Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Table des matières

1 Introduction 7
1.1 Contexte et situation initiale 7
1.2 Etat des travaux préliminaires 14
1.3 Objectifs, questions de recherche et hypothèses 16
1.3.1 Objectifs 16
1.3.2 Questions de recherche 17
2 Méthode 18
2.1 Echantillon 18
2.2 Design de recherche 19
2.3 Récolte de données pour la phase d'observation 20
2.3.1 Evaluation de la charge externe 21
2.3.2 Evaluation de la charge interne 24
2.3.3 Relation charge interne/externe 27
2.4 Récolte de données au pré-test et post-test 28
2.4.1 Tests de sprint linéaire (10 mètres et 30 mètres) 28
2.4.2 Test de vitesse multidirectionnelle 28
2.4.3 Yo-Yo intermittent Recovery Test (Yo-Yo IR1) 29
2.4.4 Test d'âge biologique 31
2.5 Evaluation et analyse 32
2.5.1 Evaluation des données 32
2.5.2 Statistiques 32
3 Résultats 33
3.1 Résultats descriptifs 33
3.1.1 Résumé des activités pratiquées aux entraînements de la phase d'observation ... 33
3.1.2 Résultats de charges externes pour les entraînements et les matchs 34
3.1.3 Résultats de charges internes pour les entraînements et les matchs 35
3.1.4 Résultats du pré-test et du post-test 36
3.2 Corrélation des charges internes et externes 37
3.2.1 Corrélations des paramètres de charges entre les matchs et les entraînements 37
3.2.2 Corrélations entre les paramètres de charges pour les entraînements et les matchs 39
3.3 Corrélations entre l'âge biologique et les paramètres de charge 41

3.4 Corrélations entre les résultats au pré-test et les paramètres de charge 44
3.5 Corrélation entre la différence pré-test/post-test et les paramètres de charge..... 47
4 Discussion 52
4.1 Discussion des résultats..... 52
4.2 Discussion de la méthode 56
5 Conclusion..... 57
5.1 Conséquences pratiques 58
Bibliographie 59

Résumé

Introduction : L'objectif de cette étude était d'évaluer de manière simultanée les mesures internes et externes de la charge physique pendant une phase de compétition de 6 semaines afin d'établir des critères d'entraînement appropriés et détecter des tendances de performance. Les experts sont actuellement capables de déterminer les charges externes comme la distance totale parcourue, les distances parcourues dans différentes zones de vitesse, les sprints et les accélérations des participants. La charge interne peut être définie de manière objective par la méthode de fréquence cardiaque d'Edwards (1993) et également par la session RPE qui se caractérise par la définition subjective (Foster and al., 2001) de la charge interne. Il n'existe actuellement pas de données de monitoring de charge interne et externe pour les entraînements et les matchs chez les joueurs juniors suisses de niveau M15.

Méthode : L'échantillon était composé de 14 joueurs de champ (âge *13.8 ± 1.8 ans,* taille *1.63 ± 0.11 m,* poids *51.3 ± 12.8 kg*) qui évoluaient dans le niveau de football élite M15 de l'Association Suisse de Football. La phase d'observation s'est déroulée sur 6 semaines et était composée de 17 entraînements, 4 matchs de championnat et un match de Coupe Suisse. Avant et à la fin de la phase d'observation, deux journées de tests ont été effectuées (Yo-Yo IR1, 10m et 30m sprint linéaire, 5m-10m-5m). Un monitoring GPS complet des charges externes et une évaluation objective (fréquence cardiaque) et subjective (session RPE, AU) de la charge interne ont été réalisés pour la phase d'observation.

Résultats : Pour les matchs, les joueurs ont parcouru en moyenne *9524 ± 927* m en match et *5791 ± 390 m* à l'entraînement. Les participants de l'étude ont passé *48.0 ± 22.9 %* de la durée totale du match à >85% de la FCmax et *23.7 ± 9.6* % de leurs sessions d'entraînement à >85% de la FCmax. Des différences significatives entre les entraînements et les matchs sont observées pour toutes les charges récoltées. Les corrélations entre les charges ont démontré que les joueurs qui parcouraient le plus de distances totales et à haute intensité ont donné des valeurs de ressenti interne bas. Les relations entre l'âge biologique et les paramètres de charge ont révélé de manière inattendue que les joueurs en retard de croissance effectuaient plus de distances à haute intensité que leurs coéquipiers d'âge biologique normal et avancé.

Discussion et conclusion : L'utilisation simultanée des charges internes et externes peut faciliter l'interprétation de la difficulté de l'entraînement. La différence d'intensité entre les entraînements et les matchs peut s'expliquer par des dimensions de terrains non-similaires ou encore par des pauses régulières entre les exercices à l'entraînement. Des perspectives d'amélioration physique sont prescrites pour chaque joueur grâce aux résultats de charges.

1 Introduction

1.1 Contexte et situation initiale

En football, les paramètres nécessaires à la réalisation de performances sont multiples. D'après Mendez-Villanueva, Buchheit, Simpson & Bourdon (2013), un match de football chez les jeunes footballeurs requiert une interaction entre les composantes tactiques, techniques, psychologiques et physiologiques. Comme expliqué dans l'ouvrage de Weineck (2007) sur la performance optimale, la technique et la condition physique sont deux éléments qui vont influencer fortement le niveau du joueur. Cependant, sans capacités cognitives et sans compétences psychiques, le joueur ne pourra pas fournir une prestation de haut niveau. Tous ces facteurs sont liés et lorsque l'interaction entre tous les domaines est optimale, le joueur peut fournir une performance sportive accomplie. Les composantes techniques se travaillent généralement en effectuant des exercices à basse intensité afin de privilégier la qualité des mouvements. Toutefois, pour être plus proche des situations de match, les entraîneurs demandent aux joueurs d'effectuer le travail technique sous pression. Les phases techniques sous pression se déroulent à moyenne ou haute intensité et requièrent une interaction entre les capacités de coordination et de mobilité (Weineck, 2007).

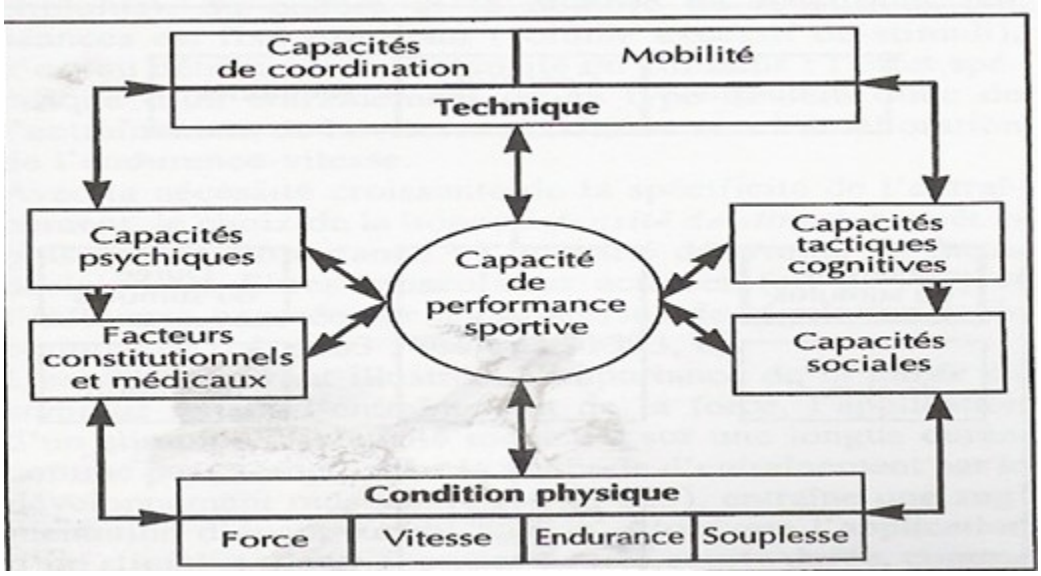


Figure 1 : Graphique de la performance optimale par Weineck (2007)

Un autre aspect principal du graphique de la performance de Weineck (2007) est la condition physique. Weineck a défini quatre aspects de la condition physique nécessaire à la

performance sportive: la force, la vitesse, l'endurance et la souplesse. Ces éléments sont travaillés quotidiennement lors des entraînements de football et sont caractérisés par des formes d'exercices spécifiques à chaque domaine (Comisetti, Débonnaire & Ritschard, 2014).

Pour développer les aspects physiologiques pertinents à la performance en football, les entraîneurs et les scientifiques doivent avoir une solide compréhension des interactions complexes et des multiples facteurs physiologiques qui interviennt lors d'un match. (Mendez-Villanueva and al., 2013). Les études récentes sur de jeunes footballeurs ont permis de comprendre les différents facteurs influant sur la performance en football (Henderson, Cook, Kidgell, & Gastin, 2015 ; Mendez-Villanueva and al., 2013 ; Rebelo, Brito, Seabra, Oliveira & Krustrup, 2014). Les auteurs se sont concentrés sur les aspects physiologiques de la performance et plus concrètement sur les charges liées à la condition physique.

Lors d'entraînements et de matchs de football, les joueurs effectuent plusieurs activités explosives comme des sprints, des sauts, des tacles, des changements de direction, des courses à haute intensité, des contractions énergiques pour maintenir un bon équilibre et des contrôles de balle sous la pression des adversaires (Bangsbo, Iaia & Krustrup, 2008; Krustrup and al., 2006; Stølen, Chamari, Castagna & Wisloff, 2005). Afin de pouvoir classer les efforts produits et définir l'intensité de ces différentes actions, il est nécessaire de quantifier les charges effectuées. La quantification de la charge d'entraînement est généralement basée sur les facteurs de charges externes (par exemple: la distance, la puissance développée, le nombre de répétitions) et internes (par exemple: la consommation d'oxygène, la fréquence cardiaque, le lactate sanguin, l'effort perçu). Ces indicateurs permettent de quantifier l'intensité de l'effort. (Bucheit, 2014)

Afin de définir les différents paramètres de charges externes en football, le système GPS (Global Position System) est utilisé. Ce système permet principalement de calculer la distance totale parcourue, le nombre de sprints effectués et la vitesse maximale développée durant les entraînements et les matchs. Avec l'aide des ceintures cardiaques, il est également possible de mesurer le temps passé dans les différentes zones d'intensité en fonction de la fréquence cardiaque maximale des joueurs. Le nombre de sprints et d'accélérations peut être calculé en définissant des zones de vitesse au préalable. Ces informations permettent à l'entraîneur de voir si les entraînements sont ciblés et si les résultats de charges externes correspondent aux types d'entraînement souhaités. Bien que l'exactitude des unités du GPS utilisées pour mesurer la

distance totale ait été signalée bonne (3-7% d'erreur), elle s'est montrée modérément précise pour définir les courses de haute intensité (11-30% d'erreur) (Coutts & Duefield, 2010).

Pour définir les paramètres de charges internes, il a été prouvé que l'utilisation de la fréquence cardiaque était appropriée. La fréquence cardiaque semble être l'un des meilleurs moyens objectifs de quantifier l'intensité de l'entraînement aérobie (Achten & Jeukendrup, 2003 ; Gilman, 1996). De nombreuses méthodes utilisent la fréquence cardiaque pour quantifier les charges d'entraînement internes (Banister, Calvert, Savage & Bach, 1975; Banister, 1991; Morton, Fitz-Clarke & Banister, 1990). Les méthodes de fréquence cardiaque et de session RPE (Rating of Perceived Exertion) (Foster and al., 2001; Banister, 1991; Edwards, 1993;. Lucia, Hoyos, Santalla, Earnest & Chicharro, 2003) ont été utilisées avec succès pour déterminer la charge interne associée à des matchs de football et des sessions d'entraînement. (Impellizzeri and al., 2004). Banister (1991) a développé le «Training impulse» (TRIMP) comme méthode pour quantifier la charge d'entraînement. Le TRIMP prend en considération l'intensité de l'exercice calculé en multipliant la fréquence cardiaque moyenne par la durée de l'exercice. Grâce à la méthode Edwards (1993), la charge d'entraînement peut être calculée en multipliant le chiffre de la zone de fréquence cardiaque (50-60% FCmax = 1, 60-70% = 2, 70-80% = 3, 80-90% = 4, 90- 100% = 5) dans laquelle se situe le joueur en moyenne pour l'entrainement par la durée de l'entrainement. Afin de connaître le stimulus d'adaptations induit par l'exercice, une troisième méthode peut être utilisée. Foster and al. (2001) ont proposé de calculer l'intensité de l'effort perçu (RPE) comme outil pratique pour évaluer la charge interne en endurance et pour les sports d'équipe. Cette méthode nécessite que les joueurs évaluent subjectivement l'intensité de l'ensemble de la session d'entraînement en utilisant une version modifiée de l'échelle de catégorie développée par Borg (1998). L'échelle de Foster se caractérise par une annotation de 0 à 10 (Foster and al., 2001). Cette valeur d'intensité est ensuite multipliée par la durée totale (en minutes) de la session d'entraînement pour créer une seule mesure de charge interne (RPE-TL) en unités arbitraires (AU) (Foster and al., 2001). Pour plus de précision au niveau de la quantification de la charge interne, les joueurs peuvent décrire l'intensité de l'entraînement de manière globale (RPEgénéral) et plus spécifique pour les muscles des jambes (RPEmusculaire). Cela peut être une alternative intéressante et permet une utilisation différenciée des ressentis respiratoires (global) et musculaires (Arcos, Martínez-Santos, Yanci, Mendiguchia & Méndez-Villanueva, 2015). En outre, étant donné que le football implique de nombreux mouvements explosifs comme les sprints, les changements de

direction et les changements de rythme (Stølen and al., 2005), l'utilisation de la méthode RPE semble être suffisante pour mesurer la charge interne lors des matchs officiels en raison de sa capacité reconnue d'évaluer l'effort physiologique quels que soient le type et l'intensité de l'exercice (Impellizzeri and al., 2004; 2005).

La charge externe est souvent similaire pour chaque membre de l'équipe en raison de la prescription et de l'utilisation dominante des exercices en groupe lors des entraînements (Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004). L'évaluation simultanée des mesures internes et externes de l'intensité d'effort permettrait de fournir une meilleure indication de la charge pour les joueurs de football pendant une compétition et elle pourrait aider à établir des critères d'entraînement appropriés (Mendez-Villanueva and al., 2013). La nécessité de comprendre les mécanismes de charge interne au sein de l'environnement des sports d'équipe revêt une importance particulière. Le stress physiologique interne est défini comme la réponse physique du corps à une charge appliquée depuis l'extérieur du corps. Le stress physiologique agit différemment sur chaque personne. Par conséquent, la charge interne, et non la charge externe, est directement responsable du phénomène d'adaptation à l'entraînement (Impellizzeri, Rampinini & Marcora, 2005). Amann, Subudhi & Foster (2006) ont démontré les relations positives entre les performances d'endurance et diverses mesures d'exercice aérobies sous-maximales. Si le ratio charge externe/charge interne caractérise parfaitement les mesures de l'état de forme physique (Akubat, Barrett & Abt, 2014). Cette relation peut également prédéterminer une performance donnée. Amman and al. (2006) ont mis en lien le ratio charge externe/charge interne avec certaines capacités d'endurance récoltées par des tests sur le terrain. Le calcul du ratio semble être une alternative intéressante à l'évaluation de la charge physique.

Lors de l'évaluation des exigences physiques pour les matchs officiels, des études antérieures ont utilisé différents paramètres externes tels que la distance totale couverte, la distance parcourue à différentes intensités (faible, moyenne, élevée, en sprint), et la distance couverte en utilisant des modèles différents de mouvement (Henderson and al., 2015). La mesure de distance parcourue à différentes intensités est utilisée pour décrire le rendement et surveiller la charge d'entraînement. La distance à haute intensité (HID) couverte dans un match est considérée comme une mesure valide de la performance en raison de sa capacité à différencier les différents niveaux de match (Akubat and al., 2014). Les joueurs de football élite adultes couvrent en moyenne 9 à 12 km durant un match officiel, dont 1.5 à 3.5 km à haute intensité

Rapport-Gratuit.com

(Mohr, Krustrup & Bangsbo, 2003). Les études de Castagna, Impellizzeri, Cecchini, Rampinini & Alvarez (2009) et Castagna, Manzi, Impellizzeri, Weston, Barbero & Alvarez (2010) démontrent que les joueurs de football d'élite de moins de 17 ans parcourent en moyenne de 5 à 7 km durant un match de 60 minutes, dont 15% (0.4 à 1.5 km) à haute intensité. Les mesures de fréquence cardiaque pendant un match de football ont démontré que les joueurs de champ sont soumis à des charges physiologiques élevées avec des intensités d'exercice moyennes autour de 85% de la fréquence cardiaque maximale (FCmax) et des pics cardiaques proches de la FCmax (Castagna, D'Ottavio & Abt, 2003; Castagna and al., 2009)

Les distances que couvrent les joueurs de football dans un match se déroulent à différentes vitesses. (Bangsbo, Nørregaard & Thorsø, 1991; Di Salvo and al., 2007, 2010; Ekblom, 1986; Reilly, 1996). Plusieurs facteurs influencent la vitesse à laquelle les joueurs se déplacent sur le terrain. Ces facteurs comprennent, par exemple, l'état d'entraînement, le style de jeu, la capacité de l'équipe à garder la balle, la position du joueur, la situation tactique et la phase de compétition. (Bangsbo and al., 1991; Di Salvo and al, 2007; Krustrup & Bangsbo, 2001; Mohr and al., 2003; Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi & Impellizzeri, 2007; Reilly, 1996). Les jeunes joueurs ont tendance à effectuer moins de distance et moins d'efforts à haute intensité durant la deuxième mi-temps du match (Buchheit, Delhomel & Ahmaidi, 2008).

Les périodes de match extrêmement intensives sont caractérisées par des sprints et des mouvements rapides qui permettent des phases de jeu réussies. (Reilly, Bangsbo & Frank, 2000). Les charges sont intermittentes et changent tous les trois à cinq secondes (Krustrup and al., 2006). Par conséquent, le métabolisme énergétique à la fois aérobie et anaérobie est utilisé. 80% à 90% des mouvements sont pris en compte par les voies aérobies et 10% à 20% des mouvements par le métabolisme énergétique anaérobie (Bangsbo, 2005). La capacité de récupération entre les efforts à haute intensité est étroitement corrélée avec la capacité d'endurance aérobie (Castagna, Impellizzeri, Rampinini, D'Ottavio & Manzi, 2007). Les mouvements décisifs à haute intensité sont étroitement liés à une capacité d'endurance anaérobie bien développée (Castagna and al., 2006). Avec l'augmentation accrue du niveau de la concurrence en compétition, on a constaté une utilisation croissante du système anaérobie (Stolen and al., 2005). Ces données soulignent l'importance de la performance d'endurance intermittente, qui est une composante importante de la condition physique liée à la capacité de maintenir un travail à haute intensité tout au long des séances d'entraînement et des match (Reilly and al., 2000; Stolen and al., 2005; Vaeyens, Lenoir, Williams & Philippaerts, 2008).

Pour les préparateurs physiques et les entraineurs, il est primordial de connaître le niveau physique des joueurs. La connaissance de l'intensité des charges est le point de départ pour la conception de programmes physiques. Cela permet de prendre des décisions objectives qui pourront diminuer les risques de blessures. Les préparateurs physiques ont donc la possibilité d'effectuer des tests de conditionnement physique intermittents liés à la distance totale parcourue ainsi qu'à la distance parcourue à haute intensité. En outre, il a été observé que le Yo-Yo IR1 est un test fiable et une mesure valide de la capacité d'effectuer des courses à haute intensité lors des matchs de football (Krustrup and al., 2003; Reilly, 2006). Ainsi, le Yo-Yo IR1 peut être considéré comme un test utile pour évaluer le niveau de préparation et guider la prescription de l'entraînement pour les jeunes joueurs de football (Castagna et al., 2009). En évaluant à quelques mois d'intervalle le niveau de capacité physique, l'entraîneur peut constater si les joueurs se sont améliorés ou si leurs performances se sont détériorées. La capacité de sprint et d'accélération est également importante en football. L'évaluation de la vitesse de course des joueurs en phase de développement devrait donc inclure des évaluations à la fois de l'accélération (par exemple, 10 mètres) et de la vitesse de sprint maximale (par exemple, >40 mètres). Il est recommandé que les entraîneurs de condition physique intègrent régulièrement des exercices de vitesse dans l'entrainement afin que la vitesse de sprint maximale soit atteinte (Mendez-Villanueva, Buchheit, Simpson, Peltola & Bourdon, 2011).

Selon la catégorie d'âge, les demandes physiologiques sont différentes. Pour cela, il est nécessaire que les entraîneurs adaptent les séances aux besoins des joueurs. Selon la phase de compétition, les entraîneurs doivent aussi adapter leurs entraînements. La première phase de compétition doit permettre aux joueurs de maintenir les capacités aérobies travaillées durant la préparation physique. Selon le plan cadre de préformation (Comisetti and al., 2014) mis en place par l'Association Suisse de Football (ASF), les huit premières semaines de championnat doivent permettre aux joueurs de niveau élite M15 de travailler les capacités de vitesse, de force, mais également de maintenir la capacité aérobie en effectuant des entraînements de rappel.

Une étude de Buchheit, Mendez-Villanueva, Simpson & Bourdon (2010) prouve que les données récupérées sur la condition physique et les performances de course en match servent à souligner que la position du joueur peut exercer plus d'influence que son niveau physique dans la détermination des demandes énergétiques en football. Les positions sur le terrain peuvent avoir

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MEMOIRES

un impact sur les performances physiques des jeunes joueurs et cela indépendamment de leurs aptitudes physiques (Buchheit and al., 2010).

D'autres éléments peuvent influencer la charge physique. Des circonstances différentes comme les matchs à l'extérieur, les matchs à domicile ou la réussite de l'équipe pendant le championnat sont des raisons qui peuvent influencer la différence de charge physique (Gregson, Drust, Atkinson & Salvo, 2010). Les choix et la disposition tactique peuvent également avoir une influence sur les courses des joueurs durant le match. Comme le démontrent Mendez-Villanueva and al. (2011), des contraintes tactiques peuvent moduler la relation entre la performance maximale (une qualité intrinsèque physique déterminée par des tests spécifiques sur le terrain ou en laboratoire) et la performance réelle au cours du jeu. L'âge biologique des participants peut également influencer les résultats et les performances physiques des joueurs. L'âge chronologique est d'une utilité limitée dans l'évaluation de la croissance et de la maturation (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey & Beunen, 2002). La nécessité d'évaluer la maturation, le tempo et le timing du développement vers l'état de maturité est impérative dans les études sur les adolescents en croissance (Mirwald and al., 2002). Plusieurs études (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey & Beunen, 2002 ; Mirwald and al., 2002) ont démontré qu'il est nécessaire de prendre en compte l'âge biologique des participants afin de standardiser les résultats obtenus.

Peu d'études récentes ont décrit la distribution des charges internes et externes pour les entraînements et les matchs chez les jeunes footballeurs lors d'une période de championnat. Il est souvent difficile de comparer les résultats de charges internes et externes pour les mêmes catégories d'âge entre les différents championnats. Les durées de match ne sont pas les mêmes et ne permettent donc pas d'effectuer une comparaison précise. Ce sont simplement les données relatives qui peuvent être prises en compte. Aucun standard de charges externes et internes n'existe pour le niveau de football élite juniors M15 suisse. Une description des charges externes et internes ainsi qu'une comparaison des entraînements et des matchs ont été effectués afin de constater les différences qui peuvent subsister entre les différentes charges récoltées. Plusieurs tableaux de corrélation ont permis de contrôler les relations entre les charges internes et externes mais également de voir si l'âge biologique avait une influence sur les performances des joueurs. La corrélation entre la relation charge interne/externe et les résultats au pré-test est vérifiée afin de constater si la définition subjective de la charge interne en lien avec le niveau physique des joueurs est influencée par les résultats recueillis au pré-

test. Les performances de tests ont servi d'indicateurs pour les entraîneurs et ont permis de calculer les paramètres de mesures nécessaires à la réalisation du travail. Les entraîneurs étaient libres quant à la planification des entraînements et aux choix durant les matchs. L'objectif n'était donc pas d'influencer le déroulement des entraînements et des matchs, mais de faire un constat de ce qui se déroule réellement.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

1.2 Etat des travaux préliminaires

Plusieurs travaux similaires ont été effectués et ont permis une comparaison concrète des résultats.

- Mendez-Villanueva and al. (2013). Match play intensity distribution in youth soccer. *International Journal of Sports Medicine, 34*, 101-110.

Le but de l'étude de Mendez-Villanueva & al. (2013) était de quantifier la distribution de l'intensité des matchs chez les jeunes joueurs de football en fonction de l'âge, de la position et de la forme physique des joueurs. La distance parcourue et la fréquence cardiaque ont été mesurées avec l'aide du système GPS. La vitesse maximale de sprint (MSS), la vitesse maximale aérobie (MAS) et la fréquence cardiaque maximale (FCmax) ont été évaluées grâce à des tests sur le terrain. La vitesse atteinte lors du dernier palier de test effectué par le sujet a été retenue comme vitesse maximale aérobie du joueur. Cinq zones d'intensité ont été définies en fonction de la vitesse maximale aérobie, de la vitesse maximale de sprint et de la fréquence cardiaque maximale. Les résultats ont démontré que la distribution d'intensité a été significativement influencée à la fois par l'âge et par la position du joueur. Il y avait une corrélation significative entre la vitesse maximale aérobie (le dernier palier atteint au test) et la distance totale parcourue à des vitesses supérieures à la vitesse maximale aérobie pour tous les postes, sauf pour les attaquants. Ce qui signifie qu'en règle général, la vitesse maximale aérobie est un bon indicateur de la distance parcourue à haute intensité. Un niveau supérieur de capacité aérobie était peu susceptible d'affecter la distance totale parcourue mais était associée à diminution des courses individuelles au cours du match, sauf pour les attaquants.

- Rebelo and al. (2014). Physical match performance of youth football players in relation to physical capacity. *European Journal of Sport Science*, *14 :sup1*, 148-156.

Rebelo and al. (2014) ont analysé le profil d'activité des joueurs de football élite juniors lors des matchs et ont examiné la relation entre la performance en match et la performance lors d'un exercice intermittent en fonction de la VO2max. Les joueurs ont effectué un test en laboratoire sur tapis roulant pour déterminer la VO2max ainsi que le niveau de récupération intermittent lors des tests de Yo-Yo IR1 et Yo-Yo IE2. La distance parcourue pendant le match était *de 6311 ± 948 (rang: 4435-8098) m*, dont *12%* à < 13km/h (HIA; *759 ± 437 [374-2062] m),* et *5%* en courses arrières *(309 ± 205 [12-776] m).* La moyenne de fréquence cardiaque en match était de *168 ± 12 (140-187)* battements par minute, correspondant à 85% (69-91%) de la fréquence cardiaque maximale. La distance totale parcourue dans la dernière des quatres périodes de 13,3 min du match était plus faible respectivement de 40% par rapport à la première, 26% par rapport à la deuxième et 17% par rapport à la troisième ($p < 0.05$). Le Yo-Yo IR1 était significativement associé avec le temps passé en sprint pendant le match ($r = 0.63$; $p < 0.01$) et au cours de la dernière période de 13,3 min ($r = 0.63$; $p < 0.05$). Les deux tests Yo-Yo IR1 et Yo-Yo IE2 sont corrélés avec le temps passé à haute intensité ($r = 0.56$ et $r = 0.57$, respectivement $p < 0.05$). En conclusion, les jeunes joueurs de football ont une fréquence cardiaque élevée pendant le match et leur performance diminue en fin de match. La capacité d'endurance intermittente, telle que déterminée dans le test Yo-Yo IR1, semble être un indicateur valable de la performance de course à haute intensité dans les matchs chez les jeunes footballeurs.

- Henderson and al. (2015). Game and Training Load Differences in Elite Junior Australian Football. *Journal of Sports Science and Medicine, 14,* 494-500.

L'étude d'Henderson and al. (2015) a décrit les différences au niveau des charges internes (fréquence cardiaque moyenne et maximale, temps passé dans différentes zones de fréquence cardiaque) et externes (distance totale, temps passé dans différentes zones de vitesse, vitesse maximale, nombre de sprints, temps et distances de sprints) entre les entraînements et les matchs chez de jeunes footballeurs. Les résultats démontrent que des différences significatives entre les entraînements et les matchs sont à observer pour toutes les données sauf pour la vitesse maximale et la distance totale des sprints. Cela démontre que les matchs sont généralement plus intensifs que les entraînements, mais que, durant ceux-ci, les joueurs

effectuent des sprints à des vitesses similaires qu'en match.

- Arcos and al. (2015). Negative Associations between Perceived Training Load, Volume and Changes in Physical Fitness in Professional Soccer Players. *Journal of Sports Science and Medicine*, *14,* 394-401.

Arcos and al. (2015) ont vérifié l'utilité d'appliquer trois types de RPE (RPEgénéral, RPErespiratoire et RPEmusculaire) pour quantifier la charge interne d'entraînement grâce à l'échelle de Foster (Foster and al., 2001). Les joueurs devaient estimer leur niveau de fatigue générale, respiratoire et pour leurs muscles. L'utilisation de deux types de RPE ciblés (RPEgénéral et RPEmusculaire) s'est avérée efficace et permet une quantification plus précise de la charge interne d'entraînement. Il est donc judicieux d'utiliser les deux types de RPE afin de définir précisément l'effort ressenti.

1.3 Objectifs, questions de recherche et hypothèses

1.3.1 Objectifs

Le but de cette étude était de décrire et comparer les résultats de charges internes et externes obtenus lors des 17 entraînements et les 5 matchs officiels de la phase d'observation. Plusieurs corrélations entre les charges internes et externes pour les entraînements et les matchs ont été calculées. Un deuxième objectif du projet était de déterminer si des corrélations existaient entre les résultats aux tests et les données récupérées lors des séances d'entraînement et les matchs. Une description des résultats au pré-test et au post-test puis une comparaison entre les tests a été effectuée afin de constater l'évolution du niveau physique des joueurs. Des tableaux de corrélation ont également permis de constater les relations entre l'âge biologique et les charges développées à l'entraînement et en match durant la phase d'observation. La relation charge interne/externe et les résultats au pré-test a également été vérifiée sous forme de tableau de corrélation.

1.3.2 Questions de recherche

1. Quel est le niveau et la dispersion des paramètres de charges internes et externes pour les entraînements et les matchs pendant une phase de compétition de 6 semaines ?

2. Quel est le niveau de performance physique au pré-test et au post-test et quelles sont les différences entre les tests?

3. Existe-t-il une corrélation pour les paramètres de charge interne et externe entre les entraînements et les matchs ?

3.1 Existe-t-il une corrélation entre les paramètres de charges internes et externes ?

3.2 Existe-t-il une corrélation entre l'âge biologique et les paramètres de charges internes et externes ?

3.3 Existe-t-il une corrélation entre le niveau de performance physique au pré-test et les paramètres de charges internes et externes à l'entraînement et en match ?

3.4 Existe-t-il une corrélation entre les différences de performance pré-test/post-test et les paramètres de charges internes et externes récoltés durant la phase d'observation ?

4. Existe-t-il une corrélation entre la relation charge interne/externe et les données récoltées au pré-test?

2 Méthode

2.1 Echantillon

L'échantillon était composé de 14 joueurs (âge 13.8 ± 1.8 ans (moyenne ± écart type), taille 1.63 ± 0.11 m, poids 51.3 ± 12.8 kg) qui évoluaient dans le niveau de football élite M15 de l'Association Suisse de Football. L'équipe comprenait 13 garçons et une fille. La sélection de l'échantillon s'est portée uniquement sur les joueurs de champ. L'échantillon regroupait 3 attaquants, 6 demis et 5 défenseurs. Tous les sujets ont participé au championnat de football élite M14 la saison précédente. Les joueurs s'entraînaient 3 à 4 fois par semaine et pratiquaient le football depuis 9 ans en moyenne. Les joueurs blessés n'ont participé ni au pré-test ni au post-test. Les parents des participants ont été mis au courant par écrit (Annexe B) et oralement sur le déroulement de l'étude et ont signé une autorisation de participation (Annexe C) qui permettait la récolte et le traitement des données. La commission d'éthique de la Haute école fédérale de sport de Macolin a validé le projet et permis la mise en place de l'étude.

Tableau 1

Caractéristiques des sujets de recherche

Sujet	Age	PHV	yr	Expérience en football	Poste	Taille	Poids	BMI
1	12.8	13.1	-0.3	9	demi	162	47.4	18.06
2	14.4	13.6	0.8	10	défenseur	168	57.8	20.47
3	15.3	12.4	2.9	8	défenseur	171	58.9	20.14
4	14.3	13.8	0.5	9	attaquant	162	56.6	21.56
5	14.3	14.2	0.1	8	demi	165	49.7	18.25
6	14.4	14.3	0.1	9	demi	161	46.7	18.01
7	14.1	13.6	0.5	9	défenseur	166.5	61	22
8	13.7	13.7	0.0	9	attaquant	167	58.5	20.97
9	13.7	13.5	0.2	9	attaquant	167	56.9	20.4
10	14.4	14.9	-0.5	8	demi	153	41.1	17.55
11	14.1	14.6	-0.5	8	demi	157	42.4	17.2
12	15.6	15.8	-0.2	10	demi	152	38.5	16.66
13	14.3	14.0	0.3	10	défenseur	164.5	48.4	17.88
14	13.9	13.4	0.5	9	défenseur	172	54.3	18.35
Moyenne	13.8	13.9	0.3	9		163.4	51.3	19.11

Précisions. PHV = Peak Height Velocity ; yr = Phase de maturité ; BMI = Body mass index.

2.2 Design de recherche

L'étude a débuté par une phase pilote d'une semaine qui permettait aux joueurs et aux entraîneurs de se familiariser avec les instruments de mesure. Durant cette période, les parents des joueurs ont été mis au courant sur le projet et ont signé une charte de participation. A la fin de la semaine, des mesures anthropométriques ont été effectuées afin de définir le poids, la taille assis, la taille debout et le BMI (Body mass index) des joueurs. Ces mesures ont été réalisées afin de définir la période du pic de croissance (PHV), la phase de maturité (yr) et l'âge biologique des participants.

Avant et à la fin de la phase d'observation, deux journées de tests (T0 et T1) ont été effectuées afin de connaître la fréquence cardiaque maximale, la vitesse de sprint linéaire (10 mètres et 30 mètres) et la vitesse multidirectionnelle. Les participants blessés n'ont pas participé aux tests. Les joueurs ont pris part aux tests dans l'ordre suivant : 10 mètres sprint linéaire, 30 mètres sprint linéaire, 5m-10m-5m et Yo-Yo intermittent Recovery Test. Les tests se sont déroulés en indoor (salle de la Blancherie à Delémont) afin que les conditions environnementales soient standardisées. Trois participants qui étaient blessés au moment du pré-test à Delémont ont réalisé ces tests la semaine suivante à Macolin (salle de la Fin du monde). Deux joueurs étaient blessés au moment du post-test. 48 heures avant la période de test, les participants ont reçu l'instruction de ne pas subir de fortes contraintes physiques. Ils ont été informés que la consommation d'alcool était interdite dans les dernières 24 heures précédant les tests. Aucune nourriture ne devait être consommée durant les trois dernières heures précédant les épreuves individuelles.

La phase d'observation s'est déroulée sur 6 semaines et était composée de 17 entraînements, 4 matchs de championnat et un match de Coupe Suisse (Figure 2). Les entraînements ont eu lieu sur les terrains des Prés-Roses à Delémont et les conditions d'entraînement ont été similaires pour toute la phase d'observation. Les cinq matchs analysés se sont déroulés dans des lieux différents avec des dimensions de terrain non similaires. Pour chaque entraînement et chaque match, le système GPS et des capteurs cardiaques ont été utilisés afin de calculer les paramètres de charges externes et internes.

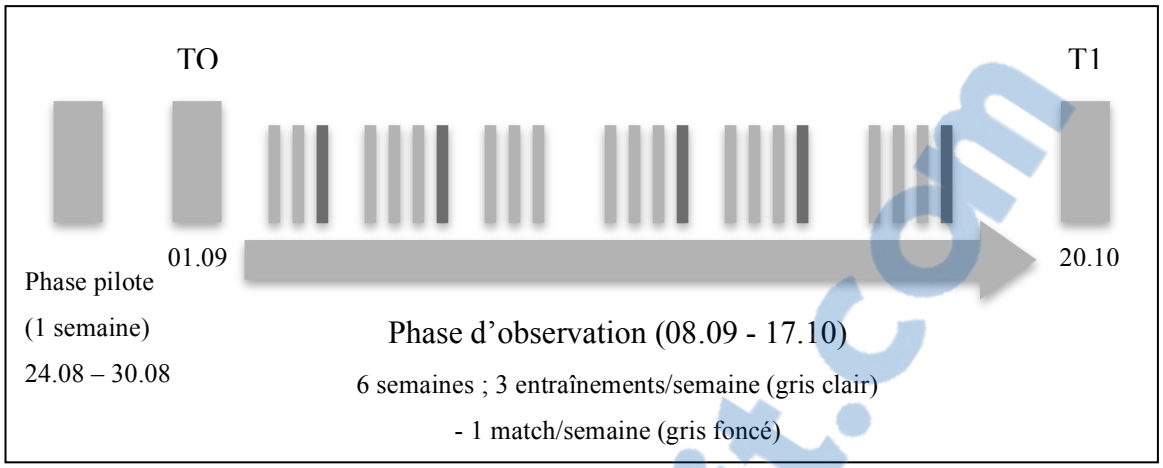


Figure 2 : Déroulement de la phase d'observation

2.3 Récolte de données pour la phase d'observation

Les sessions d'entraînement ont été généralement classées sous trois rubriques différentes : technique/tactique, physique/technique, physique/tactique. Pendant les sessions technique/tactique, les joueurs effectuaient essentiellement des exercices techniques et des petits matchs à thème. Pendant les sessions physique/tactique ou physique/technique, les joueurs ont réalisé 15 à 20 minutes de travail physique (entraînement de la force, travail de la vitesse, travail de la capacité aérobie/anaérobie ou des exercices de prévention des blessures). L'entraînement du vendredi était souvent dédié à la mise en place tactique ou des formes de jeu court à haute intensité. L'entraîneur a remis une planification précise de chaque entraînement et un descriptif de chaque match à la fin de chaque semaine d'observation. Les planifications d'entraînement ont permis de remplir un protocole établi sur des bases scientifiques et de classer les activités réalisées à l'entraînement. Une analyse ciblée de l'entraînement en lien avec les données saisies a été effectuée pour définir précisément le monitoring de la charge des entraînements. Pour cette catégorie d'âge, on remarque que le travail technique et tactique requiert une attention particulière. A l'adolescence, les joueurs élites juniors doivent acquérir une technique sûre et travailler constamment la coordination. La phase de croissance dans laquelle se trouvent les joueurs crée de nombreux changements physiques qui sollicitent un travail constant des différentes habiletés techniques. C'est pourquoi les joueurs effectuaient généralement des travaux de rappel aérobie tout en travaillant la technique. L'endurance sous forme de jeu et le travail technico-tactique sont préconisés dans le football actuel. L'entraîneur associait régulièrement le travail de la vitesse avec la coordination. Il était important durant la phase d'observation que les joueurs améliorent leur technique de course au niveau de la coordination des mouvements. Sur le plan

Rapport-Gratuit.com

mental, peu de travail est prescrit pour les adolescents en football. Les entraîneurs doivent être conscients des capacités psychiques des joueurs et promouvoir celles-ci à travers différents exercices.

2.3.1 Evaluation de la charge externe

Lors de la phase d'observation, un monitoring complet de toutes les séances d'entraînement et des matchs officiels a été effectué, à savoir 17 entraînements et 5 matchs officiels. La planification des entraînements et les différents choix lors des matchs n'étaient pas pris en compte pour les résultats. Il n'y a donc eu aucune intervention lors des séances d'entraînement de la part des experts. Pour calculer les charges externes en football, le système GPS est utilisé. Ce système permet de résumer les performances d'un joueur durant une activité physique. Pour chaque entraînement et chaque match, un contrôle du matériel GPS était effectué afin qu'aucun problème ne survienne durant l'effort. A la fin de chaque semaine de la phase d'observation, les données étaient déchargées sur un ordinateur afin de procéder à l'analyse précise. En comparant les données récoltées et les protocoles d'entraînement, les entraîneurs ont pu vérifier si les charges externes correspondaient aux types d'exercices choisis. Une fois les données déchargées, un tri au niveau du choix des paramètres de mesures a été effectué. Les valeurs de distance totale, de distance à différentes intensités, le nombre d'accélérations et le nombre de sprints ont été sélectionnés afin de définir les charges externes produites lors des entraînements et des matchs. Les données de distance totale et de distance totale parcourue dans les différentes zones de vitesses (inclus >13km/h et >18km/h) ont été calculées sous forme absolue, relative et en pourcentage total de l'exercice. Cela était nécessaire sachant que le temps total d'entraînement et de match n'était pas le même pour chaque session. Le nombre de sprints se calcule automatiquement avec l'application Team AMS. Concernant les comportements d'accélération, un joueur est considéré en phase d'accélération lorsqu'il effectue plus de 1.8 mètres en une seconde. Le système a fixé trois seuils d'accélération qui correspondent à trois zones. Le seuil de la zone 1 est fixé à 1.8m/s/s, celui de la zone 2 à 3.6 m/s/s et celui de la zone 3 à 5.4 m/s/s. Ces seuils sont paramétrés automatiquement par le système GPS.

Afin de définir les zones de vitesse à paramétrer sur le système GPS, il était nécessaire de connaître les vitesses permettant une bonne répartition des courses à intensité variable des joueurs afin de classer les activités de basse intensité et les activités de haute intensité. Un effort à haute intensité est considéré comme sprint lorsqu'il est réalisé à plus de 18 km/h (Castagna and al., 2003 ; 2009 ; 2010). Le seuil pour les activités à haute intensité peut être fixé à 13 km/h pour les footballeurs élite junior M15 (Castagna and al., 2009). Lorsque ce seuil est dépassé, on considère que le joueur entre dans une phase de mouvement à haute intensité.

Plusieurs auteurs d'études sur les charges externes pour le football élite juniors ont défini des zones de vitesse à paramétrer pour le système GPS (Annexe D). Le tableau ci-dessous regroupe les zones de vitesse choisies dans cette étude. Le choix des zones est basé et influencé par l'étude de Castagna and al. (2009) :

Tableau 2

Zones de vitesse prédéfinies

Zones choisies	**Team Jura U15**
Standing and Walking	0.0 to 3.0 km/h
Jogging	3.0 to 8.0 km/h
Medium-intensity running	8.0 to 13.0 km/h
High-intensity running	13.0 to 18.0 km/h
Sprinting	18.0 to 23.3 km/h
High-sprinting	>23.3 km/h

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Instrument de mesure : Global Positioning System (GPS)

Pour définir les résultats de charges externes en sport, les scientifiques utilisent le système GPS (SPI Elite, 1 Hz, GPSports, Canberra, Australie). La validité et la fiabilité du dispositif GPS utilisé pour évaluer l'activité et la vitesse de pointe des joueurs ont été signalés comme acceptables (Barbero-Álvarez, Coutts, Granda, Barbero-Álvarez & Castagna, 2010; Coutts & Duefield, 2010 ; Edgecomb & Norton, 2006). Les erreurs possibles qui peuvent exister au niveau des courses courtes, des courses à haute vitesse et lors des changements de direction sont reconnues comme limite potentielle (Coutts & Duefield, 2010; Jennings, Cormack, Coutts, Boyd & Aughey, 2010). Comme signalé auparavant, la prédiction de la distance totale par le GPS a été signalée bonne (3-7% d'erreur) mais le système s'est montré modérément précis pour définir les courses de haute intensité (11-30% d'erreur) (Coutts & Duefield, 2010).

Le matériel nécessaire à la récolte de données se composait de 20 transpondeurs (74mm x 42mm x 16mm / 67g) rechargeables dans un box fourni par l'entreprise GPSports. Le système fonctionnait grâce à un accéléromètre et des capteurs reliés au cardio-fréquencemètre (1Hz, GPSports Spi Elite unit) dans le transpondeur qui permettaient une récolte de données simplifiée. Le système GPS utilisait des signaux de trois satellites en orbite afin de déterminer la position des joueurs à un moment donné et donc permettre le calcul des vitesses de déplacement et de la distance parcourue (Larsson, 2003). Les données sont recueillies jusqu'à 1000 fois à la minute. L'utilisateur peut programmer le système selon son choix. Les joueurs testés portaient des gilets avec le transpondeur pour chaque entraînement et chaque match et les données pouvaient être déchargées directement sur un ordinateur. Ce système peut être utilisé avec des cardio-fréquencemètres (Polar Electro Europe AG, Zug, Switzerland) qui permettaient de calculer précisément le temps passé à différentes fréquences cardiaques. Pour réduire les erreurs d'enregistrement de fréquence cardiaque, les joueurs ont été invités à vérifier leurs moniteurs de fréquence cardiaque avant chaque entraînement/chaque match et à la mi-temps des matchs.

L'application Team AMS (version 2.1.0.6. R1, 2010, P2, GPSports, Canberra) permettait de créer des profils pour chaque joueur et la création simplifiée de graphiques. Cette application était disponible directement sur ordinateur et avait été fournie par la Haute école Fédérale de sport de Macolin.

Le système GPS a permis de calculer les différents paramètres de mesures externes suivants :

- Distance : distance totale parcourue (m), distance totale parcourue relative (m/mn)
- Distance totale parcourue dans les différentes zones de vitesse (zone 1 à 6) (m, m/mn, %)
- Distance parcourue >13km/h (m, m/mn, % en relation avec la distance totale)
- Distance parcourue >18km/h (m, m/mn, % en relation avec la distance totale)
- Nombre de sprints effectués (zone 5 et 6)
- Accélérations : comportement d'accélération (nombre d'accélérations)

D'autres paramètres de mesures pouvaient être calculés par le système GPS. Le choix des paramètres de mesures a permis une définition précise des activités physiques concrètes des joueurs.

2.3.2 Evaluation de la charge interne

Comme démontré dans l'étude de Mendez-Villanueva and al. (2013), il est essentiel de calculer les paramètres de charges internes simultanément aux charges externes. Grâce au système GPS, le temps passé dans les différentes zones cardiaques peut être calculé à l'aide d'un cardio-fréquencemètre. Trois méthodes vérifiées scientifiquement permettent un calcul précis de la charge interne pour les entraînements et les matchs chez les jeunes footballeurs : La méthode Edwards (1993), la méthode Banister (1991) et le RPE (Foster, 2001). Les méthodes Edwards et Banister sont basées sur l'utilisation de la fréquence cardiaque et la méthode RPE est basée sur le ressenti interne du joueur. Cependant, la méthode Edwards est plus précise et individualisée (en fonction de la FCmax) que la méthode Banister qui prend uniquement en compte la fréquence cardiaque moyenne de l'exercice.

- Charge interne avec la méthode Edwards (1993)

La méthode Edwards (1993) permet de calculer la charge interne d'entraînement de manière précise. Les zones de fréquence cardiaque calculées en fonction de la fréquence cardiaque maximale (FCmax) permettent une définition adaptée de la charge interne. Selon l'étude de Mendez-Villanueva and al. (2013), les zones de fréquence cardiaque peuvent être définies de cette manière.

Zones de fréquence cardiaque :

FC1 : < 60% FCmax
FC2 : 61 à 70% de FCmax
FC3 : 71 à 80% de FCmax
FC4 : 81 à 90% de FCmax
FC5 : 91% à 100% de FCmax

La charge d'entraînement peut être calculée en multipliant le chiffre de la zone de fréquence cardiaque (50-60% Fcmax = 1, 60-70% = 2, 70-80% = 3, 80-90% = 4, 90-100% = 5) dans laquelle se trouve le joueur en moyenne pour l'entraînement par la durée de l'entrainement. Comme décrit dans l'étude de Rebelo and al. (2014), le rythme cardiaque moyen lors d'un match de football chez les jeunes footballeurs correspond à 85% de la FCmax. Le temps passé à plus de 85% de la FCmax est un indicateur de l'intensité de l'effort en football.

Instrument de mesure : Global Positioning System (GPS) avec cardio-fréquencemètre

Paramètres de mesures objectifs : données Edwards, minutes > 85%FCmax (%), minutes > 85%FCmax (relative), temps passé dans les différentes zones (zone 1 à 6) de fréquence cardiaque.

- RPE général, RPE musculaire des jambes (Foster, 2001)

Le ressenti de la difficulté de l'entraînement est demandé à chaque joueur 30 minutes après chaque entraînement et chaque match. Une échelle de 0 à 10 est utilisée (Foster and al., 2001). En multipliant le chiffre donné par le joueur par la durée de l'activité physique, on trouve le résultat du ressenti interne du joueur (AU). Les joueurs avaient déjà utilisé l'échelle de Foster durant la phase pilote. Pour plus de précision au niveau de la quantification de la charge interne, les joueurs pouvaient décrire l'intensité de l'entraînement de manière globale (RPEgénéral) et plus spécifique pour les muscles des jambes (RPEmusculaire). Cela peut être une alternative intéressante et permet une utilisation différenciée des voies respiratoires (ressenti global) et musculaires (Arcos and al., 2015).

Instrument de mesure : échelle de Foster

L'échelle de Foster and al. (2001) est une alternative intéressante afin de quantifier l'effort physique de manière subjective. Cette échelle a été présentée aux joueurs durant la phase pilote afin qu'elle leur soit familière au moment de la phase d'observation. Ci-dessous un exemplaire de l'échelle de Foster and al. :

Intensité de l'entrainement	
10	maximale
9	
8	
7	Très difficile
6	
5	Difficile
4	Assez difficile
3	Modéré
2	Facile
1	Très, très facile
0	Repos

Figure 3 : Echelle de Foster and al. (2001)

Paramètres de mesures subjectifs : RPEgénéral, RPEmusculaire, AUgénéral (RPEgén x durée de l'entraînement), AUmusculaire (RPEmus x durée de l'entraînement)

2.3.3 Relation charge interne/externe

Les différentes relations entre le ressenti interne et les charges externes pour les matchs et les entraînements ont été calculées et corrélées avec les résultats au pré-test :

Relation charge interne/externe :

- AUgénéral/Distance > 13km/h
- AUgénéral/Distance > 18km/h
- Edwards/ Distance > 13km/h
- Edwards/ Distance > 18km/h

Toutes les relations ci-dessus sont corrélées avec les résultats récoltés au pré-test (T0):

- Distance totale
- Palier atteint
- VMA
- FCmax
- Meilleur temps 5-10-5
- Meilleur temps 10 mètres sprint linéaire
- Meilleur temps 30 mètres sprint linéaire

La relation charge interne/externe est un bon indicateur de la forme physique des joueurs. En règle générale, les joueurs qui parcouraient beaucoup de distance à haute intensité sont censés avoir des données de charge interne objective élevée. Le rythme cardiaque augmente généralement lorsque le joueur parcoure de grandes distances à haute intensité. La corrélation avec les résultats au pré-test a donné une bonne estimation de l'utilité des différents tests effectués en fonction de la relation charge interne/externe.

2.4 Récolte de données au pré-test et post-test

2.4.1 Tests de sprint linéaire (10 mètres et 30 mètres)

Le test de sprint linéaire permettait de calculer la vitesse pure des participants. L'évaluation des temps de sprint sur des distances données (par exemple, les efforts de sprint de 10 à 40 m) est une pratique commune pour évaluer les capacités de vitesse des footballeurs (Buchheit, Simpson, Peltola & Mendez-Villanueva, 2011). Avant d'effectuer les tests de sprint et d'agilité, les joueurs suivaient un échauffement standardisé de 15 minutes mis en place par les experts. Les tests de sprint linéaire de 10 et 30 mètres se déroulaient en salle de la manière suivante : les joueurs se placaient 50 centimètres derrière la ligne de départ marquée par une bande adhésive de couleur et une cellule photo-électrique. Lorsque le joueur le souhaitait, il démarrait sa course et accélèrait le plus vite possible sur une ligne droite. Les cellules photo-électriques se trouvaient à 10 mètres et 30 mètres sur la ligne droite d'accélération. Les joueurs effectuaient ce test en premier pour éviter que la fatigue des autres tests n'influence le résultat. Les joueurs avaient deux essais (3 à 4 minutes de pause entre chaque essai) et le meilleur résultat chronométré comptait. En adéquation avec l'article de Stolen and al. (2005), il est nécessaire d'analyser le temps de sprint pour 10 mètres et 30 mètres. En football, 96% des sprints sont effectués sur une distance plus courte que 30 mètres (Stolen and al., 2005).

Paramètres de mesures : temps total pour 10 mètres (s), Temps total sur 30 mètres (s)

2.4.2 Test de vitesse multidirectionnelle

Le test de 5m-10m-5m est un test d'agilité qui permet de définir la capacité de changement de direction et d'accélération de la personne testée. Ce test est spécifique des sports qui demandent des changements de direction rapides et des accélérations sur de petites distances (Sheppard & Young, 2006). Il est adapté pour les joueurs de football. Ce test d'agilité sera effectué en deuxième par les joueurs lors du pré-test et du post-test.

Le test se déroulait de la manière suivante (Figure 4: Déroulement du test de 5m-10m-5m) : le joueur partait de la ligne noire (start) et effectuait une accélération de 5 mètres pour toucher le cône jaune avec la main. Il faisait une rotation de 180 degrés et effectuait une accélération de 10 mètres jusqu'au cône jaune en face de lui. Il touchait le cône et repartait dans le sens

inverse après une nouvelle rotation de 180 degrés et accélèrait en direction de la ligne de départ pour franchir la ligne virtuelle représentée par les cellules photo-électriques. Les cellules photo-électriques devaient être franchies lors du départ et au terme de la dernière accélération pour que le test soit homologué. Les joueurs devaient impérativement toucher les cônes pour que le test soit validé. Les joueurs avaient deux essais (3 à 4 minutes de pause entre chaque essai) et le meilleur résultat chronométré comptait.

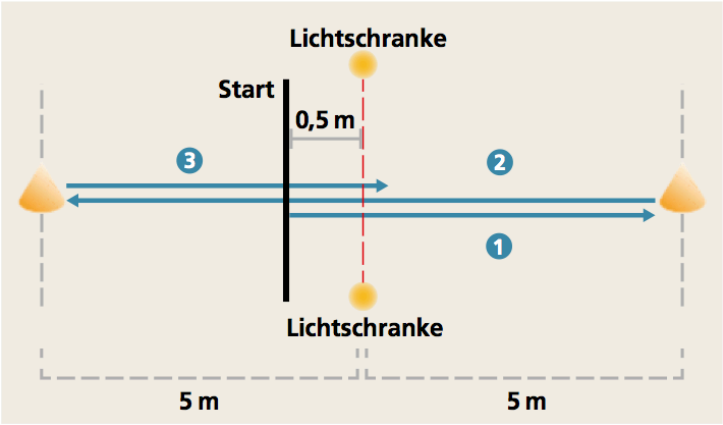


Figure 4: Déroulement du test de 5m-10m-5m (Sheppard & Young, 2006).

Paramètre de mesure : temps total (s)

Instrument de mesure : Cellules photo-électriques

Pour le test de 5m-10m-5m et les tests de sprint linéaire, des cellules photo-électriques Smart-Speed (Fusion Sport, Australien) ont été utilisées. Ces cellules permettaient un calcul précis du temps (en millisecondes) et ont été mis à disposition par la Haute Ecole fédérale de sport de Macolin.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

2.4.3 Yo-Yo intermittent Recovery Test (Yo-Yo IR1)

Le test Yo-Yo IR1 est un test qui évalue les capacités d'endurance spécifique pour le football. Les performances physiques en football reposent sur le métabolisme aérobie et anaérobie. Les efforts à haute intensité répétée effectués au cours du Yo-Yo test permettent une évaluation spécifique de la capacité physique des joueurs (Krustrup and al., 2003, 2006). Lors de la

période de préparation en football, ce test est utilisé pour prédire les capacités d'endurance des joueurs sur le terrain. Les joueurs effectuent lors du pré-test et du post-test le test d'agilité et de vitesse linéaire avant le Yo-Yo IR1. Aucun échauffement spécifique d'endurance n'est effectué avant le Yo-Yo IR1. Le déroulement du test était le suivant: Les joueurs se plaçaient sur la ligne de départ (Start/Finish Line) et effectuaient une course navette de 20 mètres aller-retour en touchant avec un seul appui la ligne marquée (Turn-Around Line) à 20 mètres du départ. Après cette première course navette, les joueurs faisaient un aller-retour dans la zone de repos et se remettaient en place pour la course suivante. Le test était régulé par un CD qui transmettait des signaux de départs et des instructions claires et précises. Les joueurs devaient avoir franchi les lignes lorsque les signaux étaient émis. La durée entre les signaux était plus courte pour chaque niveau du test. Pour commencer, les participants effectuaient 4 courses aller-retour à 10-13 km/h. Le niveau suivant contenait 7 courses aller-retour à 13.5-14 km/h. Après cela, la vitesse augmentait de 0.5 km/h tous les 8 intervalles. Les joueurs récupèraient 10 secondes après chaque course navette dans la zone de repos (recovery zone). La zone de repos mesurait 10 mètres (deux fois 5 mètres aller-retour). Le test était arrêté lorsque le participant n'arrivait plus à toucher les lignes, lorsque le signal était émis ou lorsqu'il n'arrivait plus à suivre le rythme de course et recevait un second avertissement. Les experts supervisaient 3 à 4 participants au test. Chaque expert notait le niveau de vitesse atteint par les participants qu'il observait ainsi que le résultat en mètres. Lors de ce test, la fréquence cardiaque était observée et la fréquence cardiaque maximale était mesurée par les experts pour chaque participant.

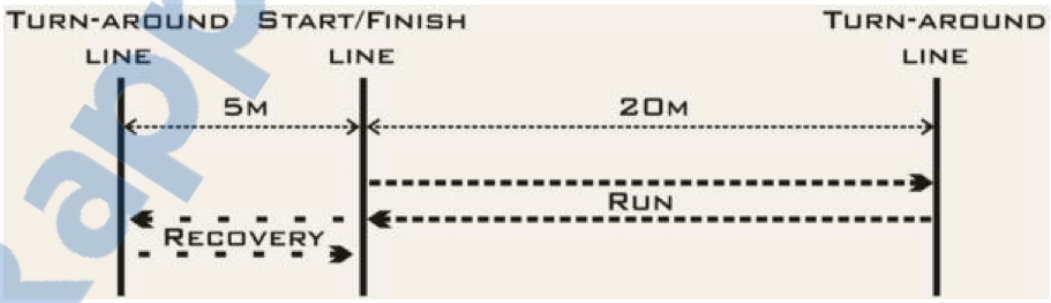


Figure 5 : Déroulement du Yo-Yo IR1

Paramètres de mesures : distance accomplie (m), palier atteint, fréquence cardiaque maximale (FCmax), vitesse aérobie maximale (km/h).

Instruments de mesure : CD de tests, ordinateur, cardio-fréquencemètres, chevillère.

Rapport-Gratuit.com

2.4.4 Test d'âge biologique

Chez les adolescents en période de croissance, les performances sportives peuvent dépendre des capacités physiques. Jusqu'à présent, le statut de maturité physique était un facteur rarement utilisé dans la classification des participants pour le sport des jeunes (Mirwald and al., 2002). Les méthodes les plus précises pour définir l'âge biologique des participants sont coûteuses et nécessitent l'utilisation de matériel spécifique. Pour cela, Mirwald and al. (2002) ont développé un test qui permet de calculer le stade de développement biologique de l'individu en fonction des données anthropométriques. Ce test comprend le calcul du pic de croissance rapide (« Peak Height Velocity ») et de la phase de maturité. La période de maturité contenant le PHV est l'indicateur le plus généralement utilisé afin de définir l'état de maturité dans les études longitudinales de l'adolescence (Bouchard & Malina, 1991). Le PHV est défini par la période (en âge) à laquelle le plus gros pic de croissance peut être atteint par le joueur. La phase de maturité (yr) a été mesurée en soustrayant l'âge chronologique à l'âge estimé du pic de croissance rapide (Mirwald and al., 2002). Les erreurs de mesure entre la phase de maturité actuelle et celle prédite par le test de Mirwald étaient de 0.24 ± 0.65 yr pour les hommes et 0.001 ± 0.68 yr pour les femmes (Mirwald and al., 2002). Les joueurs qui obtiennent une phase de maturité négative sont en retard au niveau du développement biologique et les participants qui ont une donnée positive sont en avance au niveau de leur développement biologique. Le test prend en compte les paramètres suivants : sexe, date de naissance, date des mesures, poids, taille et taille assis. Ces paramètres sont ensuite introduis dans une feuille Excel programmée qui calcule directement toutes les données nécessaires. Le test s'est déroulé en fin de phase pilote. Le déroulement exact du test de Mirwald et les instructions de la procédure de test se trouvent en annexe (Annexe A ; Swissolympic, 2008). Afin que le test soit standardisé, les mesures anthropométriques se sont déroulées avec les mêmes instruments.

Paramètres de mesures : âge biologique, phase de maturité (yr), PHV (Peak Height Velocity), taille debout, taille assise, poids, BMI.

Instruments de mesure : balance calibrée, règle graduée

2.5 Evaluation et analyse

2.5.1 Evaluation des données

Toutes les données brutes ont été stockées dans un ordinateur grâce à l'application Team AMS. Les données ont ensuite été transférées dans des tableaux de l'application Microsoft Excel (Microsoft Excel pour Windows 2010, Microsoft Corporation, Redmond, USA) afin de faciliter l'analyse et la mise en place de tableaux et de graphiques. Les données des joueurs n'accomplissant pas un match ou un entraînement complet n'étaient pas prises en compte dans les valeurs finales. Seules les données des joueurs participant à la totalité des matchs et des entraînements ont été utilisées lors du traitement. Tous les paramètres de mesures (charges internes et externes) correspondaient aux moyennes globales pour tous les joueurs et regroupaient d'une part tous les entraînements et d'autre part tous les matchs de la phase d'observation. Pour le pré-test et le post-test, seuls les résultats des joueurs qui ont effectué tous les tests étaient pris en compte. Concernant la corrélation entre l'âge biologique et les paramètres de charges internes et externes pour les entraînement, une donnée n'a pas été prise en compte car elle faussait clairement les résultats et influencaient fortement les moyennes.

2.5.2 Statistiques

Les valeurs moyennes et les écarts types de toutes les caractéristiques physiques, des charges internes et externes, des tests physiques et du développement de l'âge biologique ont été calculés par des statistiques descriptives. Le calcul des valeurs statistiques a eu lieu avec le système SPSS (IBM SPSS Statistics 19, IBM Corporation, Armonk, États-Unis). Les données descriptives sont présentées en moyenne ± écart type (ET), minimum (Min) et maximum (Max). Les comparaisons entre les valeurs du pré-test et du post-test ont été faites en utilisant un test-t sur échantillons paramétriques. Les intervalles de confiance à 95% sont compris à la fois dans les mesures de valeurs absolues, relatives et de pourcentages. Une corrélation possible entre les variables a été faite en vérifiant les coefficients de corrélation de Pearson. Si $p < 0.05$, la corrélation était considérée comme statistiquement significative et si $p < 0.01$, la corrélation était considérée comme extrêmement significative. L'ampleur des coefficients de corrélation est considérée comme triviale ($r < 0.1$), de petite taille ($0.1 < r < 0.3$), modérée ($0.3 < r < 0.5$), grande ($0.5 < r < 0.7$), très grande ($0.7 < r < 0.9$), presque parfaite ($r > 0.9$) et parfaite ($r = 1.0$), conformément aux définitions d'Hopkins (Hopkins, 2010).

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MEMOIRES

3 Résultats

3.1 Résultats descriptifs

3.1.1 Résumé des activités pratiquées aux entraînements de la phase d'observation

Tableau 3

Résumé de toute la phase d'observation (17 entraînements)

	Echauffement	Physique isolé	Physique intégré	Intégré physique	Jeu	**Total**
Endurance	60	0	0	0	123	183
Vitesse	4	76	0	0	0	80
Force	0	23	0	0	0	23
Coordination	0	10	24	0	0	34
Technique	229	0	23	153	61	466
Tactique	60	0	16	114	384	574
Mental	32	0	0	26	0	58
Total	385	109	63	293	568	1418

Précisions. Les données chiffrées sont exprimées en minute.

Ces données, récoltées lors de la phase d'observation, résument le déroulement des différentes séances d'entraînement. Les joueurs effectuaient en moyenne le plus souvent du jeu lors des séances d'entraînement (568 minutes). Le jeu représentait environ 40% de la totalité du contenu des entraînements. Logiquement, l'échauffement constituait également une grande partie des séances d'entraînement (385 minutes). Comme annoncé auparavant, le travail technique et tactique est préconisé pour cette catégorie d'âge. Le travail technique (466 minutes) et l'apprentissage tactique (574 minutes) représentaient 73% du contenu des entraînements. Les formes d'exercice ou de jeu avec un élément physique intégré (intégré physique) sont régulièrement pratiquées sous forme technique (153 minutes) et tactique (114 minutes). La vitesse, la force, le mental et la coordination étaient les activités les moins effectuées durant les entraînements. Les exercices de physique isolé sont caractérisées par de la vitesse, de la force et de la coordination.

3.1.2 Résultats de charges externes pour les entraînements et les matchs

Le tableau ci-dessous donne un aperçu des charges externes développées par les joueurs lors des 17 entraînements et des 5 matchs officiels de la phase d'observation :

Tableau 4

Description des moyennes de charges externes pour les entraînements et les matchs

		Charges externes			
	Paramètres de mesures	Moy	ET	Min	Max
Entraînement (N=13)	DistTot (m)	5791	390	5134	6376
	DistTot_rel (m/mn)	64.9	4.0	59.6	72.0
	Dist >13km/h (m)	2757	369	2187	3583
	Dist >13km/h_rel (m/mn)	30.9	4.0	25.0	40.4
	Dist >13km/h_% (%)	47.5%	3.8%	40.3%	56.2%
	Dist >18km/h (m)	838	183	515	1144
	Dist >18km/h_rel (m/mn)	9.4	2.0	5.9	12.9
	Dist >18km/h_% (%)	14.3%	2.5%	9.4%	18.0%
	Nbreacc_1	157.3	21.1	127.5	204.9
	Nbreacc_2	49.4	11.9	25.4	66.1
	Nbreacc_3	5.8	2.6	0.7	9.1
	Nbresprint	55.2	14.1	26.0	73.8
	Durée entraînement (mn)	89	14.0	60	110
Match (N=9)	DistTot (m)	9524	928	8610	10978
	DistTot_rel (m/mn)	102.1	9.6	92.4	116.8
	Dist >13km/h (m)	3100	752	2288	4592
	Dist >13km/h_rel (m/mn)	66.4	15.8	48.8	97.6
	Dist >13km/h_% (%)	32.1%	5.0%	26.2%	41.8%
	Dist >18km/h (m)	2202	384	1568	2770
	Dist >18km/h_rel (m/mn)	47.2	8.1	33.7	59.2
	Dist >18km/h_% (%)	22.9%	2.6%	18.2%	26.3%
	Nbreacc_1	181.11	36.84	139.75	262.67
	Nbreacc_2	61.03	13.95	43.40	81.00
	Nbreacc_3	9.46	3.27	4.60	13.50
	Nbresprint	70.30	16.22	48.20	91.00
	Durée match (mn)	93	1.8	91	95

Précisions. Moyenne (Moy), Ecart-type (ET), Minimum (Min), Maximum (Max), distance (Dist), distance totale (DistTot), Minutes (mn), relative (rel), nombre d'accélérations (Nbreacc), nombre de sprints (Nbresprint).

Les données de distances parcourues à différentes intensités (zone 1 à 6) pour les entraînements et les matchs se trouvent en annexe (Annexe E ; F).

3.1.3 Résultats de charges internes pour les entraînements et les matchs

Voici un tableau qui décrit les charges internes développées par les participants ayant accompli au moins un entraînement et un match au complet durant la phase d'observation.

Tableau 5

Description des moyennes charges internes pour les entraînements et les matchs

		Charges internes			
	Paramètres de mesures	Moy	ET	Min	Max
Entraînement (N=13)	RPE_gen	5.4	1.2	2.8	7.4
	RPE_mus	5.8	1.2	3.4	7.4
	AU_gen	482	105	251	665
	AU_mus	512	110	304	661
	Edwards	257	37	177	310
	Min > 85%FCmax_% (%)	23.7%	9.6%	7.1%	39.6%
	Min > 85%FCmax_rel (hh:mm:ss:ms)	0:21:14.90	0:08:33.134	0:06:32.23	0:35:16.20
Match (N=9)	RPE_gen	6.8	1.2	4.7	8.3
	RPE_mus	6.8	1.1	5.0	8.0
	AU_gen	635	105	439	772
	AU_mus	637	97	471	746
	Edwards	331	69	180	405
	Min > 85%FCmax_% (%)	48.0%	22.9%	5.3%	73.3%
	Min > 85%FCmax_rel (hh:mm:ss:ms)	0:44:46.11	0:21:26.056	0:04:47.99	1:09:37.00

Précisions. Moyenne (Moy), Ecart-type (ET), Minimum (Min), Maximum (Max), Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Minutes (mn), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), relative (rel).

Les données de moyennes des zones de fréquence cardiaque (zone 1 à 6) pour les entraînements et les matchs se trouvent en annexe (Annexe E ; F).

3.1.4 Résultats du pré-test et du post-test

Voici un résumé détaillé des résultats des journées de pré-test et de post-test et les différences entre les tests :

Tableau 6

Résultats au pré-test et au post-test et différences entre les tests

		N=12					dl=11		
Tests	Paramètres de mesures	Moy		ET	Diff. Moy		ET	t	Sig.(bilatéral)
Yo-Yo IR1 Test	DistTot_T0 (m)	1500.0	±	286.7	-53.3	±	152.9	-1.21	0.25
	DistTot_T1 (m)	1553.3	±	341.5					
	FCmax_T0	201.3	±	7.10	0.50	±	2.50	.692	0.50
	FCmax_T1	200.8	±	7.12					
5m-10m-5m	5-10-5_T0 (s)	5.06	±	0.15	-0.05	±	0.10	-1.55	0.15
	5-10-5_T1 (s)	5.11	±	0.16					
10m sprint	10m_T0 (s)	1.97	±	0.06	-0.03	±	0.04	-2.13	0.06
	10m_T1 (s)	2.00	±	0.07					
30m sprint	30m_T0 (s)	4.75	±	0.16	0.05	±	0.12	1.38	0.19
	30m_T1 (s)	4.70	±	0.17					

Précisions. Yo-Yo intermittent recovery test 1 (Yo-Yo IR1 Test), Distance Totale (DistTot), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), T0 = pré-test, T1= post-test, Moyenne (Moy), Ecart-type (ET), Différence moyenne (Diff. Moy), Signification (Sig.), degré de liberté (dl) = nombre de joueurs ayant effectué les deux tests au complet ; Pas de différence significative entre le pré-test et le post-test au niveau des paramètres de mesures.

Aucune différence significative n'est à observer entre les données récoltées au pré-test et au post-test. Une tendance de différence significative est apparue pour le test de 10 mètres sprint linéaire (p=0.06). Les joueurs ont diminué en moyenne leurs performances de 0.03 secondes. Les joueurs ont régressé pour les tests de Yo-Yo IR1, de 5m-10m-5m et pour le 10 mètres sprint linéaire. Ils ont amélioré leurs performances au 30 mètres sprint linéaire et une diminution de 0.5 battement par minute a été observée pour la FCmax. Les résultats obtenus correspondent aux attentes des experts. L'objectif n'était pas d'améliorer les résultats au test.

3.2 Corrélation des charges internes et externes

3.2.1 Corrélations des paramètres de charges entre les matchs et les entraînements

Ce tableau regroupe les corrélations et les différences de paramètres de charges externes et internes entre les matchs et les entraînements :

Tableau 7

Corrélation des paramètres de mesures internes et externes entre les matchs et les entraînements

	N=9			df=8
	Paramètres de mesures	Coéff. de corrélation	t	Sig. (bilatérale)
Charges externes	DistTot_M & DistTot_T	.74	16.51	.000**
	DistTot_rel_M & DistTot_rel_T	.75	15.99	.000**
	Dist_>13km/h_M & Dist_>13km/h_T	.74	9.97	.000**
	Dist_>13km/h_rel_M & Dist_>13km/h_rel_T	.75	13.48	.000**
	Dist_>13km/h_%_M & Dist_>13km/h_%_T	.68	5.93	.000**
	Dist_>18km/h_M & Dist_>18km/h_T	.71	14.43	.000**
	Dist_>18km/h_rel_M & Dist_>18km/h_rel_T	.68	16.51	.000**
	Dist_>18km/h_%_M & Dist_>18km/h_%_T	.66	11.69	.000**
	Nbreacc_1_M & Nbreacc_1_T	**.96**	3.66	.006**
	Nbreacc_2_M & Nbreacc_2_T	.68	2.87	.021*
	Nbreacc_3_M & Nbreacc_3_T	**.81**	4.93	.001**
	Nbresprint_M &Nbresprint_T	.77	3.75	.006**
Charges internes	RPE_gen_M & RPE_gen_T	.65	5.27	.001**
	RPE_mus_M & RPE_mus_T	.37	2.73	.026*
	AU_gen_M & AU_gen_T	.62	5.84	.000**
	AU_mus_M & AU_mus_T	.33	3.31	.011*
	Edw_M & Edw_T	**.88**	5.71	.000**
	Min>85%Hfmax_%_M & Min>85%Hfmax_%_T	**.83**	4.60	.002**
	Min>85%Hfmax_rel_M & Min>85%Hfmax_rel_T	**.82**	4.54	.002**

Précisions. Significatif (Sig.), Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Match (M), Training (T), Minutes (mn), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), relative (rel), distance (Dist), distance totale (DistTot), nombre d'accélérations (Nbreacc), nombre de sprints (Nbresprint), * = Différence statistique significative (p<0.05), **= Différence statistique extrêmement significative (p<0.01), écrit en gras = la taille de l'effet est grande à parfaite (>0.8).

Des différences significatives entre les matchs et les entraînements sont à remarquer pour toutes les données. Cette constatation reflète parfaitement la réalité. Les activités s'effectuent de manière plus intensive en match. Si l'on observe la significativité des corrélations entre les différentes charges, on remarque que toutes les valeurs ont des différences statistiques extrêmement significatives, excepté le RPE/AU musculaire et les accélérations en zone 2. Concernant la taille de l'effet des corrélations pour les valeurs internes et externes entre les matchs et les entraînements, on distingue cinq valeurs qui ont une taille d'effet très grande à parfaite : Edwards, min>85%FCmax (% et relative), le nombre d'accélérations en zone 1 et zone 3. Cela signifie qu'un joueur qui a des valeurs basses ou hautes au niveau des minutes à >85% de la fréquence cardiaque maximale à l'entraînement aura des valeurs similaires en match. Cette constatation est valable également pour la méthode Edwards et pour les accélérations en zone 1 et 3. Ces données confirment qu'un joueur qui fait des efforts à haute intensité (sprints, accélérations) à l'entraînement pourra également reproduire les mêmes performances en match.

Le RPEmusculaire est la valeur qui a la plus petite taille de l'effet de toutes les données. Les joueurs qui donnent un RPEmusculaire élevé à l'entraînement ne donneront pas forcément un RPEmusculaire élevé en match. Cette différence n'est pas remarquée pour les autres valeurs. La plus grande taille de l'effet concerne les accélérations en zone 1. Un joueur qui accélère énormément à l'entraînement aura tendance à répéter les mêmes efforts en match. Cela permet de signaler qu'il est important pour les joueurs de faire régulièrement des accélérations à l'entraînement afin qu'ils soient capables de réaliser les mêmes performances en match.

3.2.2 Corrélations entre les paramètres de charges pour les entraînements et les matchs

Afin de comprendre la relation entre le ressenti interne des joueurs et les différents paramètres de charges externes à l'entraînement, un tableau de corrélation a été mis en place :

Tableau 8

Corrélation entre les paramètres de mesures internes et externes pour les entraînements

N=13		RPE_général_T	RPE_musculaire_T	AU_général_T	AU_musculaire_T	Edwards_T	mn>85%FCmax_rel_T	mn>85%FCmax_%_T
DistTot_T (m)	*r*	-.53	-.54	-.49	-.52	-.06	-.10	-.12
	p	.06	.06	.09	.07	.84	.74	.70
DistTot_rel_T (m/mn)	*r*	**-.62***	**-.64***	**-.60***	**-.63***	-.11	-.14	-.15
	p	**.02**	**.02**	**.03**	**.02**	.73	.65	.62
Dist_>13km/h_T (m)	*r*	**-.63***	**-.70****	**-.60***	**-.69****	.16	.16	.15
	p	**.02**	**.01**	**.03**	**.01**	.59	.61	.63
Dist_>13km/h_rel_T (m/mn)	*r*	**-.66***	**-.74****	**-.63***	**-.73****	.15	.15	.14
	p	**.02**	**.00**	**.02**	**.00**	.62	.63	.64
Dist_>13km/h_%_T (%)	*r*	**-.58***	**-.70****	-.55	**-.68***	.34	.36	.36
	p	**.04**	**.01**	.05	**.01**	.26	.23	.23
Dist_>18km/h_T (m)	*r*	-.30	-.31	-.23	-.26	.10	.05	.03
	p	.32	.31	.44	.39	.75	.87	.92
Dist_>18km/h_rel_T (m/mn)	*r*	-.32	-.33	-.26	-.29	.10	.05	.03
	p	.29	.27	.39	.34	.74	.87	.92
Dist_>18km/h_%_T (%)	*r*	-.15	-.16	-.08	-.11	.19	.14	.12
	p	.63	.60	.79	.72	.54	.66	.70
Nbreacc_1_T	*r*	-.44	-.55	-.40	-.51	.19	.19	.18
	p	.14	.05	.18	.07	.54	.53	.56
Nbreacc_2_T	*r*	-.15	-.19	-.07	-.13	.11	.02	-.01
	p	.63	.54	.82	.68	.71	.95	.97
Nbreacc_3_T	*r*	.11	.03	.17	.09	-.27	-.32	-.33
	p	.73	.93	.57	.78	.38	.29	.26
Nbresprint_T	*r*	-.11	-.16	-.03	-.09	.05	-.04	-.07
	p	.73	.61	.92	.76	.88	.89	.81

Précisions. Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Entraînement (T), Minutes (mn), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), relative (rel), distance (Dist), distance totale (DistTot), nombre d'accélérations (Nbreacc), nombre de sprints (Nbresprint), Coefficient de corrélation de Pearson (r), Signification bilatérale (p), * = La corrélation est significative au niveau de 0.05 (bilatérale), ** = La corrélation est extrêmement significative au niveau de 0.01 (bilatérale).

Pour l'entraînement, on distingue une significativité de corrélation négative entre la distance totale relative et les quatre valeurs de ressenti interne des joueurs (RPEgénéral/RPEmusculaire ; AUgénéral/AUmusculaire). La même observation est faite pour la distance à >13km/h (absolue, relative, %) et les données de RPE et AU. Ces relations

charges internes/externes négatives signifient que les joueurs qui effectuaient le plus de distance relative à l'entraînement donnaient un RPE général et muculaire bas. Ce résultat est inatendu mais peut être expliqué par différents facteurs évoqués dans le chapitre discussion.

Un tableau de corrélation similaire a été établi pour les matchs :

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Tableau 9

Corrélation entre les paramètres de mesures internes et externes pour les matchs

N=9		RPE_général_M	RPE_musculaire_M	AU_général_M	AU_musculaire_M	Edwards_M	mn>85%FCmax_rel_M	mn>85%FCmax_%_M
DistTot_M (m)	*r*	-.45	-.34	-.43	-.32	-.24	.02	.01
	p	.23	.37	.24	.39	.54	.95	.98
DistTot_rel_M (m/mn)	*r*	-.46	-.34	-.45	-.32	-.22	.04	.03
	p	.22	.38	.23	.40	.57	.92	.95
Dist_>13km/h_M (m)	*r*	-.36	-.24	-.35	-.23	-.14	.13	.12
	p	.34	.53	.35	.55	.72	.73	.76
Dist_>13km/h_rel_M (m/mn)	*r*	-.37	-.24	-.36	-.23	-.13	.14	.13
	p	.33	.54	.34	.56	.74	.72	.74
Dist_>13km/h_%_M (%)	*r*	-.28	-.16	-.28	-.15	-.01	.26	.25
	p	.46	.68	.47	.69	.97	.50	.52
Dist_>18km/h_M (m)	*r*	**-.70***	-.55	**-.70***	-.54	-.05	.13	.13
	p	**.04**	.13	**.04**	.13	.89	.73	.74
Dist_>18km/h_rel_M (m/mn)	*r*	**-.70***	-.54	**-.70***	-.54	-.04	.14	.14
	p	**.03**	.13	**.04**	.13	.92	.72	.73
Dist_>18km/h_%_M (%)	*r*	**-.72***	-.58	**-.73***	-.59	.18	.23	.24
	p	**.03**	.10	**.03**	.10	.65	.55	.53
Nbreacc_1_M	*r*	-.21	-.27	-.20	-.26	.12	.39	.37
	p	.59	.49	.61	.50	.75	.30	.33
Nbreacc_2_M	*r*	-.60	-.38	-.60	-.39	.08	.22	.22
	p	.09	.31	.09	.30	.83	.57	.57
Nbreacc_3_M	*r*	-.53	-.41	-.54	-.42	.31	.32	.32
	p	.14	.28	.13	.26	.42	.41	.40
Nbresprint_M	*r*	-.61	-.40	-.61	-.41	.13	.25	.25
	p	.08	.28	.08	.28	.75	.52	.52

Précisions. Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Match (M), Minutes (mn), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), relative (rel), distance (Dist), distance totale (DistTot), nombre d'accélérations (Nbreacc), nombre de sprints (Nbresprint), Coefficient de corrélation de Pearson (r), Signification bilatérale (p), * = La corrélation est significative au niveau de 0.05 (bilatérale).

Pour les matchs, des corrélations négatives significatives étaient affichées entre la distance >18km/h (absolue, relative, %) et le RPE/AU (général et musculaire). Comme pour les entraînements, cette relation semble inappropriée mais peut être interpréter.

3.3 Corrélations entre l'âge biologique et les paramètres de charge

Voici un aperçu des corrélations entre les données de l'âge biologique et les paramètres de charge recueillis à l'entraînement :

Tableau 10

Corrélation entre l'âge biologique et les paramètres de charge à l'entraînement

N=12		Age	PHV	yr	Taille (cm)	Poids (kg)	BMI
DistTot_T (m)	*r*	.03	.11	-.16	-.33	-.04	.19
	p	.94	.75	.62	.29	.90	.55
DistTot_rel_T (m/mn)	*r*	.11	.15	-.11	-.33	-.08	.14
	p	.74	.64	.73	.30	.82	.67
Dist_>13km/h_T (m)	*r*	-.04	.18	-.42	-.39	-.20	-.02
	p	.89	.59	.18	.21	.53	.96
Dist_>13km/h_rel_T (m/mn)	*r*	.00	.20	-.40	-.38	-.22	-.05
	p	1.0	.52	.20	.22	.48	.87
Dist_>13km/h_%_T	*r*	-.11	.19	-.56	-.36	-.30	-.18
	p	.73	.55	.06	.25	.35	.57
Dist_>18km/h_T (m)	*r*	.13	.41	-.57	**-.63***	-.35	-.07
	p	.68	.19	.05	**.03**	.27	.82
Dist_>18km/h_rel_T (m/mn)	*r*	.18	.44	-.57	**-.64***	-.37	-.09
	p	.59	.15	.06	**.03**	.24	.77
Dist_>18km/h_%_T	*r*	.16	.49	**-.68***	**-.67***	-.42	-.15
	p	.62	.11	**.02**	**.02**	.17	.63
Nbreacc_1_T	*r*	.06	.27	-.42	-.29	-.33	-.28
	p	.85	.40	.18	.36	.30	.38
Nbreacc_2_T	*r*	.05	.39	**-.68***	**-.61***	-.46	-.25
	p	.89	.21	**.02**	**.03**	.14	.43
Nbreacc_3_T	*r*	-.02	.28	-.56	-.57	-.34	-.10
	p	.96	.39	.06	.06	.28	.76
Nbresprint_T	*r*	.04	.38	**-.70***	**-.63***	-.46	-.23
	p	.92	.22	**.01**	**.03**	.14	.46
RPE_général_T	*r*	-.05	-.12	.15	.20	.39	.43
	p	.88	.71	.64	.53	.21	.16
RPE_musculaire_T	*r*	.15	-.02	.29	.19	.37	.41
	p	.63	.96	.35	.56	.23	.19
AU_général_T	*r*	-.09	-.14	.12	.20	.40	.45
	p	.78	.66	.70	.53	.20	.15
AU_musculaire_T	*r*	.11	-.04	.26	.18	.37	.40
	p	.73	.91	.41	.57	.24	.19
Edwards_T	*r*	.04	.15	-.22	-.18	-.10	-.03
	p	.89	.64	.50	.58	.75	.94
mn>85%FCmax_rel_T	*r*	-.08	.08	-.29	-.19	-.17	-.11
	p	.80	.82	.37	.55	.61	.74
mn>85%FCmax_%_T	*r*	-.08	.08	-.29	-.19	-.17	-.11
	p	.82	.80	.37	.55	.60	.73

Précisions. PHV = Peak Height Velocity ; yr = Phase de maturité ; BMI = Body mass index, Entraînement (T), Minutes (mn), distance (Dist), distance totale (DistTot), relative (rel), nombre d'accélérations (Nbreacc), nombre de sprints (Nbresprint), Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), Coefficient de corrélation de Pearson (r), Signification bilatérale (p), * = La corrélation est significative au niveau de 0.05 (bilatérale), ** = La corrélation est extrêmement significative au niveau de 0.01 (bilatérale).

Le tableau suivant décrit la corrélation entre les données de l'âge biologique et les différentes charges en match :

Tableau 11

Corrélation entre l'âge biologique et les paramètres de charge en match

N=9		Age	PHV	yr	Taille (cm)	Poids (kg)	BMI
DistTot_M (m)	*r*	.06	.27	-.40	-.31	-.36	-.31
	p	.87	.49	.28	.42	.34	.42
DistTot_rel_M (m/mn)	*r*	.05	.27	-.42	-.31	-.39	-.35
	p	.89	.49	.25	.42	.30	.36
Dist_>13km/h_M (m)	*r*	.03	.28	-.49	-.33	-.45	-.43
	p	.94	.46	.18	.39	.22	.25
Dist_>13km/h_rel_M (m/mn)	*r*	.02	.28	-.50	-.33	-.46	-.45
	p	.95	.46	.17	.39	.21	.22
Dist_>13km/h_%_M (%)	*r*	-.02	.27	-.55	-.32	-.51	-.54
	p	.95	.49	.13	.41	.16	.13
Dist_>18km/h_M (m)	*r*	-.06	.28	-.63	-.43	-.52	-.46
	p	.89	.46	.07	.24	.15	.21
Dist_>18km/h_rel_M (m/mn)	*r*	-.06	.28	-.64	-.43	-.54	-.48
	p	.87	.47	.06	.24	.14	.19
Dist_>18km/h_%_M (%)	*r*	-.17	.22	**-.70***	-.45	-.55	-.50
	p	.67	.57	**.04**	.23	.12	.17
Nbreacc_1_M	*r*	.01	.33	-.61	-.42	-.46	-.39
	p	.97	.39	.08	.26	.22	.30
Nbreacc_2_M	*r*	-.19	.28	**-.85****	-.61	**-.70***	-.59
	p	.62	.47	**.00**	.08	**.04**	.09
Nbreacc_3_M	*r*	-.04	.35	**-.75***	-.65	-.65	-.49
	p	.91	.35	**.02**	.06	.06	.18
Nbresprint_M	*r*	-.16	.31	**-.86****	-.65	**-.72***	-.59
	p	.67	.41	**.00**	.06	**.03**	.09
RPE_général_M	*r*	.29	.14	.20	.05	.12	.12
	p	.46	.72	.61	.89	.77	.75
RPE_musculaire_M	*r*	.61	.46	.13	-.14	-.27	-.33
	p	.08	.22	.75	.73	.48	.39
AU_général_M	*r*	.30	.14	.21	.06	.13	.14
	p	.44	.71	.59	.89	.74	.72
AU_musculaire_M	*r*	.62	.46	.14	-.13	-.26	-.31
	p	.07	.21	.72	.73	.50	.41
Edwards_M	*r*	-.22	.08	-.51	-.27	-.24	-.17
	p	.57	.84	.16	.48	.53	.66
mn>85%FCmax_rel_M	*r*	-.19	.15	-.59	-.32	-.31	-.25
	p	.63	.71	.10	.41	.41	.51
mn>85%FCmax_%_M	*r*	-.20	.14	-.59	-.31	-.32	-.26
	p	.61	.72	.10	.42	.41	.50

Précisions. PHV = Peak Height Velocity ; yr = Phase de maturité ; BMI = Body mass index, Match (M), Minutes (mn), distance (Dist), distance totale (DistTot), relative (rel), nombre d'accélérations (Nbreacc), nombre de sprints (Nbresprint), Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), Coefficient de corrélation de Pearson (r), Signification bilatérale (p), * = La corrélation est significative au niveau de 0.05 (bilatérale), ** = La corrélation est extrêmement significative au niveau de 0.01 (bilatérale).

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Dans le tableau de corrélation regroupant les données de l'âge biologique et les différentes charges à l'entraînement (Tableau 10), seules des corrélations significatives pour les paramètres de mesures externes ont été remarquées. La distance >18km/h (%), le nombre d'accélérations en zone 2 et le nombre de sprints étaient corrélés positivement avec le PHV. La distance >18km/h (absolue, relative, %), le nombre d'accélérations (zone 2) et le nombre de sprints étaient corrélés négativement avec la phase de maturité et la taille des participants. Ce qui signifie que les joueurs en retard de croissance ou les participants de petite taille avaient tendance à parcourir plus de distance à haute intensité et effectuaient plus de sprints et d'accélérations que les joueurs au développement avancé.

Le même constat peut être fait pour les matchs (Tableau 11). On remarque des corrélations négativement significatives entre la distance >18km/h (%), le nombre d'accélérations (zone 2 et 3), le nombre de sprints et la phase de maturité (yr). Deux autres corrélations négativement significatives ont été remarquées entre le nombre d'accélérations en zone 2, le nombre de sprints et le poids des participants. Les joueurs les plus légers parcourent donc plus de distance à haute intensité que leurs coéquipiers d'un poids plus élevé.

3.4 Corrélations entre les résultats au pré-test et les paramètres de charge

Les deux tableaux ci-dessous permettent de vérifier les corrélations entre le niveau de performance physique et les différents paramètres de charge à l'entraînement et en match.

Tableau 12

Résultats au pré-test et paramètres de charge à l'entraînement

N=13		DistTot_T0	PA_T0	VMA_T0	FCmax_T0	5-10-5_T0	10m_T0	30m_T0
DistTot_T (m)	*r*	**.65***	**.65***	**.70****	-.03	-.45	-.19	-.46
	p	**.02**	**.02**	**.01**	.92	.13	.54	.11
DistTot_rel_T (m/mn)	*r*	**.72****	**.72****	**.76****	.07	-.45	.00	-.34
	p	**.01**	**.01**	**.00**	.83	.13	.99	.25
Dist_>13km/h_T (m)	*r*	**.67***	**.67***	**.71****	-.15	-.27	-.10	-.20
	p	**.01**	**.01**	**.01**	.62	.37	.75	.52
Dist_>13km/h_rel_T (m/mn)	*r*	**.69****	**.69****	**.72****	-.11	-.26	.00	-.12
	p	**.01**	**.01**	**.01**	.73	.39	1.00	.68
Dist_>13km/h_%_T (%)	*r*	.54	.54	**.56***	-.24	-.07	-.01	.06
	p	.06	.06	**.05**	.42	.83	.96	.84
Dist_>18km/h_T (m)	*r*	**.67***	**.67***	**.70****	-.09	-.50	-.47	**-.58***
	p	**.01**	**.01**	**.01**	.78	.08	.11	**.04**
Dist >18km/h rel T (m/mn)	*r*	**.71****	**.70****	**.73****	-.07	-.51	-.42	-.55
	p	**.01**	**.01**	**.00**	.82	.08	.15	.05
Dist_>18km/h_%_T (%)	*r*	**.58***	**.58***	**.59***	-.14	-.45	-.53	-.55
	p	**.04**	**.04**	**.03**	.64	.13	.06	.05
Nbreacc_1_T	*r*	.44	.46	.47	-.18	-.29	-.27	-.23
	p	.13	.11	.11	.56	.34	.37	.46
Nbreacc_2_T	*r*	.38	.40	.42	-.21	-.50	**-.73****	**-.62***
	p	.19	.17	.15	.50	.08	**.00**	**.02**
Nbreacc_3_T	*r*	.25	.25	.26	.18	**-.67***	**-.66***	**-.76****
	p	.41	.41	.39	.56	**.01**	**.01**	**.00**
Nbresprint_T	*r*	.37	.39	.40	-.14	-.54	**-.74****	**-.67***
	p	.21	.19	.17	.64	.05	.00	.01
RPE_général_T	*r*	-.50	-.50	-.50	-.16	.01	-.26	-.17
	p	.08	.08	.08	.60	.99	.39	.57
RPE_musculaire_T	*r*	-.39	-.40	-.40	-.11	.09	-.16	-.17
	p	.19	.18	.18	.72	.77	.60	.58
AU_général_T	*r*	-.48	-.48	-.48	-.18	-.02	-.33	-.24
	p	.09	.09	.10	.56	.94	.26	.44
AU_musculaire_T	*r*	-.40	-.40	-.40	-.12	.07	-.23	-.22
	p	.18	.17	.17	.69	.82	.45	.48
Edwards_T	*r*	-.03	-.03	-.01	**-.81****	.48	-.08	.44
	p	.92	.93	.98	**.00**	.09	.79	.13
mn>85%FCmax_rel_T	*r*	-.20	-.20	-.16	**-.70****	**.71****	.03	**.58***
	p	.51	.50	.60	**.01**	**.01**	.93	**.04**
mn>85%FCmax_%_T	*r*	-.20	-.21	-.17	**-.69****	**.71****	.06	**.60***
	p	.51	.50	.59	**.01**	**.01**	.86	**.03**

Précisions. Pré-test (T0), Distance total (DistTot), palier atteint (PA), Vitesse aérobie maximale (VMA), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), 5m-10m-5m (5-10-5), Entraînement (T), Minutes (mn), distance (Dist), relative (rel), nombre d'accélérations (Nbreacc), nombre de sprints (Nbresprint), Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Coefficient de corrélation de Pearson (r), Signification bilatérale (p), * = La corrélation est significative au niveau de 0.05 (bilatérale), ** = La corrélation est extrêmement significative au niveau de 0.01 (bilatérale).

Plusieurs corrélations significatives à extrêmement significatives sont mentionnées dans le tableau contenant les performances au pré-test et les charges à l'entraînement. Le test de corrélation de Pearson a permis de constater qu'il y avait des corrélations significatives entre la distance totale/relative et les données récoltées au Yo-Yo IR1 (sauf pour la FCmax). Des corrélations significatives à extrêmement significatives et des tendances de corrélations significatives sont à observer entre les distances effectuées à >13km/h (absolue, relative, %), les distances à >18km/h (absolue, relative, %) et les résultats au Yo-Yo IR1 (sauf pour la FCmax). D'autres corrélations significatives et extrêmement significatives positives ont été constatées entre les temps aux tests de vitesse (10 mètres, 30 mètres) et le nombre d'accélérations (zone 2 et 3) et le nombre de sprints. Les distances relatives effectuées à >18km/h et le 30m sprint linéaire sont également corrélées (p=0.04). Ces résultats confirment une certaine logique. Un joueur qui a de bons résultats au Yo-Yo IR1 et donc une bonne capacité d'endurance sera capable de fournir plus d'efforts de manière globale et à haute intensité en match. Un joueur qui possède une bonne vitesse de course aura tendance à utiliser cette vitesse à l'entraînement et produira donc beaucoup d'accélérations et de sprints. Chaque joueur utilise ses capacités à bon escient afin d'être le plus perfomant possible sur le terrain. Ces résultats confirment également que le test Yo-Yo IR1 et les tests de vitesse sont de bons indicateurs des capacités d'endurance et de vitesse. Au niveau des charges internes, les données de la méthode Edwards et les minutes >85%FCmax (relative, %) sont logiquement corrélées significativement avec la FCmax, la FCmax servant d'indicateur pour les données Edwards et les minutes >85%FCmax (relative, %). Les valeurs de minutes >85%FCmax (relative, %) et les résultats aux tests de 5m-10m-5m et 30 mètres sprint linéaire sont également corrélés de manière significative positive. Ce qui signifie que les joueurs qui ont les meilleurs résultats aux tests de vitesse ont tendance à passer moins de temps à >85% de la FCmax.

Tableau 13

Résultats au pré-test et paramètres de charge en match

N=9		DistTot_T0	PA_T0	VMA_T0	FCmax_T0	5-10-5_T0	10m_T0	30m_T0
DistTot_M (m)	*r*	-.61	-.61	-.61	.10	.55	-.02	.23
	p	.08	.08	.08	.81	.12	.95	.56
DistTot_rel_M (m/mn)	*r*	-.58	-.58	-.58	.10	.55	.00	.21
	p	.10	.10	.10	.80	.13	.99	.58
Dist_>13km/h_M (m)	*r*	-.50	-.51	-.51	.08	.50	.01	.08
	p	.17	.16	.16	.84	.17	.98	.84
Dist_>13km/h_rel_M (m/mn)	*r*	-.48	-.49	-.49	.08	.49	.02	.07
	p	.19	.18	.18	.84	.18	.95	.86
Dist_>13km/h_%_M (%)	*r*	-.36	-.38	-.37	.10	.39	.07	-.08
	p	.34	.32	.33	.81	.30	.87	.84
Dist_>18km/h_M (m)	*r*	-.54	-.53	-.52	.10	.38	.25	.39
	p	.13	.14	.15	.79	.32	.52	.30
Dist_>18km/h_rel_M (m/mn)	*r*	-.51	-.51	-.49	.10	.36	.27	.38
	p	.16	.16	.18	.79	.34	.48	.31
Dist_>18km/h_%_M (%)	*r*	-.31	-.29	-.27	.09	.10	.47	.42
	p	.42	.45	.49	.82	.81	.20	.26
Nbreacc_1_M	*r*	-.61	-.63	-.63	.13	.38	.03	.04
	p	.08	.07	.07	.74	.31	.95	.93
Nbreacc_2_M	*r*	-.26	-.25	-.26	-.07	.24	.41	.31
	p	.49	.52	.50	.86	.54	.27	.42
Nbreacc_3_M	*r*	-.16	-.14	-.14	.34	.18	**.77***	.57
	p	.69	.72	.73	.37	.64	**.02**	.11
Nbresprint_M	*r*	-.27	-.25	-.26	.01	.25	.49	.38
	p	.49	.51	.50	.98	.52	.18	.32
RPE_général_M	*r*	.06	.03	.06	.16	.14	-.09	-.34
	p	.88	.94	.89	.68	.71	.82	.37
RPE_musculaire_M	*r*	.23	.23	.27	-.35	.17	-.39	-.59
	p	.56	.55	.49	.36	.66	.30	.09
AU_général_M	*r*	.04	.01	.03	.17	.15	-.11	-.33
	p	.92	.98	.93	.66	.69	.79	.38
AU_musculaire_M	*r*	.21	.22	.25	-.36	.18	-.41	-.59
	p	.59	.57	.52	.35	.64	.27	.10
Edwards_M	*r*	.07	.04	.04	.64	-.23	**.71***	.02
	p	.86	.92	.92	.06	.54	**.03**	.96
mn>85%FCmax_rel_M	*r*	-.07	-.11	-.11	**.67***	-.15	.64	-.04
	p	.86	.78	.78	**.05**	.70	.07	.92
mn>85%FCmax_%_M	*r*	-.05	-.09	-.09	**.67***	-.16	.65	-.05
	p	.90	.82	.83	**.05**	.68	.06	.90

Précisions. Pré-test (T0), Distance totale (DistTot), palier atteint (PA), Vitesse aérobie maximale (VMA), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), 5m-10m-5m (5-10-5), Match (M), Minutes (mn), distance (Dist), relative (rel), nombre d'accélérations (Nbreacc), nombre de sprints (Nbresprint), Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Coefficient de corrélation de Pearson (r), Signification bilatérale (p), * = La corrélation est extrêmement significative au niveau de 0.05 (bilatérale).

Pour les matchs, plusieurs corrélations significatives positives sont observables entre le nombre d'accélérations (zone 3) et le 10 mètres sprint linéaire (p=0.02), également entre les données Edwards et le 10 mètres sprint linéaire (p=0.03), mais aussi entre la FCmax et les minutes >85%FCmax relative (p=0.05). Les mêmes tendances sont à observer pour les données des matchs et pour les entraînements en relation avec les résultats du pré-test.

3.5 Corrélation entre la différence pré-test/post-test et les paramètres de charge

Voici deux tableaux qui décrivent la relation pour les entraînements (tableau 14) et pour les matchs (tableau 15) entre les performances aux tests (différence T0-T1) et les paramètres de charge.

Tableau 14

Corrélation entre la différence T0-T1 et les paramètres de charge à l'entraînement

N=12		DistTot_Δ	PA_Δ	VMA_Δ	FCmax_Δ	5-10-5_Δ	10m_Δ	30m_Δ
DistTot_T (m)	*r*	.50	.57	.57	-.44	**.71***	-.13	.34
	p	.09	.05	.05	.15	**.01**	.69	.28
DistTot_rel_T (m/mn)	*r*	.45	.54	.52	-.44	**.74****	-.16	.32
	p	.15	.07	.08	.15	**.01**	.61	.31
Dist_>13km/h_T (m)	*r*	.28	.34	.38	-.25	**.68***	-.23	.46
	p	.38	.27	.22	.44	**.02**	.47	.13
Dist_>13km/h_rel_T (m/mn)	*r*	.23	.30	.34	-.23	**.67***	-.24	.45
	p	.47	.34	.28	.48	**.02**	.45	.14
Dist_>13km/h_%_T (%)	*r*	.04	.08	.15	-.02	.53	-.26	.50
	p	.91	.79	.64	.94	.07	.42	.10
Dist_>18km/h_T (m)	*r*	.28	.33	.35	-.26	.50	-.19	**.60***
	p	.38	.30	.26	.41	.10	.56	**.04**
Dist_>18km/h_rel_T (m/mn)	*r*	.25	.31	.33	-.26	.51	-.19	**.62***
	p	.43	.33	.29	.42	.09	.55	**.03**
Dist_>18km/h_%_T (%)	*r*	.15	.19	.22	-.16	.37	-.18	**.64***
	p	.64	.56	.50	.62	.23	.59	**.02**
Nbreacc_1_T	*r*	.38	.39	.43	-.01	.23	-.22	.34
	p	.22	.21	.17	.97	.47	.50	.29
Nbreacc_2_T	*r*	.57	.57	**.60***	-.06	.17	-.35	.46
	p	.05	.06	**.04**	.86	.60	.26	.14
Nbreacc_3_T	*r*	.41	.45	.39	-.08	.04	-.41	.34
	p	.19	.14	.20	.81	.91	.19	.28
Nbresprint_T	*r*	.57	.57	**.59***	-.06	.15	-.37	.45
	p	.06	.06	**.05**	.86	.65	.23	.14
RPE_général_T	*r*	-.31	-.38	-.39	-.11	-.50	.37	-.28
	p	.32	.23	.21	.73	.10	.24	.38
RPE_musculaire_T	*r*	-.43	-.49	-.49	-.17	-.40	.49	-.24
	p	.17	.10	.11	.60	.20	.10	.46
AU_général_T	*r*	-.27	-.34	-.35	-.12	-.49	.36	-.23
	p	.39	.28	.27	.71	.11	.24	.48
AU_musculaire_T	*r*	-.39	-.46	-.45	-.16	-.41	.48	-.20
	p	.22	.14	.15	.63	.19	.11	.53
Edwards_T	*r*	-.04	-.10	-.05	.21	.03	.36	.31
	p	.90	.76	.88	.51	.94	.25	.32
mn>85%FCmax_rel_T	*r*	-.17	-.22	-.22	.33	-.07	.32	.07
	p	.60	.48	.49	.29	.82	.32	.82
mn>85%FCmax_%_T	*r*	-.19	-.24	-.24	.34	-.08	.31	.08
	p	.55	.44	.45	.27	.81	.32	.81

Précisions. Différence pré-test/post-test (**Δ**), Distance totale (DistTot), palier atteint (PA), Vitesse aérobie maximale (VMA), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), 5m-10m-5m (5-10-5), Entraînement (T), Minutes (mn), distance (Dist), distance totale (DistTot), relative (rel), nombre d'accélérations (Nbreacc), nombre de sprints (Nbresprint), Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Coefficient de corrélation de Pearson (r), Signification bilatérale (p), * = La corrélation est significative au niveau de 0.05 (bilatérale), ** = La corrélation est extrêmement significative au niveau de 0.01 (bilatérale).

Tableau 15

Corrélation entre la différence T0-T1 et les paramètres de charge en match

N=8		DistTot_Δ	PA_Δ	VMA_Δ	FCmax_Δ	5-10-5_Δ	10m_Δ	30m_Δ
DistTot_M (m)	*r*	.48	.53	.56	.06	.65	**-.71***	.27
	p	.23	.17	.15	.89	.08	**.05**	.52
DistTot_rel_M (m/mn)	*r*	.49	.54	.57	.10	.63	**-.73***	.27
	p	.22	.17	.14	.82	.09	**.04**	.51
Dist_>13km/h_M (m)	*r*	.47	.52	.54	.18	.50	**-.80***	.19
	p	.24	.18	.16	.66	.21	**.02**	.65
Dist_>13km/h_rel_M (m/mn)	*r*	.48	.53	.55	.20	.48	**-.81***	.19
	p	.23	.18	.16	.63	.22	**.01**	.65
Dist_>13km/h_%_M (%)	*r*	.46	.49	.52	.31	.33	**-.85****	.13
	p	.25	.22	.18	.45	.43	**.01**	.76
Dist_>18km/h_M (m)	*r*	.26	.32	.38	.15	.70	-.67	.51
	p	.54	.43	.36	.73	.06	.07	.19
Dist_>18km/h_rel_M (m/mn)	*r*	.26	.32	.38	.17	.68	-.68	.52
	p	.54	.43	.35	.69	.06	.06	.19
Dist_>18km/h_%_M (%)	*r*	-.02	.04	.12	.24	.60	-.52	.70
	p	.96	.92	.78	.57	.12	.19	.05
Nbreacc_1_M	*r*	.22	.26	.33	.17	.42	-.67	.32
	p	.60	.54	.43	.69	.30	.07	.44
Nbreacc_2_M	*r*	.23	.35	.29	.18	.53	**-.81***	.31
	p	.58	.40	.49	.67	.17	**.01**	.45
Nbreacc_3_M	*r*	.28	.35	.33	.04	.58	-.48	.52
	p	.50	.40	.43	.93	.13	.23	.19
Nbresprint_M	*r*	.25	.36	.31	.16	.57	**-.79***	.37
	p	.54	.38	.46	.71	.14	**.02**	.37
RPE_général_M	*r*	-.05	-.10	-.12	.10	-.62	.28	-.08
	p	.90	.81	.78	.81	.10	.51	.86
RPE_musculaire_M	*r*	-.33	-.32	-.47	.55	**-.86****	-.20	-.45
	p	.42	.45	.24	.15	**.01**	.63	.26
AU_général_M	*r*	-.05	-.10	-.11	.08	-.61	.29	-.08
	p	.90	.81	.79	.85	.11	.49	.86
AU_musculaire_M	*r*	-.34	-.32	-.48	.55	**-.86****	-.20	-.47
	p	.42	.44	.23	.16	**.01**	.63	.24
Edwards_M	*r*	.05	-.03	.10	.06	-.13	.07	.40
	p	.91	.95	.81	.88	.75	.86	.33
mn>85%FCmax_rel_M	*r*	.14	.07	.22	.12	-.03	-.13	.39
	p	.74	.87	.60	.78	.94	.76	.35
mn>85%FCmax_%_M	*r*	.14	.06	.22	.13	-.04	-.13	.39
	p	.74	.88	.61	.76	.92	.76	.34

Précisions. Différence pré-test/post-test (delta), Distance totale (DistTot), palier atteint (PA), Vitesse aérobie maximale (VMA), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), 5m-10m-5m (5-10-5), Match (M), Minutes (mn), distance (Dist), relative (rel), nombre d'accélérations (Nbreacc), nombre de sprints (Nbresprint), Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Coefficient de corrélation de Pearson (r), Signification bilatérale (p), * = La corrélation est significative au niveau de 0.05 (bilatérale), ** = La corrélation est extrêmement significative au niveau de 0.01 (bilatérale).

Pour l'entraînement (Tableau 14), des corrélations significatives positives pouvaient être observées entre la distance totale (absolue, relative), la distance >13km/h (absolue, relative) et les différences de résultats au 5m-10m-5m. Ces résultats ont démontré que les joueurs capables de couvrir de grandes distances et à haute intensité ont eu tendance à ne pas améliorer leurs résultats au test de 5m-10m-5m. Les corrélations significatives positives entre la distance >18km/h (absolue, relative, %) et les résultats au 30 mètres sprint linéaire caractérisaient parfaitement la constatation effectuée auparavant. Les joueurs qui produisaient régulièrement des efforts à haute intensité n'amélioraient pas leurs temps au test de 30 mètres sprint linéaire. Une autre corrélation significative positive est observée entre le nombre d'accélérations en zone 2, le nombre de sprints et la VMA. Comme attendu, ce sont donc les participants qui effectuaient le plus de sprints et d'accélérations à l'entraînement qui ont eu tendance à améliorer leurs VMA.

Concernant les matchs (Tableau 15), on a remarqué des corrélations significatives négatives et extrêmement significatives négatives entre les différences de résultats au 10 mètres sprint linéaire et la distance totale (absolue, relative), la distance effectuée >13km/h (absolue, relative, %), le nombre d'accélérations en zone 2 et le nombre de sprints. Cela prouvait et vérifiait les résultats obtenus lors des entraînements. Les joueurs qui couvraient le plus de distance de manière générale et à haute intensité n'amélioraient pas leurs résultats au test de 10 mètres sprint linéaire. Ces observations inattendues se répètaient pour la relation entre les accélérations, les sprints et les résultats au test de 10 mètres sprint linéaire. Ce sont donc les joueurs qui accélèraient et sprintaient le moins qui amélioraient leur temps au test de 10 mètres sprint linéaire. Ces résultats dérogaient donc à une certaine logique.

Au niveau des charges internes pour les matchs, le RPE musculaire et le AU musculaire sont étroitement corrélés de manière négative avec le 5m-10m-5m (p=0.006). Ce qui indiquait que les joueurs donnant un RPEmusculaire bas avaient en règle générale amélioré leurs temps au 5m-10m-5m.

Les deux tableaux de corrélations ci-dessous regroupent les résultats au pré-test et la relation entre les charges internes/externes :

Tableau 16

Corrélation entre les résultats au pré-test et la relation charge interne/externe

		DistTot_T0	PA_T0	VMA_T0	FCmax_T0	5-10-5_T0	10m_T0	30m_T0
AUgénéral/Dist_>13km/h_T (N=13)	*r*	**-.59***	**-.59***	**-.60***	-.01	.07	-.17	-.10
	p	**.03**	**.03**	**.03**	.10	.82	.58	.75
AUgénéral/Dist_>18km/h_T (N=13)	*r*	**-.69****	**-.69****	**-.69****	.02	.34	.20	.27
	p	**.01**	**.01**	**.01**	.96	.26	.51	.36
Edwards/Dist_>13km/h_T (N=13)	*r*	-.49	-.48	-.50	-.53	**.59***	.03	.53
	p	.09	.09	.08	.06	**.03**	.92	.06
Edwards/Dist_>18km/h_T (N=13)	*r*	-.53	-.53	-.53	-.32	**.73****	.50	**.84****
	p	.06	.06	.06	.28	**.00**	.082	**.00**

		DistTot_T0	PA_T0	VMA_T0	FCmax_T0	5-10-5_T0	10m_T0	30m_T0
AUgénéral/Dist_>13km/h_M (N=9)	*r*	-.31	-.31	-.32	.06	.16	.16	.23
	p	.41	.42	.41	.87	.67	.68	.55
AUgénéral/Dist_>18km/h_M (N=9)	*r*	-.38	-.36	-.36	.08	.16	.31	.45
	p	.32	.34	.34	.83	.67	.41	.22
Edwards/Dist_>13km/h_M (N=9)	*r*	-.36	-.35	-.35	-.33	.47	-.49	.02
	p	.34	.35	.35	.38	.20	.18	.95
Edwards/Dist_>18km/h_M (N=9)	*r*	-.45	-.42	-.42	-.34	.44	-.29	.32
	p	.22	.26	.26	.37	.24	.45	.40

Précisions. Pré-test (T0), Distance totale (DistTot), Distance (Dist), palier atteint (PA), Vitesse aérobie maximale (VMA), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), 5m-10m-5m (5-10-5), Arbitrary Unit (AU), Entraînement (T), Match (M), Coefficient de corrélation de Pearson (r), Signification bilatérale (p), * = La corrélation est significative au niveau de 0.05 (bilatérale), ** = La corrélation est extrêmement significative au niveau de 0.01 (bilatérale).

Rapport-Gratuit.com

On a remarqué des corrélations positives significatives à extrêmement significatives entre la relation AUgénéral/Dist>13km/h, AUgénéral/Dist>18km/h et les résultats au Yo-YO IR1 (sauf la FCmax). Une autre corrélation positivement significative et extrêmement significative est à observer entre la relation Edwards/Dist>13km/h, Edwards/Dist>18km/h et les résultats au 5m-10m-5m et 30 mètres sprint linéaire. Les résultats au Yo-Yo IR1 sont corrélés significativement avec la relation d'effort ressenti à haute intensité (>13km/h et >18km/h), ce qui révèle que les joueurs qui ont obtenu les meilleures valeurs de distance totale, de VMA et de palier atteint au Yo-Yo IR1 étaient capables de mieux ressentir l'effort effectué à haute intensité. D'autres corrélations significatives ou des tendances de significativité sont remarquées entre les valeurs du 5m-10m-5m et du 30 mètres sprint linéaire à T0 et la relation Edwards/effort à haute intensité (>13km/h et > 18km/h), ce qui démontre que les joueurs les plus rapides ont une meilleure relation entre la charge interne obtenue avec la fréquence cardiaque des entraînements et les efforts à haute intensité. Aucune corrélation significative n'est remarquée pour les matchs entre la relation de charge interne/externe et les résultats au pré-test.

4 Discussion

4.1 Discussion des résultats

Les données recueillies démontraient que les participants ont développé des données de distance totale proches de celles de footballeurs adultes. Les joueurs de football élite adultes couvrent en moyenne 9 à 12 km durant un match officiel, dont 1.5 à 3.5 km à haute intensité (Mohr, Krustrup & Bangsbo, 2003). Cela prouve que la préparation estivale basée sur le guide de préformation a permis aux joueurs de développer leurs capacités aérobies et anaérobies nécessaires à un bon rendement au niveau de l'endurance. La différence avec le football adulte se situe au niveau de l'intensité des courses lors des entraînements et des matchs. Cette différence au niveau de l'intensité des courses durant les matchs entre les adultes et les juniors peut être expliquée par la physionomie du match, l'adversaire, la disposition tactique de l'équipe ou encore les dimensions du terrain. Les joueurs adultes impriment un rythme constant durant la totalité des activités physiques. Pour toutes les actions effectuées sur le terrain, les adultes sont impliqués à 100% et ne laissent pas de place à des moments de répit. La vitesse d'action est également différente entre les adultes et les juniors. Afin d'entrer en phase d'accélération, un certain seuil de vitesse doit être dépassé. Les données d'accélérations peuvent être faussées par le fait que plusieurs joueurs n'arrivaient pas à atteindre ces seuils d'accélération fixés automatiquement par le système.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Au niveau des charges internes, les minutes passées à >85% de la FCmax sont représentatives de l'intensité de l'effort. D'après les études d'Henderson and al. (2015), de Rebelo and al. (2014) et de Castagna and al. (2003 ; 2009 ; 2010), les joueurs élites juniors obtiennent une fréquence cardiaque moyenne correspondant à 85% de leur FCmax pour l'ensemble du match. Des pics cardiaques proches de 100% de leur FCmax peuvent être observés. Dans la présente étude, on remarque que les joueurs ont des valeurs de fréquence cardiaque similaires aux autres études sur le football élite juniors (voir Annexe F). Ces valeurs plutôt élevées de fréquence cardiaque peuvent être la conséquence d'un mauvais diagnostic de FCmax. Certains joueurs n'ont peut-être pas donné leur maximum durant le test de Yo-Yo IR1, pouvant biaiser les données de FCmax. Pour les charges internes, la perception de l'effort n'est pas la même pour chaque individu et rend complexe la définition concrète d'une intensité d'effort physique. En comparaison avec l'étude d'Henderson and al. (2015), les joueurs ont donné en moyenne des données RPE (général) plus basses. Il y a plusieurs

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

explications possibles à cette différence : les joueurs du groupe observé sont mieux préparés physiquement que les joueurs de l'étude d'Henderson et donnent des valeurs RPE en fonction de l'effort réel ressenti. La deuxième interprétation possible serait que les jeunes joueurs ne jugent pas l'effort perçu avec exactitude et sous-estiment l'intensité des exercices.

Les corrélations de charges internes et externes entre les entraînements et les matchs sont significatives pour toutes les valeurs. Cette constatation avait déjà été faite pour l'étude d'Henderson and al. (2015). La différence d'intensité entre les entraînements et les matchs peut être expliquée par le fait que certains thèmes spécifiques travaillés à l'entraînement n'exigent pas de courses à haute intensité. Le travail tactique, par exemple, s'effectue à faible intensité et influence le résultat des moyennes. Les différences de charges externes peuvent être expliquées par des dimensions de terrains non-similaires ou encore par les pauses régulières entre les exercices. Les exercices à l'entraînement se déroulent généralement dans de petites surfaces qui demandent des accélérations sur de petites distances au contraire des matchs où tout le terrain est couvert par les joueurs.

En analysant les corrélations entre les charges internes et externes pour les entraînements et les matchs, on décèle d'énormes différences par rapport aux études de Scott and al. (2012) et Casamichana and al. (2013). Contrairement aux études précitées, des corrélations significatives négatives sont observées entre quelques charges internes et externes. Ces corrélations étaient inattendues. Ces résultats significatifs symbolisent parfaitement ce qui a été dit auparavant : les joueurs ont une mauvaise estimation de l'effort physique ou alors ils ont une bonne condition physique et n'éprouvent aucune difficulté à effectuer les différents exercices. Pour les matchs, les mêmes constatations peuvent être faites entre les distances à très haute intensité (>18km/h) et le ressenti interne. L'effet de groupe lors de l'évaluation des sessions RPE peut également jouer un rôle prépondérant pour cette relation.

Les corrélations entre les différentes données de l'âge biologique ont permis d'affirmer que les joueurs qui étaient en retard au niveau de l'âge biologique ont effectué plus de distance à très haute intensité, plus d'accélérations, plus de sprints à l'entraînement. La même relation est également valable pour les joueurs de petite taille. Ceux-ci, généralement en retard de croissance, ont donc tendance à faire plus d'accélérations et plus de sprints à très haute intensité que les joueurs de grande taille. Les joueurs de petite taille de cette étude jouaient au milieu de terrain et la position influence aussérement les distances parcourues sur le terrain.

Tous les milieux de terrain de cette étude était léger et de petite taille. Ce sont eux qui courraient généralement le plus lors de toutes les activités. Dans le football moderne, il est nécessaire pour les joueurs de petite taille d'utiliser leur vivacité et leur capacité à répéter des efforts rapides pour se faire une place parmi les grands gabarits.

Si l'on vérifie l'utilité des tests mis en place dans cette étude, on s'aperçoit que le test Yo-Yo IR1 semble être un indicateur précis de la forme du joueur et de sa capacité à effectuer des efforts à haute intensité (>13km/h). Cette constatation avait déjà été relatée dans les études de Krustrup and al. (2003 ; 2005) pour les joueurs adultes masculins (r = 0.71, p < 0.05) et féminins (r = 0.76, p < 0.05). Rebelo and al. (2014) ont également trouvé des corrélations significatives entre la fréquence cardiaque moyenne durant les matchs et les résultats au Yo-Yo IR1. Les résultats de la présente étude confirment que les données récoltées de distance totale (palier atteint et VMA inclus) au Yo-Yo IR1 peuvent prédire la capacité à effectuer des efforts à haute intensité à l'entraînement. Par contre, aucune corrélation significative n'a été trouvée entre les résultats au Yo-Yo IR1 pour le pré-test et les résultats de charges externes en match. Cette même relation est observée pour les tests de vitesse. Un joueur qui accélère et qui sprinte régulièrement durant les entraînements pourra logiquement améliorer son temps aux tests de 10 mètres et 30 mètres sprint linéaire. Aucun objectif spécifique n'avait été fixé par les entraîneurs sur l'amélioration de la vitesse durant la période observée. En étudiant de plus près les résultats, on constate que ce ne sont donc pas les joueurs rapides qui parcourent le plus temps à > 85% de la FCmax. Une explication pourrait être que les joueurs à fibres musculaires rapides ne sont pas endurants et n'arrivent pas à produire sur une longue durée des efforts à haute intensité cardiaque. Tout le contraire des joueurs qui ont des fibres musculaires lentes et qui peuvent maintenir un effort d'endurance à haute intensité cardiaque. En match, comme pour les entraînements, un joueur qui fait beaucoup d'accélérations en zone 3 aura un meilleur temps au test de 10 mètres sprint linéaire. Une autre affirmation confirmant le phénomène des fibres musculaire est la corrélation significative entre le temps au 10 mètres sprint linéaire (T0) et les données Edwards récoltées en match. On remarque donc qu'un joueur qui a un mauvais temps au test de 10m (joueur plutôt lent) aura une donnée Edwards haute (joueur plutôt endurant). Un autre fait observé est la relation significative entre la FCmax récoltée au pré-test et le temps passé à >85% de la FCmax (relatif, %) durant les matchs. Un joueur bien entraîné, qui aura donc une fréquence cardiaque basse, pourra fournir plus d'efforts à des intensités cardiaques élevées.

Les entraîneurs n'avaient pas mis de priorités sur le travail de la vitesse ou sur l'amélioration des capacités aérobies et anaérobies. Il y n'a donc aucune différence significative entre les tests. Le staff a jugé nécessaire d'effectuer des entraînements de maintien au niveau de l'endurance et des exercices réguliers de vitesse visant à ne pas diminuer les performances. Cependant, on observe une tendance de différence significative négative pour le 10 mètres sprint linéaire. La période de saison où le post-test a été planifié peut expliquer cette tendance. Les joueurs accumulaient les séances d'entraînement et une certaine fatigue était perceptible.

Les corrélations entre les différences pré-test/post-test et les charges à l'entraînement ou en match ont rendu visibles certains aspects des compétences physiques des joueurs. Les participants qui amélioraient leurs résultats aux tests de 5m-10m-5m et 30 mètres sprint linéaire avaient tendance à effectuer moins de distance totale et à haute intensité. Cela peut prouver que plusieurs joueurs explosifs et rapides n'arrivent pas à maintenir l'effort sur une longue durée et à haute intensité durant les matchs et les entraînements. Par exemple, les défenseurs en football sont puissants et sprintent sur de petites distances et ne doivent donc pas faire de grandes distances à haute intensité pour se replacer à l'inverse des milieux de terrain et des attaquants. On constate logiquement une amélioration de la VMA pour les joueurs qui accélérent le plus souvent aux entraînements et en match.

En ce qui concerne la corrélation entre les résultats au pré-test et la relation charge interne/charge externe, on observe plusieurs corrélations significatives, mais uniquement aux entraînements. Les meilleurs joueurs au test de Yo-Yo IR1 peuvent prédire plus facilement le ressenti interne lors d'efforts à haute intensité. La même constatation est faite pour les joueurs rapides (meilleurs résultats aux tests de vitesse) et la relation entre la charge interne obtenue avec la fréquence cardiaque des entraînements (Edwards) et les efforts à haute intensité. Les joueurs les plus rapides ont une meilleure relation entre les données Edwards et les distances à >13km/h et >18km/h.

4.2 Discussion de la méthode

Cette étude a permis de définir les charges internes et externes pour des joueurs élites M15 grâce principalement au système GPS. Ce système qui est utilisée dans un bon nombre d'études est fiable et permet une définition simple et rapide du monitoring des charges à l'entraînement et en match. Cependant, des erreurs peuvent survenir lorsque les joueurs effectuent des petites courses ou des courses à haute intensité (Coutts and al., 2010). Les données peuvent donc être parfois inexactes. Durant la phase d'observation, il est arrivé plusieurs fois que certains joueurs oublient d'allumer leurs capteurs GPS ou simplement que leurs ceintures cardiaques ne fonctionnent pas durant les entraînements et les matchs. Dans ces cas-là, les données étaient inutilisables. Aucune comparaison spécifique en fonction des positions sur le terrain n'a été effectuée. Le petit nombre de joueurs dans l'effectif au moment de la phase d'observation explique cette absence de comparaison. Les absences à l'entraînement et les blessures survenues lors de la phase d'observation lors du pré-test ou du post-test n'ont pas permis une analyse complète des charges pour toute l'équipe. La période de croissance est compliquée pour des joueurs évoluant au niveau de préformation élite en football. La répétition des entraînements et des matchs et l'exigence physique des charges à l'entraînement et en match usent les organismes des jeunes footballeurs. Il en découle des blessures qui ne permettent pas aux joueurs de suivre quotidiennement les entraînements. Ces absences aux entraînements et aux matchs rendent complexe l'analyse des résultats. Plusieurs joueurs n'ont, par exemple, pas effectué un seul match en entier. Il a été signalé dans plusieurs études que la position sur le terrain pouvait affecter les distances parcourues chez les joueurs (Buchheit and al., 2010). Dans le cadre de cette étude, les entraîneurs ont sans cesse remanié la composition de l'équipe et plusieurs joueurs ont évolué à différentes positions durant les cinq matchs analysés. A cet âge, les joueurs évoluent à plusieurs postes afin de travailler les capacités techniques et tactiques multiples que requiert le football élite. Les joueurs polyvalents sont souvent précieux pour les équipes adultes. Au niveau des moins de 18 ans ou des moins de 20 ans, les joueurs sont souvent placés à des positions fixes qu'ils ne quittent plus durant leur carrière.

Pour l'évaluation des charges internes, le système RPE semble approprié. Cependant, durant la phase pilote, il aurait été nécessaire de mieux sensibiliser les joueurs à l'échelle de Borg (1998). Les données RPE transmises au staff en fin d'entraînement et de match ne correspondaient parfois pas à l'état physique concret des joueurs. Certains joueurs ressentent

le besoin de déclarer des données RPE basses qui ne correspondent pas à leurs véritables ressentis internes. L'effet de groupe peut jouer un rôle à cet égard. Cette étude a permis d'évaluer concrètement les efforts physiques que faisaient des joueurs de football élite juniors. Les données récoltées reflètent parfaitement ce qui se passe sur le terrain et a permis aux entraîneurs de donner des feedbacks personnels à chaque joueur. Le choix des zones de fréquences cardiaques et des zones de vitesses à paramétrer pour le système GPS a permis de regrouper tous les joueurs. Aucun joueur n'a faussé volontairement les résultats aux tests. Cependant, une mauvaise évaluation de la FCmax durant le pré-test peut biaiser les données internes récoltées avec la méthode Edwards et le temps passé dans les différentes zones cardiaques. La période d'observation donne un bon aperçu de ce qui se passe durant une phase de championnat pour des joueurs élites M15. Aucun problème technique majeur n'est survenu durant la prise de données et les journées de pré-test et de post-test se sont déroulées comme prévues. Durant la phase d'observation, la collaboration avec le staff a été parfaite.

5 Conclusion

Les données de charges externes démontrent que le niveau physique des joueurs de football élite M15 permet aux joueurs de parcourir des distances totales similaires à celles des joueurs adultes. Les joueurs juniors effectuent toutefois moins de courses à intensité élevée que les joueurs de football adultes. Plusieurs facteurs externes peuvent influencer cette différence d'intensité tels que les dimensions des terrains, la physionomie des matchs, l'adversaire ou encore les dispositions tactiques des équipes. Les charges internes objectives sont représentatives de l'effort accompli aux entraînements et aux matchs. Les charges internes subjectives sont également adaptées pour le football élite juniors mais nécessitent une plus grande attention en lien avec l'échelle de Foster. Il est important que l'effet de groupe ne fausse pas les données transmises par les joueurs. La différence d'intensité logique entre les entraînements et les matchs peut s'expliquer par différents facteurs. Les dimensions de terrain utilisées aux entraînement, des pauses plus longues lors des entraînements ou l'effet de compétition sont des éléments essentiels qui justifient cette différence. Les tests de condition physique utilisés dans cette étude ont permis une bonne définition de la vitesse et de l'endurance nécessaires aux efforts en football. Les résultats au Yo-Yo IR1 paraissent extrêmement utiles pour prédire les capacités d'endurance des joueurs. Ce test est facile à mettre en place et ne nécessite aucun matériel coûteux spécifique.

Ce travail confirme également que l'utilisation simultanée des charges internes et externes peut faciliter l'interprétation de la difficulté de l'entraînement. Pour le football, les données de charge externe sont souvent similaires entre les joueurs lors d'un entraînement. C'est pourquoi il est indispensable de demander le ressenti de charge interne pour connaître les performances physiques des joueurs. Les résultats de corrélations significatives entre les charges externes et internes démontrent qu'il est important d'être attentif au ressenti interne des joueurs. Il a été prouvé que la forme physique peut avoir un effet sur la relation charge interne/externe. Pour toutes les études sur les adolescents, il paraît maintenant inévitable de calculer l'âge biologique des participants. Le calcul des données biologiques et des différences avec l'âge chronologique ont mené au constat que ce ne sont pas forcément les joueurs avancés au niveau de la croissance qui développent de plus grandes charges externes. Lorsqu'on effectue des exercices de force avec de jeunes joueurs en croissance, il est important de surveiller méthodiquement les efforts que l'on va imposer. Dans cette étude, on remarque que l'endurance peut être travaillée de la même manière avec tous les joueurs. En vitesse et en endurance, les joueurs arrivent à répéter les mêmes efforts en match et à l'entraînement. L'entraînement est donc un bon reflet de ce qui se passera en match. Les joueurs s'améliorent lorsqu'ils effectuent les efforts aux entraînement. Tout cela démontre la nécessité d'accomplir de bonnes performance aux entraînements afin de préparer au mieux la compétition.

5.1 Conséquences pratiques

Les données de cette étude serviront aux entraîneurs pour évaluer concrètement les performances des joueurs à l'entrainement et en match. Une analyse ciblée pour chaque joueur permettra de donner une bonne indication des capacités individuelles à améliorer pour la suite du championnat. En comparant les plannings d'entraînement et les résultats de charges internes et externes obtenus, le staff de l'équipe pourra tirer des conclusions et prévoir des perspectives d'amélioration en lien avec le plan de préformation mis en place par l'ASF. Cette étude fournit en outre une meilleure compréhension de la planification et de la quantification de la charge physique pour le football élite junior. Ces données peuvent aider au développement de programmes d'entraînement et de conditionnement spécifique à travers toutes les phases du plan annuel pour le football élite junior.

Bibliographie

Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003) Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Medicine, 33*, 517-538.

Akubat, I., Barrett, S., & Abt, G. (2014). Integrating the Internal and External Training Load in Soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 9*, 457-462.

Amann, M., Subudhi, A.W., Foster, C. (2006). Predictive validity of ventilatory and lactate thresholds for cycling time trial performance. *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports*. *16*(1), 27-34.

Arcos, A. L., Martínez-Santos, R., Yanci, J., Mendiguchia, J., & Méndez-Villanueva, A. (2015). Negative Associations between Perceived Training Load, Volume and Changes in Physical Fitness in Professional Soccer Players. *Journal of Sports Science and Medicine*, *14,* 394-401.

Bangsbo, J., Nørregaard, L., & Thorsø, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian journal of sport sciences, 16*(2), 110-116.

Bangsbo, J. (2005). Aerobic and anaerobic training in soccer with special emphasis on training of youth soccer players. Dänemark: HO & Storm.

Bangsbo, J., Iaia, F.M., & Krustrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine, 38*, 37-51.

Banister, E.W., Calvert, I. W., Savage, M.V., & Bach, I. M. (1975). A system model of training for athletic performance. *Australian Journal of Sports Medicine, 7* (3), 57-61.

Banister, E.W. (1991) Modeling elite athletic performance. *Physiological Testing of Elite Athletes*, 403-424.

Barbero-Álvarez, J.C., Coutts, A., Granda, J., Barbero-Álvarez, V. and Castagna, C. (2010). The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed

and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport, 13*, 232-235.

Borg, G. (1998). *Borgs's Perceived Exertion and pain scales.* Champaign, IL: Human Kinetics.

Bouchard, C. & Malina, R. M. (1991). *Growth, Maturation, and Physical Activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Buchheit, M., Delhomel, G., & Ahmaidi, S. (2008). Time-motion analysis of elite young French soccer players. *Coach Sport Science Journal, 3*(21).

Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B.M., & Bourdon, P.C. (2010) Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. *International Journal of Sports Medicine, 31,* 709-716.

Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B.M., & Bourdon, P.C. (2010) Match running performance fitness in youth soccer. *International Journal of Sports Medicine, 31,* 818-825.

Buchheit, M., Simpson, B. M., Peltola, E., & Mendez-Villanueva, A. (2011) Assessing maximal sprinting speed in highly-trained young soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance.*

Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology, 5,* 73.

Brandes, M., Heitmann, A., Müller, L. (2012). Physical responses of different small-sided game formats in elite youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *26*(5), 1353-1360.

Casamichana, D., Castellano, J., Calleja-Gonzalez, J., San Román, J., and Castagna, C. (2013). Relationship between indicators of training load in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 27*, 369-374. doi: 10.1519/JSC.0b013e318 2548af1

Rapport-Gratuit.com

Castagna, C., D'Ottavio, S., & Abt, G. (2003) Activity profile of young soccer players during actual match play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *17*, 775-780.

Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Belardinelli, R., Abt, G., Coutts, A., Chamari, K., & D'Ottavio, S. (2006). Cardiorespiratory responses to Yo-Yo intermittent endurance test in non-elite youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *20*(2), 326-330.

Castagna, C., Abt, G. & D'Ottavio, S. (2007). Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sports Medicine, 37*, 625-646.

Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., D'Ottavio, S., & Manzi, V. (2007). The Yo-Yo intermittent recovery test in basketball players. *Journal of Science and Medicine in Sport, 11*(2), 202-208.

Castagna, C., Impellizzeri, F., Cecchini, E., Rampinini, E., & Alvarez, J.C. (2009). Effects of intermittent-endurance fitness on match performance in young male soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 23,* 1954-1959.

Castagna, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Weston, M., Barbero & Alvarez, J.C. (2010). Relationship between endurance field tests match performance in young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 24,* 3227-3233.

Comisetti, M., Débonnaire, Y., Ritschard, M. (2014). *Guide de préformation de l'ASF,* Association suisse de football, Macolin.

Coutts, A.J. & Duefield, R. (2010) Validity reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science Medicine in Sport*, 13,133-135.

Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in eite soccer. *International Journal of Sports Medicine, 28*(3), 222-227.

Di Salvo, V., Baron, R., González-Haro, C., Gormasz, C., Pigozzi, F., & Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *Journal of Sports Sciences*, *28*,1489-1494.

Edgecomb, S. J., & Norton, K. I. (2006). Comparison of global positioning and computer-based tracking systems for measuring player movement distance during Australian football. *Journal of Science and Medicine in Sport, 9*(1-2)*,* 25-32.

Edwards, S. (1993). *High performance training and racing*. New York: Polar Electro Oy.

Ekblom, B. (1986). Applied physiology of soccer. Sports Medicine, *3*(1), 50-60.

Foster, C., Florhaug, J.A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L.A., Parker, S., Doleshal, P. & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *15*, 109-115.

Gilman, M. B. (1996). The use of heart rate to monitor the intensity of endurance training. *Sports Medicine, 21,*73-79.

Gregson, W, Drust, B., Atkinson, G., & Salvo, V. D. (2010). Match-to-match variability of high-speed activities in premier league soccer. *International journal of sports medicine*, *31*(4), 237–242. doi:10.1055/s-0030-1247546.

Harley, J.A., Barnes, C.A., Portas, M., Lovell, R., Barrett, S., Paul, D., & Weston, M. (2010). Motion analysis of match-play in elite U12 to U16 age-group soccer players. *Journal of Sports Science, 28,* 1391-1397.

Henderson, B., Cook, J., Kidgell, D.J., & Gastin, P.B. (2015). Game and Training Load Differences in Elite Junior Australian Football. *Journal of Sports Science and Medicine, 14,* 494-500.

Hill-Hass, S.V., Dawson, B.T., Coutts, A.J., Rowsell, G.J. (2009). Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *Journal of Sport Science, 27*(1),1-8.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Hopkins, W.G. (2010). Linear models and effect magnitudes for research, clinical and practical applications. *Sportscience, 14*, 49-57.

Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., Coutts, A.J., Sassi, A. & Marcora, S.M. (2004) Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 36***,** 1042-1047.

Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S. M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Sciences, 23*(6), 583–592.

Jennings, D., Cormack, S., Coutts, A.J., Boyd, L. & Aughey, R.J. (2010). The validity and reliability of GPS units for measuring distance in team sport specific running patterns. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 5,* 328-341.

Krustrup, P., & Bangsbo, J. (2001). Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *Journal of Sports Sciences, 19*(11), 881-891.

Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Pedersen, P.K., & Bangsbo, J. (2003). The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *35*(4), 697-705.

Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H. & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: Importance of training status. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *37*, 1242-1248.

Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M. & Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 38*, 1165-1174.

Krustrup, P., Mohr, M., Nybo, L., Jensen, J.M., Nielsen, J.J., & Bangsbo, J. (2006). The Yo-Yo IR2 test: Physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 38*(9)*,* 1666-1673.

Larsson, P. (2003). Global positioning system sport-specific testing. *Sports Medicine, 33,* 1093-101.

Lucia, A., Hoyos, J., Santalla, A., Earnest, C., & Chicharro, J. L. (2003). Tour de France versus Vuelta a España: which is harder? *Medicine and Science in Sports Exercice*, *35*(5), 872-878.

Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Simpson, B., Peltola, E. & Bourdon, P. (2011). Does on-field sprinting performance in young soccer players depend on how fast they can run or how fast they do run?, *Journal of Strength and Conditioning Research*, doi: 10.1519/JSC.0b013e318201c281.

Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Simpson, B., & Bourdon, P.C. (2013). Match play intensity distribution in youth soccer. *International Journal of Sports Medicine*, *34*, 101-110.

Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *34* (4), 689-694.

Mohr, M., Krustrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences, 21*(7), 519-528.

Morton, R. H., Fitz-Clarke, J. R., & Banister, E.W. (1990). Modeling human performance in running. *Journal of Applied. Physiologie*, *69*, 1171-1177.

Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine*, *28*(12), 1018-1024.

Rebelo, A., Brito, J., Seabra, A., Oliveira, J., & Krustrup, P. (2014). Physical match performance of youth football players in relation to physical capacity. *European Journal of Sport Science*, *14*, 148-156.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Reilly, T. (1996). Motion analysis and physiological demands. London: *E & FN Spon.*

Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences, 18*(9), 669-683.

Reilly, T. (2006). Assessments of young soccer players: A holistic approach. *Perceptual and Motor Skills, 103*(1), 229-230.

Scott, B. R., Lockie, R. G., Knight, T. J., Clark, A. C., & Janse de Jonge, X. A. K. (2013). A comparison of methods to quantify the in-season training load of professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 8*, 195-202.

Sheppard, J.M. & Young, W.B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences, 24*(9), 919-932.

Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine, 35*(6), 501-536.

Swissolympic (2008). Manuel « Détection et sélection des talents ». Bern: Swissolympic.

Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A.M., & Philippaerts, R.M. (2008). Talent identification and development programmes in sport: Current models and future directions. *Sports Medicine, 38*(9), 703-714.

Weineck, J. (2007). *Optimales Training-Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings.* Balingen : Spitta Verlag GmbH & Co.KG.

Déclaration personnelle

« Je sous-signé certifie avoir réalisé le présent travail de façon autonome, sans aide illicite quelconque. Tout élément emprunté littéralement ou mutatis mutandis à des publications ou à des soures inconnues, a été rendu reconnaissable comme tel. »

Fribourg, le 17.02.2016 *Signature :*

Cession des droits d'auteur

« Je sous-signé reconnais que le présent travail est une partie constituante de la formation en Sciences du Mouvement et du Sport à l'Université de Fribourg. Je m'engage donc à céder entièrement les droits d'auteur – y compris les droits de publication et autres droits liés à des fins commerciales ou bénévoles – à l'Université de Fribourg.

La cession à tiers des droits d'auteur par l'Université est soumise à l'accord du sous-signé uniquement.

Cet accord ne peut faire l'objet d'aucune rétribution financière. »

Fribourg, le 17.02.2016 *Signature :*

Table des annexes

Annexe A : Déroulement du test de Mirwald..... 68
Annexe B : Feuille d'informations pour les parents des joueurs 70
Annexe C : Autorisation de participation écrite..... 73
Annexe D : Zones de vitesse prédéfinies par différents auteurs sur le football élite juniors ... 74
Annexe E : Résumé des moyennes de charges internes et externes pour les entraînements ... 75
Annexe F : Résumé des moyennes de charges internes et externes pour les matchs..... 76
Annexe G : Corrélation entre la phase de maturité et les charges externes à l'entraînement .. 77
Annexe H : Corrélation entre les résultats au pré-test et la relation (int:ext Load)..... 78
Annexe I : Corrélation entre le post-test et les charges internes et externes à l'entraînement. 79
Annexe J : Corrélation entre le post-test et les charges internes et externes en match 80
Annexe K : Corrélation entre les charges internes à l'entraînement et en match 81
Annexe L : Corrélation entre les charges externes à l'entraînement..... 82
Annexe M : Corrélation entre les charges externes en match 83

Annexe A : Déroulement du test de Mirwald

Processus de mesure :

Poids corporel

1. Le poids corporel est pris avec très peu de vêtements et sans chaussures. Utiliser si possible une balance calibrée. Contrôler le zéro.

2. La personne devant être pesée se place au milieu de la balance. Le poids est ainsi reparti équitablement sur les deux pieds.

3. Mesurer le poids à 0,1 kg près.

4. La personne se retire de la balance.

5. Répéter les étapes 1 à 4.

6. Si les deux mesures ont moins de 0,4 kg d'écart, le résultat est la moyenne des deux valeurs.

7. Si les deux mesures ont plus de 0,4 kg d'écart, répéter les étapes 1 à 4 encore une fois. Le résultat est alors la valeur moyenne des trois valeurs.

Taille debout

La taille debout se mesure dans une position dite « étendue ». Elle représente la distance maximale entre le sol et le sommet de la tête (image 1). Le sommet est défini comme le point le plus haut du crâne lorsque la tête est placée à l'horizontale (image 2). La position horizontale de la tête peut être contrôlée par le plan horizontal de Francfort qui représente une ligne horizontale qui relie le point inférieur de l'orbite oculaire et le point supérieur du conduit auditif externe (image 2).

La taille est mesurée sans les chaussures.

1. Placer la personne devant être mesurée contre le mur. Son dos, ses fesses et ses talons doivent toucher le mur. Les pieds sont joints et sont posés à plat sur le sol.

2. La tête est à l'horizontale (images 1 & 2). Tenir entre les mains l'os maxillaire et l'occiput afin d'exercer une pression vers le haut qui permette au corps d'être bien droit.

3. Dire à la personne mesurée d'inspirer profondément, puis de bloquer sa respiration. Pendant que la tête est toujours maintenue à l'horizontale, effectuer une légère pression vers le haut sur la mâchoire et l'occiput. En même temps, placer la règle graduée au sommet de la tête. Ainsi, les cheveux sont aplatis du mieux possible. Veiller à ce que les pieds restent sur le sol et que la tête soit toujours à l'horizontale.

4. Mesurer la taille à la fin de l'inspiration profonde, à 0,1 cm près

5. La personne se retire de l'endroit de la mesure.

6. Répéter les étapes 1 à 6.

7. Si les deux mesures ont moins de 0,4 cm d'écart, le résultat est la moyenne des deux valeurs.

8. Si les deux mesures ont plus de 0,4 kg d'écart, répéter les étapes 1 à 4 encore une fois. Le résultat est alors la valeur moyenne des trois valeurs.

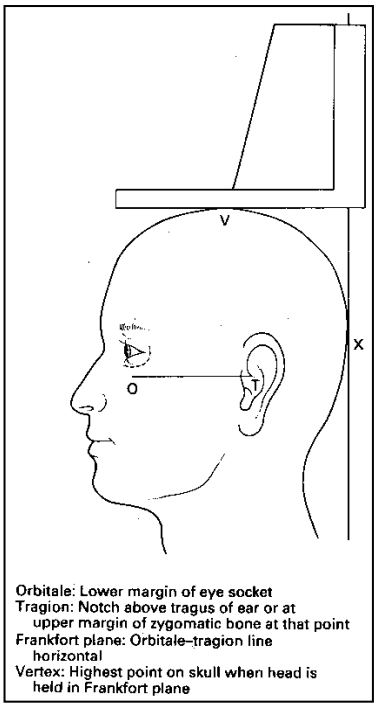


Image 1: mesure dans une position « étendue »

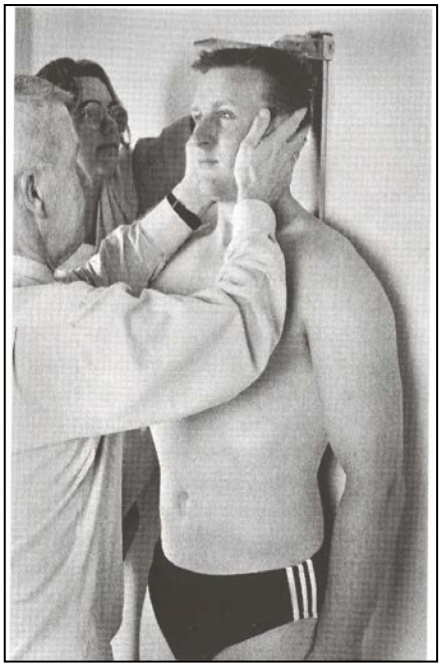


Image 2: position de la tête horizontale

Source : Swissolympic (2008). Manuel « Détection et sélection des talents ». Bern: Swissolympic.

Annexe B : Feuille d'informations pour les parents des joueurs

Informations pour les parents

Etude menée dans le cadre du « Travail de Master » de Tom Villemin, étudiant de Master en sciences du sport et de la motricité à l'Université de Fribourg. Cette étude se déroule en collaboration avec l'Association suisse de football et la Haute école fédérale de sport de Macolin.

Il est nécessaire de lire ce document et de contacter Tom Villemin en cas de questions ou d'incompréhensions. Ce document doit être transmis aux parents des participants.

Titre de l'étude: Monitoring de la charge interne et externe des joueurs de football élite junior du Team Jura M15 durant une phase de compétition de 6 semaines.

1. Informations générales sur l'étude

La détection de la fatigue physique permet un meilleur contrôle des sessions d'entraînement et permet de détecter les tendances de performance. Afin de mesurer l'effort et l'intensité pendant un match ou un entraînement, plusieurs études ont été réalisés ces dernières années. Avec les systèmes de mesure, tel que le GPS (Global positioning system), les experts sont actuellement capables de détecter la vitesse des participants et également de calculer la distance parcourue dans différentes zones de vitesse. Cette étude va mettre en lien et corréler les différentes charges externes et internes calculées à l'entraînement et en match. Cette étude sera menée conformément à la législation suisse et conformément aux lignes directrices internationalement reconnues.

2. Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est de connaître les différentes charges internes et externes que développent les joueurs du Team Jura M15 durant une phase de compétition de 6 semaines.

Charges internes : Fréquence cardiaque (méthode Edwards), intensité de l'entraînement sur une échelle de 1 à 10 de manière globale et pour les muscles des jambes.

Charges externes : distance totale parcourue (en mètre), distance totale parcourue dans les différentes zones de vitesse prédéfinies (en mètre), nombre de sprints effectués, vitesse maximale (en km/h), distance des sprints (en mètre), surface recouverte (en m2), comportement d'accélération (en m/s2), comportement de décélération (en m/s2)

3. Participation libre

La participation à cette étude est volontaire. Si le joueur ne souhaitait pas participer à cette étude, il n'y aurait aucune répercussion sur sa carrière footballistique. Il en va de même si le joueur se rétracte à une date ultérieure. Le joueur peut donc à tout moment se retirer de l'étude en ne justifiant pas son choix. En cas de retrait, les données recueillies jusqu'au moment de l'arrêt seront traitées.

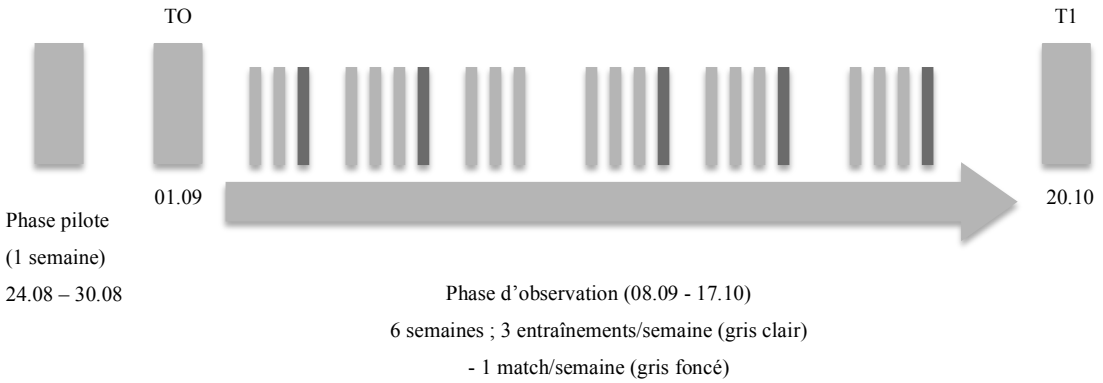
4. Déroulement de l'étude

Pour cette étude, les joueurs porteront durant une période de 6 semaines (18 entraînements et 5 matchs officiels) des transpondeurs GPS et des capteurs de fréquence cardiaque afin de mesurer les charges externes et internes durant l'effort. A la fin de chaque entraînement et chaque match, les joueurs seront questionnés sur l'intensité de l'effort en prenant en compte l'état de fatigue global et l'état de fatigue musculaire des jambes des joueurs. Ces questions seront posées par l'entraîneur ou par l'entraîneur assistant.

Avant de commencer la phase d'observation, les joueurs participeront à une semaine « pilote » (24.08.2015 au 30.08.2015) où le matériel sera testé et où les joueurs recevront des instructions claires et précises pour l'étude. Les joueurs effectueront deux journées de test le 01.09.2015 et le 20.10.2015. Durant ces journées de test, les joueurs effectueront deux tests de vitesse (test de vitesse multidirectionnelle et 30 mètres sprint linéaire) et un Yo-Yo test (test d'endurance spécifique au football).

Rapport-Gratuit.com

Voici le déroulement de l'étude :



5. Obligations pour les participants

Les participants de l'étude ont l'obligation de :

- Être âgé de 12 à 15 ans.
- Être un membre de l'équipe de football élite junior « Team Jura M15 ».
- Avoir une bonne expérience du football et être capable de suivre le rythme des entraînements.
- Ne pas avoir de problèmes de santé.
- Ne pas avoir effectué un entraînement intensif 48 heures avant les journées de test.
- Ne pas avoir consommer d'alcool 24 heures avant les tests physiques.
- Ne pas avoir manger durant les 3 heures précédant les tests physiques.

6. Risques et dangers de l'étude

Durant cette étude, les joueurs continuent à s'entraîner normalement. Les tests de performance comprennent des formes de test qui sont régulièrement effectuées pour des joueurs de football juniors élite. L'enregistrement GPS sera effectué au moyen du dispositif GPS portable. Il n'y a pas de risques spécifiques durant cette étude. Les joueurs de l'Ajax Amsterdam et du Bayern Munich utilisent ce système quotidiennement. Les gilets sont confortables et ne posent aucun problème durant l'effort.

7. Anonymat des résultats

Durant cette étude, les informations personnelles (date de naissance, taille, poids corporel, les heures d'entraînement par semaine, la position des joueurs dans le jeu) et les données sont collectées durant l'entraînement et les matchs officiels. Ces données sont cryptées. Seules les données chiffrées seront accessibles afin d'effectuer des analyses scientifiques avec les experts et les responsables de l'étude. Tout au long de l'étude, les données resteront strictement confidentielles. Aucun nom de participant ne sera écrit dans le travail.

8. Coûts

Aucun coût spécifique n'est demandé pour la participation à cette étude.

9. Arrêt lors de l'étude

Le responsable de projet peut exclure de l'étude le joueur à tout moment. Les raisons suivantes peuvent conduire à un arrêt:

- Si durant la période d'étude, des changements physiques rendent impossible la participation normale aux entraînements et aux matchs officiels.
- Si le joueur ne suit pas les instructions des examinateurs.

10. Personnes à contacter

Si vous souhaitez poser des questions et avoir des précisions sur le travail. Vous pouvez contacter durant l'étude ou à la fin de l'étude les personnes suivantes :

Dr. méd. Markus Tschopp (Responsable)	Tom Villemin (Etudiant)
Alpenstrasse 16	Chemin de la sainte-fontaine 1
2532 Magglingen	2852 Courtételle
Tél.: 032 327 62 99	Portable : 079.696.26.20
E-Mail: markus.tschopp@baspo.admin.ch	E-Mail : tom.villemin@unifr.ch

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Annexe C : Autorisation de participation écrite

Autorisation écrite pour la participation à une étude de l'Université de Fribourg et de la Haute école fédérale de sport de Macolin

- Veuillez s'il vous plaît lire attentivement le présent document.
- Si vous avez des questions ou si vous souhaitez recevoir de plus amples informations, n'hésitez pas à contacter Tom Villemin.

Avec ma signature, je confirme ma participation à l'étude de Tom Villemin, étudiant à l'Université de Fribourg et à la Haute Ecole Fédérale de Sport de Macolin (HEFSM), dans le cadre de son travail de master qui a pour thème « Monitoring de la charge interne et externe des joueurs de football élite junior du Team Jura M15 durant une phase de compétition de 6 semaines. »

Lieu de l'étude : Delémont / Macolin

Responsable de l'étude

Nom et Prénom : Villemin Tom (étudiant) / Dr. Markus Tschopp (référant)

Participant à l'étude

Nom et Prénom :

Date de naissance : **Sexe :**

- J'ai été informé oralement et par écrit par le responsable du projet et les entraîneurs sur les objectifs, le déroulement, les avantages et les désavantages et les éventuels risques que comportent l'étude.
- Je sais que mes données ne seront transmises aux institutions de recherches que sous forme strictement anonyme. Les résultats seront utilisées uniquement par le responsable de l'étude et les référants à des fins scientifiques et pour améliorer l'évaluation des entraînements pour les joueurs de football élite de la catégorie M15.
- J'ai reçu convenablement toutes les réponses aux questions concernant l'étude et j'ai eut assez de temps pour prendre ma décision concernant ma participation à l'étude.
- Je participe à cette étude de manière volontaire. Je peux à tout moment et sans donner de raisons, retirer mon accord de participation.

Lieu, Date

_____

Signature du candidat/de la candidate

_____

Signature de l'autorité parentale/ tuteur légal

_____

Confirmation des responsables de l'étude:
Je confirme par la présente signature avoir informé les candidats de la portée et de la signification de mon étude.

Lieu, Date

_____

Signature du responsable de l'étude

_____

Annexe D : Zones de vitesse prédéfinies par différents auteurs sur le football élite juniors

Castagna and al. (2003)	U12
low-intensity run	< 8 km/h
medium-intensity run	8.1 to 13.0 km/h
high-intensity run	13.1 to 18.0 km/h
maximal-speed run	>18 km/h

Harley and al. (2010)	U15
zone 1	0.44 m*s
zone 2	1.78 m*s
zone 3	3.56 m*s
zone 4	4.89 m*s
zone 5	6.22 m*s
zone 6	6.22 m*s

Brandes and al. (2012)	U16
walking	0 to 5.2 km/h
jogging	5.3 to 7.6 km/h
low-speed running	7.7 to 10.2 km/h
moderate-speed running	10.3 to 13.9 km/h
high-speed running	14.0 to 17.1 km/h
sprint running	17.2 to 26.7 km/h
maximum sprinting	>26.7 km/h

Rampinini and al. (2007)	Elite players
High intensity running	> 14.4 km/h
Very high intensity running	> 19.8 km/h

Castagna and al. (2009)	U15
standing	0.0 to 0.4 km/h
walking	0.4 to 3.0 km/h
jogging	3.0 to 8.0 km/h
medium-intensity running	8.0 to 13.0 km/h
high-intensity running	13.0 to 18.0 km/h
sprinting	>18.0 km/h
high-intensity activity	>13.0 km/h

Hill-Haas and al. (2009)	U18
standing and walking	0.0 to 6.9 km/h
jogging	7.0 to 12.9 km/h
moderate-speed running	13.0 to 17.9 km/h
high-speed running	>18.0 km/h

Henderson and al. (2015)	U17 and U19
low speed activity	0.0 to 14.4 km/h
high speed activity	>14.4 km/h
sprinting	>23 km/h

Mendez-Villanueva and al. (2013)	U13 to U18
zone 1	< 60% of MAS
zone 2	61 to 80% of MAS
zone 3	81 to 100% of MAS
zone 4	101% of MAS to 30% of ASR
zone 5	>31% of ASR

Précisions. MAS = Maximal aerobic speed ; ASR = Anaerobic speed reserve

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Annexe E : Résumé des moyennes de charges internes et externes pour les entraînements

N=13	Paramètres de mesures	Moy	ET	Min	Max
Charges internes	RPE_gen	5.4	1.2	2.8	7.4
	RPE_mus	5.8	1.2	3.4	7.4
	AU_gen	482	105	251	665
	AU_mus	512	110	304	661
	Edwards	257	37	177	310
	Min > 85%FCmax (%)	24%	10%	7%	40%
	Min > 85%FCmax_rel (hh:mm:ss)	0:21:14.90	0:08:33.134	0:06:32.23	0:35:16.20
	0-60% FCmax (%)	15%	9%	2%	39%
	0-60% FCmax_rel (hh:mm:ss)	0:13:19.18	0:08:16.216	0:02:14.73	0:34:07.38
	61-70% FCmax (%)	27%	3%	20%	30%
	61-70% FCmax_rel (hh:mm:ss)	0:23:49.11	0:02:41.378	0:17:30.33	0:27:04.77
	71-80% FCmax (%)	23%	3%	19%	27%
	71-80% FCmax_rel (hh:mm:ss)	0:19:23.31	0:03:33.304	0:12:13.00	0:24:30.85
	81-90% FCmax (%)	24%	6%	10%	33%
	81-90% FCmax_rel (hh:mm:ss)	0:21:47.14	0:05:52.873	0:08:48.46	0:30:21.25
	91-100% FCmax (%)	11%	7%	3%	25%
	91-100% FCmax_rel (hh:mm:ss)	0:09:46.63	0:05:52.836	0:02:39.85	0:21:43.78
	>101% FCmax (%)	0%	0%	0%	0%
	>101% FCmax_rel(hh:mm:ss)	0:00:05.49	0:00:07.195	0:00:00.00	0:00:19.89
Charges externes	DistTot (m)	5791	390	5134	6376
	DistTot_rel (m/mn)	64.9	4.0	59.6	72.0
	Dist_0-4km/h (m)	1011.5	141.3	795.9	1265.7
	Dist_0-4km/h_rel (m/mn)	11.3	1.5	9.0	14.2
	Dist_0-4km/h (%)	0.2	0.0	0.1	0.2
	Dist_4.1-8km/h (m)	2023	153	1730	2197
	Dist_4.1-8km/h_rel (m/mn)	22.7	1.6	19.3	24.9
	Dist_4.1-8km/h (%)	0.3	0.0	0.3	0.4
	Dist_8.1-13km/h (m)	1915	254	1509	2438
	Dist_8.1-13km/h_rel (m/mn)	21.5	2.9	17.0	27.5
	Dist_8.1-13km/h (%)	0.3	0.0	0.3	0.4
	Dist_13.1-18km/h (m)	680	134	473	932
	Dist_13.1-18km/h_rel (m/mn)	7.6	1.4	5.4	10.5
	Dist_13.1-18km/h (%)	0.1	0.0	0.1	0.1
	Dist_18.1-23.3km/h (m)	148	45	74	205
	Dist_18.1-23.3km/h_rel (m/mn)	1.6	0.5	0.8	2.3
	Dist_18.1-23.3km/h (%)	0.0	0.0	0.0	0.0
	Dist_23.3-28km/h (m)	14	8	3	31
	Dist_23.3-28km/h_rel (m/mn)	0.2	0.1	0.0	0.3
	Dist_23.3-28km/h (%)	0.0	0.0	0.0	0.0
	Dist >13km/h (m)	2757	369	2187	3583
	Dist >13km/h_rel (m/mn)	30.9	4.0	25.0	40.4
	Dist >13km/h (%)	0.5	0.0	0.4	0.6
	Dist >18km/h (m)	838	183	515	1144
	Dist >18km/h_rel (m/mn)	9.4	2.0	5.9	12.9
	Dist >18km/h (%)	0.1	0.0	0.1	0.2
	Nbreacc_1	157.3	21.1	127.5	204.9
	Nbreacc_2	49.4	11.9	25.4	66.1
	Nbreacc_3	5.8	2.6	0.7	9.1
	Nbresprint	55.2	14.1	26.0	73.8

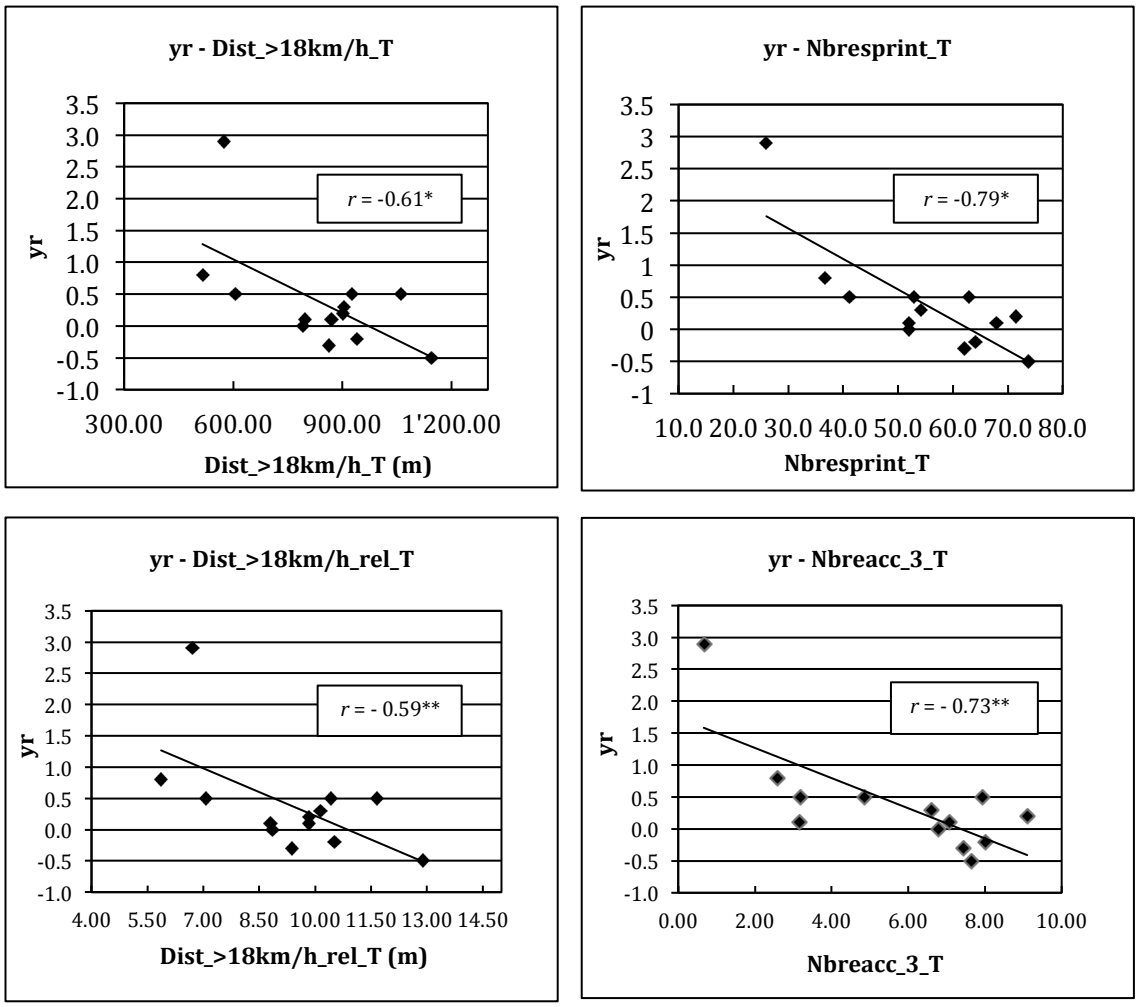
Précisions. Minimum (Min), Maximum (Max), Moyenne (Moy.), Ecart-type (ET), Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), relative (rel), distance (Dist), distance totale (DistTot), nombre d'accélérations (Nbreacc), nombre de sprints (Nbresprint).

Annexe F : Résumé des moyennes de charges internes et externes pour les matchs

N=9	Paramètres de mesures	Moy	ET	Min	Max
Charges internes	RPE_gen	6.8	1.2	4.7	8.3
	RPE_mus	6.8	1.1	5.0	8.0
	AU_gen	635	105	439	772
	AU_mus	637	97	471	746
	Edwards	331	69	180	405
	Min > 85%FCmax (%)	48%	23%	5%	73%
	Min > 85%FCmax_rel (hh:mm:ss)	0:44:46.11	0:21:26.056	0:04:47.99	1:09:37.00
	0-60% FCmax (%)	7%	13%	0%	38%
	0-60% FCmax_rel (hh:mm:ss)	0:06:09.42	0:11:50.646	0:00:00.00	0:33:58.00
	61-70% FCmax (%)	8%	10%	1%	27%
	61-70% FCmax_rel (hh:mm:ss)	0:07:26.18	0:08:40.457	0:00:43.00	0:24:15.99
	71-80% FCmax (%)	20%	9%	9%	36%
	71-80% FCmax_rel (hh:mm:ss)	0:18:42.62	0:07:59.486	0:08:21.00	0:33:52.50
	81-90% FCmax (%)	39%	13%	12%	57%
	81-90% FCmax_rel(hh:mm:ss)	0:36:41.26	0:12:17.221	0:10:49.00	0:53:06.67
	91-100% FCmax (%)	25%	16%	1%	46%
	91-100% FCmax_rel (hh:mm:ss)	0:23:12.16	0:15:01.018	0:01:01.99	0:43:27.50
	>101% FCmax (%)	1%	1%	0%	3%
	>101% FCmax_rel (hh:mm:ss)	0:00:29.24	0:01:01.155	0:00:00.00	0:02:51.50
Charges externes	DistTot (m)	9524	928	8610	10978
	DistTot_rel (m/mn)	102.1	9.6	92.4	116.8
	Dist_0-4km/h (m)	1181	204	885	1485
	Dist_0-4km/h_rel (m/mn)	25.4	4.4	18.9	31.7
	Dist_0-4km/h (%)	0.1	0.0	0.1	0.2
	Dist_4.1-8km/h (m)	3040	208	2685	3353
	Dist_4.1-8km/h_rel (m/mn)	65.2	4.3	57.9	71.6
	Dist_4.1-8km/h (%)	0.3	0.0	0.3	0.4
	Dist_8.1-13km/h (m)	3100	752	2288	4592
	Dist_8.1-13km/h_rel (m/mn)	66.4	15.8	48.8	97.6
	Dist_8.1-13km/h (%)	0.3	0.0	0.3	0.4
	Dist_13.1-18km/h (m)	1569	367	1126	2050
	Dist_13.1-18km/h_rel (m/mn)	33.6	7.8	24.0	43.7
	Dist_13.1-18km/h (%)	0.2	0.0	0.1	0.2
	Dist_18.1-23.3km/h (m)	564	145	322	745
	Dist_18.1-23.3km/h_rel (m/mn)	12.1	3.1	6.9	16.1
	Dist_18.1-23.3km/h (%)	0.1	0.0	0.0	0.1
	Dist_23.3-28km/h (m)	69	47	20	148
	Dist_23.3-28km/h_rel (m/mn)	1.5	1.0	0.4	3.1
	Dist_23.3-28km/h (%)	0.0	0.0	0.0	0.0
	Dist >13km/h (m)	3100	752	2288	4592
	Dist >13km/h_rel (m/mn)	66.4	15.8	48.8	97.6
	Dist >13km/h (%)	0.3	0.0	0.3	0.4
	Dist >18km/h (m)	2202	384	1568	2770
	Dist >18km/h_rel (m/mn)	47.2	8.1	33.7	59.2
	Dist >18km/h (%)	0.2	0.0	0.2	0.3
	Nbreacc_1	181.1	36.8	139.8	262.7
	Nbreacc_2	61.0	13.9	43.4	81.0
	Nbreacc_3	9.5	3.3	4.6	13.5
	Nbresprint	70.3	16.2	48.2	91.0

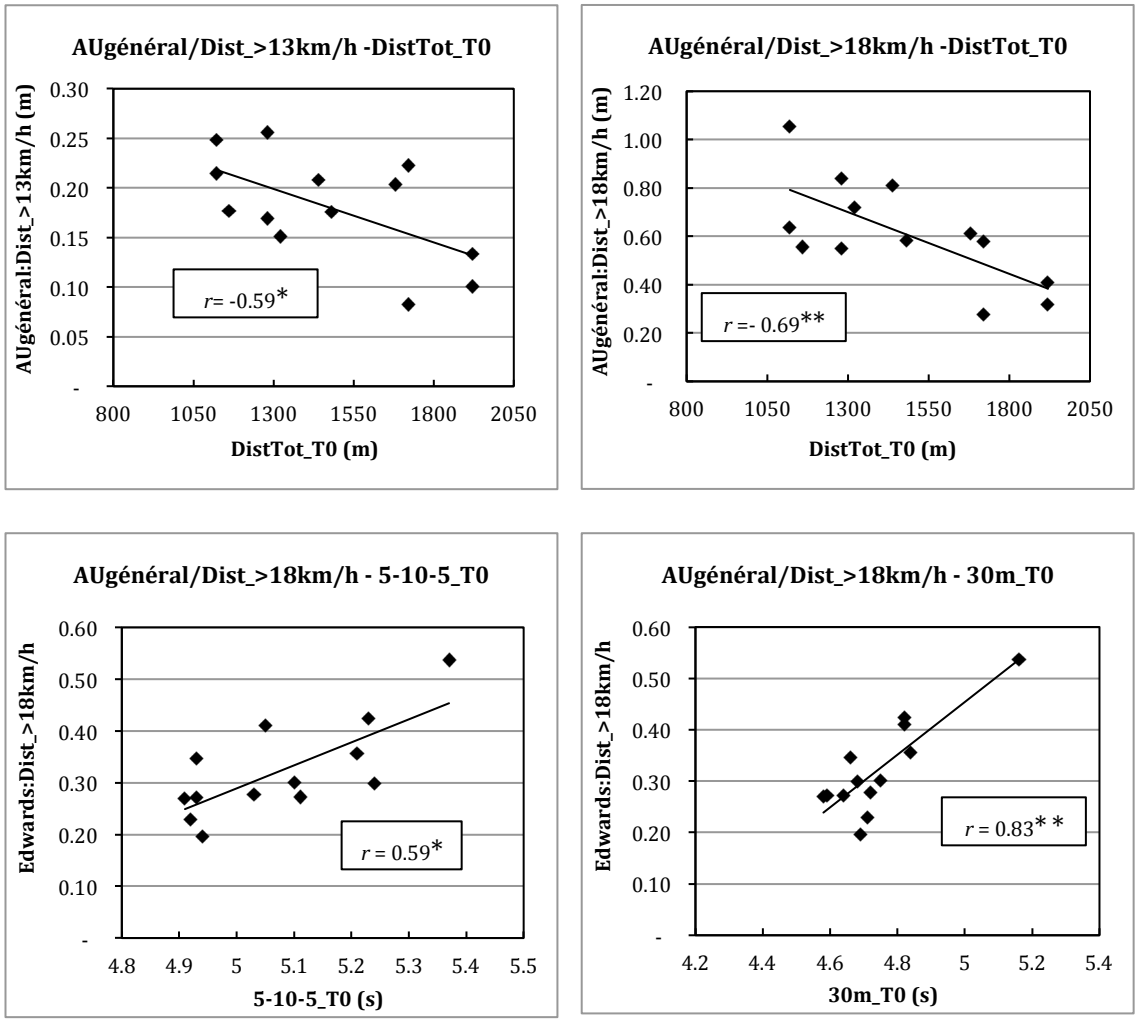
Précisions. Minimum (Min), Maximum (Max), Moyenne (Moy.), Ecart-type (ET), Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), relative (rel), distance (Dist), distance totale (DistTot), nombre d'accélérations (Nbreacc), nombre de sprints (Nbresprint).

Annexe G : Corrélation entre la phase de maturité et les charges externes à l'entraînement



Précisions. Phase de maturité (yr), Distance (Dist), Entraînement (T), Nombre de sprints (Nbresprint), relative (rel), Nombre d'accélérations (Nbreacc), Coefficient de corrélation de Pearson (r), * = La corrélation est significative au niveau de 0.05 (bilatérale), ** = La corrélation est extrêmement significative au niveau de 0.01(bilatérale).

Annexe H : Corrélation entre les résultats au pré-test et la relation (int:ext Load)



Précisions. Arbitrary Unit (AU), Distance (Dist), Distance totale (DistTot), pré-test (T0), 5m-10m-5m (5-10-5), Coefficient de corrélation de Pearson (r), * = La corrélation est significative au niveau de 0.05 (bilatérale), ** = La corrélation est extrêmement significative au niveau de 0.01(bilatérale).

Annexe I : Corrélation entre le post-test et les charges internes et externes à l'entraînement

N=12		DistTot_T1	PA_T1	VMA_T1	FCmax_T1	5-10-5_T1	10m_T1	30m_T1
DistTot_T (m)	*r*	**.78****	**.77****	**.80****	-.17	.05	-.28	-.19
	p	**.00**	**.00**	**.00**	.60	.87	.38	.54
DistTot_rel_T (m/mn)	*r*	**.79****	**.79****	**.81****	-.05	.10	-.18	-.12
	p	**.00**	**.00**	**.00**	.87	.75	.57	.71
Dist_>13km/h_T (m)	*r*	**.71****	**.71***	**.74****	-.24	.19	-.23	.15
	p	**.01**	**.01**	**.01**	.46	.56	.47	.64
Dist >13km/h rel T (m/mn)	*r*	**.69***	**.69***	**.72****	-.17	.21	-.18	.21
	p	**.01**	**.01**	**.01**	.59	.51	.58	.52
Dist_>13km/h_%_T (%)	*r*	.51	.50	.54	-.26	.28	-.15	.43
	p	.09	.09	.07	.41	.39	.65	.16
Dist_>18km/h_T (m)	*r*	**.74****	**.72****	**.74****	-.18	-.18	-.49	-.10
	p	**.01**	**.01**	**.01**	.57	.57	.10	.77
Dist_>18km/h_rel_T (m/mn)	*r*	**.74****	**.73****	**.75****	-.16	-.17	-.47	-.06
	p	**.01**	**.01**	**.01**	.62	.59	.12	.84
Dist >18km/h % T (%)	*r*	**.61***	**.60***	**.61***	-.22	-.23	-.52	-.03
	p	**.03**	**.04**	**.03**	.50	.47	.08	.92
Nbreacc_1_T	*r*	.54	.53	.54	-.17	-.10	-.41	.02
	p	.07	.08	.07	.60	.75	.19	.95
Nbreacc_2_T	*r*	**.64***	**.62***	**.63***	-.25	-.44	**-.78****	-.24
	p	**.02**	**.03**	**.03**	.43	.15	**.00**	.45
Nbreacc_3_T	*r*	.46	.46	.43	.13	**-.73****	**-.74****	-.46
	p	.13	.13	.16	.69	**.01**	**.01**	.13
Nbresprint_T	*r*	**.63***	**.61***	**.62***	-.19	-.51	**-.80****	-.29
	p	**.03**	**.03**	**.03**	.56	.09	**.00**	.36
RPE_général_T	*r*	**-.60***	**-.60***	**-.59***	-.20	-.32	-.02	-.37
	p	**.04**	**.04**	**.04**	.54	.32	.94	.23
RPE_musculaire_T	*r*	-.56	-.57	-.55	-.16	-.15	.12	-.35
	p	.06	.05	.06	.62	.65	.70	.27
AU_général_T	*r*	-.55	-.55	-.54	-.22	-.35	-.07	-.39
	p	.06	.06	.07	.49	.27	.82	.21
AU_musculaire_T	*r*	-.53	-.54	-.53	-.17	-.19	.08	-.36
	p	.07	.07	.08	.59	.55	.81	.25
Edwards_T	*r*	-.04	-.06	-.02	**-.74****	.51	.14	**.64***
	p	.89	.85	.94	**.01**	.09	.65	**.02**
mn>85%FCmax_rel_T	*r*	-.20	-.22	-.18	**-.64***	**.62***	.29	**.63***
	p	.53	.50	.58	**.03**	**.03**	.36	**.03**
mn>85%FCmax_%_T	*r*	-.21	-.23	-.19	**-.62***	**.62***	.31	**.65***
	p	.50	.47	.55	**.03**	**.03**	.33	**.02**

Précisions. Post-test (T1), Distance totale (DistTot), palier atteint (PA), Vitesse aérobie maximale (VMA), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), 5m-10m-5m (5-10-5), Entraînement (T), Minutes (mn), distance (Dist), distance totale (DistTot), relative (rel), nombre d'accélérations (Nbreacc), nombre de sprints (Nbresprint), Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Coefficient de corrélation de Pearson (r), Signification bilatérale (p), * = La corrélation est significative au niveau de 0.05 (bilatérale), ** = La corrélation est extrêmement significative au niveau de 0.01 (bilatérale).

Annexe J : Corrélation entre le post-test et les charges internes et externes en match

N=8		DistTot_T1	PA_T1	VMA_T1	FCmax_T1	5-10-5_T1	10m_T1	30m_T1
DistTot_M (m)	*r*	**.76***	**.76***	**.74***	-.06	.08	-.59	.15
	p	**.03**	**.03**	**.03**	.89	.86	.12	.71
DistTot_rel_M (m/mn)	*r*	**.74***	**.75***	**.73***	-.05	.05	-.62	.17
	p	**.03**	**.03**	**.04**	.90	.90	.10	.68
Dist_>13km/h_M (m)	*r*	.67	.68	.66	-.01	-.03	-.65	.17
	p	.07	.06	.07	.98	.93	.08	.69
Dist_>13km/h_rel_M (m/mn)	*r*	.66	.67	.65	.00	-.05	-.66	.17
	p	.07	.07	.08	.99	.91	.07	.68
Dist_>13km/h_%_M (%)	*r*	.56	.57	.55	.01	-.12	-.69	.20
	p	.15	.14	.16	.98	.77	.06	.63
Dist_>18km/h_M (m)	*r*	**.78***	**.78***	**.75***	-.05	.08	-.60	.37
	p	**.02**	**.02**	**.03**	.90	.85	.12	.37
Dist_>18km/h_rel_M (m/mn)	*r*	**.77***	**.77***	**.74***	-.05	.06	-.61	.38
	p	**.02**	**.03**	**.04**	.91	.88	.11	.35
Dist_>18km/h_%_M (%)	*r*	.67	.66	.63	-.04	.03	-.52	.56
	p	.07	.08	.10	.93	.95	.18	.15
Nbreacc_1_M	*r*	.70	.71	**.72***	-.06	.00	-.54	.36
	p	.05	.05	**.05**	.89	.99	.17	.39
Nbreacc_2_M	*r*	.69	.71	.65	.10	-.18	-.70	.19
	p	.06	.05	.08	.81	.67	.05	.66
Nbreacc_3_M	*r*	.61	.60	.55	-.34	-.08	**-.78***	.24
	p	.11	.11	.16	.41	.86	**.02**	.57
Nbresprint_M	*r*	**.72***	**.73***	.67	.02	-.17	**-.75***	.20
	p	**.05**	**.04**	.07	.96	.69	**.03**	.63
RPE_général_M	*r*	-.36	-.34	-.35	-.11	-.45	.04	.12
	p	.38	.41	.40	.80	.26	.93	.78
RPE_musculaire_M	*r*	**-.73***	-.70	**-.77***	.52	-.68	-.05	-.15
	p	**.04**	.05	**.03**	.18	.06	.91	.73
AU_général_M	*r*	-.35	-.33	-.33	-.12	-.44	.05	.11
	p	.39	.42	.42	.78	.28	.91	.79
AU_musculaire_M	*r*	**-.73***	-.71	**-.77***	.53	-.68	-.04	-.16
	p	**.04**	.05	**.02**	.17	.07	.93	.70
Edwards_M	*r*	.18	.18	.22	-.59	-.13	-.36	.50
	p	.66	.68	.61	.12	.77	.38	.21
mn>85%FCmax_rel_M	*r*	.32	.32	.36	-.58	-.07	-.47	.51
	p	.44	.45	.38	.13	.88	.23	.19
mn>85%FCmax_%_M	*r*	.31	.30	.35	-.58	-.08	-.48	.52
	p	.46	.47	.40	.13	.86	.23	.19

Précisions. Post-test (T1), Distance totale (DistTot), palier atteint (PA), Vitesse aérobie maximale (VMA), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), 5m-10m-5m (5-10-5), Match (M), Minutes (mn), distance (Dist), distance totale (DistTot), relative (rel), nombre d'accélérations (Nbreacc), nombre de sprints (Nbresprint), Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Coefficient de corrélation de Pearson (r), Signification bilatérale (p), * = La corrélation est significative au niveau de 0.05 (bilatérale), ** = La corrélation est extrêmement significative au niveau de 0.01 (bilatérale).

Rapport-Gratuit.com

Annexe K : Corrélation entre les charges internes à l'entraînement et en match

Entraînement								
N=13		RPE_général_T	RPE_musculaire_T	AU_général_T	AU_muculaire_T	Edwards_T	mn>85%FCmax_rel_T	mn>85%FCmax_%_T
RPE_général_T	*r*	**1.0**	**.90****	**1.0****	**.91****	0.1	0.0	0.0
	p		**0.0**	**0.0**	**0.0**	0.9	0.9	0.9
RPE_musculaire_T	*r*	**.91****	**1.0**	**.90****	**1.0****	0.0	-0.1	-0.1
	p	**0.0**		**0.0**	**0.0**	1.0	0.8	0.8
AU_général_T	*r*	**1.0****	**.90****	**1.0**	**.91****	0.1	0.0	0.0
	p	**0.0**	**0.0**		**0.0**	0.8	0.9	0.9
AU_musculaire_T	*r*	**.91****	**1.0****	**.91****	**1.0**	0.0	0.0	-0.1
	p	**0.0**	**0.0**	**0.0**		0.9	0.9	0.9
Edwards_T	*r*	0.1	0.0	0.1	0.0	**1.0**	**.91****	**.91****
	p	0.9	1.0	0.8	0.9		**0.0**	**0.0**
mn>85%FCmax_rel_T	*r*	0.0	-0.1	0.0	0.0	**.91****	**1.0**	**1.0****
	p	0.9	0.8	0.9	0.9	**0.0**		**0.0**
mn>85%FCmax_%_T	*r*	0.0	-0.1	0.0	-0.1	**.91****	**1.0****	**1.0**
	p	0.9	0.8	0.9	0.9	**0.0**	**0.0**	

Match								
N=9		RPE_général_M	RPE_musculaire_M	AU_général_M	AU_muculaire_M	Edwards_M	mn>85%FCmax_rel_M	mn>85%FCmax_%_M
RPE_général_M	*r*	**1.0**	0.7	**1.0****	0.6	0.4	0.3	0.3
	p		0.1	**0.0**	0.1	0.3	0.4	0.4
RPE_musculaire_M	*r*	0.7	**1.0**	0.6	**1.0****	-0.1	-0.2	-0.2
	p	0.1		0.1	**0.0**	0.8	0.7	0.7
AU_général_M	*r*	**1.0****	0.6	**1.0**	0.6	0.4	0.3	0.3
	p	**0.0**	0.1		0.1	0.3	0.4	0.4
AU_musculaire_M	*r*	**0.6**	**1.0****	0.6	**1.0**	-0.1	-0.2	-0.2
	p	**0.1**	**0.0**	0.1		0.7	0.6	0.6
Edwards_M	*r*	0.4	-0.1	0.4	-0.1	**1.0**	**.95****	**.96****
	p	0.3	0.8	0.3	0.7		**0.0**	**0.0**
mn>85%FCmax_rel_M	*r*	0.3	-0.2	0.3	-0.2	**.95****	**1.0**	**1.0****
	p	0.4	0.7	0.4	0.6	**0.0**		**0.0**
mn>85%FCmax_%_M	*r*	0.3	-0.2	0.3	-0.2	**.96****	**1.0****	**1.0**
	p	0.4	0.7	0.4	0.6	**0.0**	**0.0**	

Précisions. Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Fréquence cardiaque maximale (FCmax), Entraînement (T), Match (M), Minutes (mn), , Coefficient de corrélation de Pearson (r), Signification bilatérale (p), * = La corrélation est significative au niveau de 0.05 (bilatérale), ** = La corrélation est extrêmement significative au niveau de 0.01 (bilatérale).

Annexe L : Corrélation entre les charges externes à l'entraînement

N=13		DistTot_T (m)	DistTot_rel_T (m/mn)	Dist_>13km/h_T (m)	Dist_>13km/h_rel_T (m/mn)	Dist_>13km/h_%_T (%)	Dist_>18km/h_T (m)	Dist_>18km/h_rel_T (m/mn)	Dist_>18km/h_%_T (%)	Nbreacc_1_T	Nbreacc_2_T	Nbreacc_3_T	Nbresprint_T
DistTot_T (m)	*r*	**1.0**	**.97****	**.87****	**.83****	**.58***	**.79****	**.78****	**.62***	0.5	**.57***	0.4	**.57***
	p		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	0.1	**0.0**	0.1	**0.0**
DistTot_rel_T (m/mn)	*r*	**.97****	**1.0**	**.88****	**.87****	**.63***	**.70****	**.72****	0.5	**.56***	0.4	0.3	0.4
	p	**0.0**		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	0.1	**0.0**	0.1	0.3	0.2
Dist_>13km/h_T (m)	*r*	**.87****	**.88****	**1.0**	**.99****	**.91****	**.79****	**.81****	**.67***	**.73****	0.5	0.3	0.5
	p	**0.0**	**0.0**		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	0.1	0.4	0.1
Dist_>13km/h_rel_T (m/mn)	*r*	**.83****	**.87****	**.99****	**1.0**	**.93****	**.74****	**.77****	**.62***	**.73****	0.4	0.2	0.4
	p	**0.0**	**0.0**	**0.0**		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	0.1	0.6	0.2
Dist_>13km/h_%_T (%)	*r*	**.58***	**.63***	**.91****	**.93****	**1.0**	**.64***	**.67***	**.59***	**.71****	0.4	0.0	0.3
	p	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	0.2	0.9	0.3
Dist_>18km/h_T (m)	*r*	**.79****	**.70****	**.79****	**.74****	**.64***	**1.0**	**1.0****	**.97****	**.70****	**.83****	**.68***	**.83****
	p	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**
Dist_>18km/h_rel_T (m/mn)	*r*	**.78****	**.72****	**.81****	**.77****	**.67***	**1.0****	**1.0**	**.97****	**.72****	**.80****	**.65***	**.80****
	p	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**
Dist_>18km/h_%_T (%)	*r*	**.62***	0.5	**.67***	**.62***	**.59***	**.97****	**.97****	**1.0**	**.65***	**.84****	**.70****	**.84****
	p	**0.0**	0.1	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**
Nbreacc_1_T	*r*	0.5	**.56***	**.72****	**.73****	**.71****	**.70****	**.72****	**.65***	**1.0**	**.62***	0.2	**.57***
	p	0.1	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**		**0.0**	0.4	**0.0**
Nbreacc_2_T	*r*	**.57***	0.4	0.5	0.4	0.4	**.83****	**.80****	**.84****	**.62***	**1.0**	**.79****	**.99****
	p	**0.0**	0.1	0.1	0.1	0.2	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**		**0.0**	**0.0**
Nbreacc_3_T	*r*	0.4	0.3	0.3	0.2	0.0	**.68***	**.65***	**.70****	0.2	**.79****	**1.0**	**.85****
	p	0.1	0.3	0.4	0.6	0.9	**0.0**	**0.0**	**0.0**	0.4	**0.0**		**0.0**
Nbresprint_T	*r*	**.57***	0.4	0.5	0.4	0.3	**.83****	**.80****	**.84****	**.57***	**.99****	**.85****	**1.0**
	p	**0.0**	0.2	0.1	0.2	0.3	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	

Précisions. Distance totale (DistTot), Entraînement (T), Minutes (mn), distance (Dist), distance totale (DistTot), relative (rel), nombre d'accélérations (Nbreacc), nombre de sprints (Nbresprint), Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Coefficient de corrélation de Pearson (r), Signification bilatérale (p), * = La corrélation est significative au niveau de 0.05 (bilatérale), ** = La corrélation est extrêmement significative au niveau de 0.01 (bilatérale).

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DES MÉMOIRES
Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Annexe M : Corrélation entre les charges externes en match

N=9		DistTot_M (m)	DistTot_rel_M (m/mn)	Dist_>13km/h_M (m)	Dist_>13km/h_rel_M (m/mn)	Dist_>13km/h_%_M (%)	Dist_>18km/h_M (m)	Dist_>18km/h_rel_M (m/mn)	Dist_>18km/h_%_M (%)	Nbreacc_1_M	Nbreacc_2_M	Nbreacc_3_M	Nbresprint_M
DistTot_M (m)	*r*	**1.0**	**1.0****	**.98****	**.97****	**.91****	**.85****	**.84****	0.5	**.86****	**.68***	0.3	0.7
	p		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	0.2	**0.0**	**0.0**	0.4	0.1
DistTot_rel_M (m/mn)	*r*	**1.0****	**1.0**	**.98****	**.98****	**.92****	**.86****	**.85****	0.5	**.86****	**.70***	0.4	**.67***
	p	**0.0**		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	0.2	**0.0**	**0.0**	0.3	**0.0**
Dist_>13km/h_M (m)	*r*	**.98****	**.98****	**1.0**	**1.00****	**.98****	**.81****	**.80****	0.4	**.90****	**.72***	0.3	**.68***
	p	**0.0**	**0.0**		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	0.3	**0.0**	**0.0**	0.4	**0.0**
Dist_>13km/h_rel_M (m/mn)	*r*	**.97****	**.98****	**1.00****	**1.0**	**.98****	**.82****	**.81****	0.4	**.90****	**.72***	0.3	**.68***
	p	**0.0**	**0.0**	**0.0**		**0.0**	**0.0**	**0.0**	0.2	**0.0**	**0.0**	0.4	**0.0**
Dist_>13km/h_%_M (%)	*r*	**.91****	**.92****	**.98****	**.98****	**1.0**	**.76***	**.75***	0.4	**.90****	**.71***	0.3	**.67***
	p	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**		**0.0**	**0.0**	0.3	**0.0**	**0.0**	0.4	**0.0**
Dist_>18km/h_M (m)	*r*	**.85****	**.86****	**.81****	**.82****	**.76***	**1.0**	**1.00****	**.85****	**.75***	**.85****	**.68***	**.86****
	p	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**
Dist_>18km/h_rel_M (m/mn)	*r*	**.84****	**.85****	**.80****	**.81****	**.75***	**1.00****	**1.0**	**.87****	**.74***	**.86****	**.70***	**.87****
	p	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**
Dist_>18km/h_%_M (%)	*r*	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	**.85****	**.87****	**1.0**	0.4	**.79***	**.83****	**.83****
	p	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	**0.0**	**0.0**		0.2	**0.0**	**0.0**	**0.0**
Nbreacc_1_M	*r*	**.86****	**.86****	**.90****	**.90****	**.90****	**.75***	**.74***	0.4	**1.0**	**.70***	0.3	**0.7**
	p	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	0.2		**0.0**	0.5	**0.1**
Nbreacc_2_M	*r*	**.68***	**.70***	**.72***	**.72***	**.71***	**.85****	**.86****	**.79***	**.70***	**1.0**	**.73***	**.99****
	p	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**		**0.0**	**0.0**
Nbreacc_3_M	*r*	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	**.68***	**.70***	**.83****	0.3	**.73***	**1.0**	**.81****
	p	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	**0.0**	**0.0**	**0.0**	0.5	**0.0**		**0.0**
Nbresprint_M	*r*	0.7	**.67***	**.68***	**.68***	**.67***	**.86****	**.87****	**.83****	0.7	**.99****	**.81****	**1.0**
	p	0.1	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	0.1	**0.0**	**0.0**	

Précisions. Distance totale (DistTot), Match (M), Minutes (mn), distance (Dist), distance totale (DistTot), relative (rel), nombre d'accélérations (Nbreacc), nombre de sprints (Nbresprint), Ratio of perceived exertion (RPE), Arbitrary Unit (AU), Coefficient de corrélation de Pearson (r), Signification bilatérale (p), * = La corrélation est significative au niveau de 0.05 (bilatérale), ** = La corrélation est extrêmement significative au niveau de 0.01 (bilatérale).