), il est considéré comme l'un des éléments les plus importants qu'il faut bien gérer. On constate que dans les deux premières semaines les joueurs sont dans leur meilleure condition physique, et à partir de la troisième semaine, on constate la fluctuation de la condition physique des joueurs, ce qui peut affecter négativement le stade d'interdiction physique.

Quant à ce dernier (douleur musculaire), il montre des valeurs basses au cours des deux dernières semaines, et c'est la preuve que les joueurs sont dans un état de fatigue et d'épuisement dû à la charge d'entraînement élevée, donc je commence les deux premières semaines. Au vu des résultats obtenus, on constate qu'il existe une relation directe des valeurs élevées indiquent que les joueurs sont dans leur meilleur état physique et mental, et vice versa entre les quatre éléments lors de l'étape de préparation physique.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Date	Durée	RPE(1-10)	CE	CC	CA	var de C	IF
24-mars	90	9	810	0	0	0	0
APM	90	8	720	0	0	0	0
25-mars	90	7	630	0	0	0	0
APM	75	8	600	0	0	0	0
26-mars				0	0	0	0
APM				0	0	0	0
27-mars	90	8	720	0	0	0	0
APM	100	9	900	0	0	0	0
28-mars	90	8	720	0	0	0	0
APM	100	9	900	0	0	0	0
29-mars	95	9	855	0	0	0	0
APM	95	9	855	0	0	0	0
30-mars	80	7	560	0	0	0	0
APM	90	7	630	0	0	0	0
01-avr				0	0	0	0
APM				0	0	0	0
02-avr	80	8	640	0	0	0	0
APM	90	8	720	0	0	0	0
03-avr	80	9	720	0	0	0	0
APM	90	8	720	0	0	0	0
04-avr	70	7	490	0	0	0	0
APM	90	9	810	0	0	0	0
05-avr	70	8	560	0	0	0	0
APM	90	8	720	0	0	0	0
06-avr				0	0	0	0
APM				0	0	0	0
07-avr	80	8	640	0	0	0	0
APM	70	7	490	0	0	0	0
08-avr	90	8	810	0	0	0	0
APM	90	9	810	0	0	0	0
09-avr	50	6	300	0	0	0	0
APM	70	8	560	0	0	0	0
10-avr	50	6	300	0	0	0	0
APM	60	7	420	0	0	0	0
11-avr				0	0	0	0
APM				0	0	0	0
12-avr	40	5	200	0	0	0	0
APM	35	4	140	0	0	0	0
13-avr	45	5	225	0	0	0	0
APM	50	6	300	463,690476	742,142857	1,6	- 278,452381

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

14-avr	40	5	200	449,166667	679,285714	1,46	230,119048
APM	60	7	420	442,02381	669,285714	1,49	227,261905
15-avr	40	5	200	431,785714	582,142857	1,34	150,357143
APM	50	6	300	424,642857	509,285714	1,19	84,6428571
16-avr				0	0	0	0
APM				0	0	0	0
17-avr	35	4	140	410,833333	363,571429	0,88	47,2619048
APM	25	4	100	391,785714	317,857143	0,81	73,9285714
18-avr	40	5	200	379,404762	346,428571	0,91	32,9761905
APM	40	4	160	361,785714	369,285714	1,02	-7,5
19-avr	30	5	150	345	362,142857	1,04	17,1428571
APM	50	6	300	331,785714	385	1,16	53,2142857
20-avr	30	5	150	322,02381	374,285714	1,16	52,2619048
APM	40	5	200	311,785714	360	1,15	48,2142857
21-avr				0	0	0	0
APM				0	0	0	0
22-avr	30	4	120	299,404762	260	0,86	39,4047619
APM	20	3	60	283,690476	225,714286	0,79	57,9761905
23-avr	35	4	140	269,880952	245,714286	0,91	24,1666667
APM	35	3	105	255,238095	260,714286	1,02	5,47619048
24-avr	30	4	120	246,428571	257,857143	1,04	11,4285714
APM	40	4	160	230,952381	266,428571	1,15	35,4761905
25-avr	20	3	60	219,047619	246,428571	1,12	27,3809524
APM	20	3	60	203,333333	232,142857	1,14	28,8095238
26-avr				0	0	0	0
APM				0	0	0	0
27-avr	25	3	75	189,880952	157,142857	0,83	32,7380952
APM	20	3	60	179,642857	137,142857	0,76	42,5
28-avr	30	4	120	163,214286	154,285714	0,94	8,92857143
APM	25	2	50	145,119048	161,428571	1,11	16,3095238

Tableau N° 17 : Représent résultats de RPE

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

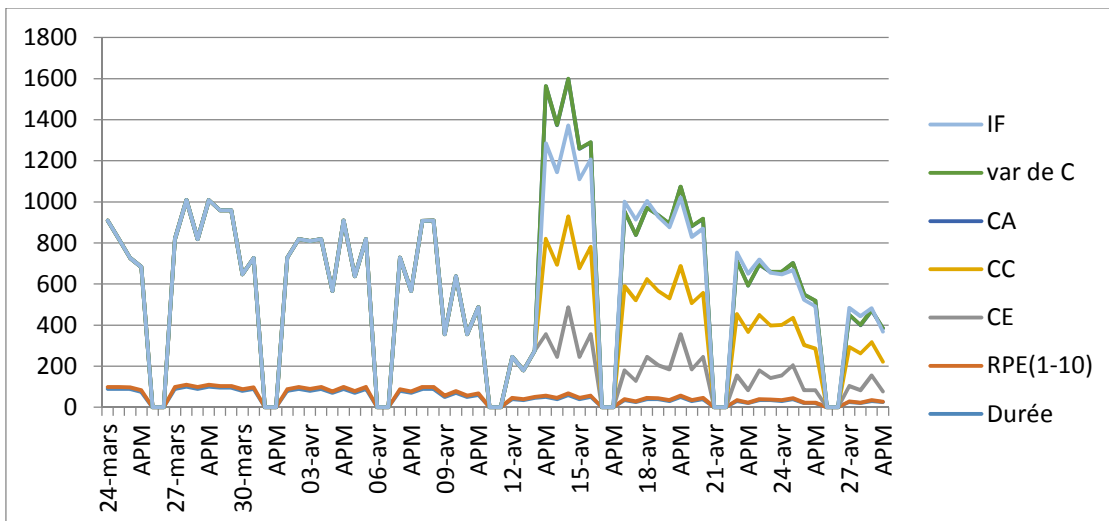


Figure N° 33 : Représente résultats RPE

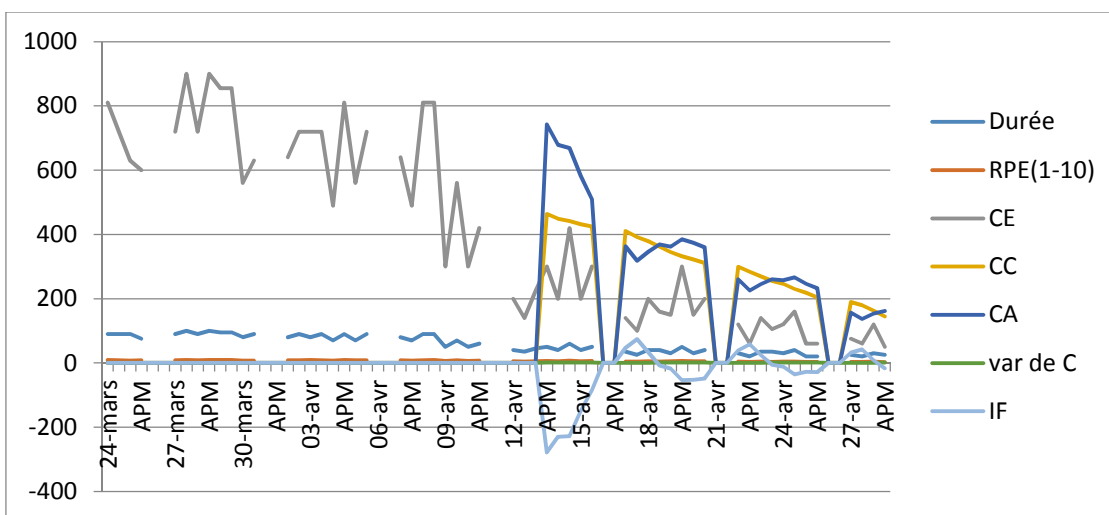


Figure N° 34 : Représente résultats RPE

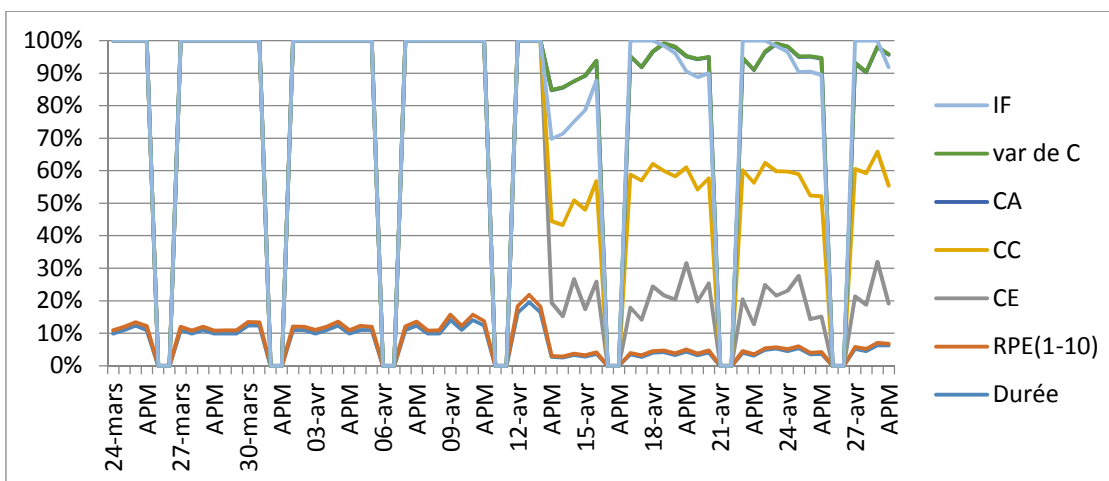


Figure N° 35 : Représente résultats RPE

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

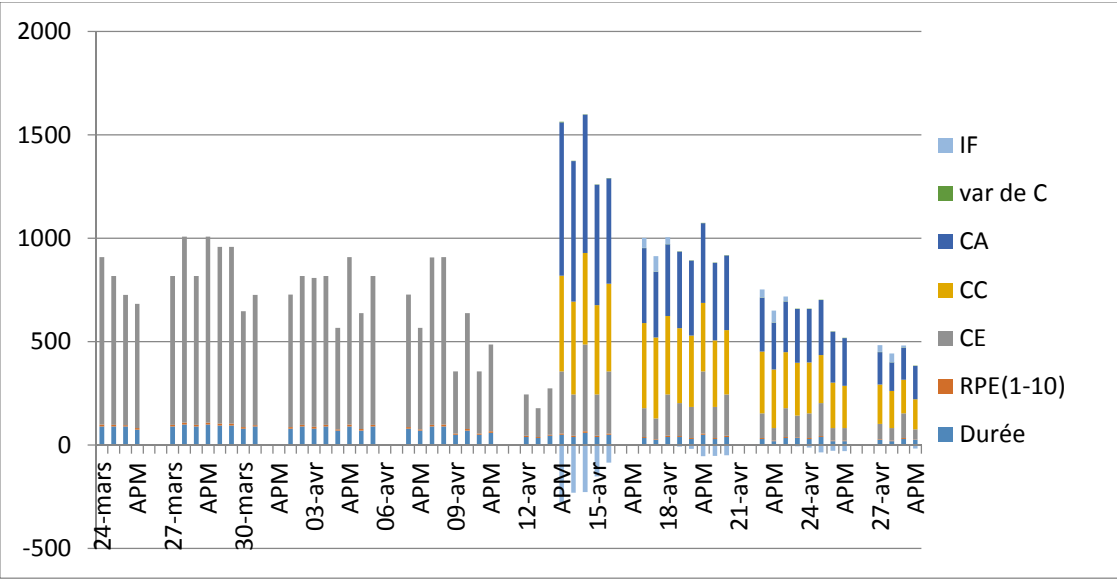


Figure N° 36 : Représente résultats RPE

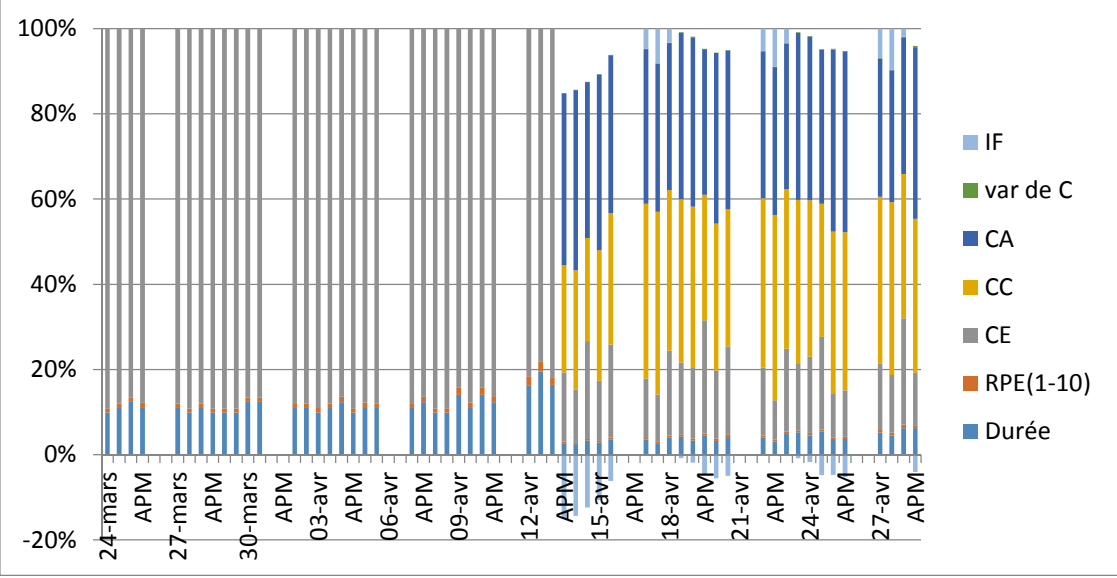


Figure N° 37 : Représente résultats RPE

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

2. Résultats :

Dans le cadre de l'analyse quantitative des données, Les résultats de la présente étude permettent de soulever que la méthode séance – RPE sert à quantifier et contrôler la charge d'entraînement durant une saison (2018/2019)

En se basant sur plus leurs études sur le football évoquant le même sujet que notre étude, tel que Coutts et al., (2007b ; 2007c), Impellizzeri et al., (2004 ; 2005), Putlur et al., (2004). Ces auteurs ont montré que lorsque les valeurs de CE au cours des période précompétitives atteignent des valeurs dans les alentours de (2400-3200 UA), il y a une forte possibilité que les joueurs soient exposés à des blessures, à des sensations de fatigue et surtout à une baisse de la performance pendant la période de compétition.

Dans notre démarche nous tenons compte des charges d'entraînement hebdomadaires, qui diffèrent d'une semaine à l'autre afin de vérifier la dynamique de la charge, L'entraînement, son organisation et sa structure sont avant tout fonction des conséquences et du nombre des matchs, la programmation diffère d'une semaine à l'autre en fonction de la programmation d'un ou deux matchs, voire d'absence même de match. Le (tableau N°10) et la (figure N°14) ont pour illustration cette dynamique.

Tableau N°18 : Nombre d'entraînement et de matchs par semaine.

	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6
ENT par Semaine	5	4	4	3	4	4
MATCH par Semaine	1	1	2	1	0	1

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

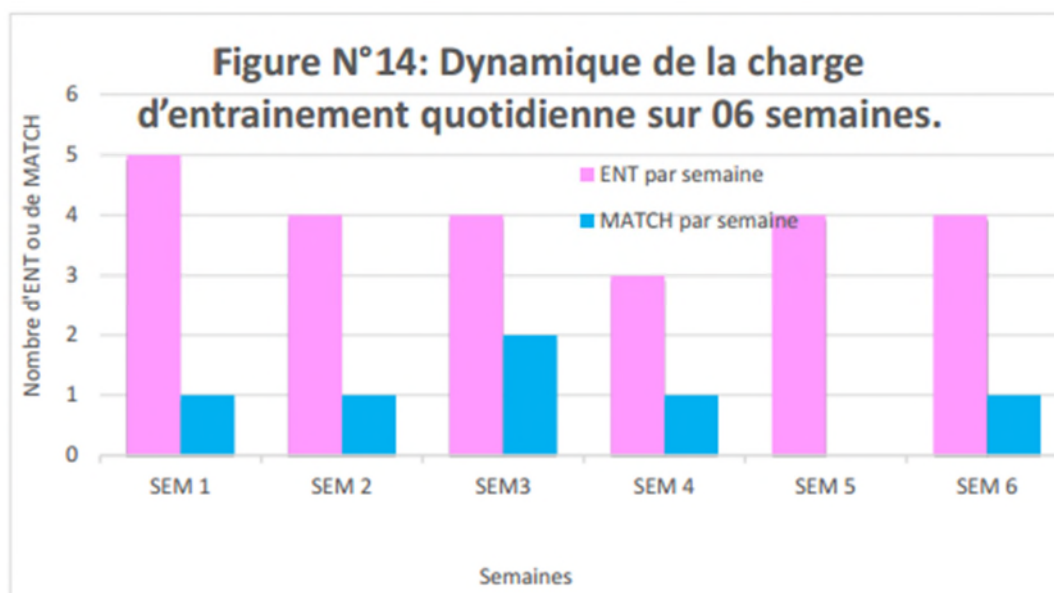


Figure N°38 : présente la dynamique de la charge d'entraînement quotidienne sur 06 Semaines

En analysant les six (06) semaines du mésocycle compétitif, on peut constater trois (03) formes de périodisation selon le nombre de matchs, le nombre de séances d'entraînement et des jours de repos programmés dans la semaine ; Ainsi on peut diviser notre mésocycle en trois types de périodisation :

- 1 - Semaines à six (06) séances (match inclus) et un jour de repos (1 et 3), avec des CE de (1685 et 1995 UA).
- 2 - Semaines à cinq (05) séances (match inclus) et deux jours de repos (2, et 6), avec des CE de (1550 et 1603 UA).
- 3 - Semaines à quatre (04) séances (match inclus) et trois jours de repos (4 et 5), avec des CE de (1335 et 1145 UA).

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Tableau N°19 : Présent les charges entrainement collective et les différents indices.

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	MOY	ET
SOMME CE-SEM	1685	1550	1995	1335	1145	1603	1552,17	293,01
MOY CE SEM	281	310	333	334	286	321	310,83	22,97
ECART-TYPE	160	139	172	146	48	135		
MONOTONIE	1,75	2,23	1,93	2,29	5,98	2,38	2,76	1,6
CONTRAINTE	2955	3462	3856	3058	6850	3817	3999,67	1445,38
FITNESS	-1270	-1912	-1861	-1723	-5705	-2214	-2447,5	1625,3

Ensuite, le tableau N°19, on constate que la charge d'entraînement (CE) minimale (1145 UA) est enregistrée lors de la quatrième semaine (4), alors que la maximale a atteint (1995 UA) lors de la troisième semaine (3). L'indice de monotonie (IM) fluctue entre (1,75 de la première semaine) et (5,98 de la cinquième semaine), on remarque aussi que l'indice de contrainte (IC) qui a une valeur minimale de (2955 UA) lors de la première semaine, a atteint une valeur maximale de (6850 UA) lors de la cinquième semaine. Cependant, l'indice de fitness (IF) est estimé négatif durant tout le mésocycle de valeur minimale (-5705) et une valeur maximale de (-1270).

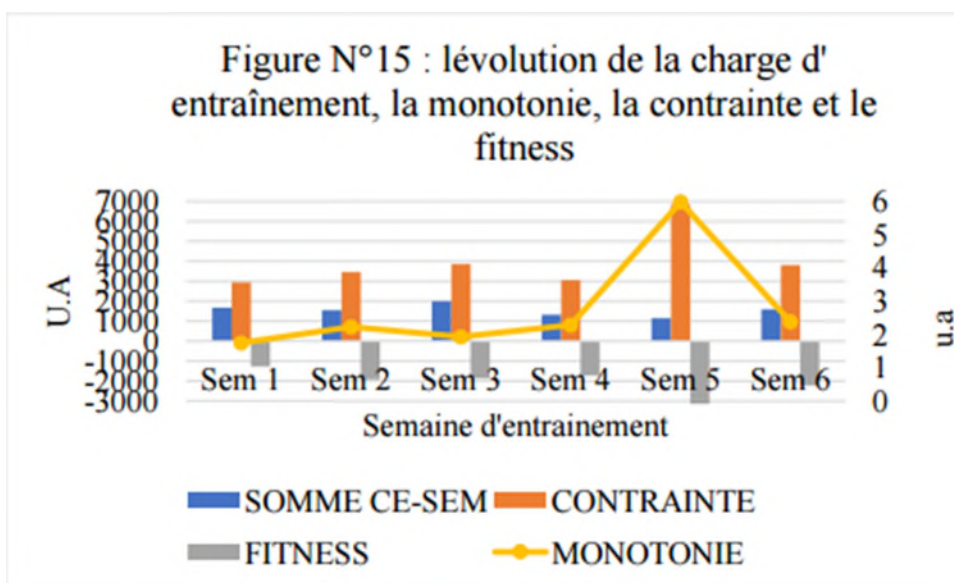


Figure N°39 L'évolution des charges d'entraînement et les différents indices (monotonie, contrainte et fitness) sur 06 semaines.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

En analysant la figure N°15, nous pouvons dire que lors cinquième semaine (05), les indices de monotonie et de contrainte augmentent au même titre que les charges d'entraînement, on enregistre des pics de contrainte lors de semaine (5) de (6850 UA).

On trouve que les charges d'entraînement sont les plus basses du mésocycle, avec (1145,1335 UA) les monotonies sont supérieures (<1) et automatiquement les contraintes sont supérieures aux charges d'entraînement.

Les résultats calculés (CE, IM, IC, IFt et IF), à partir des données obtenues lors de notre étude six semaines sont présentés dans le (tableau N°12) et illustrés dans la (figure N°16).

Tableau N°20 : Représentant les calculs de différents indices de la CE et IF.

Semaines	CE	IM	IC	IFt	IF
SEM 1	1685	1,75	2955	-1270	5
SEM 2	1550	2,23	3462	-1912	4,9
SEM 3	1995	1,93	3856	-1861	6
SEM 4	1335	2,29	3058	-1723	3,87
SEM 5	1145	5,98	6850	-5705	4
SEM 6	1603	2,38	3817	-2214	5,2

Pendant la période de cueillettes de données, on analyse que la CE maximale (1995) est enregistrée lors de la semaine (03), et la charge minimale (1145) lors de la semaine (5), lors de semaine (03) l'indice de fatigue atteint valeur maximale de (7), lors de la semaine (05) qui une valeur minimale de (04), on remarque aussi pour la monotonie qui a une valeur maximale (5,98) lors de la semaine (05) a atteint une valeur minimale de lors de la semaine (01), cependant l'indice de fatigue toujours est estimé négatif durant tout le mésocycle, l'indice de fatigue a une valeur maximale (07) lors de la semaine (03) a de valeur minimale (04) lors de la semaine (05).

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

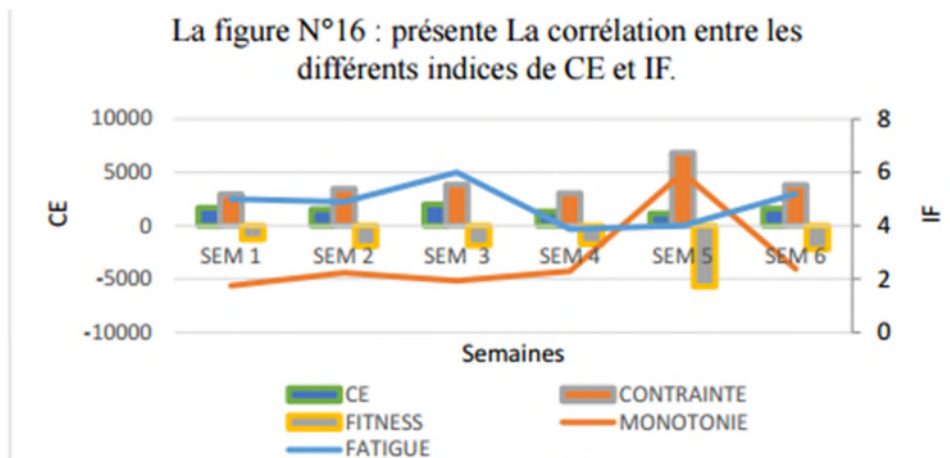


Figure N°40 : La corrélation entre les différents indices de CE (monotonie, contrainte et fitness) et indice de fatigue sur 06 semaines.

Corrélation entre les indices de la CE (IM, IC et IFt) et niveau de fatigue Les corrélations issues du tableau démontrent le degré d'association assez fort qui lie les cotes des différents entraînements à la charge d'entraînement totale. Le degré de signification des mesures de corrélations de Pearson issues de ce tableau est de $p < 0,05$.

La courbe de fatigue suit le diagramme des charges d'entraînement de manière assez remarquable. Il s'agit de déterminer si cette relation est liée à la charge d'entraînement ou au volume d'entraînement. La figure N°15 a montré que ces deux derniers correspondent étroitement.

- Corrélation entre la fatigue et le volume horaire Il existe une corrélation significative entre le niveau de fatigue et le volume horaire d'entraînement ($R=0,55$; $\rho < 0,01$). Ce résultat tend à montrer que la fatigue survient progressivement au cours des entraînements. Il est donc

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

intéressant d'étudier la relation qui existe entre la fatigue et l'intensité de l'exercice.

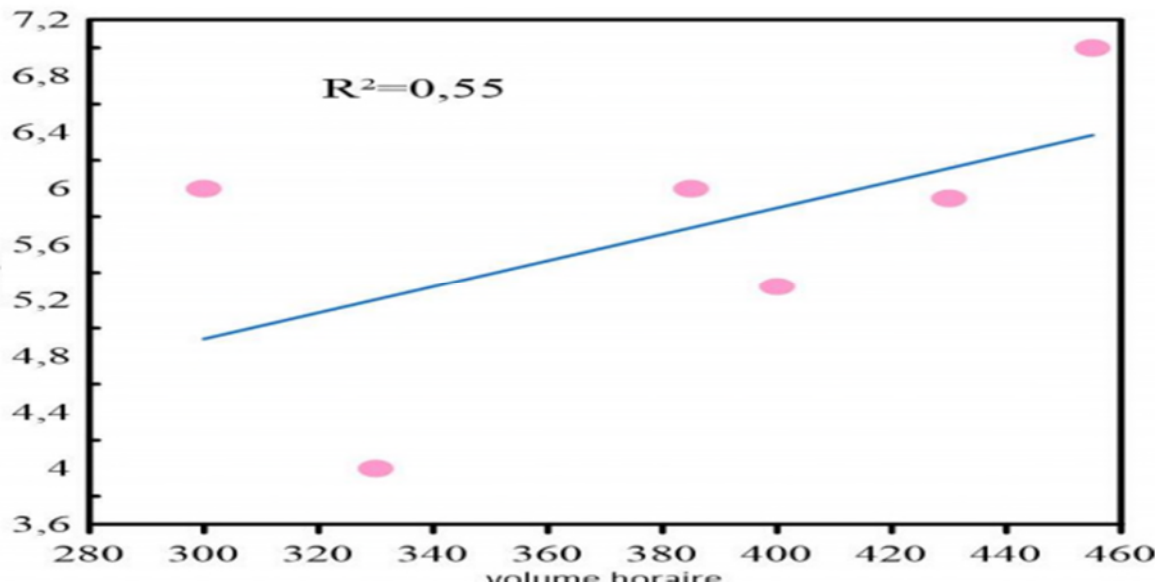
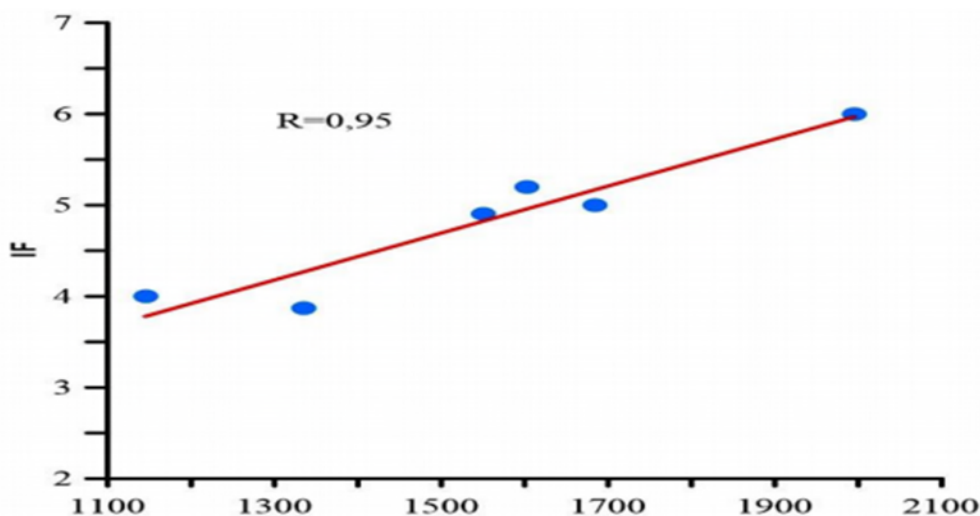


Figure N°41 : Corrélation entre la fatigue et le volume horaire en minutes.

La fatigue évolue globalement de manière croissante au cours des semaines d'entraînement. Les ajustements linéaire ($R=0,55$; $\rho<0.01$). Il existe une forte corrélation entre le volume horaire et le niveau de la fatigue.

- Corrélation entre la fatigue et la CE Il existe une corrélation significative entre la fatigue et la charge d'entraînement ($R=0,95$; $\rho<0.01$). montre une évolution légèrement croissante de la fatigue lors de l'augmentation de la CE.



La figure N°42 a montré que ces deux derniers correspondent étroitement.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Le coefficient de corrélation entre le niveau de fatigue et la charge d'entraînement calculée est égal à 0,95 (figure N°18). La fatigue des joueuses est par conséquent davantage corrélée à la charge d'entraînement qu'au volume horaire. Le contrôle de l'intensité de l'entraînement permet ainsi de mieux évaluer les incidences de la charge d'entraînement effective, sur l'organisme de la joueuse. Il est alors possible de construire un programme d'entraînement à celui-ci en lui imposant un travail beaucoup plus axé sur la qualité de la préparation que sur le volume (figure N°17)

- Corrélation entre l'indice de fatigue et la monotonie Il existe une corrélation significative entre la fatigue et la monotonie ($R=0,56$; $p<0.01$). Ce résultat tend à montre une évolution légèrement croissante de la fatigue lors de l'augmentation de la monotonie.

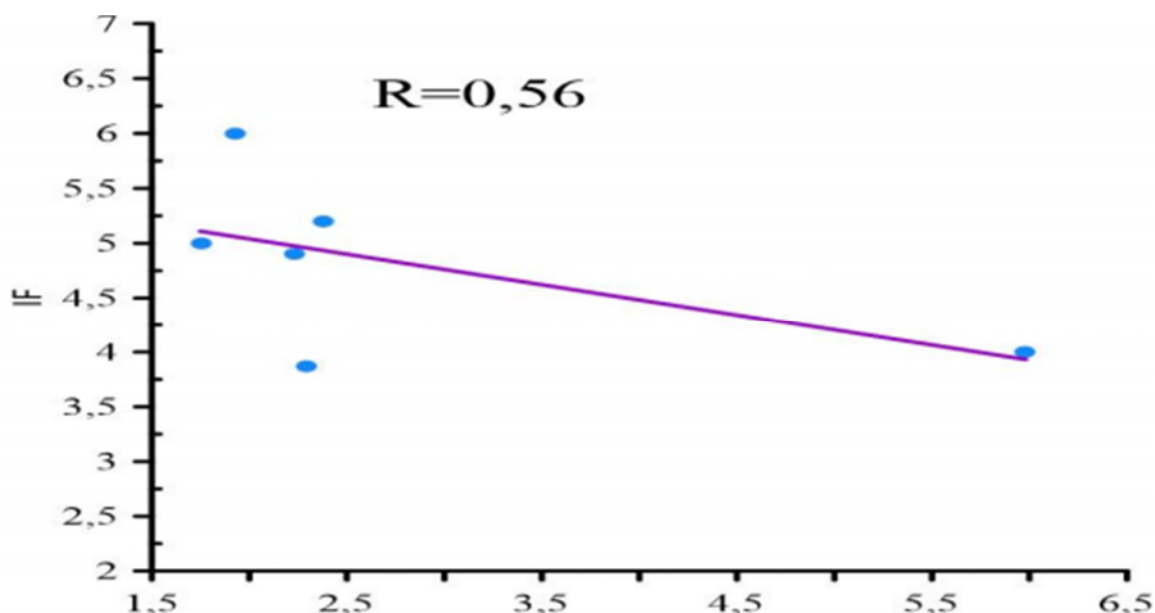


Figure N°43 : Corrélation entre la fatigue et la monotonie

Le coefficient de corrélation entre le niveau de fatigue et la monotonie calculée est égal à ($R=0,56$) (figure N°19). Ce résultat tend à montrer qu'il existe une forte corrélation entre la fatigue et la monotonie.

- Corrélation de la fatigue et indice de contrainte Il existe une corrélation significative entre la fatigue et la monotonie ($R=0,33$; $p<0.01$). Ce résultat tend à montre une évolution légèrement croissante de la fatigue lors de l'augmentation de la contrainte.

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

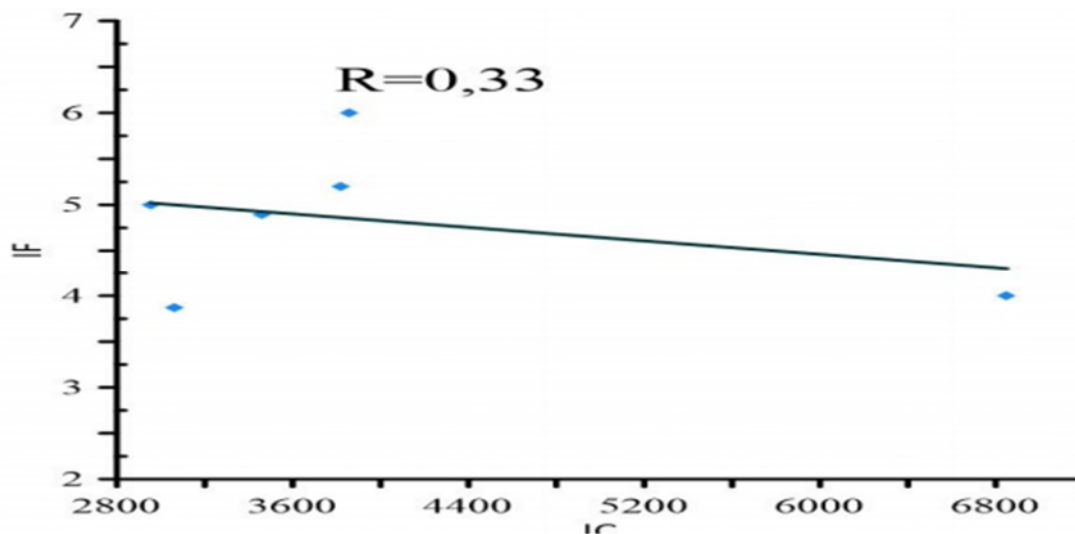


Figure N°44 : Corrélation entre la fatigue et contrainte.

Le coefficient de corrélation significative entre le niveau de fatigue et la contrainte calculée est égal à ($R=0,33$) (figure N°20). Ce résultat tend à montrer qu'il existe une faible corrélation entre la fatigue et la contrainte.

- Corrélation entre la fatigue et le fitness, il existe une corrélation significative entre la fatigue et le fitness ($R=0,33$; $\rho < 0.01$). Ce résultat tend à montre une évolution légèrement croissante de la fatigue lors de l'augmentation de fitness.

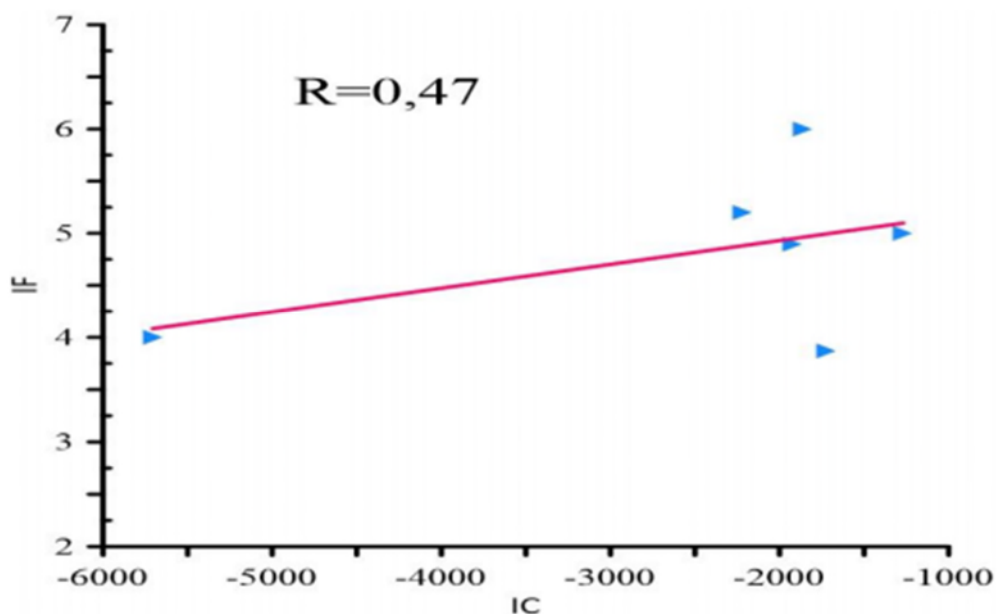


Figure N°45 : Corrélation entre la fatigue et le fitness.

VII. ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RESULTATS

Le coefficient de corrélation entre le niveau de fatigue et le fitness calculée est égal à ($R=0,47$) (figure N°21). Ce résultat tend à montrer qu'il existe une faible corrélation entre la fatigue et le fitness.

3. Interprétation et discussion des résultats Pendant la durée de notre étude (06 semaines) :

Trent (30) séances ont été réalisées (24 entraînements et 06 matchs). Les résultats révèlent une charge moyenne d'entraînement hebdomadaire de ($1552,17 \pm 293,01$ UA).

Selon les données de la littérature, nos résultats sont faibles comparés aux résultats des joueurs professionnels canadiens qui ont une charge d'entraînement (compétitive) hebdomadaire qui se situe autour de (2650 – 2700 UA), avec (700 – 800 UA) provenant des matchs.

Ces résultats peuvent-être expliqués par les indices de perceptions donnés par les joueuses et qui ne reflètent peut-être pas leurs vrais ressenti de la difficulté, non par mauvais investissement de leur part, mais surtout par manque d'expérience vis-à-vis de la méthode séance-RPE. Ou tout simplement ce sont les charges réelles perçues par nos joueuses. La littérature mentionne, dans le cas où la charge d'entraînement est trop grande pour les capacités de l'athlète, ou lorsque la récupération est insuffisante, par rapport à la charge d'entraînement, l'athlète peut être victime d'une fatigue chronique menant à une diminution de performance et éventuellement à une condition de surentrainement (Kuipers & Keizer, 1988 ; Raglin, 1993) ; les études de Coutts, (2001), montrent qu'un point de saturation est fixé.

Au-delà de celui-ci, une augmentation des charges d'entraînement ne sera plus tolérée et les adaptations de performances n'auront plus lieu. Ainsi, établir un seuil, et une fourchette de charge d'entraînement optimale est plus que nécessaire. Il existe en effet, ce qu'on appelle une intensité seuil, ou intensité critique qui est à déterminer en fonction du niveau d'aptitude physique des joueuses pour qu'une réaction d'adaptation minimale intervienne au niveau biologique. Cette intensité de la séance doit se rapprocher le plus possible de la réalité en match, ou on enregistre un indice de perception de l'effort de plus, selon Fred Grappe (2005), il faut amener dans l'entraînement une variation d'intensité différente d'un jour à l'autre, car le choix d'une intensité trop basse, située sous le seuil d'activation minimal, répétée trop souvent à l'entraînement ne permet pas d'adaptation à un niveau supérieur. Cela conduit le sportif vers un processus chronique de stagnation du niveau d'aptitude physique ou encore, si les charges d'entraînement restent stéréotypées, cela peut engendrer des risques de surentrainement. Ce qui

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

peut entraîner une perte de temps qui conduit à une stagnation du processus d'entraînement (Fred Grappe, 2005).

Parmi les limites de notre recherche, comme mentionné au paragraphe précédent, nous citons le nombre faible des participants pour le test de vitesse. Aussi, en ce qui concerne l'apparition des signes de surentraînement, bien que certains joueurs présentassent des valeurs élevées d'Indicateurs d'adaptation négative liés à l'entraînement, la réalisation de quelques séances de récupération n'a pas pu être effectuée, puisque la décision finale revient à l'entraîneur-chef de L'équipe.

Les résultats de notre recherche ont été comparés à une seule année. Cela peut représenter une limite à l'interprétation de nos résultats. Il serait intéressant d'effectuer le suivi des scores RPE sur plusieurs années, voir 4 à 5 ans afin de voir si les résultats seraient semblables à ce que nous avons observé sur deux années, et aussi d'augmenter le nombre de participants.

Une autre limite de cette étude est liée à la vie quotidienne des participants (la récupération et l'alimentation des athlètes).

La dernière limite de cette étude est que la méthode séance- RPE prend en considération et en grande partie l'implication et l'intuition propre de chaque participant. Or, un athlète peu expérimenté aura plus de mal à estimer la difficulté exacte qu'il va ressentir lors des entraînements et de matchs. Une limite qui a été soulevé par d'autres auteurs, par exemple (Poster, 2001 ; Chamari, 2011 ; Roy, 2013).

Par définition, la monotonie est un indice de variabilité de l'entraînement qui permet de déterminer les périodes de fatigue et de prévenir les états de surentraînement, blessures ou encore maladies. La présente étude a révélé des monotonies variées, ce qui reflète bien le manque de variabilité de l'entraînement malgré une moyenne de monotonie de l'équipe). Qui n'a jamais atteint le seuil critique théorique de (2,00) proposé dans un ouvrage d'Alexandre Dellal (2008), alors que Gazzano., (2007) propose de ne pas dépasser une monotonie de (1,00) d'où l'importance de faire varier la charge de travail en volume, en intensité ou en thématique afin de diminuer cet indice (monotonie).

La contrainte est un indicateur lié aux adaptations négatives à la charge d'entraînement et au surentraînement. La figure N°09 nous montre des contraintes allant de 2955 UA semaine 1) à 6850 UA (semaine 5).

On remarque aussi un indice de fitness (l'état de forme) des joueuses souvent négatives qui est dû aux monotonies supérieures ; C'est-à-dire, plus la monotonie est élevée, plus la contrainte

VII. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

est grande ce qui engendre. Un fitness négatif. L'entraînement généralisé à l'ensemble des joueuses, c'est-à-dire un entraînement non individualisé, l'augmentation de la fréquence des séances d'entraînement à l'intérieure d'un même microcycle, le manque de récupération et le manque de variabilité des séances d'entraînement, peut engendrer de grandes monotones et de grande contrainte qui peuvent aboutir au surentraînement des joueuses.

Il existe une corrélation significative entre différents indices de CE (monotonie contrainte et fitness) et niveau de fatigue est toujours positive ($p < 0.01$) ; ce qui semble une forte relation (Figure N°16), il tend à montrer que la fatigue survient progressivement au cours des entraînements. Il est donc intéressant d'étudier la relation qui existe entre la CE et la fatigue.

CONCLUSION

VIII. CONCLUSION

Le but majeur de tout préparateur physique est de s'assurer d'engendrer des adaptations positives suite à l'entraînement chez un athlète afin que celui-ci puisse exceller sur le terrain tout en minimisant le risque de blessures et le risque de surentraînement. Pour cela, il est primordial d'être muni d'outils nous permettant à la fois de savoir si notre prescription d'entraînement produit les effets escomptés, mais aussi de manipuler l'entraînement lorsque la situation l'exige.

L'objectif de notre étude et de quantifier les CE, détecter le niveau de fatigue calculer la corrélation entre indice fatigue et les différents indices de CE ; prévenir surentraînement et de fatigue. Dans l'étude présente, nous avons démontré son utilité dans la quantification et la modulation de la charge d'entraînement, grâce à l'obtention d'une charge d'entraînement hebdomadaire, donnée qui nous permet d'ensuite obtenir la monotonie, la contrainte et l'indice de « fitness » des joueuses et cela, à chaque semaine d'entraînement.

La méthode utilisée dans cette étude a permis de quantifier les charges d'entraînement à partir d'une échelle d'estimation subjective de l'intensité de l'exercice. Elle apporte un outil simple et indispensable pour la programmation de l'intensité de l'entraînement afin d'optimiser la préparation physique du coureur pour des compétitions importantes au cours de la saison.

De plus, l'estimation du niveau de fatigue à partir de la perception subjective de l'athlète a été mise en relation avec la charge d'entraînement. Grâce à l'obtention d'une charge d'entraînement hebdomadaire, donnée qui nous permet d'ensuite obtenir la monotonie, la contrainte et l'indice de « fitness » du participant et cela, à chaque semaine d'entraînement.

Ce qui importe les entraîneurs du football féminine sur l'utilisation de l'outil de la séance RPE qui est simple, efficace et valide pour quantifier les CE afin de faire le suivi et le contrôle de l'entraînement ce qui permettra de modéliser et d'affiner les séances d'entraînement pour mieux élaborer et rationaliser le processus d'entraînement des joueuses et les faire progresser.

Cette étude cherche donc à démontrer les avantages et les inconvénients de l'utilisation d'une méthode de suivi d'une équipe de football féminine (USFB) basée sur les perceptions de fatigue et d'effort de ces derniers. La particularité de cette étude de cas réside dans le fait qu'elle se déroule dans un environnement sportif réel et qu'elle prend en compte le contexte pratique que peuvent vivre les entraîneurs au quotidien.

Les résultats obtenus sur six (06) semaines ont montré qu'il existe une relation étroite entre le niveau de fatigue et la charge d'entraînement.

VIII. CONCLUSION

À l'aide du système de gestion la CE et de la fatigue et de l'état de joueur proposé, il est possible pour l'entraîneur, dans la mesure où il fait un suivi quotidien, d'ajuster la charge d'entraînement lorsqu'il détecte une fatigue supplémentaire chez le joueur, même si les paramètres de charges ne sont pas élevés. Par exemple, en détectant une fatigue plus grande d'un joueur pour une charge d'entraînement qui habituellement n'engendre pas une telle fatigue ou lorsque graphiquement la fatigue ne semble pas du tout liée à la charge d'entraînement, il devient alors possible pour l'entraîneur de faire les ajustements nécessaires. Par exemple, réduire le volume ou l'intensité de certaines séances ou donner un repos complet au besoin. De plus, en étant en mesure de faire ces observations, les entraîneurs peuvent éventuellement aider et conseiller les athlètes dans la gestion de la fatigue attribuable à des facteurs externes au sport.

INDEX

BIBLIOGRAPHIQUE

IX. INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. Alexiou H. Monitoring the Training Process in Elite Women's Soccer. Unpublished Masters Sydney, 2007.
2. Andersen L, Triplett-McBride T, Foster C, Doberstein S, Brice G. Impact of training patterns on incidence of illness and injury during a women's collegiate basketball season. *J. Strength Cond. Res.* 2003, 17(4): 734-738.
3. Banister EW, Calvert TW., Savage MV, Bach T. A systems model of training for athletic ; performance. *Aust. J. Sports Med. Exer. Sci.* 1975, 7 : 57-61
4. Banister EW. Modeling elite athletic performance. In H. J. Green & J. D. McDougal & H. A. Wenger (Eds.), *Physiological Testing of Elite Athletes*, pp. 403-424. Champaign, Illinois : Human Kinetics 199.
5. Bishop D, Edge J. The effects of a 10-day taper on repeated-sprint performance in females. *J. Sci. Med. Sport* 2005, 8(2): 200-209
6. Bompa TO. *Theory and Methodology of Training* (4th ed.). Toronto, Ontario Canada: Kendall/Hunt Publishing Company, 1996
7. Bruin G, Kuipers H, Keizer HA, Vander Vusse GJ. Adaptation and overtraining in horses subjected to increasing training loads. *J. Appl. Physiol.* 1994, 76(5): 1908-1913.
8. Coutts AJ, Rampinini E, Castagna C, Marcora, S, Impellizzeri F.M. Physiological correlates of perceived exertion during soccer-specific exercise. *J. Sci. Med. Sport* 2007a, in review.
9. Coutts AJ, Reaburn P, Piva TJ, Murphy AJ. Changes in selected biochemical, muscular ; strength, power, and endurance measures during deliberate overreaching and tapering in rugby league players. *Int. J. Sport Med.* 2007b, 28(2): 116-124.
10. Coutts AJ, Reaburn P, Piva TJ, Rowsell GJ. Monitoring for overreaching in rugby league players. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2007c, 99(3): 313-324.
11. Coutts AJ, Reaburn PRJ, Murphy AJ, Watsford ML, Spurr RW. Changes in physiological and performance characteristics of semi-professional rugby league players in relation to training load : A case study. *J. Sci. Med. Sport* 2003, 6(4) : 37.
12. Coutts AJ, Slattery KM, Wallace LK. Practical tests for monitoring fatigue and recovery in triathletes. *J. Sic. Med. Sports* 2007d.
13. Coutts, AJ, Sirotic AC, Catterick C, Knowles H. Monitoring Training Loads in Professional Rugby League. In T. Reilly & F. Korkusuz & E. Ergin (Eds.), *Science and Football VI* (pp. in press). London, UK : Routledge, 2008.

IX. INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

14. Dellal, A. (2008). De l'entraînement à la performance en football – Partie B, Chapitre : Contrôle et suivi de l'entraînement en football : Périodisation et charges d'entraînement. Édition de Boeck Supérieur. 512 pages.
15. Daniels JT. Daniels' Running Formula Challenge. Champaign, Illinois : HumanKinetics, 1998.
16. Dawson B. Periodisation of speed and endurance training. In P. R. J. Reaburn & D. G. Jenkins (Eds.), Training for Speed and Endurance (pp. 76-96). Sydney : Allen & Unwin, 1996.
17. Day M, McGuigan MR, Brice G, Foster C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session-RPE scale. J. Strength Cond. Res. 2004, 18(2): 353-358
18. Dufour. M : Les diamants neuromusculaires. Edition, volodalen, champagnole, (Juillet 2009).
19. Elloumi M, Maso F, Michaux O, Robert A, Lac G. Behaviour of saliva cortisol [C], testosterone [T] and the T/C ratio during a rugby match and during the post-competition recovery days. Eur. J. Appl. Physiol. 2003, 90(1-2) : 23-28.
20. Filaire E, Bernain X, Sagnol M, Lac G. Preliminary results on mood state, salivary Testosterone: Cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. Eur. J. Appl. Physiol. 2001, 86(2) : 179-184.
21. Filaire E, Lac G, Pequignot JM. Biological, hormonal, and psychological parameters in professional soccer players throughout a competitive season. Perceptual and Motor Skills 2003, 97(3 Pt 2), 1061-1072.
22. Foster C, Daines E, Hector L, Snyder AC, Welsh R. Athletic performance in relation to training load. Wisconsin Medical Journal 1996, 95 : 370-374.
23. 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.), Overload, Performance Incompetence and Regeneration in Sport (pp. 27-42). New York : Kluwer Academic / Plenum Publishers, 1999.
24. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, Doleshal P, Dodge C. 2001.
25. 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.
26. Foster C, Lehmann M. Overtraining syndrome. In N. Guten (Ed.), Running Injuries (pp. 173-188). Philadelphia : W.B. Saunders, 1997.

IX. INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

27. Foster C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med. Sci. Sports Exer.* 1998, 30(7) : 1164-1168
28. Fry RW, Morton AR, Keast D. Periodisation and the prevention of overtraining. *Can. J. Sports Sci.* 1992, 17(3) : 241-248.
29. Gabbett TJ. (). Incidence of injury in semi-professional rugby league players. *British J. Sports Med.* 2003, 37(1) : 36-43, discussion 43-34.
30. Gabbett TJ. Changes in physiological and anthropometric characteristics of rugby league players during a competitive season. *J. Strength Cond. Res.* 2005a, 19(2) 40.
31. Gabbett TJ. Influence of training and match intensity on injuries in rugby league. *J. Sports Med.* 2004a, 22(5): 409-417.
32. 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.
33. Gabbett TJ. Physiological and anthropometric characteristics of junior rugby league players over a competitive season. *J. Strength Cond. Res.* 2005b, 19(4) : 764-771.
34. 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
35. 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.
36. Gamble P. Periodization of training for team sport athletes. *J. Strength Cond. Res.* 2006, 28 :55-56.
37. 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.
38. - Grappe, F. (2005). Cyclisme et optimisation de la performance. Bruxelles. Ed. Deboeck
39. 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.
40. Impellizzeri FM, Rampinini E, Marcora S.M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J. Sports Sci.* 2005, 23(6) : 583-592.
41. Jenkins DG. Fitness testing and periodisation of training, *Preparing to Play Rugby* pp. 24-34. Sydney : Australian Sports Commission, 1995.
42. Jeukendrup AE, Hesselink MKC, Snyder AC, Kuipers H, Keizer HA. Physiological changes in male competitive cyclists after two weeks of intensified training. *Int. J. Sports Med.* 1992, 13 : 534-541.

IX. INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

43. Kelly VG, Coutts AJ. Planning and monitoring training loads during the competition phase in team sports. *Strength Cond. J.* 2007, 29(4) : 2-7.
44. Kibler WB, Chandler TJ. Sport-specific conditioning. *Am. J. Sports Med.* 1994, 2004.
45. 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.
46. 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.
47. Martin DE, Coe PN. *Better training for distance runners* (2nd Edition ed.), 1997.
48. Martveyev L. *Fundamentals of Sports Training*. (Translated from Russian). Moscow : Progress Publishers, 1982.
49. Maso F, Lac G, Filaire E, Michaux O, Robert A. Salivary testosterone and cortisol in rugby players : correlation with psychological overtraining items. *Br. J. Sports Med.* 2004, 38(3) : 260-263.
50. Mujika I, Padilla S, Pyne D, Busso T. Physiological changes associated with the pre-event Taper in athletes. *Sports Med.* 2004, 34(13) : 891-927.
51. Mujika I, Padilla S. Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Med. Sci. Sports Exerc* 2003, 35(7) : 1182-1187.
52. Nash, C. ; Collins, D. (2006). Tacit knowledge in expert coaching: science or art? *Quest.* 58. 465-477.
53. Norris SR, Smith DJ. *Planning, periodization, and sequencing of training* Champaign, Illinois : Human Kinetics, 2002.
54. Putlur P, Foster C, Miskowski JA, Kane MK, Burton SE, Scheet TP, McGuigan MR. Alteration of immune function in women collegiate soccer players and college students. *J. Sports Sci. Med.* 2004, 3(4) : 234-243
55. Rowbottom DG, Keast D, Garcia Webb P, Morton AR. Training adaptation and biological changes among well-trained male triathletes. *Med. Sci. Sports Exerc* 1997, 29(9) : 1233- 1239.
56. Rowbottom DG. Periodization of training. In J. Garret, W.E. & D. T. Kirkendall (Eds.), *Exercise and Sport Science*, pp. 499-514. Philadelphia : Lippincott, Williams and Wilkins, 2000.
57. Robson-Ansley, P.J. ; Gleeson, M.; Ansley, L. (2009). Fatigue Management in Preparation of Olympic Athletes. *Journal of Sports Sciences.* 1-12.
58. Selye H. *The Stress of Life*. London : Longmans Green, 1956.

IX. INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

59. Sweet TW, Foster C, McGuigan MR, Brice G. Quantitation of resistance training using the session-RPE method. *J. Strength Cond. Res.* 2004, 18(4) : 796-802.
60. Viru A, Viru M. Nature of training effects. In J. Garret, W.E. & D. T. Kirkendall (Eds.), *Exercise and Sport Science*, pp. 67-95. Philadelphia : Lippincott Williams and Wilkins, 2000.
61. Woodman L, Pyke F. (). Periodisation of Australian Football Training. *Sports Coach*, 1991 (April-June), 32-39.
- 61-Agnivik, J Football traduit du suédois par Rodin, M. Lacour, JR « Etude physiologique du sport Saint Etienne 1970 »
- 62-Ardle. W. MC.Katch ; V : *Physiologie de l'activité physique : Energie nutrition et performance* 4ieme édition Meloine 2001 Paris.
- 63-Behnke : In Marc Ardle .W.D. Katch: *Physiologie de l'activité physique : Energie nutrition et performance* 4ieme édition Meloine.
- 64-Bonnet ;F.Jaeger J H. Mansal CH : *Traumatologie et biomécanique du sport*
- 65-Brunet-Guedj, B.Moyen, Genety, J : *Médecine du sport*
- 66-Erick Mombaerts: *De l'analyse du jeu à la formation du joueur.*
- 67- Fox L.E Mathews. K.D : *Bases Physiologiques de l'activité ; Paris Vigot Montréal 1984.*
- 68-Garel, F : *La préparation du footballeur Paris ; édition Amphora SA 1978*
- 69-Gilles Cometti: *Football et musculation.*
- 70-Gueye Babacar: *Evaluation des qualités physiques chez les footballeurs juniors au Sénégal mémoire, maitrise INSEPS 1995*
- 71-Jànos Falfai: *Méthodes d'entrainement modernes et football.*
- 72-Jean Michel Laque ; Henri Cittour : *Encyclopédie pratiqué des sports.*
- 73-Jürgen W : *Biologie du sport édition 1992 Vigo Paris.*
- 74-Mme Diagne Mame Issa Mbissine Gueye : *Profil physique et morphologique des footballeurs du Sénégal.*
- 75-Monod, et Flandrois, F : *Physiologie du sport, bases physiologiques des activités physiques et sportives édition Masson, Paris.*
- 76-Nadeau ; M. Peronet .F : *Physiologie appliquée de l'activité physique édition Vigot 1980*
- 77-Pinceau J.C H.Arabi: *Typologie morphologie en gymnastique rythmique et sportive, cahier d'anthropologie et de biométrie humaine.*
- 78-HOOPER (S.L.), MACKINNON (L.T.), HOWARD (A.L.F.), GORDON (R.D.), BACHMANN (A.W.).

IX. INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- 79- Markers for monitoring overtraining and recovery. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 27, pp. 106-112, 1995. MACRAE (H.S.H.), DENNIS (S.C.), BOSCH (A.N.), NOAKES (T.D.).
- 80- Effects of training on lactate production and removal during progressive exercise in humans. *J Appl Physiol.*, 72, pp. 1 649-1 656, 1992. O'CONNOR (P.I.), MORGAN (W.P.), RAGLIN (J.S.).
- 81- Psychobiologic effects of 3 days of increased training in female and male swimmers. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 23, pp. 1 055- 1 061, 1991. PANDOLF (K.B.).
- 82- Differentiated ratings of perceived exertion during physical exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 14, pp. 397-405, 1982. SKRINAR (G.S.), INGRAM (S.P.), PANDOLF (K.B.)
- 83.- Effect of endurance training on ratings of perceived exertion and stress hormones in women. *Percept. Mot. Skills*, 57, pp. 1 239- 1 250, 1983. SNYDER (A.C.), JEUKENDRUP (A.E.), HESSELINK (M.C.K.), KUIPERS (H.), FOSTER (C.).
- 84- A physiological/psychological indicator of overreaching during intensive training. *Int. J Sports Med.*, 14, pp. 29-32, 1993. URHAUSEN (A.), GABRIEL (H.), KINDERMANN (W.).- Impaired pituitary hormonal response to exhaustive exercise in overtrained endurance athletes. *Med. Sci. Sport and Exerc.*, 30, pp.407-414, 1998

➤ Sites internet

1. [Quantification%20de%20la%20charge%20d'entrainement%20import.html](#).
2. <http://aees.pagesperso-orange.fr/Files/quantification.pdf>.
3. <http://www.fitevalsoft.com/20/prevention-surentrainement/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.
6. 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.

➤ Thèses

1. Processus d'entraînement des joueuses de football RPE comme méthode de contrôle Dr. Farid Chettouh, Université de Bejaia, ISSN 1112-9255 Numéro 9 / juin 2018.
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.

IX. INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

References documentaries

FallAssane: La physiologie de l'exercice 2008.

SeckDjiby: Bougez pour votre santé INSEPS 2007.

Mar Mayassine: Entraînement en football INSEPS 2002

Résumé

Cette étude porte sur le suivi d'une équipe de Football professionnel (MOBejaia) Algérie, durant un mésocycle compétitif de six (06) semaines, La méthode de quantification proposée permet de quantifier le travail fourni à l'entraînement tout en cherchant les incidences de celui-ci sur la fatigue des joueuses. En utilisant la Méthode RPE (Rating Of Perceived Exertion) et questionnaire de fatigue. Dans le but de calculer la corrélation entre IF et les différents Indices de la CE, montrer l'importance de quantification CE.

Notre échantillon est composé de dix-huit Footballeuses Séniors, appartenant à la ligue régionale (saison Sportive : 2018/2019), ont participé à la présente étude. Pour donner la perception de la difficulté de l'effort, Chaque joueuse a répondu à la question suivante : comment as-tu ressenti la séance ? », à la fin de la séance d'entraînement. Ensuite on a calculé les différents indices des CE (monotonie, contrainte et fitness), L'évaluation de niveau de fatigue a été réalisé à partir d'un questionnaire subjectif « échelle de fatigue et d'humeur ». La méthode utilisée dans cette étude a permis de quantifier les CE à partir des échelles d'estimation subjectives de l'intensité de l'exercice, et montré qu'il existe une relation étroite entre le niveau de fatigue et la CE.

Summary

The present study aims to quantify the training loads and determine the level of fatigue of a competitive mesocycle of six (06) weeks, in a team of professional football Algerian.

Using the RPE method (Rating Of Perceived Exertion) and fatigue questionnaire. In order to calculate the correlation between FIs and the different EC Indices, show the importance of CE quantification. Our sample is composed of eighteen Senior Women Footballers, belonging to the regional league (Sportive season: 2018/2019), participated in the present study. To give the perception of the difficulty of the effort, each player answered the following question: how did you feel the session? At the end of the training session. Then we calculated the different indices of EC (monotony, stress and fitness), Also determine the level of fatigue by responding to the subjective questionnaire "scale of fatigue and mood".

Key words : CE quantification, Foster method, fatigue, professional football.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد حجم التدريبات وتحديد مستوى التعب في الدورة المتوسطة من ستة (06) أسابيع، في فريق تصنيف الجهد المتصور (واستبيان التعب. من أجل RPE (كرة القدم مولودية بجاية الجزائري. باستخدام ريق حساب العالقة بين مؤشر التعب ومؤشرات حموات التدريب المختلفة في كرة القدم، أظهر أهمية التقدير الكمي لتكميم وتحديد حموات التدريب تتألف عينتنا من ثمانية عشر العبة كرة قدم فئة كبيرة، تنتمي إلى الرابطة الإقليمية) الموسم الرياضي: 2018/2019، شاركت في هذه الدراسة. إعطاء فكرة عن صعوبة الجهد، أجاب كل العب على السؤال لتالي : كيف شعرت بالدورة؟ في نهاية الدورة التدريبية. ثم قمنا بحساب مؤشرات حموات التدريب المختلفة (الرتابة والضغط". واللياقة (وحدد أي ضا مستوى التعب من خالل الاستجابة إلى الاستبيان الشخصي "مقياس التعب والمزاج سمحت الطريقة المستخدمة في هذه الدراسة بتقدير حجم حموات التدريب من مقياس التقدير الذاتي لكثافة التمرين، وأظهرت أن هناك عالقة وثيقة بين مستوى التعب وحموات التدريب الكلمات الرئيسية: تكميم وتحديد حموات لتدريب، طريقة فوستر، التعب، كرة القدم فريق محترف.