

Master 1^{ère} année mention STAPS : EOPS

ENTRAINEMENT ET OPTIMISATION DE LA PERFORMANCE SPORTIVE

ANNEE UNIVERSITAIRE 2021-2022

MEMOIRE

TITRE : EFFETS DE PROTOCOLES D'ENTRAINEMENTS SPECIFIQUES DE LA CAPACITE DE REPETITION DE SPRINTS SUR LES QUALITES DE VITESSE ET D'ENDURANCE DE FOOTBALLEURS ADOLESCENTS.

**PRESENTE PAR :
ALEXIS HERTEL**

**SOUS LA DIRECTION DE :
JEREMY COQUART**

SOUTENU LE 29 / 06 / 2022

DEVANT LE JURY : N°1

STAPS : EOPS (ENTRAINEMENT ET OPTIMISATION DE LA PERFORMANCE SPORTIVE)

« La Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les mémoires ; celles-ci sont propres à leurs auteurs. »

Remerciements

Pour m'avoir permis de réaliser ce stage dans le cadre de mon projet universitaire et professionnel, je tiens à remercier l'Université de Lille par le biais de M. Jean-Christophe Camart qui en est le président et je tiens également à remercier la Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique (FSSEP), représentée par sa doyenne Mme. Murielle Garcin ainsi que mon tuteur universitaire M. Jeremy Coquart, dont les conseils et la présence ont renforcé ma motivation dans la réalisation de ce mémoire.

Pour m'avoir renouvelé leur confiance envers moi cette année, je me fais un plaisir de remercier l'Olympique Marcquois Football et notamment M. Francis Desbuquoit, président du club, M. Didier Mairot, coordinateur du pôle de pré-formation et de formation, ainsi que M. Giovanni Martin et M. Samir Guelsifi, respectivement entraîneurs des équipes U17 R1 et U16 R1 du club, pour leur bienveillance à mon égard et pour leur professionnalisme qui m'a permis de réaliser ce stage dans les meilleures conditions possibles, sans oublier les personnes faisant partie des staffs de ces deux équipes. Malheureusement je ne peux pas tous les nommer mais je me dois de remercier tous les joueurs U16 et U17 qui m'ont permis d'intervenir directement et indirectement dans leur préparation athlétique et grâce à qui j'ai pu réaliser ce mémoire, sur un thème qui me paraissait intéressant à traiter pour obtenir encore plus de connaissances sur l'entraînement dans le football.

Succinctement je tiens évidemment à remercier mes parents pour leur soutien indéfectible dans mon projet universitaire et professionnel.

Sommaire

Glossaire.....	6
Introduction.....	7
1. Revue de littérature.....	9
1.1. La capacité de répétition de sprint.....	9
1.1.1. Définition.....	9
1.1.2. Mesure de l'indice de fatigue.....	9
1.1.3. Facteurs limitants.....	10
1.2. La vitesse.....	11
1.2.1. Définition.....	11
1.2.2. Les qualités de vitesse.....	11
1.3. L'endurance.....	13
1.3.1. Définition.....	13
1.3.2. Les qualités d'endurance.....	13
1.3.3. Estimation du VO ₂ max.....	14
1.4. Différentes approches de l'amélioration de la RSA.....	14
1.4.1. Par l'amélioration des qualités de vitesse.....	14
1.4.2. Par l'amélioration des qualités d'endurance.....	15
1.4.3. Par l'amélioration combiné des qualités de vitesse et d'endurance.....	15
1.4.4. Protocoles apportant une amélioration significative de la RSA.....	15
2. Problématique, objectifs et hypothèses.....	16
2.1. Problématique.....	16
2.2. Objectifs.....	17
2.3. Hypothèses.....	17
3. Le stage.....	17
3.1. Milieu professionnel.....	17
3.2. Sujets.....	18
3.3. Matériel et techniques de mesure.....	19
3.4. Protocole.....	19
3.5. Analyse statistique.....	20
4. Résultats.....	21
5. Discussion.....	24
6. Conclusion.....	27
Références bibliographiques.....	28
Résumé et mots-clés français.....	38
Résumé et mots-clés anglais.....	39
Compétences acquises.....	40

Glossaire

APHV : Age at Peak Height Velocity (Âge du pic de Vitesse de croissance)

FC : Fréquence cardiaque

FC max : Fréquence cardiaque maximale

FI : Indice de Fatigue

FSSEP : Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique

H⁺ : hydron ou cation hydrogène

HIIT : High Intensity Interval Training (Entraînement à Intervalle de Haute Intensité)

MSFT : Multi-Stage Fitness Test (Test navette de Luc Léger)

Post APHV : ayant déjà atteint le pic de vitesse de croissance

Pré APHV : n'ayant pas encore atteint le pic de vitesse de croissance

RSA : Repeated Sprint Ability (Capacité de sprint répété)

Sdec : Pourcentage de décrétement

U16 R1 : Moins de 16 ans, Régional 1

U17 R1 : Moins de 17 ans, Régional 1

VO₂ : Débit d'oxygène

VO₂ max : Débit maximal d'oxygène

VMI : Vitesse Maximale Intermittente

Introduction

Selon Mombaerts (1999), « le football se définit comme un affrontement collectif qui oppose deux équipes dans un espace interpénétré, en vue de s'approcher d'un but protégé par des joueurs de champ et un gardien de but seul habilité à se servir des mains pour manipuler le ballon. Le ballon est joué avec le pied, la tête, toute surface de contact autre que les bras. Les contacts sont règlementés par les lois du jeu ». Cet espace de jeu interpénétré est délimité par des lignes continues sur un terrain d'une longueur comprise entre 90 et 120 mètres et une largeur comprise entre 45 et 90 mètres, de plus, le temps d'un match se décompose en deux mi-temps de 45 minutes. A partir de ce cadre et dans un but de recherche de performance au football, il paraît important de respecter la logique interne de ce sport qui se résume ainsi, toujours selon Mombaerts (1999) : « la logique interne du jeu de football impose donc aux joueurs de s'opposer et de coopérer pour marquer un but ou pour récupérer le ballon, sur la base d'une lecture / compréhension de signaux (code sémiotique), afin de déséquilibrer l'adversaire sur un espace de jeu fluctuant ».

Or si l'on part du spectre général du sport, Weineck (1997) nous explique que « la capacité de performance sportive représente le degré d'amélioration possible d'une certaine activité motrice sportive et, s'inscrivant dans un cadre complexe, elle est conditionnée par une pluralité de facteurs ». Ces facteurs que l'on retrouve dans la capacité de performance sportive sont principalement les capacités techniques (coordination, mobilité), les capacités tactiques (cognitives, sociales), les capacités mentales, les facteurs constitutionnels et médicaux (taille, poids, hygiène de vie) et enfin les capacités physiques (force, vitesse, endurance, souplesse). Le niveau des capacités physiques étant un des facteurs d'une performance sportive, on peut légitimement se demander à quel point les qualités physiques sont importantes dans la performance au football. Pour commencer à répondre à cette question, si l'on compare les qualités physiques entre des joueurs élites et des joueurs amateurs, comme pour l'étude de Slimani et al. (2019), on observe que le débit maximal d'oxygène (VO_2 max), la force musculaire, la puissance musculaire, la vitesse de course et l'agilité sont plus élevés chez les joueurs de football d'élite par rapport à tous les autres niveaux de compétition. Cette étude nous montre bien que les qualités physiques d'un footballeur sont un facteur discriminant de son niveau de pratique, sans être pour autant suffisantes.

Le niveau des qualités physiques d'un joueur ou d'une équipe est donc bien discriminant de son niveau de pratique, mais peut-il être directement corrélé à une performance, au gain d'un match par exemple. Une étude de Moalla et al. (2018) montre en effet qu'une activité physique plus élevée est associée à des périodes de match partielles gagnantes, mettant donc en évidence l'importance des qualités

physiques dans la performance au football. Parmi toutes ces qualités physiques, la majorité des auteurs montre notamment l'importance des qualités aérobies (Bangsbo et al., 2006 ; Mohr et al., 2005 ; Stølen et al., 2008). En effet, un joueur de l'élite court de 8 à 12 kilomètres au cours d'un match et sollicite une consommation d'oxygène moyenne de l'ordre de 70% de son VO₂ max ainsi qu'une FC de l'ordre de 80 à 90% de la FC max, soit une intensité moyenne proche du seuil anaérobie. D'autres études montrent, à l'inverse, que le football est avant tout très exigeant en ce qui concerne les qualités de force et de vitesse, et relèvent notamment les distances de courses à haute intensité et de sprints de joueurs ainsi que le nombre d'actions de haute intensité réalisées ; celle de Mallo et al. (2015) montre une moyenne de 437 mètres de course à haute intensité (>19.8 km.h⁻¹) et 385 mètres de sprint (>25 km.h⁻¹) chez les joueurs de Liga espagnole avec cependant l'inconvénient de ne pas prendre en compte les accélérations rapides de joueurs quand ceux-ci sont à des vitesses de courses initiales basses. Cet inconvénient n'est pas présent sur l'étude de Modric et al. (2019) qui nous montre des données relativement similaires sur les courses à haute intensité (462 mètres) mais plus basses sur les sprints (156 mètres) chez les joueurs de la Croatian First Football League. Cette étude rajoute donc les données supplémentaires suivantes, à savoir une moyenne de 716 accélérations et 674 décélérations par joueur et par match. Cette tentative de quantifier les actions puissantes réalisées par des joueurs de football avait cependant déjà été réalisée, puisqu'une étude de Cazorla et al. (1998) nous montre que l'on retrouve en moyenne sur un match de haut niveau plus de 40 blocages et changements de direction et en moyenne 6 tacles, 13 dribbles, 11 têtes, 30 luttés sans ballon et 27 luttés avec ballon, ce qui représente en moyenne, une action intense toutes les 43 secondes pour un joueur.

Nous l'avons donc démontré, les qualités aérobies et les qualités qui relèvent de la puissance semblent toutes aussi importantes, si ce n'est liées, dans la recherche de performance au football. Alors pourquoi se focaliser sur la qualité physique de répétition de sprint ? Et bien tout d'abord car la capacité de sprint linéaire en elle-même est déjà très en lien avec la performance. En effet ce constat a été réalisé suite à une étude de Faude et al. (2012), montrant que la grande majorité des buts inscrits dans les meilleures ligues nationales font suite à la réalisation d'une action puissante (83%) et que dans la majorité de ces actions puissantes, on y retrouve un sprint direct (45%). L'étude de Andrzejewski et al. (2018) montre aussi plus précisément que les attaquants et les ailiers offensifs parcourent des distances de sprint nettement plus longues dans les matchs gagnés que dans les matchs perdus. Dans la suite de ce raisonnement, une étude de Bradley et al. (2009) montre qu'en Premier League, le temps de récupération moyen entre les courses à très haute intensité est de 72 secondes, avec un temps de récupération lors des 15 dernières minutes 28 % plus long que lors des 15 premières minutes du jeu. Il est donc bien plus difficile de répéter des courses à très haute intensité si ce n'est des sprints en fin de match alors que c'est pourtant l'action qui permet le plus la réalisation de buts, soit l'action la plus décisive possible au

football. La capacité de répétition de sprint est donc bien une qualité indispensable du footballeur dans une quête de performance, d'autant qu'elle sollicite autant des qualités aérobies que des qualités neuromusculaires liées aux qualités de force-vitesse (Bishop et al., 2011 ; Gharbi et al., 2015). Ces études montrent donc bien l'intérêt que peut avoir l'entraînement de la capacité de répétition de sprints chez des joueurs de football, dans une logique d'amélioration de la performance.

Nous allons donc réaliser dans un premier temps une revue de littérature afin de définir au mieux la capacité de répétition de sprints, ses facteurs d'amélioration ainsi que ses facteurs limitants, ceci afin de justifier au mieux l'ensemble du protocole que nous allons développer. Dans un second temps nous pourrons alors définir le cadre de réalisation de cette étude, de sorte qu'il soit le plus structuré possible, tout en essayant de mettre en avant toutes les problématiques qui pourront se poser.

1. Revue de littérature

1.1. La capacité de répétition de sprint

1.1.1. Définition

Selon Bishop (2011), la capacité de répétition de sprint (RSA) correspond à « la capacité à produire la meilleure performance de sprint moyenne possible sur une série de sprints, séparés par de courtes périodes de récupération (≤ 60 secondes), importante pour tous les athlètes de sport d'équipe ». La RSA est une qualité physique complexe qui dépend à la fois de facteurs métaboliques (capacité oxydative, récupération de la phosphocréatine et stockage d' H^+) et neuronaux (activation musculaire et recrutement d'unités motrices) entre autres. De plus, toujours selon Bishop (2011), « la RSA est souvent assimilée à un faible indice de fatigue (c'est-à-dire une faible diminution des performances du premier au dernier sprint), alors qu'il est important de noter qu'une bonne RSA est mieux décrite par un temps de sprint moyen (RSA moyenne) faible, avec ou sans un indice de fatigue faible ». Comme dit ci-avant, la RSA moyenne correspond donc à la moyenne des temps réalisés lors des sprints d'un test RSA, nous allons donc à présent montrer comment se mesure l'indice de fatigue lors d'un test RSA.

1.1.2. Mesure de la RSA

La RSA se mesure donc principalement par le calcul de l'indice de fatigue, qui est indirectement évalué à l'aide de deux approches courantes (Girard et al., 2011), l'indice de fatigue (FI) et le pourcentage de décrétement (Sdec), selon les équations (1, 2) :

$$(1) \text{ FI (\%)} = 100 * \frac{S(\text{best}) - S(\text{worst})}{S(\text{best})}$$

$$(2) \text{ Sdec (\%)} = \left\{ 1 - \frac{(S1 + S2 + S3 + \dots + S10)}{S(\text{best}) * n} \right\}$$

Où « S(best) » correspond au meilleur temps de sprint, « S(worst) » au pire temps de sprint, « (S1+S2+S3+...+S10) » à l'addition de l'ensemble des temps de sprint réalisés et « n » au nombre de sprints réalisés.

Selon le nombre de sprints réalisés durant le test RSA choisi, ces deux indices sont donc plus ou moins représentatifs de la RSA. Le FI et le Sdec prenant un nombre différent de temps de sprints en compte selon le test réalisé, il peut donc paraître judicieux d'utiliser ces deux indices pour avoir une idée plus complète de la performance d'un individu sur un test RSA, même s'il existe bien évidemment d'autres facteurs limitants pouvant interférer sur la mesure de la performance de cette capacité. La RSA est souvent bien décrite aussi par la RSA moyenne qui correspond à la moyenne des temps de sprint réalisés sur l'ensemble des sprints du test RSA en question.

1.1.3. Facteurs limitants

Toujours selon Girard et al. (2011), les facteurs limitants de la RSA sont, au niveau musculaire, les limitations de l'apport énergétique qui incluent l'énergie disponible à partir de l'hydrolyse de la phosphocréatine, de la glycolyse anaérobie et du métabolisme oxydatif, ainsi que l'accumulation intramusculaire de sous-produits métaboliques, tels que les ions hydrogène, qui apparaissent comme des facteurs clés responsables de la fatigue. Bien que moins étudiée, l'utilisation de techniques d'électromyographie de surface a révélé que l'incapacité à activer complètement les unités motrices et/ou les changements dans les stratégies de recrutement intermusculaire (c'est-à-dire les facteurs neuronaux) sont également associés à des résultats de fatigue (Mendez-Villanueva et al., 2008). D'autres facteurs tels que la régulation de la rigidité (Ross et al., 2001) et les environnements « hostiles » comme la chaleur (Morris et al., 2000) ou l'hypoxie (Brosnan et al., 2000) sont également susceptibles de compromettre la résistance à la fatigue lors de protocoles de sprints répétés.

D'autres facteurs limitants de la RSA ont été identifiés par différentes études. Celle de Mendez-Villanueva et al. (2008) montre que les athlètes ayant une réserve de puissance anaérobie plus faible et reposant donc plus sur leurs qualités aérobies que sur leurs qualités anaérobies, ont en moyenne un FI moins important. Une autre étude de Lovell et al. (2012) montre l'importance de la maturation dans la capacité de RSA, en effet, la corrélation entre le test navette de Luc Léger (MSFT) et le RSA chez les joueurs préadolescents (pré APHV), reflète leur plus grande dépendance aux voies d'énergie aérobie tandis que l'augmentation de la production d'énergie anaérobie chez les joueurs adolescents (post APHV) explique les corrélations du test RSA avec les performances de sprint et le test MSFT, respectivement.

Maintenant que nous avons défini de manière générale la RSA, nous allons pouvoir développer plus précisément les qualités physiques qui interviennent lors de la réalisation d'une RSA, des qualités de vitesse en passant par les qualités d'endurance.

1.2. La vitesse

1.2.1. Définition

Reiss (2013), définit la vitesse comme la « faculté de faire parcourir à son corps ou à ses membres la plus grande distance dans un temps donné ou d'effectuer le temps le plus court sur une distance donnée ». Dellal (2008), ajoute que la vitesse est une qualité physique multifactorielle qui existe sous différentes formes. En effet, si l'on prend une forme d'expression de la vitesse comme le sprint linéaire au football, plusieurs qualités physiques interviennent à certains moments (Reiss et Prévost, 2013) :

- Le temps de réaction, à la suite d'une prise d'information et de décision du joueur, liée à « une lecture / compréhension de signaux sur l'espace de jeu fluctuant » (Mombaerts, 1999)
- La qualité d'accélération, liée au taux de montée en force-vitesse (qualité de puissance) et à la qualité d'explosivité.
- L'atteinte d'une vitesse maximale, liée à l'augmentation de la fréquence et vitesse gestuelle en parallèle de la diminution de la force.

1.2.2. Les qualités de vitesse

1.2.2.1. Le temps de réaction

Le temps de réaction est tout d'abord spécifique au capteur sensoriel utilisé, selon qu'il soit auditif, visuel ou kinesthésique, (Reiss et Prévost, 2013). Il se décompose en plusieurs étapes qui sont :

- Excitation du récepteur sensoriel.
- Influx nerveux du récepteur au système nerveux central (SNC).
- Traitement de l'information.
- Envoi d'un signal moteur.
- Excitation du muscle et manifestation de la contraction.

Plusieurs études montrent d'ailleurs que les sportifs ont un meilleur temps de réaction que des personnes sédentaires (Chiu et al., 2017 ; Jyothi et al., 2016). L'étude de Nuri et al. (2013) conclut par ailleurs que les athlètes ont de plus grandes habiletés cognitivo-sensorielles liées à leur domaine sportif spécifique, qu'elles soient ouvertes ou fermées.

1.2.2.2. L'accélération

La capacité d'accélération montre le taux de changement de vitesse d'un athlète dans un intervalle de temps ou sur une distance définie, partant ainsi du repos jusqu'à atteindre une vitesse maximale ou sous-maximale. C'est une capacité très importante pour les sprinteurs et dans tous les jeux de ballon selon Radak (2018). Les deux premières étapes ont une importance significative dans la course (d'où le sprint et les jeux de balle). Les athlètes ayant une bonne capacité d'accélération touchent moins le sol sur les 5 à 10 premiers mètres, et ils utilisent une force plus élevée sur le sol verticalement et horizontalement (Lockie et al., 2011). Cela souligne l'importance de la vitesse-force dans cette capacité. Ainsi, les sports dans lesquels l'accélération est un facteur clé doivent se concentrer sur le développement de la force explosive. Par conséquent, la force explosive est au centre de l'entraînement d'accélération.

1.2.2.2.1. La force-vitesse

La force-vitesse se définit selon Letzelter et Letzelter (1990) comme la capacité qu'a le système neuromusculaire de surmonter des résistances avec la plus grande vitesse de contraction possible. Une étude de Devismes et al. (2021) révèle que des joueurs masculins d'un plus haut niveau de compétition, ont montré des valeurs plus élevées pour toutes les variables de force-vitesse par rapport aux groupes de joueurs de niveaux inférieurs (la force maximale théorique (F_0), la vitesse (v_0), la puissance maximale (P_{max}), le rapport de force maximal (RF) et la pente du profil Force-Vitesse (S_{fv}) ont été calculés).

1.2.2.2.2. L'explosivité

Selon Reiss et Prévost (2013), l'explosivité est la « capacité à produire la plus grande accélération sur soi-même ou sur un engin ». Une étude de Baldi et al. (2017) montre que la performance explosive des membres inférieurs devrait être considérée comme un facteur pertinent pour le football masculin puisqu'elle est directement corrélée à la RSA.

1.2.2.3. La vitesse maximale

La vitesse maximale correspond tout simplement à la vitesse la plus importante qu'une personne peut atteindre lors d'un sprint. Selon une étude de Bangsbo et al. (2008), la vitesse du footballeur est maximale aux alentours de 40 à 46 mètres. D'autres études vont dans ce sens en montrant que la vitesse maximale d'un joueur de football s'observe davantage sur un test de sprint linéaire de 40 mètres que sur des sprints s'effectuant en match ou à l'entraînement, que ce soit sur des jeux réduits, de surfaces moyennes ou de grandes surfaces (Kyprianou et al., 2022). En effet, selon Reiss et Prévost (2013), les sportifs de sport collectifs n'atteignent jamais réellement leur vitesse maximale durant la pratique, en

raison de l'incertitude de la trajectoire ou encore d'un centre de gravité intuitivement abaissé afin d'éviter les chutes.

A présent que nous avons démontré et définie les différentes qualités de vitesse qui rentrent en compte dans la RSA, nous allons donc pouvoir expliquer en quoi l'endurance et les différentes qualités qui la compose sont tout aussi importantes dans cette même RSA.

1.3. L'endurance

1.3.1. Définition

L'endurance a connu plusieurs définitions selon les auteurs, elle a d'abord été « la faculté d'effectuer pendant longtemps une activité quelconque sans qu'il y ait une baisse de son efficacité » selon Zatiorsky (1966), puis « la faculté d'exprimer une motricité d'intensité quelconque pendant la plus longue durée possible » selon Pradet (1996) et enfin comme la « capacité psycho-physique du sportif de résister à la fatigue » selon Weineck (1997). Si l'on regroupe ces définitions, l'endurance peut donc être considérée comme une qualité psycho-physique de maintien d'efficacité d'une activité pendant la plus longue durée possible.

1.3.2. Les qualités d'endurance

1.3.2.1. L'endurance-vitesse

L'endurance-vitesse se définit comme un exercice intense, répété à une intensité supra maximale (au-dessus de la vitesse aérobie maximale provoquant le VO_2 max) d'une durée de 10 à 40 secondes (Iaia et Bangsbo, 2010). C'est une qualité physique qui a reçu beaucoup d'attention ces dernières années et s'est avérée efficace pour améliorer la capacité d'exercice à court terme chez les personnes entraînées (Bangsbo et al., 2009 ; Gunnarsson et al., 2012 ; Skovgaard et al., 2014). Une autre étude de Iaia et al. (2015) montre qu'un entraînement de production d'endurance de vitesse permet d'améliorer les performances de la RSA et sur des exercices intermittents de haute intensité, tandis qu'un entraînement de maintien d'endurance de vitesse a permis d'augmenter la capacité des muscles à maximiser la tolérance à la fatigue et à maintenir le développement de la vitesse, pendant les exercices maximaux répétés et continus de courte durée.

1.3.2.2. Le VO_2 max

Le VO_2 max se définit comme la quantité maximale d'oxygène qu'un individu est capable de consommer en une minute ($l \cdot \text{min}^{-1}$). Plus cette consommation maximale d'oxygène est importante chez une personne, plus le débit maximal de production d'ATP de l'organisme par métabolisme aérobie va

être important. Le VO₂ max est donc un indicateur important du débit énergétique que possède un individu. Ce VO₂ max peut être mesuré directement (mesure) ou indirectement (estimation) au cours de tests d'efforts maximaux ou sous-maximaux. Plusieurs études montrent en effet que le VO₂ max est significativement corrélé à la capacité de RSA (Gharbi et al., 2015 ; Jones et al., 2013 ; Rampinini et al., 2009).

1.3.3. Estimation du VO₂ max

Le VO₂ max peut donc être estimé à partir de tests d'efforts maximaux ou sous-maximaux. En ce qui concerne notre étude, nous utiliserons le test 30/15 IFT pour réaliser cette estimation. Le test 30/15 IFT est un test de terrain intermittent en course navette qui permet d'estimer le VO₂ max et la VMI (Vitesse Maximale Intermittente) d'un joueur, tout en tenant compte à la fois des qualités aérobies, des capacités de récupération et des qualités d'explosivité musculaire des membres inférieurs. Ce test a été validé par Buchheit et al. (2014). La formule de calcul pour l'estimation du VO₂ max en fonction du v30-15IFT est la suivante :

$$\text{VO}_2 \text{ max estimé (ml.kg.min}^{-1}\text{)} = 28.3 - 2.15 * (G) - 0.741 * (A) - 0.0357 * (P) + 0.0586 * (A) * (\text{v30-15IFT}) + 1.03 * (\text{v30-15IFT})$$

Où « G » correspond au sexe de l'athlète qui a passé le test : masculin (=1) ou féminin (=2), « A » correspond à l'âge (années) de l'athlète, « P » au poids (kg) de l'athlète et « v30-15IFT » correspond au dernier palier complété (km.h⁻¹) sur le test par celui-ci.

Maintenant que nous avons fait le tour des différentes qualités physiques qui composent la RSA, comme les qualités de vitesse et d'endurance, nous allons donc essayer de montrer les différents moyens et les différentes méthodes qui permettent d'améliorer cette RSA, dans l'objectif de voir une tendance se dégager dans les protocoles utilisés et éprouvés par la littérature.

1.4. Différentes approches de l'amélioration de la RSA

1.4.1. Par l'amélioration des qualités de vitesse

Une étude de Rumpf et al. (2016) montre qu'un entraînement spécifique en sprint (composé de sprint libre ; sprint avec résistance ; sprint assisté avec un dispositif de remorquage ou une pente descendante) n'a de manière générale qu'un effet modéré sur la performance en sprint et un effet de plus en plus faible sur la performance, au fur et à mesure que la distance de sprint augmente. Un entraînement non-spécifique (composé d'exercices isométriques et de travail pliométrique sur les membres inférieurs) montre, quant à lui, des améliorations plus importantes sur le sprint de plus de 31 mètres tandis qu'un

entraînement combiné de ces deux méthodes permet avant tout d'améliorer la performance sur les sprints de 0 à 10 mètres. Borges et al. (2016) montre lui qu'un entraînement RS (sprint avec traction) a donné des améliorations plus importantes du temps de sprint que l'entraînement PT (pliométrique) sur la distance 0–30 m pour l'amélioration des capacités de sprint et de répétition de sprint – durée de 7 semaines – 1 puis 2 entraînements supplémentaires par semaine (à partir de la 3ème semaine).

1.4.2. Par l'amélioration des qualités d'endurance

De nombreuses études ont rapporté des améliorations significatives du RSA avec un entraînement plus générique en HIIT, notamment Edge et al. (2005) sur une durée de 5 semaines avec 3 entraînements par semaine. C'est aussi le cas de Clemente et al. (2021) qui a évalué les effets des programmes d'entraînement par intervalles à haute intensité (HIIT) sur la capacité aérobie des joueurs de football masculins (consommation maximale d'oxygène et performance aérobie), la capacité de sprint répété (RSA), la hauteur de saut vertical (VJH) et le temps de sprint linéaire (ST). En conclusion, le HIIT est efficace pour améliorer la consommation maximale d'oxygène, l'AP et le RSA quel que soit le type de HIIT.

1.4.3. Par l'amélioration combinée des qualités de vitesse et d'endurance

Iaia et al. (2015) montre qu'un entraînement SEP (Production d'Endurance de Vitesse) a amélioré les performances des sprints répétés et des exercices intermittents de haute intensité, tandis que l'entraînement SEM (Maintien d'Endurance de Vitesse) a augmenté la capacité des muscles à maximiser la tolérance à la fatigue et à maintenir le développement de la vitesse pendant les exercices maximaux répétés et continus de courte durée. Selon Buchheit et al. (2008), la meilleure façon d'améliorer le RSA est d'effectuer un entraînement spécifique de sprints répétés.

1.4.4. Protocoles apportant une amélioration significative de la RSA

Les études précédentes ont donc montré que pour le RSA, les entraînements qui permettent son amélioration d'une manière significative chez des footballeurs sont :

- Un entraînement de sprint avec traction sur une durée de 7 semaines avec 1 puis 2 entraînements supplémentaires par semaine. Séances RS composées de 2 à 7 séries de 1 répétition à chaque distance (0—5 ; 0—10 ; 0—20 et 0—30 mètres) de sprint avec un traîneau de charge (entre 10 à 13 % de la masse corporelle), garantissant que les joueurs ont une perturbation minimale de leur cinématique de sprint (entrecoupées de 45 à 120 secondes de récupération). (Borges et al., 2016).
- Un entraînement en HIIT sur une durée de 5 semaines avec 3 entraînements par semaine, composé d'exercices à une intensité de 120 % (semaine 1), 130 % (semaines 2 et 3) et 140 %

- (semaines 4 et 5) de leur puissance déterminée individuellement au seuil anaérobie. Chaque intervalle de 2 min est entrecoupé d'une période de récupération de 1 min. (Edge et al.,2005).
- Un entraînement SEP de 3 semaines avec 3 sessions de 20 min d'entraînement de RSA à la fin des 3 séances par semaine habituelles. Le protocole SEP consistait en 6 à 8 répétitions de périodes totales de 20 secondes entrecoupées de 120 secondes de récupération passive. (Iaia et al.,2015).
 - Un entraînement RS durée de 9 semaines (semaine de repos durant la 4e semaine) - 2 entraînements supplémentaires par semaine, composés de 2 ou 3 séries de 5 à 6 sprints navette de 15 à 20 m (~100-120% VMI) entrecoupés de 14 s de récupération passive ou 23 s de récupération active (45 % VMI) (Buchheit et al., 2008)

Le nombre de protocoles paraissant pertinents pour notre étude étant suffisamment réduit grâce à notre revue de littérature, nous pouvons à présent dégager une problématique, des objectifs et des hypothèses pour notre étude.

2. Problématique, objectifs et hypothèses

2.1. Problématique

À notre connaissance, aucune étude n'a comparé deux des quatre protocoles précédemment cités, afin de savoir lequel pouvait être le plus efficace pour améliorer la capacité de RSA en addition d'une semaine d'entraînement classique. Pour des raisons d'organisation, il ne nous est pas possible de réaliser les protocoles de Edge et al. (2005) et de Iaia et al. (2015) demandant 3 entraînements spécifiques par semaine, nous nous orienterons donc sur les protocoles de Borges et al. (2016) et de Buchheit et al. (2008) qui ne demandent respectivement qu'1 et 2 entraînements spécifiques par semaine et sur une durée plus longue que les deux autres protocoles (7 et 9 semaines au lieu de 3 et 5 semaines). Comme démontrée dans la revue de littérature, la qualité de répétition de sprint demande à la fois des qualités de vitesse (temps de réaction, accélération, vitesse maximale) et des qualités d'endurance (VO_2 max, récupération de la FC). Nous avons aussi constaté cependant via l'étude de Mendez-Villanueva et al. (2008) que des joueurs se reposant plus sur des qualités aérobies qu'anaérobies possèdent un meilleur FI sur la capacité de RSA. Or le sprint chargé va faire travailler davantage les qualités d'accélération du joueur (force-vitesse, explosivité) qui induit par ailleurs des améliorations des qualités anaérobies.

Il paraît donc intéressant de se demander si un protocole d'entraînement de répétition de sprint avec charge (Borges et al., 2016) peut vraiment être plus efficace dans l'amélioration des qualités de RSA (RSA best, RSA moyenne, VO_2 max, FI et Sdec) qu'un protocole de répétition de sprint classique sans charge (Buchheit et al., 2008).

2.2. Objectifs

Le premier objectif de cette étude sera de montrer qu'un protocole d'entraînement incluant un travail spécifique de RSA (Groupes Répétition de Sprints Tractés et Répétition de Sprint) permet d'augmenter les capacités de cette qualité physique en comparaison d'un entraînement classique (Groupe Témoin).

Le second objectif sera donc de montrer qu'un protocole d'entraînement de RS classique (Groupe RS) est plus efficace qu'un protocole d'entraînement de RSA chargé (Groupe RST).

2.3. Hypothèses

Nous formulons donc l'hypothèse H0 que les protocoles des groupes RST et RS vont influencer positivement les qualités de vitesse sur un sprint linéaire et les qualités d'endurance aérobie qui composent le RSA (RSA best, RSA moyenne, FI, Sdec, VO₂ max) en comparaison du groupe T.

De plus, nous formulons l'hypothèse H1 que le protocole du groupe RS influencera positivement et de manière plus significative ces mêmes qualités que le protocole du groupe RST.

3. Le stage

3.1. Milieu professionnel

Le stage est réalisé au sein du club de l'Olympique Marcquois Football qui existe depuis 1921, club de football des Hauts-de-France qui compte le plus de licenciés (environ 900). Le club dépend de la Ligue de Football des Hauts-de-France et plus précisément du District des Flandres et compte parmi ses rangs 45 équipes compétition et loisir au sein de l'école de football (des catégories U6 à U13), des équipes de football à 11, garçon, en préformation (catégories U14-U15), en formation (catégories U16 à U18), en catégorie sénior et en catégorie vétérans, en passant par la section féminine et la section adaptée.

Au niveau du projet sportif du club, l'ambition est tout d'abord de faire monter l'équipe sénior en National à moyen terme, elle est actuellement en haut de tableau de National 3. Les équipes réserves séniors (Régional 2 et District 1) permettent aux joueurs qui sortent de la formation de prendre en expérience et de progresser, par palier, jusqu'à potentiellement pouvoir jouer dans l'équipe première. En ce qui concerne les équipes de la formation, l'objectif est d'avoir les équipes premières de toutes les catégories en ligue (de U14 à U18), ce qui sera presque le cas l'année prochaine puisque seul l'équipe

des U16 sera en District 1, le reste des équipes évoluera en Régional 1 ou Régional 2. En ce qui concerne les équipes qui participent à cette étude, les U16 R1 aspiraient cette année à la montée en U17 National dans une poule très relevée comptant des équipes de centre de formation (LOSC, VAFC). Les U16 ne monteront pas en National l'année prochaine mais resteront bien en Régional 1. L'objectif des U17 R1 cette année, après de nombreux départs de joueurs de l'équipe en présaison pour des équipes de U17 National, était avant tout le maintien, objectif qui n'a malheureusement pas été rempli.

En ce qui concerne mon rôle au sein de l'OMF, je suis en service civique au club, m'occupant avant tout de la préparation physique des U17 R1 mais j'occupe aussi un rôle d'éducateur dans les catégories de football à 5 et à 8. Pour les U17 R1 mon rôle est à la fois celui d'entraîneur adjoint car je participe à l'organisation des séances même sur des exercices qui ne relèvent pas de la préparation physique dissociée. L'objectif du club étant de travailler sur une méthode globale, le principal du travail athlétique se réalise donc de manière intégrée. Je réalise donc le suivi des charges d'entraînement ainsi que l'état de forme des joueurs pour essayer de prévenir au mieux de potentielles blessures. L'objectif est aussi d'améliorer les qualités physiques de mes joueurs afin qu'ils se développent et soient prêts à faire face au monde sénior qui les attend, dans la logique du club de laisser la chance aux joueurs de la formation d'atteindre l'équipe première via les équipes réserves.

3.2. Sujets

Les participants de cette étude sont les joueurs des équipes de catégorie U16 et U17 du club de l'Olympique Marcquois Football qui évoluent dans le championnat de Régional 1. Ils forment un groupe de 35 joueurs dont 11 n'ont pu être retenus pour cette étude, n'ayant pas pu réaliser les deux tests et/ou n'ayant pas réalisé assez de séances (moins de six séances sur les sept, soit moins de 85% des séances). Il paraît d'autant plus intéressant de travailler sur la RSA sur des sujets de cette tranche d'âge, car elle est selon Wong et al. (2015), une « fenêtre d'opportunité conforme au modèle de développement physique des jeunes proposé, où les qualités physiques telles que l'agilité, la vitesse et la puissance devraient être mises en valeur ». 24 footballeurs ont donc pu participer à cette étude, étant présents sur les 10 semaines de tests et de protocoles. Ils sont âgés de $15,32 \text{ ans} \pm 0,51 \text{ ans}$, mesurent $176,42 \text{ cm} \pm 6,73 \text{ cm}$ et pèsent $65,7 \text{ kg} \pm 10,24 \text{ kg}$. Ils s'entraînent trois fois par semaine, les mardi (19h30-21h00), mercredi (16h30-18h) et vendredi (19h30-21h) pour les U16 et les lundi (19h30-21h), mercredi (18h-19h30) et jeudi (19h30-21h) pour les U17 avec un match tous les week-ends, les samedis après-midi pour les U16 et les samedis après-midi ou dimanches matin pour les U17.

Tableau 1. Caractéristiques des groupes :

	Groupe Témoin	Groupe RS	Groupe RST
Effectif (n)	8	8	8
Age (années)	15,48 ± 0,53	15,63 ± 0,52	15,23 ± 0,46
Taille (cm)	175,1 ± 8,64	174,9 ± 5,33	179,3 ± 5,65
Poids (kg)	64,48 ± 13,82	63,81 ± 6,7	68,8 ± 9,58

(Les données qualitatives sont dénombrées. Les qualités quantitatives sont exprimées en moyenne ± écart-type. $p < 0,05$ entre les trois groupes.)

3.3. Matériel et techniques de mesure

Afin de mesurer la masse, la taille et la taille assise des joueurs, nous utiliserons une balance Terrillon TX 1500, pesant de 0 à 150 kg avec une graduation de 100 g ainsi qu'un mètre ruban Tylon, de 8 m x 25 mm, Bi-matière, de la marque STANLEY. Nous utiliserons également un Ipad possédant l'application MySprint afin de calculer avec précision, comme l'a démontré Romero Franco et al. (2017), les temps de sprints (0 à 30 mètres), la RSA moyenne, la RSA best, le FI et le Sdec. Une enceinte portable reliée à un téléphone ayant l'application 30-15 IFT pouvant lire la bande sonore du test 30-15 IFT sera aussi utilisée. Dans le but de calculer avec précision les distances pour les tests de sprint, du 30-15 IFT ainsi que lors des séances spécifiques RS et RST nous utiliserons un Odomètre de la marque Metrica. Enfin, pour que le temps de récupération lors des séances entre les sprints soient assurément les mêmes entre les joueurs des mêmes groupes, une bande sonore avec des « bips » sera diffusée via une enceinte portable une nouvelle fois.

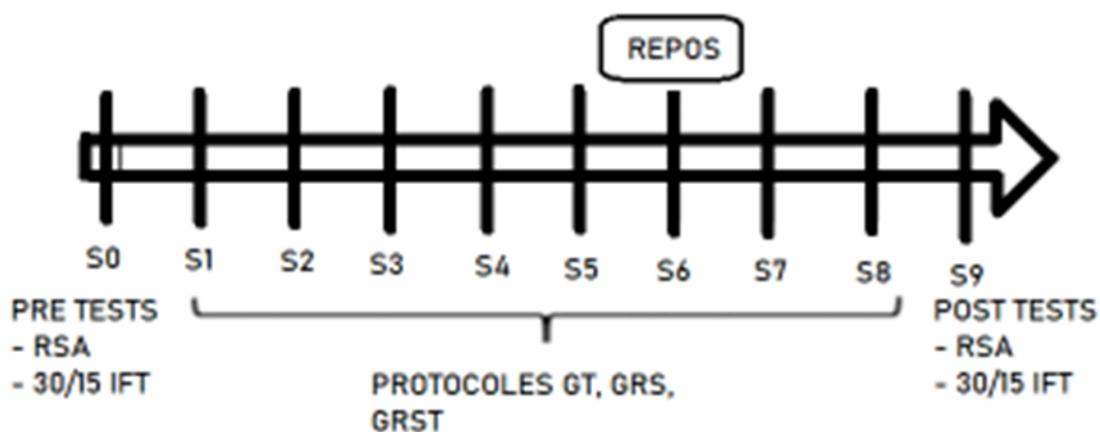
3.4. Protocole

Le protocole consiste en un pré test (S0) et post test (S9) entrecoupés par une période de 8 semaines de 3 protocoles différents, Témoin (T), Répétition de Sprints Tractés (RST) et Répétition de Sprints (RS). En raison d'une semaine de vacances (S6), il n'y a pas eu de séance du tout cette semaine-là.

Les séances pré et post test sont faites séparément sur les groupes U16 et U17, pour une raison de taille de groupe et de faisabilité du test RSA où les joueurs passent un par un. Ces séances sont composées d'un échauffement standardisé, d'un test de répétition de sprints sur 30m et enfin du test 30/15 IFT permettant d'obtenir la Vitesse Maximale Intermittente (VMI), utile pour la programmation des séances du protocole du groupe RS repris de l'étude de Buchheit et al. (2008) et permettant d'estimer indirectement le VO_2 max des joueurs. Par rapport à la littérature recueillie, il semblait intéressant d'utiliser le même test que sur l'étude de Barbero-Álvarez et al. (2013), afin d'évaluer la RSA sur une distance de 30m (mesure et calcul de la RSA best, la RSA moyenne, du FI et du Sdec). Ce test est composé de 7 sprints de 30 m avec une récupération passive < 24 s (un sprint toutes les 30 s).

Le groupe témoin (T) effectuera uniquement les 3 séances semaine ainsi que le match du week-end habituel durant les 8 semaines tandis que le groupe Répétition de Sprints Tractés (RST) effectuera un entraînement avant la première séance du Mercredi, soit de 16h à 16h30 pour les U16 et de 17h30 à 18h pour les U17 avec des séances RST composées de 2 à 7 séries de 1 répétition à chaque distance (0—5 ; 0—10 ; 0—20 et 0—30 mètres) de sprint avec un traîneau de charge (entre 10 à 13 % de la masse corporelle), garantissant selon Borges et al. (2016) que les joueurs ont une perturbation minimale de leur cinématique de sprint (entrecoupées de 45 à 120 secondes de récupération). Enfin le groupe RS réalisera comme le groupe RST un travail spécifique les Mercredis, de 16h à 16h30 pour les U16 et de 17h30 à 18h pour les U17 mais de répétition de sprint simple ici. Les séances RS sont composées de deux ou trois séries de cinq à six sprints navette (charges progressives au cours des 8 semaines) de 15 à 20 m (~100-120% VIFT) entrecoupés de 14 s de récupération passive ou 23 s de récupération active (45 % VIFT) comme pour l'étude de Buchheit et al. (2008).

Figure 1. Design expérimental :



(GT : Groupe Témoin ; GRS : Groupe Répétition de Sprint ; GRST : Groupe Répétition de Sprint avec Traction.)

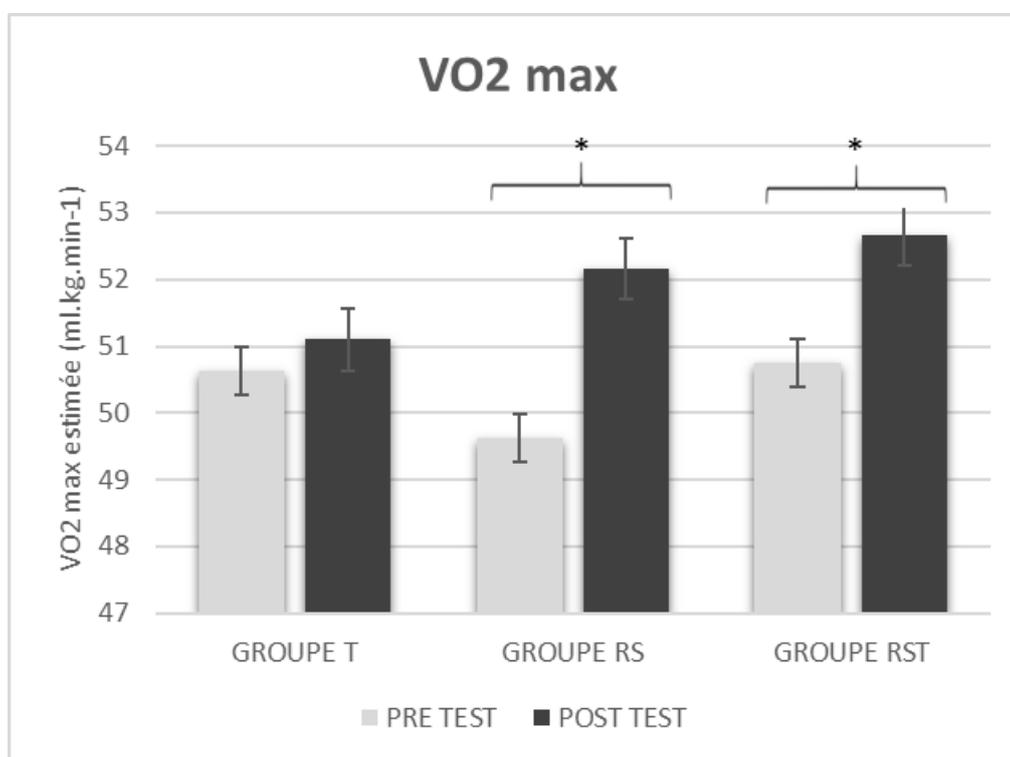
3.5. Analyse statistique

Les résultats sous forme de données quantitatives seront présentés sous forme de moyenne \pm écart type. Dans un premier temps, nous avons réalisé le test de normalité des distributions de Shapiro-Wilk ainsi que le test d'égalité des variances de Levene sur l'ensemble des paramètres des pré et post-tests. Ces tests ont révélé une non-normalité des variables VO_2 max estimé pré-test du groupe T ($p=0,025$), FI pré-test du groupe RST ($p=0,004$) et Sdec post-test du groupe RST ($p=0,012$) ainsi qu'une hétérogénéité des variances de la variable VO_2 max estimé du groupe RST ($p=0,027$). Afin de vérifier que les différents protocoles d'entraînement avaient un effet significatif intra-groupe, c'est-à-dire par la comparaison des résultats pré et post-tests (avant/après) sur les différentes variables évaluées, nous avons utilisé le test paramétrique ANOVA à deux voies et mesures répétées pour les variables validant

à la fois le test de Shapiro-Wilk et le test de Levene et le test de Wilcoxon pour les variables ne respectant pas au moins un de ces deux tests. De plus, pour voir s'il y avait des différences inter groupes significatives sur les pré et post-tests pour les variables ne validant pas au moins l'un des tests de Shapiro-Wilk et de Levene, nous avons utilisé le test de Kruskal et Wallis. Nous avons mesuré la taille de l'effet via le d de Cohen où 0,2 est considéré comme un effet faible, 0,5 comme un effet moyen, 0,8 comme un effet élevé et 1,2 comme un effet très élevé. Les valeurs sont considérées comme significatives pour un $p < 0,05$. Le logiciel Excel a été utilisé pour faire cette analyse statistique.

4. Résultats

Figure 2. Résultats pré et post-tests de l'estimation du VO₂ max via le test 30/15 IFT.

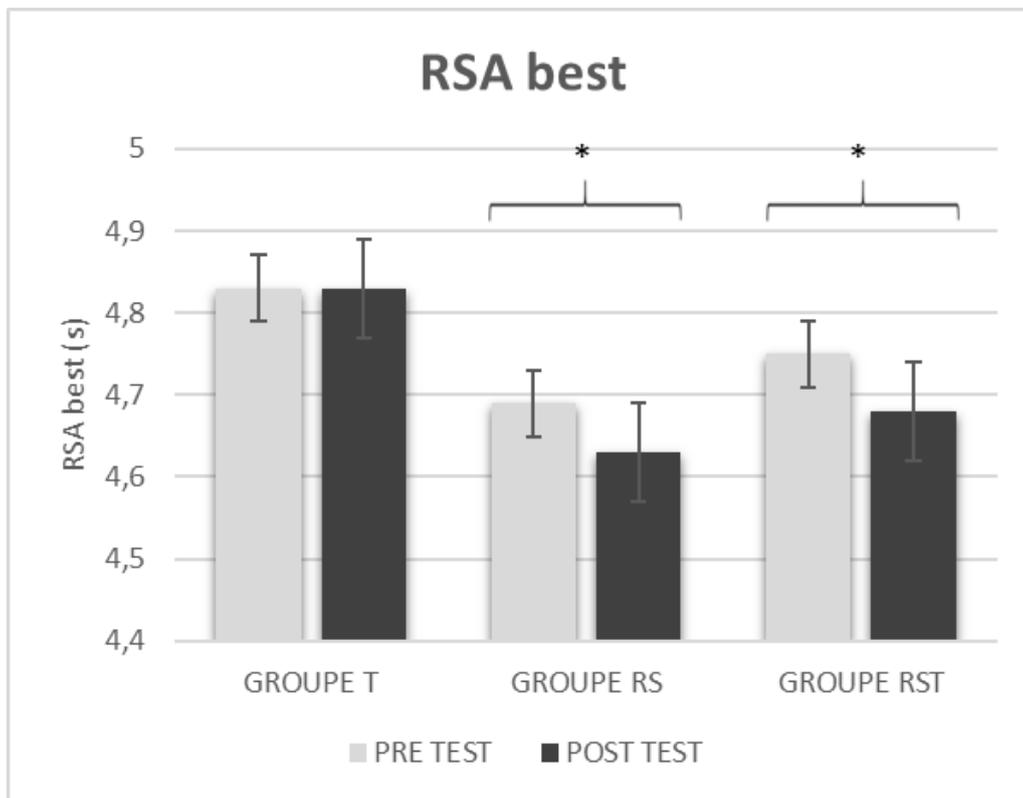


Pour ce qui est du VO₂ max (voir figure 2 ci-dessus) estimé à partir du test 30/15 IFT, l'analyse du test ANOVA à deux voies et mesures répétées révèle une amélioration significative ($p = 0,006$) du groupe RS à hauteur de 1% tandis que le test de Wilcoxon valide l'hypothèse H₀ de la non significativité de l'amélioration du groupe T ($p = 0,436$) mais montre une significativité de l'amélioration du groupe RST à hauteur de 1,39% ($p = 0,012$). Le test de Kruskal et Wallis montre une non significativité des différences entre les groupes sur les pré et post-tests ($p = 0,736$). La taille d'effet du groupe T (0,37) est de faible à moyen tandis que celle des groupes RS (0,91) et RST (1,03) sont toutes deux d'élevées à très élevées.

En ce qui concerne le RSA best (voir figure 3 ci-dessous), l'analyse du test ANOVA à deux voies et mesures répétées révèle une amélioration des groupes RS ($p = 0,012$) et RST ($p = 0,006$)

respectivement de l'ordre de 5% et 1% tandis qu'il montre une non significativité de l'amélioration du groupe T ($p = 0,766$). Ce test révèle aussi une non significativité des différences entre les groupes ($p = 0,052$) avant/après, un changement au cours des mesures de l'ordre de 1% ($p = 0,0003$) et une corrélation groupe/répétition de l'ordre de 5% ($p = 0,041$). La taille d'effet du groupe T est nulle (0) tandis que la taille d'effet des groupes RS (0,68) et RST (0,76) est de moyenne à élevée.

Figure 3. Résultats pré et posts-tests de la RSA best.



Pour la RSA moyenne (voir figure 4 ci-après), l'analyse du test ANOVA à deux voies et mesures répétées révèle une amélioration du groupe RS ($p = 0,003$) de l'ordre de 1% et une non significativité de l'amélioration des groupes T ($p = 0,871$) et RST ($p = 0,010$). Elle révèle aussi une non significativité des différences entre les groupes avant/après ($p = 0,112$), un changement au cours des mesures de l'ordre de 1% ($p = 0,001$) et une corrélation groupe/répétition de l'ordre de 5% ($p = 0,044$). La taille d'effet du groupe T est nulle (0) tandis que la taille d'effet des groupes RS (0,7) et RST (0,57) est de moyenne à élevée.

En ce qui concerne le FI (voir figure 5 ci-dessous), l'analyse du test ANOVA à deux voies et mesures répétées ne révèle pas d'amélioration significative des groupes T ($p = 0,798$) et RS ($p = 0,677$) tandis que le test de Wilcoxon valide l'hypothèse H_0 de la non significativité de l'amélioration du groupe RST ($p = 0,505$). Le test de Kruskal et Wallis montre une non significativité des différences entre les groupes sur les pré et post-tests ($p = 0,549$). La taille d'effet des groupes T (0,28) RS (0,3) et RST (0,47)

sont de faible à moyen en sachant que celui du groupe RS est inversé, il y a donc eu une régression pour ce groupe sur cette variable.

Figure 4. Résultats pré et post-tests de la RSA moyenne.

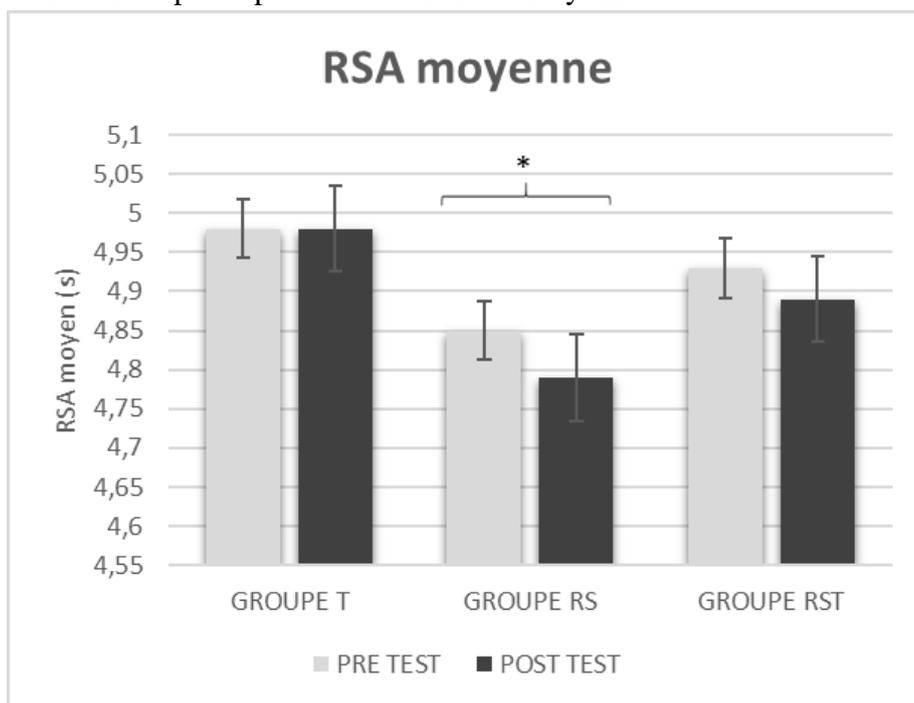
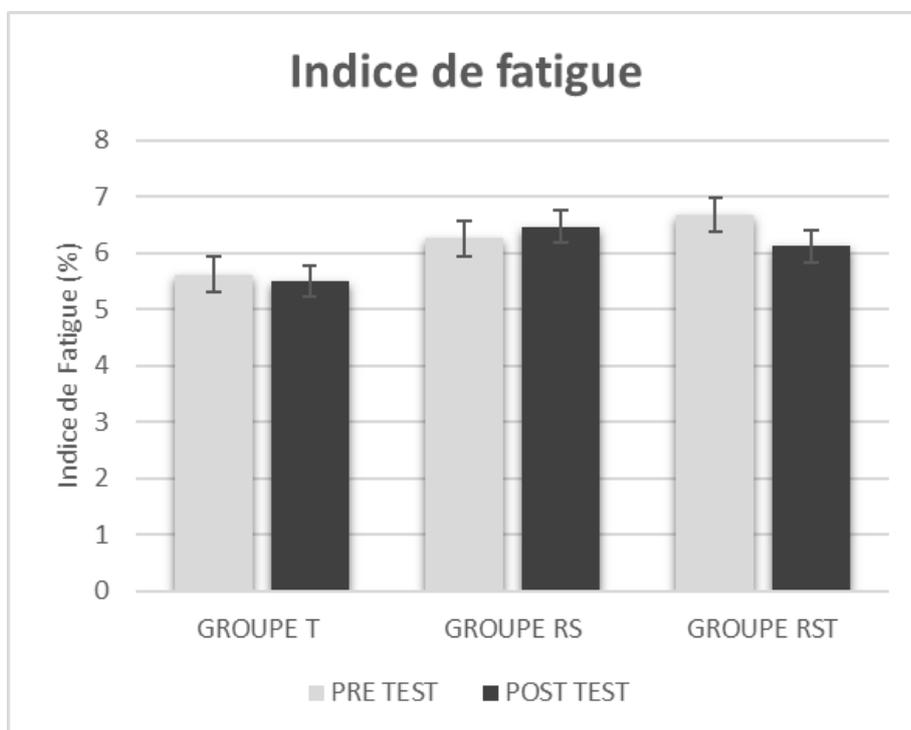


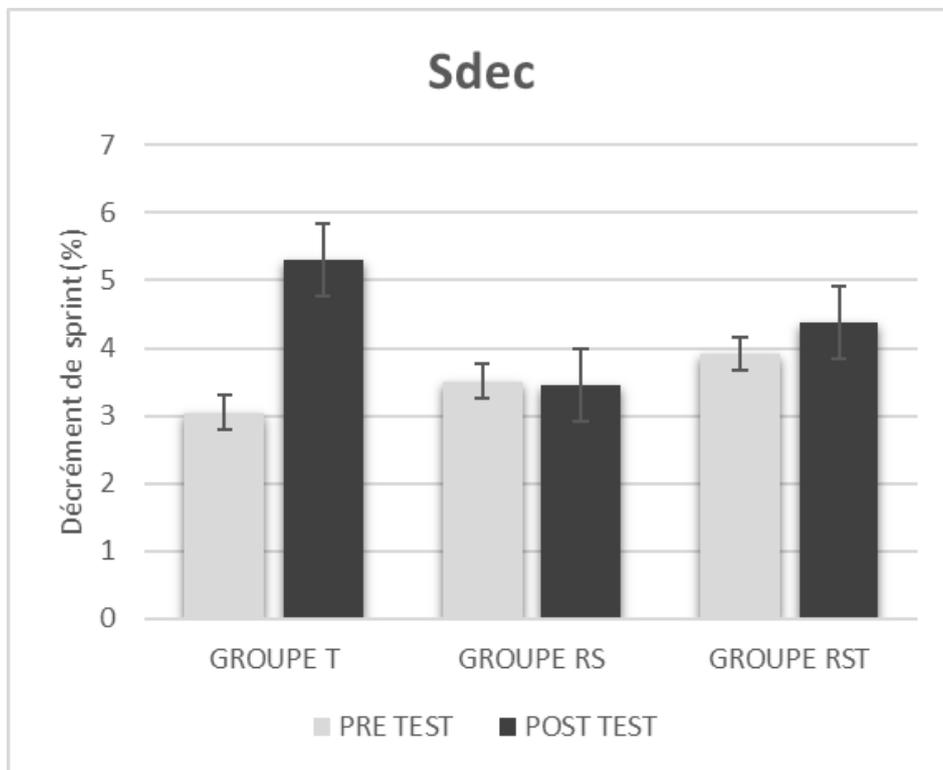
Figure 5. Résultats pré et post-tests du FI.



Pour le Sdec (voir figure 6 ci-dessous), l'analyse du test ANOVA à deux voies et mesures répétées ne révèle pas d'amélioration significative des groupes T ($p = 0,729$) et RS ($p = 0,85$) tandis que le test de Wilcoxon valide la non significativité de l'amélioration du groupe RST ($p = 0,479$). Le test de

Kruskal et Wallis montre une non significativité des différences entre les groupes sur les pré et post-tests ($p = 0,367$). La taille d'effet des groupes T (0,47) et RST (0,48) sont de faibles à moyen et sont inversés, il y a donc eu régression sur cette variable pour ces 2 groupes tandis que la taille d'effet du groupe RS (0,17) est très faible.

Figure 6. Résultats pré et post-tests du Sdec.



5. Discussion

5.1. Traitement des hypothèses

L'objectif de cette étude était de comparer deux protocoles RSA différents avec un protocole témoin, l'un étant un protocole de répétition de sprints basiques, tandis que l'autre est un protocole de répétition de sprints tractés. Par rapport à notre littérature, notre protocole et nos objectifs, nous avons donc émis deux hypothèses. La première supposait que les protocoles des groupes RST et RS influenceraient de manière significative les qualités de vitesse et d'endurance qui composent le RSA à l'inverse du groupe T, ces qualités étant mesurées via les variables RSA best, RSA moyenne, FI, Sdec et VO_2 max. La seconde hypothèse formulée était que le protocole du groupe RS influencerait positivement et de manière plus significative ces mêmes qualités que le protocole du groupe RST.

Les résultats, justement, nous montrent que le groupe T n'observe aucune amélioration significative sur l'ensemble des variables tandis que nous avons une amélioration significative du VO_2

max et du RSA best pour les deux groupes RS et RST. En revanche nous ne notons pas d'amélioration significative de la RSA moyenne pour le groupe RST, contrairement au groupe RS. Par ailleurs, nous n'observons aucune amélioration significative des groupes RS et RST sur le FI et le Sdec, avec des tailles d'effets de groupes qui sont de très faibles à moyennes sur ces variables. Nos deux hypothèses semblent donc se confirmer puisque nos deux protocoles expérimentaux ont permis d'améliorer les qualités d'endurance (VO_2 max) et de vitesse (RSA best) contrairement au protocole témoin. En revanche, il semble que le protocole du groupe RST ne permet pas d'améliorer autant la qualité d'endurance-vitesse (RSA moyenne) que le protocole du groupe RS.

5.2. Limites

En ce qui concerne les différentes limites de cette étude, on peut supposer tout d'abord que la différence de résultat sur les post tests entre le groupe T et les groupes RS et RST a été accentuée par le fait que les joueurs de ce groupe n'avaient pas une charge d'entraînement hebdomadaire aussi élevée que les deux autres groupes. En effet, leur temps d'entraînement total n'était pas équivalent, mais idéalement, les joueurs du groupe T auraient pu, par exemple, bénéficier du même temps d'entraînement supplémentaire via un entraînement de football classique (jeu réduit) par exemple. Si l'on compare ensuite les résultats de nos deux groupes expérimentaux avec ceux des études d'où sont tirés les protocoles utilisés, celle de Buchheit et al. (2008) observait aussi, pour le protocole RS, une amélioration significative de la RSA best mais bien moins importante que sur notre étude, tandis que l'amélioration significative de la RSA moyenne et l'amélioration non significative de l'index de fatigue sont plutôt cohérentes avec nos résultats. On peut attribuer cette amélioration plus importante de la RSA best sur notre étude à l'échantillon de notre groupe RS, qui, si l'on regarde les résultats du RSA best lors du premier test, est le groupe composé des joueurs les plus rapide sur un sprint linéaire de 30 mètres. Bien qu'au départ la différence n'est pas significative avec les autres groupes sur cette variable, il est possible que les joueurs composant ce groupe soient plus enclins à développer leur vitesse par un entraînement en répétition de sprint que les joueurs des autres groupes par leurs qualités de vitesse intrinsèques. Un échantillon plus important au sein de ce groupe et pour ce protocole nous permettrait sans doute de nous ôter de ce doute. L'étude de Borges et al. (2016), observait quant à elle pour le protocole RST une amélioration significative de la RSA moyenne qui n'est pas présente sur notre étude, à l'inverse de l'amélioration de la RSA best qui est du même ordre de grandeur si l'on compare les tailles d'effet de groupe. Il est possible que pour cette incohérence, ce soit la réalisation des séances RST qui ait posé problème, puisque le travail sur des sprints tractés, allant jusqu'à 30 mètres, imposait des temps de récupération plus longs (jusqu'à 120 secondes), or lors de notre test RSA les temps de récupération sont d'environ 25 secondes uniquement. La différence des temps de récupération entre les entraînements et le test RSA n'a peut-être finalement pas assez bien entraîné les joueurs sur la RSA en elle-même,

puisque selon la définition de Bishop (2011) la RSA correspond « à la meilleure performance de sprint moyenne possible sur une série de sprints, séparés par de courtes périodes de récupération (≤ 60 secondes) ». Réaliser ces séances RST avec des temps de récupération inférieurs ou égaux à 60 secondes permettrait donc sans doute de mieux travailler cette capacité et d'obtenir une amélioration plus importante de la RSA moyenne.

Si l'on compare maintenant nos résultats avec d'autres études, on constate qu'avec un protocole de 5 semaines comprenant 3 entraînements par semaine (Schneiker et Bishop, 2008) on obtient une amélioration significative de la RSA best et de la RSA moyenne relativement équivalente à notre étude, une amélioration non significative du FI mais une amélioration du VO_2 max beaucoup plus importante. Une autre étude de Buchheit et al. (2009), nous montre cette fois-ci qu'après un protocole de 12 semaines comprenant 2 entraînements par semaine, on observe une amélioration significative plus importante de la RSA best et de la RSA moyenne que sur notre étude mais toujours une amélioration non significative du FI. L'étude de Schneiker et Bishop (2008) nous montre que même sur une courte période de cinq semaines, un entraînement spécifique de la RSA comprenant 3 séances par semaine permet une amélioration plus importante de la qualité d'endurance (VO_2 max) que notre protocole de huit semaines comprenant un seul entraînement par semaine. L'étude de Buchheit et al. (2009), elle, nous montre qu'une plus grande période de 12 semaines comprenant 2 entraînements spécifiques de la RSA par semaine, permet d'améliorer de manière beaucoup plus significative l'ensemble des qualités physiques de la RSA (RSA best, RSA moyenne, VO_2 max). L'absence d'amélioration significative du FI et/ou du Sdec dans toutes ces études ne remet cependant pas en cause l'amélioration globale de la qualité de RSA, puisque si l'on reprend cette citation de Bishop (2011) « la RSA est souvent assimilée à un faible indice de fatigue (c'est-à-dire une faible diminution des performances du premier au dernier sprint), alors qu'il est important de noter qu'une bonne RSA est mieux décrite par un temps de sprint moyen (RSA moyenne) faible, avec ou sans un indice de fatigue faible ». On peut donc supposer que la plus faible amélioration du VO_2 max, de la RSA best et de la RSA moyenne en comparaison des autres études est notamment une conséquence de la limite la plus évidente de nos deux protocoles expérimentaux, qui ne sont composés que d'une séance spécifique par semaine, au contraire des protocoles des autres études qui sont composés de deux à trois entraînements spécifiques par semaine.

5.3. Perspectives

Par rapport aux limites principales de notre étude que nous venons d'établir, il pourrait donc être intéressant par la suite de réaliser une étude similaire dans laquelle le nombre d'individus dans les différents groupes est plus important, ceci afin de minimiser les différents biais possibles lors des résultats. Il faudrait aussi que le groupe témoin réalise la même charge d'entraînement hebdomadaire

que les groupes expérimentaux via un entraînement de football classique et dans laquelle ces mêmes groupes expérimentaux bénéficient de plusieurs entraînements spécifiques par semaine (2 à 3). Enfin, il faudrait ajuster le protocole RST afin que les temps de récupération durant les séances spécifiques ne soient pas trop longs et respectent un maximum de 60 secondes, comme l'indique la définition de la RSA selon Bishop (2011). En respectant tout cela, il serait plus facile de pouvoir dresser des conclusions plus catégoriques sur l'efficacité de ces deux types de protocole, même si cette étude permet déjà de donner une tendance intéressante et des perspectives de programmation d'entraînements de répétition de sprints pour des joueurs de football de cet âge et de ce niveau de pratique.

6. Conclusion

Grâce à notre discussion et par rapport à nos objectifs et à nos hypothèses de départ, nous pouvons donc affirmer que les protocoles des groupes RST et RS ont influencé de manière plus significative les qualités de vitesse sur un sprint linéaire et les qualités d'endurance aérobie que le protocole du groupe T. En raison aussi de cette discussion, et au regard de l'ensemble des études avec lesquelles nous avons pu comparer nos résultats, le FI et le Sdec ne paraissent pas être des indicateurs fiables pour observer une progression de la RSA. Nous pouvons aussi affirmer que le protocole du groupe RS a influencé positivement et de manière plus significative la qualité d'endurance-vitesse RSA que le protocole du groupe RST, bien que cela soit possiblement dû aux séances RST en elle-même, qui s'éloignent de par leur constitution, du réel entraînement de la RSA. Cette conclusion est établie en se référant à la RSA moyenne pour évaluer cette capacité, comme la littérature nous l'a indiqué.

Références bibliographiques

- Andrzejewski, M., Chmura, P., Konefał, M., Kowalczyk E, Chmura J. (2018). Match outcome and sprinting activities in match play by elite German soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, **58**, 785-792.
- Baldi M., Da Silva J.F., Buzzachera C.F., Castagna C., Guglielmo L.G. (2017). Repeated sprint ability in soccer players: associations with physiological and neuromuscular factors. *J Sports Med Phys Fitness*, **57**, 26-32.
- Bangsbo J., Gunnarsson T.P., Wendell J., Nybo L., Thomassen M. (2009). Reduced volume and increased training intensity elevate muscle Na⁺-K⁺ pump alpha2-subunit expression as well as short- and long-term work capacity in humans. *J Appl Physiol*, **107**, 1771–1780.
- Bangsbo J., Mohr M., Krstrup P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*, **24**, 665-674.
- Bangsbo, J. (2008). *Futbol : entrenamiento de la condicion fisica en el futbol*. Espana : Eds Paidotrivo.
- Barbero-Álvarez J.C., Pedro R.E., Nakamura F.Y. (2013). Validity of a repeated-sprint ability test in young soccer players. *Science & Sports*, **28**, 127-131.
- Bishop D., Girard O., Mendez-Villanueva A. (2011). Repeated-sprint ability - part II: recommendations for training. *Sports Med*, **41**, 741-756.
- Borges J.H., Conceição M.S., Vechin F.C., Pascoal E.H.F., Silva R.P., Borin J.P. (2016). The effects of resisted sprint vs. plyometric training on sprint performance and repeated sprint ability during the final weeks of the youth soccer season, *Science & Sports*, **31**, 101-105.
- Bradley P.S., Sheldon W., Wooster B., Olsen P., Boanas P., Krstrup P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *J Sports Sci*, **27**, 159-168.
- Brosnan M.J., Martin D.T., Hahn A.G. (2000) Impaired inter-val exercise responses in elite female cyclists at moderate simulated altitude. *J Appl Physiol*, **89**, 1819-1824.

- Buchheit M., Laursen P.B., Kuhnle J. (2009). Game-based training in young elite handball players. *Int J Sports Med*, **30**, 251–258.
- Buchheit M., Millet G.P., Parisy A., Pourchez S., Laursen P.B., Ahmaidi S. (2008). Supramaximal training and postexercise parasympathetic reactivation in adolescents. *Med Sci Sports Exerc*, **40**, 362-371.
- Buchheit M., Rabbani A. (2014). The 30-15 Intermittent Fitness Test versus the Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1: relationship and sensitivity to training. *Int J Sports Physiol Perform*, **9**, 522-524.
- Cazorla G., Farhi A. (1998). Exigences physiques et physiologiques actuelles. *Revue EPS*, **273**.
- Chiu C.N., Chen C.Y., Muggleton N.G. (2017). Sport, time pressure, and cognitive performance. *Prog Brain Res*, **234**, 85-99.
- Dellal A. (2008). *De l'entraînement à la performance en football*. Bruxelles : Editions De Boeck Université.
- Devismes M., Aeles J., Philips J., Vanwanseele B. (2021) Sprint force-velocity profiles in soccer players: impact of sex and playing level. *Sports Biomech*, **20**, 947-957.
- Ebben W.P. (2008). The optimal downhill slope for acute overspeed running. *Int J Sports Physiol Perform*, **3**, 88-93.
- Edge J., Bishop D., Goodman C., Dawson B. (2005). Effects of high- and moderate-intensity training on metabolism and repeated sprints. *Med Sci Sports Exerc*, **37**, 1975-1982.
- Faude O., Koch T., Meyer T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *J Sports Sci*, **30**, 625-631.
- Gharbi Z., Dardouri W., Haj-Sassi R., Chamari K., Souissi N. (2015). Aerobic and anaerobic determinants of repeated sprint ability in team sports athletes. *Biol Sport*, **32**, 207-212.
- Girard O., Mendez-Villanueva A., and Bishop D. (2011). Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. *Sport. Med*, **41**, 673–694.

- Gunnarsson T.P., Christensen P.M., Hølse K., Christiansen D., Bangsbo J. (2012) Effect of additional speed endurance training on performance and muscle adaptations. *Med Sci Sports Exerc*, **44**, 1942–1948.
- Iaia F.M., Bangsbo J. (2010). Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. *Scand J Med Sci Sports*, **20**, 11–23.
- Iaia F.M., Fiorenza M., Perri E., Alberti G., Millet G.P., Bangsbo J. (2015). The Effect of Two Speed Endurance Training Regimes on Performance of Soccer Players. *PLoS One*, **10**, 1380-1396.
- Jones R.M., Cook C.C., Kilduff L.P., Milanović Z., James N., Sporiš G., Fiorentini B., Fiorentini F., Turner A., Vučković G. (2013). Relationship between repeated sprint ability and aerobic capacity in professional soccer players. *Scientific World Journal*, **95**, 23-50.
- Jyothi S., Vernekar S.S., Manishankar, Vinothkumar L.J., Rashmi R. (2016). Correlation of Audio-Visual Reaction Time with Body Mass Index & Skin Fold Thickness Between Runners and Healthy Controls. *Indian J Physiol Pharmacol*, **60**, 239-46.
- Kyprianou E., Di Salvo V., Lolli L., Al Haddad H., Villanueva A.M., Gregson W., Weston M. (2022). To Measure Peak Velocity in Soccer, Let the Players Sprint. *J Strength Cond Res*, **36**, 273-276.
- Letzelter H., Letzelter M. (1999). *Entraînement de la force*. Vigot.
- Lockie R.G., Murphy A.J., Knight T.J., Janse de Jonge X.A. (2011). Factors that differentiate acceleration ability in field sport athletes. *J Strength Cond Res*, **25**, 2704-2714.
- Lovell R., Parkin G. (2012). Determinants of repeated sprint ability and the effects of maturation status in elite-youth soccer players: preliminary data, *Journal of Science and Medicine in Sport*, **15**, 13.
- Mallo J., Mena E., Nevado F., Paredes V. (2015). Physical Demands of Top-Class Soccer Friendly Matches in Relation to a Playing Position Using Global Positioning System Technology. *J Hum Kinet*, **47**, 179-188.

- Manuel Clemente F., Ramirez-Campillo R., Nakamura F.Y., Sarmiento H. (2021). Effects of high-intensity interval training in men soccer player's physical fitness: A systematic review with meta-analysis of randomized-controlled and non-controlled trials. *J Sports Sci*, **39**, 1202-1222.
- Mendez-Villanueva A., Hamer P., Bishop D. (2008). Fatigue in repeated-sprint exercise is related to muscle power factors and reduced neuromuscular activity. *Eur J Appl Physiol*, **103**, 411-419.
- Moalla W., Fessi M.S., Makni E., Dellal A., Filetti C., Di Salvo V., Chamari K. (2018). Association of Physical and Technical Activities with Partial Match Status in a Soccer Professional Team. *J Strength Cond Res*, **32**, 1708-1714.
- Modric T., Versic S., Sekulic D., Liposek S. (2019). Analysis of the Association between Running Performance and Game Performance Indicators in Professional Soccer Players. *Int J Environ Res Public Health*, **16**, 4032.
- Mohr M., Krstrup P., Bangsbo J. (2005). Fatigue in soccer: a brief review. *J Sports Sci*, **23**, 593-599.
- Mombaerts E. (1999). *Pédagogie du football, apprendre à jouer ensemble*. Vigot, p. 13.
- Morris J.G., Nevill M.E., Williams C. (2000). Physiological and metabolic responses of female games and endurance athletes to prolonged, intermittent, high-intensity running at 30 degrees and 16 degrees C ambient temperatures. *Eur J Appl Physiol*, **81**, 84-92.
- Nuri L., Shadmehr A., Ghotbi N., Attarbashi M. B. (2013). Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport. *Eur J Sport Sci*, **13**, 431-436.
- Pradet M. (1996). *La préparation physique*. INSEP. Paris.
- Radák Z. (2018). Speed as a Complex Conditional Ability, *The Physiology of Physical Training*, **6**, 111-118.
- Rampinini E., Sassi A., Morelli A., Mazzoni S., Fanchini M., Coutts A.J. (2009) Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. *Appl Physiol Nutr Metab*. **34**, 1048-1054.
- Reiss D., Prévost P. (2013). *La bible de la préparation physique*, Amphora, p. 361.

- Romero-Franco N., Jiménez-Reyes P., Castaño-Zambudio A., Capelo-Ramírez F., Rodríguez-Juan J.J., González-Hernández J., Toscano-Bendala F.J., Cuadrado-Peñafiel V., Balsalobre-Fernández C. (2017). Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app : Comparison with existing reference methods. *Eur J Sport Sci*, **17**, 386-392.
- Ross A, Leveritt M, Riek S. (2001). Neural influences on sprinting: training adaptations and acute responses. *SportsMed*, **31**, 409-425.
- Rumpf M.C., Lockie R.G., Cronin J. B., Jalilvand F., (2016). Effect of Different Sprint Training Methods on Sprint Performance Over Various Distances, *Journal of Strength and Conditioning Research*, **30**, 1767-1785.
- Schneiker K., Bishop D. (2008). The effects of high-intensity interval training vs intermittent sprint training on physiological capacities important for team sport performance. In: Burnett A, editor. *Science and nutrition in exercise and sport*. Melbourne (VIC) : Exerc Sport Sci Aust.
- Slimani M., Nikolaidis PT. (2019). Anthropometric and physiological characteristics of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: a systematic review. *J Sports Med Phys Fitness*, **59**, 141-163.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., Wisløff, U. (2005) *Physiology of soccer: An update*, **35**, 501-536.
- Skovgaard C., Christensen P.M., Larsen S., Andersen T.R., Thomassen M., Bangsbo J. (2014). Concurrent speed endurance and resistance training improves performance, running economy, and muscle NHE1 in moderately trained runners. *J Appl Physiol*, **117**, 1097–1109.
- Weineck J. (1997) *Manuel d'entraînement*. Vigot.
- Wong del P., Hjelde G.H., Cheng C.F., Ngo J.K. (2015). Use of the RSA/RCOD Index to Identify Training Priority in Soccer Players. *J Strength Cond Res*, **10**, 2787-93.
- Zatsiorsky VM. (1966). *Les qualités physiques du sportif : bases de la théorie et de la méthodique de l'éducation*. Culture physique et sport. Moscou.

Annexes

Echauffement standardisé :

Plusieurs allers-retours sur une distance de 12 mètres comprenant :

- 2 allers-retours de footing simple.
- 2 allers-retours avec activation des épaules et des muscles qui y sont associés par des mouvements de bras.
- 1 aller-retour en montée de genoux.
- 1 aller-retour en talons-fesses.
- 1 aller-retour en « pas brésiliens » pour activer les hanches et les muscles associés.
- 2 aller-retours d'activation des adducteurs/abducteurs.
- 2 aller-retours d'activation des quadriceps/ischios jambiers.
- 1 aller-retour de pas chassés en diagonale de manière alternée.
- 1 aller-retour de course alternée de mise en position accroupie.
- 1 aller-retour de course alternée de sauts en hauteur
- 2 aller-retours avec une accélération progressive (de course lente à sprint)
- Etirements activo-dynamiques (ischios jambiers/quadriceps, adducteurs, muscles du mollet)
- 2 sprints de 10 mètres.

Statistiques pré-tests (partie 1) :

	Test 30-15 IFT (40m)			
Joueurs	Palier VIFT (km.h-1)	VO2 max estimée (ml.kg.min-1)	RSA best (s)	worst time (s)
GROUPE T		SW : p = 0,025 non normale	SW : p = 0,821 normale	
Kylian H	20,5	51,81	4,67	4,86
Chaïne M	21	52,9	4,8	5,03
Alexandre	17,5	46,28	4,73	5
Rémi	20,5	52,33	5,05	5,35
Hacene N	20	50,95	4,84	5,16
Kylian	21	53,6	4,57	4,84
Sean	17	44,35	5,07	5,5
Yacine	20,5	52,76	4,93	5,1
MOYENNE	19,75	50,6225	4,8325	5,105
GROUPE RS		SW : p = 0,467 normale	SW : p = 0,082 normale	
Lilio D-S	19,5	50,41	4,98	5,18
Aguibou	18	47,13	4,6	5
Noam	18,5	48,04	4,64	5,04
Adam	18	47,63	4,62	4,84
Ivan	21	53,3	4,55	4,9
Ryvan	17	45,19	4,68	4,97
Redouane	21	53,4	4,67	4,78
Max	20,5	51,83	4,77	5,14
MOYENNE	19,1875	49,61625	4,68875	4,98125
GROUPE RST		SW : p = 0,464 normale	SW : p = 0,285 normale	
Antoine Debey	20,5	52,1	4,9	5,15
Axel	21	53,17	4,65	4,9
Noé	19	48,29	4,69	5,28
Hugo Marisol	19	48,71	4,82	5,05
Kylian Lebbe	19,5	50,14	4,59	4,91
Andy	20,5	51,85	4,62	4,88
Roméo Dacheville	20,5	52,04	4,82	5,18
Aloïs Messian	19,5	49,77	4,87	5,14
MOYENNE	19,9375	50,75875	4,745	5,06125
Ecart Type G1		3,407050463	0,177341479	
Ecart Type G2		3,061754574	0,134210655	
Ecart Type G3		1,776758184	0,121066688	

Statistiques pré-tests (partie 2) :

Test RSA (30m)									
Indice de fatigue (%)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	Sprint dec (%)	RSA Moyen
SW : p = 0,816 normale								SW : p = 0,485 normale	SW : p = 0,699 normale
-4,07	4,67	4,86	4,75	4,82	4,86	4,84	4,86	-2,97	4,808571429
-4,79	4,8	4,95	5	4,99	5,03	4,92	5	-3,24	4,955714286
-5,71	5	4,88	4,73	4,83	4,96	4,9	4,9	-3,29	4,885714286
-5,94	5,05	5,22	5,16	5,35	5,25	5,35	5,26	-3,65	5,234285714
-6,61	4,84	4,86	4,95	4,92	5,16	5,02	5,07	-2,77	4,974285714
-5,91	4,57	4,67	4,6	4,74	4,68	4,84	4,82	-2,91	4,702857143
-8,48	5,07		5,22	5,11	5,5	5,32	5,28	-3,55	5,25
-3,45	5	4,93	5,05	5,02	5,07	5,1	5,04	-2,03	5,03
-5,62	4,88	4,91	4,93	4,97	5,06	5,04	5,03	-3,05125	4,980178571
SW : p = 0,348 normale								SW : p = 0,415 normale	SW : p = 0,552 normale
-4,02	4,98	5	5,02	5,15	5,12	5,18	5,11	-2,01	5,08
-8,7	4,6	4,7	4,86	4,95	4,98	5	4,97	-5,78	4,865714286
-8,62	4,84	4,64	4,86	4,76	5	5,02	5,04	-5,17	4,88
-4,76	4,62	4,68	4,73	4,84	4,74	4,71	4,66	-1,98	4,711428571
-7,69	4,55	4,81	4,83	4,86	4,8	4,82	4,9	-5,4	4,795714286
-6,2	4,68	4,69	4,83	4,89	4,97	4,93	4,89	-3,42	4,84
-2,36	4,73	4,77	4,68	4,67	4,78	4,69	4,67	-0,92	4,712857143
-7,76	4,77	4,79	4,86	4,99	5,01	4,97	5,14	-3,41	4,932857143
-6,26375	4,72	4,76	4,83	4,89	4,93	4,92	4,92	-3,51125	4,852321429
SW : p = 0,004 non normale								SW : p = 0,125 normale	SW : p = 0,232 normale
-5,1	4,9	5	5,03	5,15	5,02	5,06	5	-2,51	5,022857143
-5,38	4,65	4,68	4,9	4,84	4,97	4,78	4,89	-3,56	4,815714286
-12,58	4,69	4,85	5,19	5,06	5,21	5,2	5,28	-8,07	5,068571429
-4,77	4,82	4,85	4,9	5,05	4,9	4,95	4,9	-1,87	4,91
-6,97	4,59	4,77	4,87	4,85	4,91	4,87	4,91	-5,1	4,824285714
-5,63	4,62	4,58	4,77	4,84	4,88	4,77	4,84	-2,97	4,757142857
-7,47	4,82	4,93	4,94	5,05	5,15	5,18	4,99	-3,91	5,008571429
-5,54	4,87	5,02	4,98	5,09	5,14	5,07	5,07	-3,37	5,034285714
-6,68	4,75	4,84	4,95	4,99	5,02	4,99	4,99	-3,92	4,930178571
1,565457487								0,51387707	0,191150327
2,339083688								1,804664096	0,12066854
2,556638418								1,932437395	0,119157483

Statistiques post-tests (partie 1) :

1	Test 30-15 IFT (40m)				
2	Joueurs	Palier VIFT (km.h-1)	VO2 max estimée (ml.kg.min-1)	RSA best (s)	worst time (s)
3	GROUPE T		SW : p=0,062 normale, L : p=0,664 homogène	SW : p=0,643 normale, L : p=0,740 homogène	
4	Kylïan H	20	50,85	4,71	4,9
5	Chaïne M	21,5	53,85	4,78	5
6	Alexandre	19	49,23	4,74	4,96
7	Rémi	20,5	52,33	5	5,33
8	Hacene N	21,5	53,81	4,79	5,14
9	Kylïan	20,5	52,62	4,62	4,88
10	Sean	17	44,35	5,11	5,42
11	Yacine	20	51,77	4,87	5,12
12	MOYENNE	20	51,10125	4,8275	5,09375
13	GROUPE RS		SW : p=0,695 normale, L : p=0,277 homogène	SW : p=0,085 normale, L : p=0,482 homogène	
14	Lilïo D-S	22	55,19	4,85	5,12
15	Aguibou	20	51,06	4,52	4,96
16	Noam	21	52,81	4,61	4,92
17	Adam	19	49,6	4,63	4,77
18	Ivan	21	53,3	4,53	4,9
19	Ryyan	18,5	48,15	4,64	4,94
20	Redouane	21,5	54,39	4,62	4,79
21	Max	21	52,79	4,66	5,05
22	MOYENNE	20,5	52,16125	4,6325	4,93125
23	GROUPE RST		SW : p=0,988 normale, L : p=0,027 hétérogène	SW : p=0,187 normale, L : p=0,153 homogène	
24	Antoine Debey	21	53,06	4,78	5,09
25	Axel	21,5	54,15	4,62	4,88
26	Noé	20,5	51,15	4,65	4,98
27	Hugo Marisol	21	52,53	4,76	5
28	Kylïan Lebbe	21	53,01	4,61	4,89
29	Andy	20,5	51,85	4,53	4,86
30	Roméo Dacheville	20,5	52,04	4,75	5,03
31	Aloïs Messian	21,5	53,58	4,76	5,02
32	MOYENNE	20,9375	52,67125	4,6825	4,96875
33	MOYENNE TOTALE	20,47916667	51,97791667	4,714166667	4,997916667
34	ECART TYPE	1,146631803	2,33466873	0,143736373	0,152742442
35	SIGNIFICATIVITE intra groupe G1		Wilcoxon : p=0,436 pas significatif	ANOVA : p=0,766 pas significatif	
36	SIGNIFICATIVITE intra groupe G2		ANOVA : p=0,006 significatif à 1%	ANOVA : p=0,012 significatif à 5%	
37	SIGNIFICATIVITE intra groupe G3		Wilcoxon : p=0,012 significatif à 1,39%	ANOVA : p=0,006 significatif à 1%	
38	Inter groupes Kruskal et Wallis		Kruskal et Wallis : p=0,736 pas significatif		
39	Différences entre groupes			p=0,0518 pas significatif	
40	Changement au cours des mesures			p=0,0003 significatif à 1%	
41	Groupes x Répétitions			p=0,0414 significatif à 5%	
42	Taille d'effet G1		0,37 : faible-moyen	0 : nul	
43	Taille d'effet G2		0,91 : élevé-très élevé	0,68 : moyen-élevé	
44	Taille d'effet G3		1,03 : élevé-très élevé	0,76 : moyen-élevé	

Statistiques post-tests (partie 2) :

Test RSA (30m)									
Indice de fatigue (%)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	Sprint dec (%)	RSA moyen (s)
SW : p=0,871 normale, L : p=0,565 homogène								SW : p=0,200 normale, L : p=0,118 homogène	SW : p=0,442 normale, L : p=0,876 homogène
-4,03	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	4,8	4,9	-2,37	4,821428571
-4,6	4,8	4,9	5	5	5	5	5	-3,5	4,947142857
-4,64	4,7	4,9	4,8	4,8	5	4,9	5	-2,74	4,87
-6,6	5	5,2	5,2	5,4	5,3	5,3	5,3	-4,69	5,234285714
-7,31	4,8	4,9	5	4,9	5,2	5,1	5,1	-4,06	4,984285714
-5,63	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7	4,9	4,9	-2,63	4,741428571
-6,07	5,1	5,2	5,2	5,1	5,3	5,3	5,4	-2,38	5,231428571
-5,13	4,9	4,9	5,1	5	5,1	5,1	5	-2,96	5,014285714
-5,50125	4,8	4,9	5	5	5	5,1	5,1	-3,16625	4,980535714
SW : p=0,804 normale, L : p=0,814 homogène								SW : p=0,428 normale, L : p=0,351 homogène	SW : p=0,128 normale, L : p=0,606 homogène
-5,57	4,9	4,9	5	5,1	5	5,1	5,1	-3,3	5,01
-9,73	4,5	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	4,9	-5,88	4,785714286
-6,72	4,6	4,6	4,8	4,8	4,9	4,9	4,9	-3,53	4,772857143
-3,02	4,6	4,7	4,7	4,8	4,7	4,7	4,7	-1,51	4,7
-8,17	4,5	4,6	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	-4,57	4,737142857
-6,47	4,6	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	4,9	-3,57	4,805714286
-3,68	4,6	4,7	4,7	4,7	4,8	4,7	4,7	-1,55	4,691428571
-8,37	4,7	4,7	4,8	4,8	4,9	5	5,1	-3,68	4,831428571
-6,46625	4,6	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	4,9	-3,44875	4,791785714
SW : p=0,751 normale, L : p=0,1 homogène								SW : p=0,012 non normale, L : p=0,624 homogène	SW : p=0,307 normale, L : p=0,876 homogène
-6,49	4,8	4,9	5	5,9	5	5,1	5	-6,49	5,09
-5,63	4,6	4,7	4,8	4,8	4,9	4,8	4,9	-3,18	4,767142857
-7,1	4,7	4,9	5,2	5,1	5,2	5,2	5,3	-8,88	5,062857143
-5,04	4,8	4,9	4,9	5	4,9	5	4,9	-2,82	4,894285714
-6,07	4,6	4,7	4,8	4,8	4,9	4,8	4,9	-3,75	4,782857143
-7,28	4,5	4,6	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	-4,1	4,715714286
-5,89	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5	5	-2,92	4,888571429
-5,46	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5	5	-2,82	4,894285714
-6,12	4,7	4,8	4,9	5	4,9	4,9	5	-4,37	4,886964286
-6,029166667	4,7	4,8	4,9	4,9	4,9	5	5	-3,661666667	4,886428571
1,539708941	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	1,609489972	0,156715398
ANOVA : p=0,798 pas significatif								ANOVA : p=0,729 pas significatif	ANOVA : p=0,871 pas significatif
ANOVA : p=0,677 pas significatif								ANOVA : p=0,850 pas significatif	ANOVA : p=0,003 significatif à 1%
Wilcoxon : p=0,505 pas significatif								Wilcoxon : p=0,479 pas significatif	ANOVA : p=0,010 pas significatif
Kruskal et Wallis : p=0,549 pas significatif								Kruskal et Wallis : p=0,367 pas significatif	
									p=0,1116 pas significatif
									p=0,001 significatif à 1%
									p=0,0439 significatif à 5%
0,28 : faible-moyen								0,47 : faible-moyen (inversé)	0 : nul
0,3 : faible-moyen (inversé)								0,17 : très faible	0,7 : moyen-élevé
0,47 : faible-moyen								0,48 : faible-moyen (inversé)	0,57 : moyen-élevé

Résumé et mots-clés français

Objectifs :

Le but de cette étude était de comparer 2 protocoles RSA différents, répétition de sprints et répétition de sprints tractés, afin de voir lequel pouvait apporter des améliorations plus significatives sur des paramètres d'endurance et de vitesse pour des footballeurs adolescents post-pubères de haut-niveau régional.

Matériel et Méthodes :

24 footballeurs ont participé à cette étude, étant présents sur les 10 semaines de tests et de protocoles. Ils sont âgés de $15,32 \text{ ans} \pm 0,51 \text{ ans}$, mesurent $176,42 \text{ cm} \pm 6,73 \text{ cm}$ et pèsent $65,7 \text{ kg} \pm 10,24 \text{ kg}$. Le test 30/15 IFT a été utilisé pour estimer le $VO_2 \text{ max}$ des joueurs et un test RSA sur 30 mètres avec 7 sprints répétés toutes les 30 secondes, a été utilisé pour mesurer et calculer le RSA best, le RSA moyen, l'Indice de Fatigue et le Sdec. Trois groupes homogènes tirés au hasard ont réalisé différents protocoles sur 8 semaines entre les pré et post tests. Le groupe T (Témoin) ($n=8$) a juste réalisé les 3 séances de la semaine plus le match du week-end tandis que les groupes RS (Répétition de Sprint) ($n=8$) et RST (Répétition de Sprint Tractés) ($n=8$) ont réalisé une séance en plus par semaine avec des séances RS composées de deux ou trois séries de cinq à six sprints navette (charges progressives au cours des 8 semaines) de 15 à 20 m ($\sim 100\text{-}120\%$ VIFT) entrecoupés de 14 s de récupération passive ou 23 s de récupération active (45 % VIFT), et des séances RST composées de 2 à 7 séries de 1 répétition à chaque distance (0—5 ; 0—10 ; 0—20 et 0—30 mètres) de sprint avec un traineau de charge (entre 10 à 13 % de la masse corporelle) entrecoupés de 45 à 120 secondes de récupération.

Résultats :

Nous avons une amélioration significative de la $VO_2 \text{ max}$ et de la RSA best pour les groupes RS et RST. Une amélioration significative de la RSA moyenne pour le groupe RS. Pas d'amélioration significative du FI et du Sdec pour l'ensemble des groupes. Aucune amélioration significative pour le groupe T.

Discussion et Conclusion :

Les protocoles RS et RST permettent une amélioration des qualités d'endurance aérobie et des qualités de vitesse sur un sprint linéaire. Le protocole RS, contrairement au protocole RST, permet en revanche une amélioration significative de la qualité de répétition de sprint si l'on s'en réfère à la RSA moyenne pour évaluer cette capacité.

Mots clés :

Football – Adolescents - Répétition de Sprints – Endurance – Vitesse

Résumé et mots-clés anglais

Goals :

The aim of this study was to compare 2 different RSA protocols, repetition of sprints and repetition of towed sprints, in order to see which, one could bring more significant improvements on endurance and speed parameters on post-pubescent adolescent soccer players of high - regional level.

Material and methods:

24 footballers participated in this study, being present during the 10 weeks of tests and protocols. They are 15.32 ± 0.51 years old, $176.42 \text{ cm} \pm 6.73 \text{ cm}$ tall and weigh $65.7 \text{ kg} \pm 10.24 \text{ kg}$. The 30/15 IFT test was used to estimate the players' VO_2 max and a 30-meter RSA test with 7 repeated sprints every 30 seconds was used to measure and calculate the RSA best, RSA average, Index Fatigue and Sdec. Three randomly drawn homogeneous groups carried out different protocols over 8 weeks between the pre and post tests. Group T (Control) (n=8) only completed the 3 sessions of the week plus the match of the weekend while the groups RS (Repetition of Sprint) (n=8) and RST (Repetition of Towed Sprint) (n=8) carried out a session in more per week with RS sessions consisting of two or three sets of five to six shuttle sprints (progressive loads over the 8 weeks) of 15 to 20 m (~100-120% VIFT) interspersed with 14 s of passive recovery or 23 s of active recovery (45% VIFT), and RST sessions consisting of 2 to 7 sets of 1 repetition at each distance (0—5; 0—10; 0—20 and 0—30 meters) of sprinting with a sled of load (between 10 to 13% of body mass) interspersed with 45 to 120 seconds of recovery.

Results:

We have a significant improvement in VO_2 max and RSA best for the RS and RST groups. A significant improvement in mean RSA for the RS group. No significant improvement in FI and Sdec for all the groups. No significant improvement for group T.

Discussion and conclusion:

The RS and RST protocols improve aerobic endurance qualities and speed qualities over a linear sprint. The RS protocol, unlike the RST protocol, on the other hand allows a significant improvement in the quality of sprint repetition if we refer to the mean RSA to evaluate this capacity.

Key words:

Football – Teenagers - Repetition of sprints – Endurance – Speed

Compétences acquises

Au cours de ce stage, de mes recherches et de la rédaction de mon mémoire, je pense avoir pu m'améliorer principalement sur trois points importants. Tout d'abord, je pense avoir appris à coordonner de manière efficace les tests et les séances de mon étude, car c'était une première pour moi d'en réaliser avec autant de joueurs impliqués et cela demandait forcément une vraie planification afin d'avoir des tests et des entraînements bien réalisés sans déborder en temps sur les plannings de chacun. Ensuite je pense avoir appris à produire des statistiques qualitatives par rapport à mes résultats et à la quantité de données que je devais traiter, ce qui n'était pas le cas habituellement, sans doute car ce n'est pas là où je prends le plus de plaisir je dois bien l'avouer. Enfin, je pense surtout avoir développé ma prise de responsabilité sur le terrain, je pense avoir gagné en confiance en moi dans mon environnement, dans le club de l'Olympique Marcquois, et je pense que le club me rends aussi cette confiance puisqu'ils m'ont proposé une alternance pour l'année prochaine avec les missions que je souhaitais réaliser dans la préparation physique et l'analyse vidéo pour les équipes de la préformation et de la formation du club.