

## Gestion de la charge d'entraînement et prévention du surentraînement, la méthode de Foster (Séance RPE) comme un modèle.

### Management of training load and prevention of overtraining, Foster's method (RPE session) as a model.

Toumi Zineddine* Université de Badji Mokhtar Annaba- Algérie z.toumistaps@gmail.com	Ghennam Nouredine Université L'Arbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi –Algérie ghennamnouredinez@gmail.com
--	---

Date de soumission :18/05/2020

Date d'acceptation :28/05/2021

#### Résumé :

Les systèmes de gestion de la charge d'entraînement sont des outils qui aident les entraîneurs à mieux mesurer la charge d'entraînement qu'ils imposent aux athlètes. Plusieurs limitations, sont toutefois liées aux systèmes traditionnels basés sur certains repères physiologiques, en termes de résultats obtenus, d'autant plus qu'ils ne tiennent souvent pas compte de la charge psychologique. Ce phénomène a engendré la venue des systèmes subjectifs de gestion de la charge d'entraînement (séance-RPE) basés sur l'appréciation des athlètes (ou des entraîneurs) de leur fatigue ou de l'effort nécessaire à réaliser les entraînements prescrits. donc ce modèle s'avère un outil simple, efficace et valide pour avoir une très bonne gestion de la charge d'entraînement.

**Mots clés :** charge d'entraînement; la méthode séance- RPE (échelle de perception de l'effort); charge subjective; charge interne et externe; Surentraînement; football

#### Abstract:

Training Load Management Systems are tools that help coaches to better measure the training load they impose on athletes. Several limitations, however, are linked to traditional systems based on certain physiological benchmarks, in terms of the results obtained, especially since they often do not take into account the psychological load. This phenomenon has led to the appearance of subjective training load management systems (**Session-RPE**) based on the assessment of the athletes (or coaches) of their fatigue or the effort required to perform the prescribed workouts. So, this model proves to be a simple, effective and valid tool to have a very good management of the training load.

**Keywords:** Training Load; session RPE method (rating of perceived exertion); internal Load; external load; overtraining; football.

#### Introduction et problématique :

---

\* Auteur correspondant : Toumi Zineddine, Email: [z.toumistaps@gmail.com](mailto:z.toumistaps@gmail.com)

L'entraînement sportif des athlètes de haut niveau peut s'avérer un véritable casse-tête en soi lorsqu'on prend en considération toutes les variables et les impondérables qui peuvent affecter la performance sportive, autant à court qu'à long terme. Le préparateur physique doit posséder des connaissances dans plusieurs domaines liés à l'entraînement, comme (a) la physiologie de l'exercice, (b) la prescription d'exercices, (c) la planification de l'entraînement, (d) la biomécanique, (e) la réhabilitation des blessures, etc. Toutes ces sphères sont ensuite intégrées dans un tout complexe qu'est le plan d'entraînement. Bien que tout soit pris en compte, ce plan d'entraînement sera inévitablement modifié pour s'ajuster à la réalité de l'athlète ou de l'équipe. Il est donc important pour le préparateur physique de posséder les outils nécessaires afin de pouvoir détecter les moments opportuns qui justifieront des modifications au plan d'entraînement initial et de s'assurer que ces outils puissent être faciles à utiliser sur le terrain.

L'évaluation et le contrôle des différentes variables de l'entraînement et des réponses d'un athlète suite à une prescription d'exercices donnée, ce que l'on peut appeler **la gestion de l'entraînement**, sont primordiaux pour l'optimisation du programme d'entraînement, la prévention des blessures, de surentraînement et l'atteinte d'un pic de performance (Newton, 2011, p. 461). Ce processus est en quelque sorte une tentative pour assurer l'homéostasie et le suivi des adaptations à l'entraînement grâce à différentes méthodes. Tout dépendant des objectifs recherchés, il faut être en mesure de gérer ce fragile équilibre entre le stress imposé sur l'organisme et le processus de récupération. Or, il est difficile de savoir précisément comment l'organisme réagit aux stimuli qui lui sont imposés ? et comment celui-ci récupère. ?

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

Donc, notre recherche vise à répondre à la question principale suivante :

**Comment pouvons-nous savoir si la charge d'entraînement est adéquate ou non ? Autrement dit, comment pourrions-nous savoir si la charge de l'entraînement imposée à l'athlète est compatible ou non ? Et par quel moyen on peut s'assurer cette progression en adoptant une très bonne gestion de l'entraînement ?**

Bien souvent, les entraîneurs ne possèdent malheureusement pas les informations précises, ni les outils sophistiqués qui leur permettent de mesurer la charge interne d'entraînement ou comment le corps réagit face à un stress physiologique ?

(Impellizzeri, 2004); (Lambert, M. et Borresen, 2010). L'entraîneur émet souvent une prescription d'entraînement externe qui est basée sur son instinct et ses observations quant aux réponses de l'athlète à l'entraînement pour moduler et réajuster la charge d'entraînement, ce stress imposé sur l'organisme, ou utilisant des outils qui ne mesurent pas nécessairement ce que l'on souhaite mesurer (Impellizzeri, 2004) (Minganti, 2010). Il a également été démontré que **la perception de l'effort** fournie par l'athlète lors d'une séance d'entraînement varie énormément lorsqu'on la compare avec celle de l'entraîneur, pouvant ainsi amener un entraîneur à qualifier une séance d'entraînement de «facile» alors que l'athlète la qualifie comme «difficile» par exemple (Herman, 2006) (Wallace, 2009). Il est donc pertinent d'utiliser **un outil** qui permet de quantifier cette charge d'entraînement selon l'entraînement effectué ou le sport pratiqué et ainsi moduler cette charge dans la planification de l'entraînement afin d'optimiser la performance sportive ou atteindre l'objectif poursuivi.

Dans cet article, nous présenterons les concepts fondamentaux de la gestion de charge d'entraînement basé sur **un outil** nommé **la méthode Séance –RPE(rating of perceived exertion)**, les principaux indicateurs clés scientifiquement validés( de cette approche) , des résultats obtenus de notre recherche basés sur l'utilisation de cette méthode ( Séance-RPE ) chez des jeunes footballeurs Algériens pour avoir une valeur référentielle concernant cette catégorie d'âge (données personnelles), donne un autre exemple pour un joueur typique de ligue de rugby semi-professionnel, ainsi que des stratégies et recommandations pratiques qui, une fois appliquées, permettront de réduire les risques de surentraînement et d'optimiser la performance.

## **. Cadre théorique et conceptuel:**

### **1. La charge d'entraînement:**

#### **1.1. 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 T. & Domrow, N, 2007) .Dans le même ordre d'idées, il a été démontré que la mise en place d'entraînements intenses sur une période régulière fait partie intégrante des programmes d'entraînement de la plupart des sports qui requièrent un haut niveau de capacité physique (Kentta, G., & Hassmen, P, 1998) Jusqu'à un certain point et en fonction de sa capacité de récupération, plus l'athlète est en mesure de subir une charge d'entraînement élevée, meilleures devraient être ses performances (Gabbett T. & Domrow, N, 2007) L'observation des différents processus d'entraînement dans différents milieux nous permet de constater que les athlètes se voient souvent imposer une importante charge d'entraînement à la fois par leurs entraîneurs disciplinaires et par leurs préparateurs physiques afin d'atteindre et de surpasser les standards d'excellence de leurs sports respectifs.

#### **1.2. Catégories principales de la charge d'entraînement :**

Si le terme charge d'entraînement demeure limité aux activités d'entraînement et de compétition, celui de charge de travail, désigne la combinaison de facteurs de stress

sportifs et non-sportifs (entraînement, compétition, travail, vie sociale, famille, études, etc.) qui affectent le sportif (Soligard & al, 2016). La charge de travail peut être divisée en deux catégories principales: charge externe et charge interne.

### **1.2.1. Charge externe :**

La charge externe représente le stimulus externe, appliqué à l'athlète (Soligard & al, 2016). C'est le travail physique sportif et non sportif objectivement mesurable réalisé par l'athlète lors des entraînements, compétitions et des activités physiques de la vie courante. La charge externe est généralement mesurée à l'aide de chronomètre, capteurs GPS, accéléromètres, dynamomètres, etc.

### **1.2.2. Charge interne :**

La charge interne représente la réponse psychologique et physiologique à la charge externe, combinée à celle des activités de la vie courante et autres facteurs environnementaux et biologiques (Soligard & al, 2016). La charge interne est mesurée à l'aide de mesures objectives telles que la fréquence cardiaque, lactate sanguins et d'indicateurs subjectifs tels que la perception de l'effort (RPE).

Si la charge externe permet d'analyser le travail objectif réalisé par l'athlète et sa capacité de performance (Soligard & al, 2016), la charge interne est le déclencheur des adaptations -positives ou négatives- provoquées par l'entraînement (Coggan, A, 2008). Le contrôle et l'analyse de la charge interne permet d'identifier les besoins individuels de récupération, de prédire les baisses et améliorations de performance, d'anticiper les problèmes de santé et d'optimiser les programmes d'entraînement et de compétition.

La gestion efficace de la charge interne constitue la pierre angulaire de tout programme visant l'amélioration des performances et la préservation de la santé des athlètes (Gazzano.F, 2017).

## **2. Le surentraînement :**

### **2.1. Surentraînement et présentation des symptômes.**

Une mauvaise préparation, une mauvaise progression, une trop grande charge d'entraînement, des contraintes externes trop importantes ou un manque de repos peuvent résulter en un état de fatigue chronique chez l'athlète, en une diminution de ses performances et en un état de surentraînement (Weineck, 1997).

Le surentraînement a été défini par Mackinnon comme « un désordre neuroendocrinien caractérisé par une réduction de la performance en compétition, l'inaptitude à maintenir la charge d'entraînement habituelle, une fatigue persistante, une réduction de la sécrétion de catécholamines, des problèmes de santé fréquents et une perturbation du sommeil et de l'humeur » (MacKinnon, 2000) (Gazzano F. , 2003). Quant à lui, (Weineck, 1997, p. 489) Weineck (1997) propose une définition du surentraînement qui met en relief le caractère individuel du processus de récupération: « Par suite d'une série de récupérations insuffisantes, on voit se manifester des signes de surmenages physique et psychique. Ils s'inscrivent dans ce qu'on appelle le surentraînement. Il faut entendre par là un surmenage causé par l'accumulation de divers types de stimuli: entraînement trop dur, surcharges professionnelles et privées, manque de sommeil, alimentation inadéquate et autres facteurs de perturbation de l'organisme. » (p.489). Bien que le surentraînement soit associé à divers symptômes qui diffèrent en fonction des individus (Kenttä G, 2001) certains symptômes semblent

être communs chez la plupart des athlètes. Parmi ceux-ci, on retrouve notamment une perturbation au niveau de l'humeur et une augmentation de la perception de l'effort (Kentta, G., & Hassmen, P, 1998); (Raglin J. S., 2000); (Kenttä G, 2001)). Il est également possible de détecter une récupération déficiente caractéristique du surentraînement ou du processus pouvant y mener lorsque l'on observe, chez un athlète, des phases de stagnation ou de régression des performances physiques (Weineck, 1997) .

Si l'athlète atteint un état sévère de surentraînement, que cet état n'est pas détecté et qu'aucune mesure n'est prise pour y remédier, les symptômes ainsi que la diminution de la performance qui lui sont associés peuvent perdurer de quelques jours jusqu'à plusieurs mois (Morgan W. B., 1987) ; (Morgan W. C., 1988), (Kuipers, 1988) ; (Kentta, G., & Hassmen, P, 1998); (Kreider, 1998) (Kenttä G, 2001). Cette période peut varier pour plusieurs raisons. Notamment, diagnostiquer les stades précoces du surentraînement et distinguer l'«overreaching» (une baisse momentanée des performances suivies d'une récupération complète en l'espace de quelques jours) sont des tâches très difficiles. L'entraîneur peut ainsi avoir de la difficulté à agir au bon moment pour ajuster la charge d'entraînement de l'athlète (Gleeson, 2002); (Millet & le Gallais, 2007).

Dans certains cas, il est également difficile d'identifier la progression d'un athlète vers une situation de surentraînement en ne se fiant que sur les performances réalisées, car elles varient nécessairement au cours d'une saison et que l'«overreaching» n'est pas nécessairement caractérisé par des symptômes spécifiques (Millet & le Gallais, 2007).

**2.2. Prévention du surentraînement:** Les athlètes fournissent beaucoup d'effort au cours des entraînements et des compétitions, dans le but de gagner et de performer mais malheureusement ils ont de la difficulté à s'auto réguler correctement afin de critiquer toute augmentation de charges d'entraînement et ils préfèrent continuer à s'entraîner (Chamari, 2011) . Or cette élévation du volume et l'intensité des entraînements peuvent engendrer des cas de surentraînements et de blessure grave. Donc il est nécessaire que les entraîneurs et les préparateurs physiques suivent quelques exigences efficaces pour prévenir le surentraînement (Chamari, 2011).

**2.3. Rapport optimal entre charge d'entraînement, récupération et phénomène de surcompensation:**

L'entraîneur et le préparateur physique tentent, dans leur planification d'entraînement, de doser le plus adéquatement possible la charge d'entraînement imposée aux athlètes par rapport à leur capacité de récupération dans le but ultime d'optimiser leur développement et leurs performances. (Weineck, 1997) nous éclaire par rapport aux fondements scientifiques qui sont à la base de l'entraînement sportif. «Le processus d'évolution des phénomènes adaptatifs résultant de l'entraînement se divise en phases. On distingue la phase de charge ou phase de travail et la phase de récupération, y compris le mécanisme de surcompensation. Ainsi, on observe à la suite de la charge d'entraînement une baisse passagère de la capacité de performance sportive (baisse du potentiel énergétique) suivie d'une remontée (dans la phase de

recupération) au-dessus du niveau de départ. Cette capacité de performance accrue correspond au stade de surcompensation». ».voir la figure (1) ci-dessous :

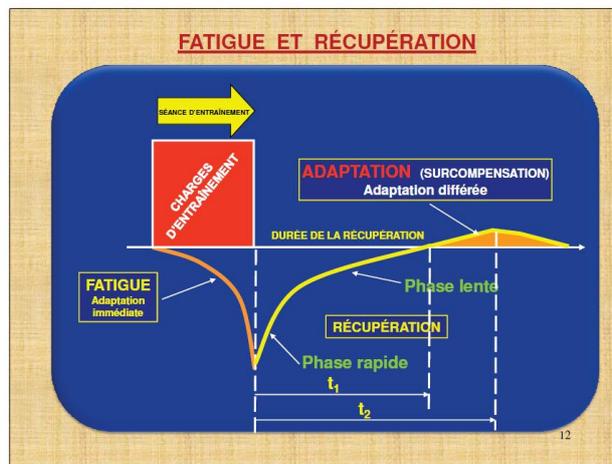


Figure n° (1) : représente le phénomène de surcompensation (fatigue, récupération, adaptation).

### 3. Quelles sont les méthodes de quantification de l'entraînement ?

Une raison majeure du peu d'informations disponibles sur les stratégies de périodisation optimales pour les sports d'équipe comme le FB est qu'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 (exp. 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 cardiofréquencemètres 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 limitant 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 (exp. 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 (Dellal, 2008).

**Heureusement**, la méthode de quantification des CE par la méthode RPE a été développée (Foster, 1998). Cette méthode-RPE permet désormais aux entraîneurs de FB de quantifier l'entraînement que leurs joueurs effectuent et par conséquent, de mieux contrôler la périodisation de l'entraînement. (Dellal, 2008).

#### 3.1. La méthode de l'échelle de perception de l'effort (Séance- RPE) ou (sRPE)

La charge d'entraînement réelle étant très complexe et laborieuse à mesurer, beaucoup d'entraîneurs et de chercheurs se sont tournés vers des protocoles plus subjectifs de mesure et de gestion de la charge d'entraînement (Foster, C, McGuigan, M.R, 2004); (Robson-Ansley, 2009). Parmi ces protocoles, les échelles de perception de l'effort sont des outils fréquemment utilisés pour d'une part, obtenir une appréciation de la charge subie à l'entraînement et d'autre part, pour connaître l'effet que cette charge a produit (fatigue) en fonction du processus de récupération. Le principe d'utilisation d'une échelle de perception de l'effort est simple : demander à l'athlète de coter et noter, sur une échelle de niveau, la cote de perception qui correspond le plus à ses sensations (Swank, 2003). De plus, la plupart des échelles disponibles qualifient ces différents niveaux (ex : peu exigeant à très exigeant) ou encore donne des exemples de sensations inhérents à ces niveaux (ex : sentir un essoufflement important, difficulté à parler, etc.) (Swank, 2003).

Un des protocoles qui semble être le plus fréquemment utilisé dans la littérature que nous avons consultée nécessite que les athlètes cotent leurs perceptions de l'effort à la fin de chaque entraînement (Foster C, 2001) , (Foster, C, McGuigan, M.R, 2004); (Wallace, L. al, 2008). Plus précisément, trente minutes (30min) après la fin de chaque séance d'entraînement. Et pour calculer l'intensité de la séance, les joueurs sont questionnés par une simple question «Comment as-tu ressenti la séance ?» (How hard was your workout?). L'échelle de perception de l'effort utilisée dans ce protocole pour coter l'intensité des différentes séances est celle de Borg à 10 niveaux (CR 10 scale) (Borg, et autres 1985; modifiée par (Foster C, 2001).

L'avantage d'une telle méthode de gestion de la charge d'entraînement est qu'elle est relativement simple à utiliser et facile à interpréter (Foster, C, McGuigan, M.R, 2004); (Wallace, L. al, 2008). De plus, il a été démontré que la méthode utilisant une estimation de perception de l'effort pour chaque séance est comparable, voire même avantageuse par rapport à des méthodes plus compliquées de quantification de la charge d'entraînement, autant pour les sports d'endurance (Foster C, 2001), que pour les sports collectifs (Coutts A, 2003); (Impellizzeri, 2004) tiré (Wallace, L. al, 2008), que pour les sport de combat (les art martiaux ) par exemple le Taekwondo (Haddad, 2011) et que pour l'entraînement en résistance (Day, 2004) . Cependant, sachant que la perception de la difficulté peut différer d'un athlète à l'autre pour un même entraînement, il semble souhaitable d'uniformiser l'échelle de perception de l'effort en le détaillant à l'aide de critères objectifs (Borg, E., & Kaijser, , 2006). Le principal désavantage d'un tel système de gestion de la charge d'entraînement réside dans la collecte des cotes. D'une part, d'un point de vue pratique, il est très laborieux que les entraîneurs recueillent les cotes auprès de chaque athlète après chaque entraînement pendant une année complète. D'autre part, dans le cas où les athlètes sont responsables de coter chaque entraînement dans un journal de bord de façon autonome, le risque de perte de données est souvent élevé (Hopkins, 1991). Ils peuvent être susceptibles d'oublier de coter des entraînements, de ne pas prendre le processus au sérieux (cotes aléatoires) et/ou de perdre leur cahier (Hopkins, 1991).

### **3.2. Méthode séance –RPE caractéristique principale :**

La méthode **Séance –RPE** développée par le Dr Américain Carl Foster est actuellement la seule méthode permettant de quantifier la charge pour TOUS les types d'entraînement (efforts continus, discontinus, compétitions, musculation, vitesse, etc.) La méthode séance –RPE se caractérise par :

- Très simple à comprendre et à utiliser.
- Ne nécessite aucun équipement particulier.
- Ne nécessite pas de mesure de la FC max. et de réévaluation régulière.
- Méthode validée de façon scientifique. Corrélations très fortes (0,75-0,9) entre RPE séance et score TRIMP, FC et lactates à l'effort (7 sujets, 50 séances chacun).
- Concept similaire au score TRIMP de Bnister (1975) mais applicable à tous les types de séances.
- Méthode validée pour les efforts d'endurance et aussi avec d'autres activités sportives comme le soccer(football) ,rugby, le basketball, volleyball, taekwondo , karaté et tennis, natation...etc. (Coutts AJ, 2007a); (Haddad, 2011); (Impellizzeri, 2004); (Novas, 2003); (Scott, 2013); (Wallace, 2009).
- Tient compte de la fatigue psychologique.
- Permet de quantifier efficacement la charge de travail, la tolérance individuelle à l'entraînement et de favoriser la prévention du surentraînement.

#### **4. Une gestion de la charge d'entraînement basée sur la méthode (sRPE) pour prévenir le surentraînement.**

Étant donné la complexité de tous les facteurs entrant en ligne de compte dans la gestion de la charge d'entraînement d'un groupe de footballeurs, il est intéressant d'envisager l'utilisation d'une collecte de données, d'indices de repères, d'observations et d'indicateurs clés de cette nouvelle approche pour faire une gestion individualisée. Dans une telle optique, nous vous présentons les éléments (indicateurs) qui sont à considérer et qui sont susceptibles d'influencer les décisions de l'entraîneur disciplinaire et du préparateur physique. Mais également l'interaction qui existe entre ces indicateurs.

Donc, la méthode-RPE pour contrôler la CE chez les joueurs d'équipes nécessite que chaque athlète donne sa perception de la difficulté de l'effort sur une échelle (**RPE, Rating of Perceived Exertion** en Anglais ou l'estimation de l'effort perçu) pour chaque séance d'entraînement (Voir Tableau 1) avec une mesure de la durée de la séance (Foster C, 2001). Pour calculer l'intensité de la séance, les joueurs sont questionnés par une simple question 'Comment as-tu ressenti la séance ?' Dans les **30 minutes** suivant la fin de chaque séance d'entraînement, afin de prévenir, que l'exercice effectué à la fin de la séance ne soit pas dominant dans les perceptions individuelles des joueurs. (Foster C, 2001) ; (Lambert, M. et Borresen, 2010). Un simple nombre représentant l'amplitude de la CE est ensuite calculé par la multiplication de l'intensité de la séance (RPE du tableau 1) par la durée de la même séance (min).

$$\text{CE} = \text{RPE de la séance} \times \text{durée (min)}$$

Par exemple, pour calculer la CE pour une séance de 60 min de durée avec des joueurs ayant donné une RPE de **5**, les calculs suivants sont effectués :  $\text{CE} = 5 \times 60 = 300 \text{ UA}$  (Unités Arbitraires).

#### 4.1. Les indicateurs clés de la méthode (séance RPE) ou (sRPE).

##### a) La charge d'entraînement :

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

##### b) Monotonie:

L'indice de Monotonie proposé par le scientifique américain Dr Carl Foster (Foster, 1998) mesure la fluctuation de la charge de travail quotidienne pendant la semaine. Une charge d'entraînement élevée combinée à un indice de monotonie supérieur à **2** est un facteur de risque important d'infection, et de problèmes de santé reliés au surentraînement (Foster, 1998).

Il est donc important de faire varier la CE en volume, en intensité ou en thématique afin de diminuer cet indice.

##### c) Contrainte:( charge effective subie par les athlètes):

Indicateur majeur des adaptations négatives lors des entraînements. «Une contrainte qui dépasse les 6000 UA (Unité Arbitraire) par semaine peut causer l'apparition du surentraînement, ou bien peut entraîner des blessures au-delà de 10000UA par semaine» (Foster, 1998) . Dans ses travaux auprès de patineurs de vitesse olympiques, Carl Foster a démontré que 89 % des infections survenaient dans les 10 jours qui suivaient les pics de l'indice contrainte (Foster, 1998) .Ainsi, le suivi de l'indice de contrainte peut s'avérer un outil précieux dans le contrôle de l'adaptation individuelle à la charge de travail et à la prévention des infections et problèmes de santé reliés au surentraînement (Foster, 1998).

##### d) Fitness (état de forme):

Indicateur associé à la capacité de performance temporaire du sportif .Il faut toutefois préciser que (Gazzano, 2007) est le seul auteur à intégrer la donnée du «fitness» dans ses ouvrages. Les autres auteurs répertoriés dans la littérature tiennent compte seulement de la charge d'entraînement, de la monotonie et de la contrainte.

##### e) Ratio de Charge Aigüe: Chronique (RCAC)

Le Ratio de Charge Aigüe: Chronique (RCAC) : mesure la relation existant entre la charge aigüe (charge de la semaine en cours) et la charge chronique (charge moyenne des 4 dernières semaines). Le suivi du RCAC permet de conserver la charge de travail dans la zone '**charge élevée, faible risque**' (**0.8-1.3**).

Lorsque le ratio est trop bas ( $< 0.8$ ) ou trop élevé ( $\geq 1.5$ ), le risque de blessure augmente de façon importante et la charge doit être ajustée. (Gabbett TJ, 2016); (Piggott B, 2009) ; (Fraser-Thomas J. & al, 2008)

**4.2. Le calcul de ces indicateurs clés :**( voir tableau (2) les calculs sont intégrés dans une application).

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

- **Indice de Contrainte = charge hebdomadaire × Monotonie** ; indicateur lié aux adaptations **néglatives** et au **surentraînement**.
- **Indice de Fitness = Charge – Contrainte** : (effets positifs représentés par l'indice charge – Effets négatifs représentés par l'indice contrainte).

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

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

- Programmer des charges d'entraînement, de les ajuster quotidiennement pour respecter les charges prévues.
- Contrôler les perceptions individuelles des charges d'entraînement par les joueurs et de suivre la périodisation de l'entraînement.
- L'optimisation de la performance et approche prophylactique (prévention et diminution des risques de blessures, détection des risques de surentraînement).

**Tableau n°(1) : L'échelle modifiée de RPE (Rating of Perceived Exertion, ou évaluation (note) de l'effort perçu) utilisée par les joueurs pour classer leurs perceptions de l'intensité de chaque séance d'entraînement.**

Note	Description
0	Repos
1	Très, Très Légère
2	Légère
3	Modérée
4	Assez Dur
5	Dur
6	
7	Très Dur
8	
9	
10	Maximale

Source : (Foster C, 2001)

## 6. Séance-RPE (sRPE) vs Fréquence cardiaque :

La fréquence cardiaque (FC) est souvent utilisée pour estimer la charge interne. Cette méthode s'appuie sur la relation linéaire existant entre la FC et la consommation d'oxygène à l'effort sous maximal (Halson, 2014) et nécessite généralement l'utilisation d'un cardiofréquencemètre.

Bien que s'appuyant sur des bases scientifiques, la quantification de la charge interne à l'aide de la fréquence cardiaque comporte deux limites importantes:

1) L'utilisation de la fréquence cardiaque sous-estime la charge interne lors des efforts de type anaérobie (activités intenses et de courte durée telles qu'accélération, sprints, musculation, etc.). (childinjury prevention).

2) Les fréquences cardiaques de repos, sous-maximale et maximale fluctuent quotidiennement (Bosquet, & al , 2008), (Halson, 2014). Par conséquent, sans une recalibration régulière du cardiofréquencemètre, la charge calculée à l'aide de la fréquence cardiaque restera une estimation imprécise.

Si la fréquence cardiaque permet de quantifier la charge interne et offrir des informations physiologiques supplémentaires lors de certaines séances, son utilité reste limitée aux activités de type aérobie. La méthode sRPE, plus polyvalente, permet de quantifier la charge interne avec précision (Foster C, 2001) et ce, pour la plupart des sports et activités d'entraînement et de compétition (Foster C, 2001).

### 7. RPE Séance – optimisation des microcycles d'entraînement

Lorsque l'on conserve la même charge hebdomadaire élevée ( $\pm 4000U$ ) et que l'on utilise le schéma: 4 séances dures +1 jour de repos +2 jours de récupération ( $\pm 30'$  @ RPE=3) l'entraînement est beaucoup mieux toléré que si l'on s'entraîne 6 jours @ RPE=5-6 avec 1 jour de repos. Adapté de (Foster, 1998)

#### 7.1. Exemple d'un microcycle basé sur cette approche et ses indicateurs clés en football (données personnelles).

**Tableau n°(2):** Un exemple de la charge d'entraînement, de la monotonie et de la contrainte pour un jeune footballeur Amateur U20 en période précompétitive (donnée personnelle).

tableau de quantification de la charge d'entrainement application Excel				
Jour	activités	RPE séance	Durée de séance(min)	Charge (ua)
samedi	prev +rappelCA	4	55	220
dimanche	PMA	7,5	50	375
lundi	repos	0	0	0
mardi	prev +plio	7	50	350
mercredi	vivacité+ tacti	2	50	100
jeudi	repos	0	0	0
vendredi	match	8,5	90	765
charge hebdomadaire moyenne		4,07	295	258,5714286
Charge hebdomadaire				1810
Ecart type				270,4119432
Monotonie	Charge hebdomadaire moyenne / écart type			0,956213048
contrainte	Monotonie x charge hebdomadaire			1730,745618
Rapport de fitness	Charge hebdomadaire- contrainte			79,25438239

### Analyse des résultats :

On constate au cours de cette semaine que les valeurs moyennes, de la monotonie et de la contrainte de l'équipe étaient inférieures par rapport à la valeur moyenne des charges hebdomadaires pendant la période de pré-compétition (semaine 6 = **CE=1810UA, IM =0,95, (IC)=1730.UA**)

### Discussion :

On constate que **la charge d'entraînement(CE)** imposée est importante pour un jeune joueur, mais également une faible contrainte, selon (Gazzano, 2007), charge d'entraînement(**CH**) élevée et contrainte faible, entraînement est **bien toléré**.

**-Indice de Monotonie :** indice de monotonie (**IM**) =0,95 UA, indicateur de variation de la charge de travail, lié aux adaptations négatives de la charge d'entraînement est relativement **faible**. Il faut rappeler qu'une monotonie basse d'entraînement pourrait prévenir la survenue des blessures et améliorer la performance. (Chiha et autres., 2015).

Il n'existe pas de valeur de référence concernant la monotonie et la contrainte. Mais (Gazzano, 2007) propose de ne pas dépasser une monotonie de valeur **(1)**. Tandis que (Foster, C.&. ; Lehmann., 1997) proposent de maintenir la monotonie sous la barre de valeur **(2)**. (Foster, 1998) a montré qu'un indice de 2 était la limite pouvant engendrer fatigue et surentraînement et qu'un indice égal ou supérieur à 2,5 provoquait blessure et/ou maladie. Il est donc important de faire varier la C.W en volume, en intensité ou en thématique afin de diminuer cet indice.

**La contrainte:** indicateur lié aux adaptations **négatives** et au **surentraînement** (Foster C, 2001) .selon le tableau **(2)** l'indice de contrainte est : **(IC=1730 UA)**.mais **CE=1810**.

Selon (Foster, 1998) lorsque la **contrainte** hebdomadaire est plus basse (faible) que la **charge hebdomadaire**, la capacité de performance augmente et vice-versa.

**-un rapport de fitness (état de forme):** (**IF = 79 UA**), signifiant qu'un indicateur **positif** de la capacité de performance. Donc l'augmentation de la sensation de bien-être subjectif pendant la période d'affûtage a permis d'expliquer l'amélioration de la performance en compétition dans 72% des cas (Hooper S L, 1995).

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

La moyenne de 4 dernières semaines précédentes est : 1692 UA (qui représente la charge chronique) et la charge du dernier microcycle est 1810UA (voir tableau n° 02), donc le ratio(**RCAC**) =  $1810/1680 = 1,06$  donc Le suivi du RCAC permet de conserver la charge de travail dans la zone charge élevée, faible risque (0.8-1.3) (Fraser-Thomas J. & al, 2008) ; (Piggott B, 2009) ; (Gabbett TJ, 2016).

Donc nos résultats ont montré qu'il existait une charge d'entraînement (seuil) (1700 - 1900 UA, (match inclus).) auquel on pourra s'assurer une surcharge utile et un entraînement bien toléré avec une faible contrainte chez le jeune footballeur Algérien pendant la période précompétitive.

**Selon** (Coutts AJ, 2007a) et ses collaborateurs ont montré aussi qu'il existait une charge d'entraînement "seuil" chez les footballeurs au-dessus de laquelle toute

augmentation ultérieure de la charge aurait un impact négatif sur les performances. Ils recommandent de ne pas prescrire des charges hebdomadaires d'entraînement supérieures à 2100 UA « Unités Arbitraires » (match inclus).

**Par contre** les résultats obtenus chez le **footballeur professionnel Algérien** en période précompétitive selon (Chebbah, K et Benlabeled, A, 2018) étaient très élevées (un facteur de risque) (**CH= 3425 UA** , **IM = 3,07** et **contrainte (IC) = 10521UA**).

Dans ce cas et Selon (Coutts AJ, 2007a) (Coutts, 2007b) ; (Impellizzeri, 2004) ; (Impellizzeri,& al, 2005) ; (Putlur P, 2004) .Ces auteurs ont montré que lorsque les valeurs de CE au cours des périodes précompétitives atteignent des valeurs dans les alentours de (2400-3200UA), 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.

Et selon (Foster, 1998) une charge effective (**contrainte**) de 6000 UA peut être une limite avant d'engendrer une fatigue non adaptative pouvant conduire vers un surentraînement. Et Une charge effective (**contrainte**) égale ou supérieure à 10 000 UA pourra causer blessure et/ou maladie.

**Remarque** : Cette saison 2015/2016, notre équipe (U20) a remporté le championnat, [(17) victoires, (1) match perdu et (4) matchs nuls.], pour la première fois de son histoire.

## 7.2 Exemple d'un microcycle basé sur cette approche et ses indicateurs clés en rugby :

**Tableau n°(3)** : exemple de la charge d'entraînement, de la monotonie et de la contrainte pour un joueur typique de ligue de rugby semi-professionnel est montré dans le tableau ci-dessous.

Jour	activités	RPE séance	Durée de séance	charge
lundi	musculati on	6	55	330
mardi	Tech/ end aérobie	7	75	525
mercredi	musculati on	8	60	480
jeudi	Tec+vitess e+agili	7	80	560
vendredi	technique	7	35	245
samedi	match	8	90	720
dimanche	repos	0	0	0

<b>Ch hebdomadaire</b>				<b>2860</b>
<b>Monotonie</b>	<b>Charge hebdomadaire moyenne / écart type</b>			<b>1.72</b>
<b>contrainte</b>	<b>Monotonie x charge hebdomadaire</b>			<b>4920</b>

Source: (Coutts A, 2003)

### Analyse des résultats :

On constate au cours de cette semaine que les valeurs moyennes des charges hebdomadaires, de la monotonie et de la contrainte de l'équipe étaient **supérieures** pendant la période de pré-compétition (valeurs de la semaine = **CH= 2860 UA, IM =1,72, IC=4920UA**) respectivement.

### Discussion :

-Une grande charge d'entraînement (**CE= 2860**) imposée aux athlètes pourra engendrer des problèmes de santé et des blessures. (Putlur P, 2004) a décrit une incidence élevée de pathologie et blessure chez les joueurs quand la charge d'entraînement varie entre 2000 et 3600 UA au cours des 9 semaines d'entraînement. Ces travaux sont confirmés par (Impellizzeri, 2004) et (Sweet, 2004). (Coutts AJ, 2007a) (Coutts, 2007b) ; (Impellizzeri, 2004) ; (Impellizzeri, & al, 2005) (Putlur P, 2004). Ces auteurs ont montré que lorsque les valeurs de CE au cours des périodes précompétitives atteignent des valeurs dans les alentours de (2400-3200UA), 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.

**La Monotonie:** L'indice de variabilité de l'entraînement avec la charge permet d'évaluer le surentraînement, selon le tableau(3) on constate que l'indice de monotonie **IM= 1,72** lié aux adaptations négative de la charge d'entraînement est relativement **élevé**. (Gazzano, 2007) a proposé de ne pas dépasser une monotonie de valeur **(1)**.

Cette valeur de monotonie nous renseigner que si elle est élevée, on peut signaler une incidence accrue de pathologie et de baisse de performance. (Chiha et autres,, 2015).

**La contrainte :** selon le tableau (3) indice de contrainte (**IC)= 4920UA**) est très élevée et plus grande que (**CE)=2860UA**, c'est un **facteur de risque**.

Selon (Foster, 1998) Lorsque la **contrainte** hebdomadaire est plus importante que la **charge** hebdomadaire, la capacité de performance diminue et vice-versa.

Selon aussi (Foster, 1998) une contrainte (charge effective) **de 6000 UA** peut être une limite avant d'engendrer une fatigue non adaptative pouvant conduire vers un surentraînement.

Carl Foster a démontré que 89 % des infections survenaient dans les 10 jours qui suivaient les pics de l'indice contrainte (Foster, 1998).

- **Un rapport de fitness (état de forme)**= 4920- 2860= -2060 signifiant qu'indicateur **néгатif** de la capacité de performance.

## **8. Les avantages et les limites de la méthode RPE :**

### **8.1 Les avantage :**

- Diversité des séances contrôlables par cette méthode en plus de la fatigue psychologique (subjective) qui est incluse !

Possibilité de mesurer l'intensité de l'effort lors de n'importe quel type de séance d'entraînement ou de compétition (Foster C, 2001); (Gabbett T. & Domrow, N, 2007); (Manzi, 2010); (Psycharakis, 2011) et (Celine, 2011).

Par exemple:

- ✓ lors des entraînements physiques (muscultation, vitesse, force, etc.)
- ✓ lors des entraînements techniques (drible, tirs)
- ✓ lors des entraînements technico-tactiques.

- Possibilité de quantifier séances mixtes (physique-technico-tactique.)

-Méthode valide dans différents sports : football (Impellizzeri, 2004) (Alexio H, Cootts A, 2008), natation (Wallace, 2009),le tennis (Novas, 2003), la muscultation (Eston,R & Evans,H,J, 2009), taekwondo (Haddad, 2011),rugby (Coutts, 2007b)et en basketball (Manzi, 2010) ...etc.

- Très simple à comprendre et à utiliser.

- Ne nécessite aucun équipement particulier.

- Ne nécessite pas de mesure de la FC max. et de réévaluation régulière.

- une méthode mixte qui permet de prendre en compte la charge externe mais également la charge interne

- permet d'apporter des renseignements complémentaires à ceux fournis par les critères de l'intensité, de l'exercice et des variables physiologiques employés par la méthode de Banister. (Banister EW, 1975).

-Elle permet aussi de minimiser la différence entre les charges d'entraînements prévues par les entraîneurs et les charges d'entraînements ressenties par les joueurs (Dellal, 2008).

- Cette approche permet l'amélioration de la planification et de l'optimisation de la performance sportive (Dellal, 2008).

- Permet l'amélioration dans l'ajustement des charges d'entraînement: Grâce à son suivi précis sur la perception de l'effort des athlètes. (Roy, 2013)

- l'approche préventive qui permet de maintenir les joueurs en forme physique et en bonne santé. (Chebbi, 2016)

- une méthode mixte qui permet de prendre en compte la charge externe mais également la charge interne de l'athlète. (Foster, 1998)

### **8.2 Les limites :**

-Les limites de cette approche (la méthode séance- RPE) prennent en considération et en grande partie l' implication et l'intuition propre de chaque participant. Un athlète peu expérimenté aura plus de mal à estimer la difficulté exacte qu'il va ressentir lord

des entraînements et de matchs. Une limite qui a été soulevée par plusieurs d'auteurs, par exemple (Foster C, 2001); (Chamari, 2011); (Roy, 2013)

En outre, Le principal désavantage d'un tel système de gestion de la charge d'entraînement réside dans la collecte des cotes, dans le cas où les athlètes sont responsables de coter (noter) chaque entraînement dans un journal de bord de façon autonome, le risque de perte de données est souvent élevé (Hopkins, 1991). Ils peuvent être susceptibles d'oublier de coter des entraînements, de ne pas prendre le processus au sérieux (cotes aléatoires) et/ou de perdre leur cahier (Hopkins, 1991).

### **Conclusion et recommandation :**

Il est possible d'affirmer que le système de gestion de la charge d'entraînement basé sur la méthode séance-RPE (Échelle utilisée pour l'autoévaluation de la difficulté des séances) présenté dans cet article permet d'obtenir des données précises et comparables entre elles pour quantifier et qualifier la charge d'entraînement d'un groupe d'athlètes. En effet, ce système permet aux entraîneurs d'observer l'évolution de la charge d'entraînement ainsi que de la fatigue des athlètes au cours d'une saison et de mettre en relation ces deux facteurs déterminants de la performance sportive (Weineck, 1997); (Kenttä G, 2001); (Smith, 2003).

Il a été démontré que la fatigue des athlètes est influencée par la charge d'entraînement qu'ils subissent et que les entraîneurs peuvent se fier à cette fatigue pour orienter leur prescription d'entraînement. Toutefois, d'autres facteurs externes (travail, études, vie sociale, etc.) semblent également affecter la fatigue des athlètes (objective et subjective) et les entraîneurs doivent en tenir compte afin d'optimiser la performance et d'éviter les situations de surentraînement (Weineck, 1997). En ce sens, ce système de gestion de la charge d'entraînement permet aux entraîneurs d'obtenir de l'information spécifique sur chacun des athlètes d'un groupe et d'individualiser leur prescription et leur intervention en fonction des besoins spécifiques de chacun. Cet aspect représente un avantage considérable de l'utilisation de ce système, la sensibilité et l'individualité des processus de récupération des athlètes ayant été clairement démontrées dans la littérature (Weineck, 1997); (Millet & le Gallais, 2007).

Finalement, pour qu'un système de gestion de la charge d'entraînement de ce genre soit efficace, il est nécessaire qu'il soit utilisé de manière régulière par l'entraîneur disciplinaire, par le préparateur physique et par tout autre spécialiste qui impose une surcharge d'entraînement supplémentaire aux athlètes. Ainsi, il est primordial que les décisions d'entraînement de chacun de ces intervenants soient non seulement cohérentes avec le plan d'entraînement, mais qu'elles tiennent également compte de la fatigue provoquée chez chaque athlète par la charge d'entraînement imposée par l'ensemble des intervenants.

La charge d'entraînement (CE) peut être contrôlée de différentes façons, cependant nous recommandons l'utilisation de la méthode-RPE pour quantifier l'entraînement parce qu'elle ne requiert aucun équipement particulier, simple d'utilisation, facile à comprendre et à mettre en place. A partir d'une perspective des Sciences du Sport, la validité et la fiabilité des mesures de la CE permettent d'évaluer de façon efficiente les différentes modalités et séances d'entraînement en FB. Cette méthode peut être utilisée

pour s'assurer que d'une part, des charges suffisantes sont prescrites et que d'une autre part, elles ne soient pas excessives.

Enfin, avec un peu de temps et de la pratique dans la mesure précise des CE, l'entraîneur connaîtra mieux les plans d'entraînement optimaux pour son équipe et pour ses joueurs pris individuellement.

Ceci pourrait sans doute amener à de meilleures performances sur le terrain des footballeurs et s'assurer que nos athlètes vivent une expérience sportive plaisante et enrichissante.

### **Bibliographie:**

#### **Bibliographie en anglais:**

1. Coggan, A. (2008). *The Science of the Performance Manager*. Retrieved from <https://www.trainingpeaks.com/blog/thescience-of-the-performance-manager/>
2. Alexio H, Cootts A. (2008). A Comparison of Methods Used for Quantifying Internal Training Load in Women Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 320–330.
3. Banister EW, C. T. (1975). A systems model of training for athletic performance. *Aust. J. Sports Med . Exer. Sci*, 7, 57-61.
4. Bompa, T. &. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training* ((5th Edition) ed.). (H. Kinetics, Ed.)
5. Borg, E.,& Kaijser, . (2006). A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16, 57-69.
6. Bosquet, & al . (2008). Is heart rate a convenient tool to monitor over-reaching? A systematic review of the literature. *Br J Sports Med*, 42(9).
7. Celine, C. M.-B. (2011). The perceived exertion to regulate a training program in young women. *J Strength Cond Res*, 25(1), 220-224.
8. childinjuryprevention. (n.d.). Retrieved from <http://childinjuryprevention.ca>
9. Coutts A, R. P. (2003). Changes in physiological and performance characteristics of semi-professional rugby league players in relation to training load: A case study. *Journal of . Sci. Med. Sport*, 6(4).
10. Coutts Aaron james, R. v. ( 2010). monitoring training loads in elite tennis. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*.

11. Coutts AJ, R. E. (2007a). Physiological correlates of perceived exertion during soccer-specific exercise. *Journal. Sci. Med Sport*.
12. Coutts, A. J. (2007b). Monitoring for overreaching in rugby league players. *European Journal of Applied Physiology*, 99(3), 313–324.
13. Day, M. M. (2004). Monitoring exercise intensity during resistance training using the RPE scale. *J Strength Cond Res*, 15(1), 109-115.
14. Eston, R & Evans, H, J. (2009). The validity of submaximal ratings of perceived exertion to predict one repetition maximum. *J Sports Sci Med*, 8(4), 567-573.
15. Foster C, F. J. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
16. Foster, C, McGuigan, M.R. (2004). A new approach to monitoring resistance training. *Strength and Conditioning Journal*, 26(6), 42-47.
17. Foster, C, & Lehmann. (1997). Overtraining syndrome. In: *Running Injuries*. G. Guten, ed. Orlando: W.B. Saunders, Co., 173–188.
18. Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(7), 1164-1168.
19. Fraser-Thomas J. & al. (2008). Examining Adolescent Sport Dropout and Prolonged Engagement from a developmental Perspective. *Journal of Applied Sport Psychology*, 20, 318-333.
20. Gabbett T. & Domrow, N. (2007). Relationships between training load, injury, and fitness in sub elite collision sport athletes. *Journal of Sports Sciences*, 25(13), 1507-1519.
21. Gabbett TJ. (2016). The training—injury prevention paradox: should players be training smarter and harder? *Br J Sports Med*, 50, :273–280.
22. Gleeson, M. (2002). Biochemical and immunological markers of overtraining. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1, 31-41.
23. Haddad, M. C. (2011). The construct validity of session RPE during an intensive camp in young male Taekwondo athletes. *Int J Sports Physiol Perform*, 6(2), 252-263.
24. Halson. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Med journal*, 44( (Suppl 2)).
25. Herman, L. F. (2006). Validity and reliability of the Session-RPE method for monitoring exercise training intensity. *South African Journal of Sports Medicine*, 18(1), 14-17.

26. Hooper SL, M. L. (1995). Markers for monitoring overtraining and recovery. *Med Sci Sports Exercise*.
27. Hopkins, W. G. (1991). Quantification of training in competitive sports: Methods and applications. *Sports Medicine*, 12, 161-183.
28. Impellizzeri, F. R. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Med Sci Sports Exercise*, 36(6), 1042-1047.
29. Impellizzeri, & al. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 583-592.
30. Kenttä G, H. P. (2001). Training Practices and Overtraining Syndrome in Swedish Age-Group Athletes. *Int J Sports Med*, 460-465.
31. Kentta, G., & Hassmen, P. (1998). Overtraining and recovery: A conceptual model. *J Sports Medicine*, 1-16.
32. Kreider, R. &. (1998). Overtraining in sport. *Champaign: Human Kinetics*.
33. Kuipers, H, Keizer, H. (1988). Overtraining in elite athletes: Review and directions for the future. *Sports Medicine*(6), 79-92.
34. Kuipers, H. &. (1988). Overtraining in elite athletes. *Review and directions for the future. Sports Medicine*, 6, 79-92.
35. Lambert, M. et Borresen. (2010). Measuring training load in sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*(5), 406-411.
36. MacKinnon, L. (2000). Special feature for the Olympics effects of exercise on the immune system: overtraining effects on immunity and performance in athletes. *Immunology and cell biology j*, 78 , 502-509.
37. Manzi, V. D. (2010). Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. *J Strength Cond Res*, 24(5), 1399-1406.
38. Minganti, C. C. (2010). The validity of Session-rating of perceived exertion method for quantifying training load in team gym. *Journal of Strength Cond Res*, 24(11), 3063-3068.
39. Morgan, W. B. (1987). Psychological monitoring of overtraining and staleness. *British Journal of Sports Medicine*, 21, 107-114.
40. Morgan, W. C. (1988). Mood disturbance followed increased training in swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20, 408-414.

41. Newton, R. C. (2011). Biological Principles and Practical Applications: Chapter 3.1 Principles of Athlete Testing. (Wiley-Blackwell, Ed.) *Strength and Conditioning*, 461.
42. Novas, A. R. (2003). A practical method of estimating energy expenditure during tennis play. *Journal Sciences & Med Sport*, 6(1), 40-50.
43. Piggott B, N. M. (2009). The relationship between training load and incidence of injury and illness over a pre-season at an Australian Football League club. *J Aust Strength Cond*, 17, 4–17.
44. Psycharakis, S. (2011). A longitudinal analysis on the validity and reliability of ratings of perceived exertion for elite swimmers. *Journal of Strength Cond Res*, 25(2), 420-426.
45. Putlur P, F. C. (2004). Alteration of immune function in women collegiate soccer players and college students. 3(4), 234-243.
46. Raglin, J. S. (1993). Overtraining and staleness: psychometric monitoring of endurance athletes. *Handbook of Research on Sport Psychology*, 840-850.
47. Raglin, J. S. (2000). Training and practices and staleness in 13-18-year-old swimmers, A cross-cultural study. *Pediatric Exercise Science*, 12, 61-70.
48. Robson-Ansley, M. G. (2009). Fatigue management in the preparation of Olympic players. *Journal of Sports Sciences*, 27(13), 1409-1420.
49. Scott, T. B. (2013). Validity and reliability of the session RPE method for quantifying training in Australian Football: A comparison of the CR10 and CR100 scales. *J Strength Cond Res*, 27, 270–276.
50. Smith, D. J. (2003). A framework for understanding the training process leading to elite performance. *J Sports Medicine*, 33(15), 1103-26.
51. Soligard T et al;. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *Br J Sports Med*.
52. Swank, A. S. (2003). Strategies for effectively using ratings of perceived exertion. *Strength and Conditioning journal*., 25(4), 23-25.
53. Sweet, T. F. (2004). Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18, 796-802.

54. Wallace, L. al. (2008). Using Session-RPE to Monitor Training Load in - Swimmers. *Strength & Conditioning Journal*, 30( 6), 72- 76.
55. Wallace, L. S. (2009). The ecological validity and application of the Session-RPE method for quantifying training loads in swimming. *J Strength Cond Res*, 23(1), 33-38.

### Bibliographie en français :

1. Borges Oliveira, T. (2013). méthode pour quantifier l'entraînement en Canoë Kayak-sprint. *journal of strength and conditioning research*, 28(2), 474-482.
2. Chamari, K. ( 2011). Contrôle de la charge d'entraînement en football. Congrès Tunis.
3. Chebbah, K et Benlabed, A. (2018). Analyse et quantification de la charge de l'entraînement pendant la période de préparation physique d'avant saison chez les footballeurs. *revue la Créativité sportive*, 1(9), 437-452.
4. Chebbi, M. (2016). *Utilisation de la méthode de perception de l'effort (SÉANCE RPE:Rating of Perceived Exertion ) dans la prévention du surentrainement et des blessure musculaire chez des joueurs de soccer*. Canada.
5. Chiha et autres. (2015). détermination de la charge d'entraînement par la méthode RPE d'une équipe professionnelle Algérienne de football.25-33
6. Dellal, A. (2008). *De l'entraînement à la performance en football*. Bruxelles: De Boeck Supérieur.
7. Gazzano. (2007). *controle de la charge et pévention du surentrainement*. Consulté le février 21, 2013, sur [http://staps.univ-lille.fr/fileadmin/user\\_upload/ressources\\_peda/Masters/Recherche/2007/charge\\_entrainement\\_Gazzano.pdf](http://staps.univ-lille.fr/fileadmin/user_upload/ressources_peda/Masters/Recherche/2007/charge_entrainement_Gazzano.pdf)
8. Gazzano, F. (2003). *Le surentrainement, détection et prévention*. Canada.
9. Gazzano.F. (2017). *Optimisation de la charge d'Entraînement et Prévention des Blessures Sportives*. Récupéré sur . <https://ca.linkedin.com/in/francoisgazzano>
10. Millet, & le Gallais. (2007). *La préparation physique, optimisation et limites de la performance sportive*. Paris: Masson.

1. Toumi Zineddine  
2. Ghennam Nourddine

Gestion de la charge d'entraînement et prévention du  
surentrainement, la méthode de Foster (Séance RPE)  
comme un model

11. Roy, X. ( 2013). *L'échelle de perception de l'effort pour quantifier et moduler la charge d'entraînement en football universitaire.*
12. Weineck, J. (1997). *Manuel d'entraînement Collection Sport et Enseignement.* Paris: Edition Vigot.