



Centre
d'Expertise
de la Performance
Gilles Cometti

Université de Bourgogne

Centre d'Expertise de la Performance – Gilles Cometti

Diplôme Universitaire de Préparation Physique

*« Analyse de l'implantation d'un protocole
d'entraînement de la vitesse dans une équipe de
football »*

Mémoire présenté par :

Gilles Lombard

Directeur de stage : Dominique Renson

Directeur de mémoire : Etienne Clerc

Année académique 2015-2016

Au terme de cette étude, je souhaite adresser des remerciements particuliers à Dominique Renson et Gaëtan Englebert pour m'avoir permis de réaliser ce mémoire dans les infrastructures du R.F.C Liège.

Je remercie également Etienne Clerc, mon directeur de mémoire, pour avoir toujours répondu rapidement aux interrogations qui se posaient.

Mes remerciements vont également au Professeur Cloes qui m'a permis de réaliser cette formation malgré mes activités professionnelles.

Merci à tous les espoirs du R.F.C Liège qui ont réalisé les tests avec beaucoup de sérieux et plus particulièrement à Jordan, Julien, Tommy, Robin, Adhurim, Jérémy, Halit et Pierre pour avoir accepté de participer aux entraînements supplémentaires.

Enfin, merci à Coline pour son soutien constant ainsi qu'à ma maman pour la relecture précieuse de ce travail !

Sommaire

Chapitre 1 – Introduction	1
Chapitre 2 – Revue de littérature	2
I. Les bases de l'activité	2
II. Distance parcourue	2
III. Anaérobie alactique	3
IV. Anaérobie lactique	4
V. Aérobie	5
VI. Entraînement de la vitesse	7
VII. Objectifs de recherche	7
VIII. Hypothèses de recherche	8
Chapitre 3 – Méthodologie	10
I. Les sujets	10
II. Protocole d'expérimentation	10
a. Répartition de l'échantillon	10
b. Tests réalisés	10
c. Conditions d'évaluation et outils de mesure	11
d. Traitement des données	12
III. Protocole d'entraînement	12
a. Planification	12
b. Programme d'entraînement	13
1) Départs facilités	14
2) Course en côte et en descente	15
3) Temps de réaction	15
4) Travail de pliométrie	15
5) Travail de fréquence	16
6) Travail de force explosive	16
7) Départs compliqués	16
Chapitre 4 – Résultats et discussion	17
I. Le protocole d'entraînement, réalisé avec des joueurs de football espoirs, permet-il d'obtenir une amélioration significative de la vitesse des joueurs ?	17
a. Résultats	17
1) Test de 10 mètres	17
2) Test de 20 mètres	20
b. Discussion	23
II. L'entraînement réalisé permet-il d'obtenir une amélioration de la détente des joueurs sur le terrain ?	25
a. Résultats	25
b. Discussion	26
III. L'entraînement réalisé permet-il d'améliorer la puissance des joueurs ?	27
a. Résultats	27
b. Discussion	29
IV. Le protocole réalisé avant l'entraînement technico-tactique entraîne-t-il une diminution de la performance du joueur durant ce dernier ?	30
V. Le protocole entraîne-t-il davantage de blessures chez les joueurs ?	32
Chapitre 5 – Limites de l'étude	33
Chapitre 6 – Conclusion	34
Chapitre 7 – Bibliographie	36
Chapitre 8 – Annexes	41

Chapitre 1 – Introduction

La communion entre la pratique de terrain et le monde scientifique durant ces dernières années a permis à la préparation physique de prendre de plus en plus d'importance dans le développement de la performance sportive. Le football ne fait pas exception à cette règle puisqu'il suffit de comparer différentes rencontres ayant eu lieu au cours du 21^{ème} siècle pour comprendre que l'intensité demandée aux joueurs est en constante évolution. Ce changement se marque notamment sur le plan de la vitesse qui est un des déterminants physiques prépondérants dans la réalisation de performance. Ce changement majeur dans le jeu peut également être mis en avant par la comparaison des joueurs composant le podium du ballon d'or au fil des années. En 2000, Luis Figo remportait le trophée devant Zinédine Zidane et Andreï Chevtchenko. Trois joueurs possédant une technique et un sens tactique hors norme, sans pour autant posséder la vitesse dans leurs qualités principales. Quinze ans plus tard, ce trio a laissé sa place à Lionel Messi, Cristiano Ronaldo et Neymar Junior. Des joueurs nettement plus rapides.

Néanmoins, il ne faut pas oublier que le versant physique de la performance demeure minoritaire par rapport au versant technico-tactique du jeu. Au sein d'une équipe professionnelle, il est aisé de combiner les formes d'entraînement pour améliorer toutes les facettes de la performance, mais qu'en est-il au sein d'une équipe espoir ne s'entraînant qu'une fois par jour et pour laquelle les qualités techniques et tactiques sont toujours en développement ? A ce niveau, il faut forcément faire un choix entre le travail des différentes qualités.

En partant de ce constat, nous nous sommes donc intéressés à l'influence que pouvait avoir de courtes séances hebdomadaires spécifiques à la vitesse. Nous avons dès lors établi un programme d'entraînement sur base de la littérature et l'avons appliqué dans une équipe espoir avec pour but d'analyser l'impact de ces micro-séances et d'éventuellement obtenir des résultats permettant d'étendre ces entraînements avec d'autres équipes durant une saison complète.

Chapitre 2 – Revue de littérature

Dans un premier temps, nous allons nous intéresser à l'activité du joueur de football masculin dans le but de corroborer les constats évoqués dans l'introduction avec des propos scientifiques. Ensuite, nous nous intéresserons à différentes études concernant l'entraînement de la vitesse avec, pour objectif, de dresser un constat des savoirs existants sur lesquels nous baser pour démarrer l'étude.

I. Les bases de l'activité

Commençons par clarifier les bases du football au niveau de certaines variables importantes pour la préparation physique. Tout d'abord, un match se déroule en deux périodes de 45 minutes séparées par une mi-temps de 15 minutes. Deux équipes de 11 joueurs s'affrontent sur un terrain dont la dimension peut varier dans les limites de certaines normes. A ce niveau, la FIFA (Lois du jeu 2015-2016) recommande une longueur entre 90 et 120 mètres et une largeur entre 45 et 90 mètres. Ces normes sont toutefois plus strictes en fonction des différentes fédérations nationales. En nous référant aux Fédérations françaises et belges (règlements nationaux 2015-2016) retenons qu'en moyenne, un terrain de football possède une longueur de 105 mètres pour une largeur de 68 mètres, ce qui fait donc 7140 m².

II. Distance parcourue

Venons-en maintenant à l'analyse de l'activité des sportifs sur le terrain. Contrairement à plusieurs sports collectifs comme le handball ou le basketball, tous les joueurs ne participent pas aux phases offensives et défensives, ce qui rend l'analyse de comportement plus difficile. Les distances parcourues et les vitesses de course dépendent fortement des places mais nous allons néanmoins tenter d'être le plus exhaustif possible.

Selon une étude de Mohr, Krstrup et Bangsbo (2003) réalisée sur base d'une analyse vidéo de 42 joueurs de division 1 danoise et italienne, la distance moyenne parcourue par les défenseurs centraux est de 9,7 km alors qu'elle est proche de 11 km pour les défenseurs latéraux ainsi que les milieux, et de 10,5 km pour les attaquants. Ces résultats sont très proches de ceux obtenus une dizaine d'années plus tôt par Bangsbo, Norregaard et Thorsoe (1991), dans une étude sur 14 joueurs de division 1 et 2 danoise, puisqu'ils ont recensé une moyenne de 10 km

pour les défenseurs, 11,5 km pour les milieux et 10,5 km pour les attaquants. Helgerud, Engen, Wisloff et Hoff (2001), eux, ont obtenu une moyenne de 9,1 km pour des juniors norvégiens. Ceci montre que la distance parcourue augmente avec le niveau de compétition. Ce constat est en association avec l'étude de Stroyer, Hansen et Hansen (2004) montrant que la fréquence des moments pendant lesquels les joueurs professionnels sont à l'arrêt est plus faible que celle des joueurs non-élites.

III. Anaérobic alactique

Analysons maintenant ces résultats plus qualitativement, de manière à voir quels sont les types d'actions composant ces déplacements. Bangsbo et al. (1991) mettent en évidence qu'un sprint de 2 à 4 secondes est réalisé environ toutes les 90 secondes lors d'un match. Dans le même ordre d'idées, Valquer, Barros et Sant'anna (1998) mettent en avant le fait que lors de matchs de football professionnels brésiliens, 96% des sprints réalisés sont inférieurs à 30 mètres et 49% inférieurs à 10 mètres. Les actions de haute intensité semblent donc être largement minoritaires lors d'un match. Mohr et al. (2003) vont même un peu plus loin puisqu'ils relèvent que la fréquence de sprints est de près de 9% chez les élites alors qu'elle est aux alentours de 6% chez les débutants.

Cette étude permet de retirer une constatation supplémentaire à savoir que la quantité d'actions réalisées à haute intensité est plus importante chez des joueurs de haut niveau ; celles-ci semblent donc être un indicateur de performance. Cometti, Maffiuletti, Pousson, Chatard et Maffulli (2001) mettent aussi en évidence que la différence de vitesse sur 10 mètres, entre des professionnels et des amateurs, est significative. De plus, pour insister sur l'importance de la filière anaérobic alactique dans le football moderne, Wallace et Norton (2014), après avoir analysé les différentes finales de Coupe du Monde entre 1966 et 2010, ont notamment tiré la conclusion que l'organisation défensive ainsi que la densité des joueurs d'une équipe ont significativement augmenté au cours du temps. Ceci accroît indirectement la nécessité de pouvoir réaliser des actions qualitatives dans des petits espaces ou dans des duels.

A l'image de la distance parcourue, la quantité de sprints réalisés est également différente en fonction des positions occupées. Ainsi, les défenseurs centraux s'avèrent être les joueurs sprintant le moins puisque les milieux, les attaquants et les défenseurs latéraux réalisent respectivement 1,6, 1,7 et 2,5 fois plus de sprints que ces derniers dans une étude de Withers, Maricic, Wasilewski et Kelly (1982).

Pour en terminer avec la filière anaérobie alactique, j'ajouterais qu'elle n'est pas uniquement composée de sprints mais également de changements de direction, de sauts, de tacles, de duels physiques et de contractions musculaires pour conserver le ballon ou son équilibre (Bangsbo et al., 1991 ; Ronnestad, Kvamme, Sunde et Raastad, 2008). Ceci accroît encore l'importance de cette filière, d'ailleurs Tiriyaki et al. (1997) mettent en évidence une différence significative au niveau des performances de détente en faveur des joueurs élites (64,8 cm vs 57 cm en moyenne au counter movement jump) ce qui montre que la vitesse de course n'est pas le seul facteur déterminant de la performance.

IV. Anaérobic lactique

Avant tout, il est important de préciser que les quantités de lactate mesurées sont fortement dépendantes du type d'effort réalisé dans les 5 minutes précédant la mesure (Bangsbo, 1994). Néanmoins plusieurs études ont évalué la quantité de lactate accumulé durant différentes périodes de jeu. Le tableau 1 reprend les valeurs moyennes trouvées par plusieurs auteurs durant chaque période du match.

Tableau 1 – Concentration moyenne de lactate à la fin de chaque mi-temps

Auteurs	Fin de 1 ^{ère} mi-temps	Fin de 2 ^{ème} mi-temps
Gerisch, Rutemöller & Weber (1988)	6,8 mmol/L	5,1 mmol/L
Bangsbo et al. (1991)	4,9 mmol/L	3,7 mmol/L
Bangsbo (1994)	4,1 mmol/L	2,4 mmol/L

A la vue de ces valeurs, il semblerait que la filière anaérobie alactique ait une très faible contribution à la performance dans le football. Nous remarquons que les valeurs ne sont pas élevées par rapport à d'autres sports tels que le BMX où la concentration moyenne est de 14mmol/L (Louis et al., 2012). Ceci peut s'expliquer par deux choses dont nous avons déjà parlé : la durée des sprints, qui est en majorité inférieure à 30 mètres et la durée de récupération, importante, entre ces actions rapides (90 secondes d'après Bangsbo, 1991). Le deuxième constat que l'on peut ressortir de l'observation de ce tableau est que la concentration de lactate est plus faible en seconde période qu'en première mi-temps. Ceci est dû à une réduction de la distance parcourue et des intensités de travail lors de la deuxième mi-temps (Mohr et al., 2003).

Cette diminution d'effort pendant un match permet donc de faire un lien direct avec la troisième filière qui est l'aérobie.

V. Aérobie

La difficulté à répéter des efforts au cours d'un match est un indicateur de l'importance de la filière aérobie pour le footballeur. Cette constatation est renforcée par Barros et al. (2007) qui évoquent une diminution de 7% de la distance parcourue chez des professionnels brésiliens entre les deux périodes de jeu. En moyenne, on peut estimer la décroissance en deuxième mi-temps de 1% à 9% en fonction des études (Dellal et al., 2008). Cette différence de performances met donc en évidence une fatigue induite sur une durée de 90 minutes et une incapacité à répéter la même qualité d'actions. C'est donc le système aérobie qui est principalement sollicité dans ce cas, même si les actions déterminantes sont de type anaérobie alactique, comme expliqué précédemment. De plus, ces activités intensives sont espacées par du temps d'arrêt mais aussi par de la course lente et moyenne dans lesquelles la filière aérobie est prédominante. Rampinini, Couto, Castagna, Sasi et Impellizzeri (2007) définissent la course de faible intensité entre 7,2 et 14,4 km/h et la course de moyenne intensité entre 14,4 et 19,8 km/h (en fonction des capacités de chaque joueur professionnel). Après analyse des efforts (figure 1), il s'avère que la proportion d'efforts réalisés à faible intensité est majoritaire.

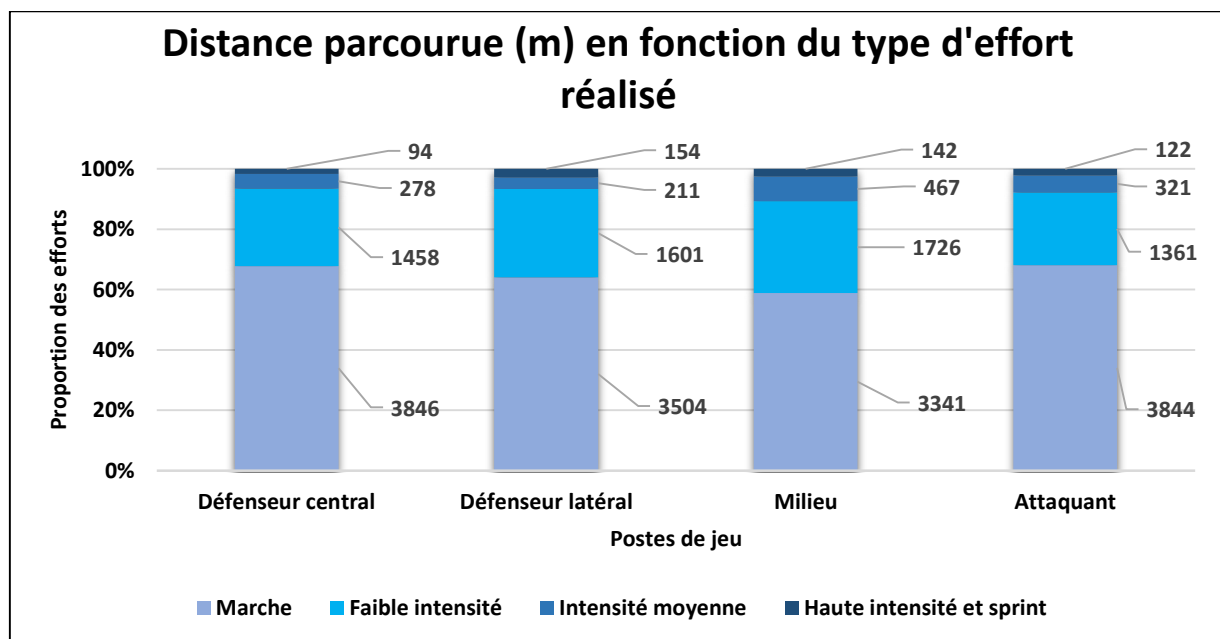


Figure 1 – Distance parcourue en fonction des efforts réalisés (Rampinini et al., 2007)

En ce qui concerne les indicateurs physiologiques de la sollicitation de cette filière, Stroyer et al. (2004) mettent en évidence une fréquence cardiaque moyenne de 178 bpm en première mi-temps et 173 bpm en deuxième mi-temps (ceci soutient les observations d'une activité moindre en deuxième mi-temps). Ces valeurs semblent proches de plusieurs autres études même si on observe une diminution avec la baisse de niveau (Van Gool, Van Gerven, Boutmans, 1988 ; Ali & Farrally, 1991).

Pour ce qui est des normes de Vo₂ max décrites dans la littérature, Casajus (2001) relève des valeurs moyennes de 65 ml/kg/min pour la division 1 espagnole alors que Verstappen et Bovens (1989) obtiennent 68 ml/kg/min pour la première division hollandaise. Il semble que ces chiffres varient, à l'image de la fréquence cardiaque, avec le niveau de pratique (Stolen, Chamari, Castagna, Wisloff, 2005) mais également avec l'âge. Par exemple, la Vo₂ max des élites en fin de puberté est supérieure à celle en début de puberté dans l'étude de Stroyer et al. (2004).

Terminons cet aspect en parlant du poste de jeu. Dans la même étude de Stroyer et al. (2004), il semblerait que les milieux de terrain et les attaquants possèdent une VO₂ max supérieure à celle des autres joueurs. Cependant, après avoir analysé plusieurs autres études (Stolen et al., 2005), il ne semble pas que les défenseurs latéraux aient une VO₂ max significativement différente des deux postes précédemment cités. Ceci paraît logique étant donné qu'ils sprintent globalement plus sans pour autant parcourir des distances significativement plus courtes. A contrario, les défenseurs centraux possèdent généralement la VO₂ max la plus faible. Ceci s'explique sans doute par les distances moindres parcourues et la vitesse moyenne plus faible de leurs déplacements (Di Salvo et al., 2007).

En conclusion, même si le travail aérobie ne semble pas être le déterminant principal de la performance, il semblerait néanmoins qu'il permette de maintenir une intensité élevée durant l'entièreté du match de par la répétition des actions intenses. Le fait que la VO₂max soit plus élevée chez les joueurs de haut niveau est notamment un indicateur de l'importance de ce facteur.

Cette revue de littérature permet donc de confirmer ce que nous pensions, à savoir que la vitesse et la filière anaérobie alactique ont une importance primordiale pour la performance dans le football moderne et que l'aérobie semble être au service de la répétition de cette performance dans le temps.

VI. Entraînement de la vitesse

Les méthodes d'entraînement de la vitesse seront détaillées dans la méthodologie et l'élaboration du protocole. Dans cette section, nous voulons davantage nous intéresser à la planification réalisée dans différentes études ayant pour but d'améliorer la vitesse et ce, pour pouvoir nous reposer sur une base solide en ce qui concerne les charges et le volume de notre programme d'entraînement.

Young, McDowell et Scarlett (2001) ont amélioré la vitesse de leurs sujets en ligne droite ou en course brisée avec un protocole comprenant 2 entraînements par semaine de 45 minutes environ durant 6 semaines. Spinks, Murphy, Spinks et Lockie (2007) ont amélioré l'accélération de joueurs de football et de rugby à l'aide d'un entraînement basé sur la répétition des sprints réalisée sur une période de 8 semaines à raison de 2 séances d'une heure par semaine. Enfin, plus récemment en 2012, Lockie, Murphy, Schultz, Knight et Janse de Jonge ont réalisé 2 séances d'une heure par semaine pendant 6 semaines pour obtenir une amélioration de l'accélération de leur échantillon. Voyons maintenant comment nous pouvons utiliser toutes ces données dans le cadre de notre étude.

VII. Objectifs de recherche

Cette revue de littérature permet de mettre en évidence l'importance cruciale de la vitesse pour la performance dans le football moderne et donc la nécessité de travailler ce paramètre chez les joueurs de football et ce, quel que soit leur niveau. De plus, nous avons récolté différents protocoles qui semblent avoir porté leurs fruits lors d'études antérieures. Cependant, bien que ceux-ci semblent tout à fait réalisables pour une étude scientifique, cela nous paraît difficilement réalisable dans le cadre des entraînements d'une équipe amateur puisqu'il y a d'autres facteurs à travailler et que les joueurs n'ont pas forcément le temps de s'entraîner beaucoup plus que ce qu'ils ne le font déjà.

La problématique rencontrée est donc l'envie de mettre en place un protocole d'entraînement réalisable durant la saison avec une équipe non-professionnelle et permettant d'améliorer significativement la vitesse des joueurs sans pour autant empiéter sur le travail des autres dimensions que sont le mental, la technique, la tactique, ... Pour ce faire, nous avons donc créé un protocole d'entraînement qui sera détaillé dans la section suivante.

De celui-ci découle notre question de recherche principale : « Le protocole d'entraînement, réalisé avec des joueurs de football espoirs, permet-il d'obtenir une

amélioration significative de la vitesse des joueurs ? ». De cette question principale découle plusieurs sous questions :

(1) L'entraînement réalisé permet-il d'obtenir une amélioration de la détente des joueurs sur le terrain ?

(2) L'entraînement réalisé permet-il d'améliorer la puissance des joueurs ?

(3) Le protocole réalisé avant l'entraînement technico-tactique entraîne-t-il une diminution de la performance du joueur durant ce dernier ?

(4) Le protocole entraîne-t-il davantage de blessures chez les joueurs ?

Autant de questions auxquelles nous allons tenter de répondre via ce travail mais sur lesquelles nous pouvons déjà émettre quelques hypothèses.

VIII. Hypothèses de recherche

Il est évidemment difficile d'apporter des certitudes aux questions posées avant le début de l'étude mais nous pouvons déjà émettre quelques éléments de réponses. En ce qui concerne notre question de recherche principale et en partant du principe que notre protocole est bien construit, nous pouvons raisonnablement penser que la vitesse de nos sujets va s'améliorer puisque ceux-ci sont relativement débutants dans ce type de travail et que leur organisme n'a encore jamais été soumis à divers stimuli spécifiques permettant l'amélioration du système nerveux (Remaud, Guével et Cornu, 2007) et musculaire (Billat, 2012).

L'amélioration de la détente et de la puissance peut aussi être attendue puisqu'il y a un lien entre la puissance des appuis, la coordination inter-musculaire et la fréquence gestuelle lors de la course (Cometti, 2006). Nous verrons d'ailleurs plus tard qu'une partie du protocole est entièrement consacrée à cette fréquence gestuelle et que, dans ce contexte, les différents facteurs énoncés ci-dessus seront travaillés ensemble dans le but d'une amélioration globale du système.

Les réponses aux deux dernières questions s'avèrent plus imprévisibles. Bien que nous tentions de ménager les organismes au maximum en laissant des temps de repos suffisants entre les répétitions et les séries, la charge d'entraînement soumise aux organismes des sujets va augmenter. Or, Dvorak, Junge, Derman et Schwellnus (2011) ont mis en évidence que la fréquence des blessures augmente au cours d'un match avec l'accumulation des charges et l'apparition de la fatigue. Comme il est difficile de prévoir l'évolution de chacun et qu'il est

indispensable, d'un point de vue éthique, de préserver la santé des joueurs, nous tiendrons particulièrement à l'œil les sujets du groupe test durant l'ensemble des entraînements de la semaine. De cette manière, nous pourrions éventuellement adapter les charges de travail si cela s'avère nécessaire.

Pour ce faire, nous avons la chance de posséder la double casquette de préparateur physique et d'entraîneur adjoint de l'équipe concernée par l'étude. A ce sujet, intéressons-nous maintenant à la structure dans laquelle les entraînements se sont déroulés.

Chapitre 3 – Méthodologie

I. Les sujets

L'étude s'est réalisée avec l'équipe espoir d'un club de 3^{ème} division nationale. Celle-ci s'entraîne 4 fois par semaine et joue un match le week-end. L'ensemble des joueurs sont nés en 1998 et sont donc âgés de 17 ou 18 ans au moment de l'étude à l'exception d'un joueur ayant 20 ans. Etant donné leur charge de travail au club, aucun joueur ne pratique une autre activité à côté qui aurait éventuellement pu biaiser les résultats obtenus. Il est cependant intéressant de noter que deux joueurs sont intégrés dans le programme « foot élite » de la fédération et qu'ils pratiquent donc 2 heures supplémentaires tous les matins.

II. Protocole d'expérimentation

a. Répartition de l'échantillon

L'échantillon de 16 joueurs a été divisé en deux groupes de manière tout à fait aléatoire à l'aide de l'application « The Hat » permettant de tirer des noms au sort. De cette manière, nous avons formé un groupe contrôle et un groupe expérimental composés de 8 sujets chacun. Le groupe contrôle a passé les pré-tests et les post-tests mais sans suivre les entraînements spécifiques réalisés pour l'étude. Le groupe expérimental a lui aussi passé les tests avant et après mais a également suivi le programme d'entraînement de la vitesse. Ce groupe réalisait en plus l'ensemble des autres entraînements liés au football de manière tout à fait identique au groupe contrôle.

b. Tests réalisés

Décrivons maintenant les 4 tests réalisés pour évaluer la vitesse, la détente et la puissance des joueurs avant et après l'application du programme d'entraînement :

(1) Tout d'abord, un test de course sur 10 mètres, déjà utilisé notamment par Wilson, Newton, Murphy, Humphries (1993). Celui-ci se déroule avec un départ arrêté, le pied derrière une ligne blanche. Le joueur démarre au signal de l'expérimentateur et dépasse une ligne située

10 mètres devant lui. Le temps réalisé sur cette distance semble être un bon indicateur de performance d'après l'étude de Cometti et al. (2001) qui met en évidence que la différence de vitesse entre des professionnels et des amateurs sur une distance de 10 mètres est plus discriminante que sur 30 mètres. De plus, un test aussi bref est influencé par le temps de réaction, ceci permet donc de se rapprocher de la réalité de terrain où ce dernier facteur est important.

(2) Ensuite, nous réalisons un test de course brisée sur 20 mètres avec des virages de 100° à réaliser tous les 5 mètres. Ce test a été utilisé en 2005 avec des joueurs de football dans une étude de Little et Williams. Il possède l'avantage, par rapport au précédent, d'inclure des changements de direction largement présents dans l'activité footballistique (Withers, Maricic, Wasilewski, Kelly, 1982). De plus, il prend en considération la capacité d'accélération et ce que les anglophones appellent « agility », pouvant être traduit comme étant la capacité à s'arrêter et puis à redémarrer rapidement sa course (Gambetta, 1996).

(3) Le troisième test effectué est un counter movement jump avec les bras. L'objectif est de se rapprocher un maximum du mouvement spécifique de détente des joueurs. Slinde, Suber, Suber, Edwén et Svantesson ont démontré la reproductibilité de ce test en 2008 et ont également mentionné qu'il pouvait être corrélé au développement de la force. Cependant, la performance est ici fortement dépendante de la coordination entre les membres supérieurs et les membres inférieurs (Young, MacDonald, Heggen, Fritzpatrik, 2007), c'est pourquoi nous avons privilégié un autre test pour évaluer la puissance des membres inférieurs.

(4) Le dernier moyen de contrôle est le squat jump. Markovic, Dizdar, Jukic et Cardinale ont conclu en 2004 que c'était le test de terrain le plus représentatif pour l'évaluation de la puissance des membres inférieurs.

c. Conditions d'évaluation et outils de mesure

Les pré-tests et post-tests suivent le même protocole standard de manière à limiter au maximum les biais méthodologiques. Les sujets ont à chaque fois fait le même échauffement composé d'une série de contractions concentriques (échauffement russe), de mobilisations articulaires, d'étirements balistiques et puis de quelques sprints. En ce qui concerne les différentes prises de mesures, elles ont toujours été réalisées par la même personne.

Pour l'évaluation de la vitesse, le temps était pris à l'aide d'un chronomètre manuel à défaut de posséder un matériel plus précis. Dans le but de limiter les erreurs, les joueurs ont réalisé trois fois chaque sprint avec une récupération complète entre les essais. Nous avons

ensuite réalisé une moyenne des différents temps. De plus, étant donné que la même personne était chargée de l'évaluation lors des deux batteries de tests et que le chronomètre utilisé était identique, on peut raisonnablement penser que les biais dus au temps de réaction du praticien étaient relativement semblables lors des deux séries. Ceci est donc en lien avec notre objectif qui n'est pas d'obtenir des valeurs absolues mais plutôt comparatives.

Pour ce qui est des tests de détente, nous ne disposons pas de plateforme de force ou de myotest. Nous nous sommes donc inspirés du protocole du Sargent test (Cazorla, Boussaidi, Godemet, 2004). Chaque joueur doit mettre de la magnésie sur sa main et marquer un mur foncé en levant son bras le plus haut possible. Ensuite, chacun réalise son saut avec l'objectif d'aller toucher le mur le plus haut possible. La différence entre les deux marques était considérée comme la hauteur atteinte. Chaque sujet possédait deux essais et le meilleur des deux était encodé et conservé.

A noter que nous avons également utilisé les feuilles de match, les rapports de blessures et les présences aux entraînements pour répondre de manière plus qualitative à nos deux dernières questions de recherche.

d. Traitement des données

La majorité des données que nous avons collectées et traitées statistiquement sont de type quantitatif puisqu'il s'agit de valeurs de temps ou de détente. Nous avons analysé ces dernières en calculant des moyennes et des écart-types sur le logiciel Statistica. Dans le but de déterminer l'influence significative ou non de notre protocole d'entraînement sur les résultats obtenus, nous avons également réalisé des tests T de Student pour échantillons appariés sur le logiciel Statistica. A noter que d'autres données telles que les présences aux entraînements et aux matchs joués ainsi que la fréquence des blessures ont été enregistrées mais seront interprétées de manière qualitative sans réaliser de tests statistiques particuliers.

III. Protocole d'entraînement

a. Planification

Les joueurs s'entraînent les lundi, mercredi, jeudi et vendredi. Ils jouent les matchs de championnat le samedi soir et de temps en temps le dimanche après-midi. En sachant que la séance du mercredi est consacrée uniquement à du travail de préparation physique, nous avons

décidé de placer les 2 séances hebdomadaires de notre programme d'entraînement le lundi et le jeudi (tableau 2) et ce pour plusieurs raisons. Au vu de cette planification, nous nous rendons rapidement compte qu'il y a deux jours dans la semaine durant lesquels les joueurs seront plus frais, il s'agit du lundi et du mercredi puisque l'équipe est en repos la veille. Or, nous avons refusé de placer la deuxième séance le mercredi pour deux raisons. Premièrement, il nous semblait que la charge imposée aux sujets serait trop importante avec un travail de vitesse suivi d'un travail principalement aérobique en l'espace de deux heures. Deuxièmement, nous n'étions pas certains d'avoir des joueurs motivés et totalement impliqués lors de la séance précédant l'entraînement puisqu'ils savaient très bien le type de travail qu'ils allaient devoir produire par la suite. Il ne nous restait dès lors plus que le jeudi et le vendredi pour réaliser notre entraînement spécifique. Il est vrai que les joueurs auraient sans doute été plus frais le vendredi mais nous ne voulions pas prendre le risque de compromettre la performance du match intervenant le lendemain, celui-ci gardant la priorité sur l'étude réalisée. Nous sommes donc pleinement conscients que la qualité du travail du jeudi est sans doute diminuée à cause de l'entraînement de la veille mais nous estimons que ceci était néanmoins la meilleure planification possible par rapport aux impératifs du terrain.

Tableau 2 – Planification hebdomadaire

Samedi	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Match	Repos (parfois match)	Entr. n°1 + Entr. technico- tactique	Repos	Préparation physique	Entr. n°2 + Entr. technico- tactique	Entr. technico- tactique

b. Programme d'entraînement

Etant conscient de cette limite liée à la planification, nous avons néanmoins essayé d'en diminuer les effets en construisant notre protocole d'entraînement. Celui-ci est régit par deux principes généraux.

Tout d'abord l'alternance entre le renforcement musculaire et le travail de course. La première modalité de travail a pour but d'améliorer la vitesse gestuelle et la force spécifique des appuis. La deuxième permet de se centrer davantage sur le travail de fréquence gestuelle et de la coordination inter-musculaire. A noter que nous avons préféré placer le travail musculaire

en début de semaine car nous avons estimé qu'il nécessitait plus de fraîcheur et de qualité que le travail de course.

Ensuite, le changement des modalités de travail. L'objectif est de constamment perturber l'organisme en lui imposant des nouveaux stimuli pour éviter qu'il ne s'habitue aux contraintes imposées. Pour ce faire, nous avons donc espacé au maximum les séances possédant le même objectif tout en essayant de toujours réaliser des exercices différents. Le tableau 3 reprend la planification des différents thèmes réalisés lors des 8 semaines d'entraînement.

Tableau 3 – Planification des objectifs d'entraînement

	Lundi (renforcement)	Jeudi (course)
Semaine n°1	Course en côte	Départs facilités
Semaine n°2	Travail de pliométrie	Temps de réaction
Semaine n°3	Travail de force explosive (quadriceps)	Travail de fréquence
Semaine n°4	Travail de pliométrie	Course en descente
Semaine n°5	Travail de force explosive (triceps sural)	Départs compliqués
Semaine n°6	Travail de pliométrie	Temps de réaction
Semaine n°7	Travail de force explosive (quadriceps)	Travail de fréquence
Semaine n°8	Travail de force explosive (triceps sural)	Départs compliqués

A noter que la description des séances prévues théoriquement se trouve à l'annexe 1 avec, en rouge, les modifications réalisées concrètement sur le terrain. En effet, nous avons été obligé d'adapter les séances qui étaient prévues à cause des contraintes rencontrées sur le terrain (retard des joueurs, surcharge, match éprouvant,...) et de l'évolution des joueurs.

Justifions maintenant les différentes parties de ce programme. Chaque séance ayant un objectif bien spécifique pour l'amélioration de la vitesse.

1) Départs facilités

En 2006, Cometti évoque cette modalité d'entraînement en mettant en avant deux points indispensables au démarrage : le déséquilibre et l'alignement. Il ne suffit pas de demander à un sportif de se pencher en avant mais il faut le mettre dans des situations qui vont l'obliger à réagir à ce déséquilibre en démarrant rapidement pour compenser le mouvement du centre de gravité vers l'avant. Concrètement, nous allons réaliser des exercices en mettant les joueurs dans une position de déséquilibre au départ, en les poussant pour les alléger ou en leur faisant réaliser des bonds avant leur course.

2) Course en côte et en descente

Il a été montré que l'alternance du travail en côte et en descente pouvait permettre d'accroître la vitesse maximale et l'accélération des sportifs (Paradisis, Cooke, 2006 ; Paradisis, Bissas, Cooke, 2009). C'est pourquoi, dans une optique d'alternance des modalités de travail, il nous a semblé intéressant d'inclure ce type d'entraînement. Néanmoins, nous ne les avons pas intégrées au hasard puisque la course en côte est intervenue dès la première semaine avec pour objectif secondaire d'initier les joueurs au renforcement musculaire avant d'introduire la pliométrie et la force explosive. La course en descente, très sollicitante pour les ischio-jambiers, a été intégrée plus tard pour permettre aux joueurs de bénéficier de quelques séances de renforcement au préalable et ainsi limiter le risque de blessure. A noter que nous avons dû faire attention à ce que la technique de course ne soit pas modifiée lors de ces exercices (Alcaraz, Palao, Elvira et Linthorne, 2008), nous avons donc réalisé les sprints sur la même pente de 3% pour les deux types de travail. De plus, celle-ci se situait tout près du terrain et facilitait dès lors notre organisation.

3) Temps de réaction

L'amélioration possible du temps de réaction est principalement due à l'amélioration du système neuromusculaire (Linford, Hopkins, Schulthies, Freland, Draper, Hunter, 2006). C'est un facteur déterminant dans le football puisqu'un joueur doit constamment capter les stimuli et y réagir de manière adéquate. Il ne va donc pas permettre d'améliorer directement la vitesse du footballeur (Senel, Eroglu, 2006) mais bien d'accélérer sa prise de décision, que ce soit en match ou lors de nos tests de course puisque les joueurs démarrent au signal. C'est pourquoi nous avons décidé d'inclure deux séances de ce type dans notre programme d'entraînement.

4) Travail de pliométrie

De nombreuses études ont démontré l'effet positif d'un entraînement de pliométrie sur la vitesse de course de par l'amélioration de la force des appuis et la diminution du temps de contact au sol (Kotzamanidis, 2006 ; Lockie et al., 2012). De plus, ce type d'entraînement permet le renforcement musculaire dans un mode de contraction spécifique à la course, au football et aux changements de direction sur le terrain.

5) Travail de fréquence

L'objectif de ce type de travail est d'agir sur le système nerveux en le soumettant à des stimuli différents. En effet, l'objectif est d'habituer l'organisme à une fréquence de mouvements plus élevée pour, ensuite, obtenir un transfert lors de la course à amplitude normale (Cometti, 2006). Comme la vitesse d'un sportif dépend de son amplitude et de sa fréquence (Donati, 1994), l'augmentation d'un des paramètres sans diminution de l'autre va forcément provoquer une amélioration de performance. Plusieurs exercices sont réalisables mais nous avons opté principalement pour le travail de course dans des lattes rapprochées pour un souci d'organisation mais aussi pour éviter de perdre du temps dans l'initiation à des exercices plus compliqués que les joueurs ne connaissaient pas.

6) Travail de force explosive

Ce type de travail va permettre d'améliorer la vitesse gestuelle en agissant sur la courbe force-vitesse des muscles principaux de la course que sont le triceps sural et le quadriceps. Plusieurs études ont d'ailleurs déjà mis en évidence l'effet positif d'un entraînement de force explosive sur la vitesse de course (Kotzamanidis, Chatzopoulos, Michailidis, Papaïakovou, Patikas, 2005 ; Jovanovic, Sporis, Omrcen, Fiorentini, 2011).

7) Départs compliqués

Comme l'ont montré Myer, Ford, Brent, Divine et Hewett en 2007, les départs avec résistance sont un bon moyen d'améliorer l'accélération de sportifs. De plus, les joueurs de football sont toujours confrontés à ce genre de situation en match lors de changement de direction ou de départ après un duel ou un tackle. C'est pourquoi ce type de travail nous semblait approprié pour l'amélioration de la vitesse dans notre étude.

Il apparaît que les différentes parties de notre entraînement semblent soutenues sur le plan scientifique mais cela ne garantit en rien que notre programme ait l'effet attendu sur les sportifs. Voyons donc maintenant quels sont les résultats que nous avons obtenus.

Chapitre 4 – Résultats et discussions

Pour plus de clarté, nous allons exposer les résultats obtenus ainsi que les discussions, découlant directement de ces derniers, les uns à la suite des autres en nous référant successivement aux différents objectifs guidant notre étude. Commençons dès lors par notre question de recherche principale.

I. Le protocole d'entraînement, réalisé avec des joueurs de football espoirs, permet-il d'obtenir une amélioration significative de la vitesse des joueurs ?

a. Résultats

1) Test de 10 mètres

Pour rappel, nous avons utilisé deux tests différents pour tenter de répondre à cette interrogation. Le premier était le sprint de 10 mètres avec un départ à l'arrêt. La figure 2 montre la comparaison des temps des sujets du groupe expérimental lors du pré et du post-test.

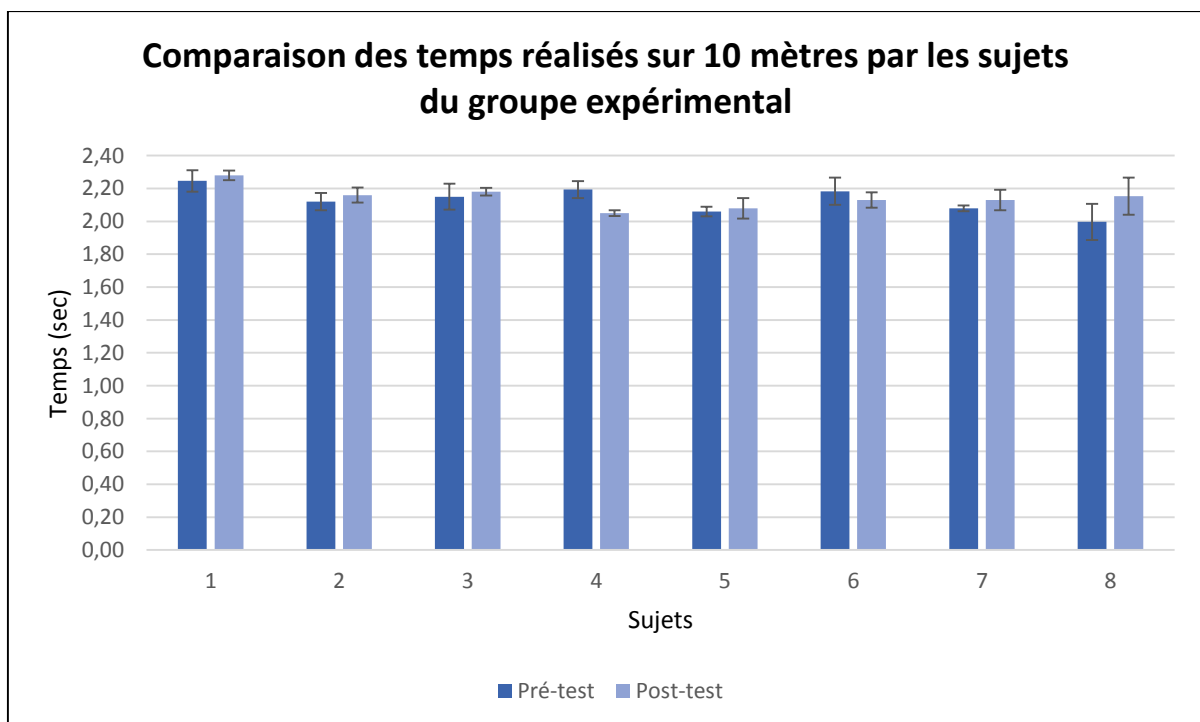


Figure 2 – Résultats du groupe expérimental lors du sprint de 10 mètres

A première vue, nous n'observons pas de réelle différence entre le pré et le post-test. D'ailleurs, nous pouvons remarquer que seulement 2 joueurs (n°4 et n°6) ont été plus vite lors du test effectué après le protocole d'entraînement. Ceci est confirmé par les tests T de Student réalisés sur Statistica pour chacun des sujets du groupe expérimental et qui ne démontre aucun résultat significatif.

En ce qui concerne les écarts-types, ceux-ci sont relativement réduits sur les 3 mesures réalisées manuellement pour la prise de temps. Ceci veut dire qu'il y a peu de différence entre les 3 chronométrages réalisés. Un seul sujet possède des valeurs supérieures à 10%, il s'agit du joueur n°8 qui possède 11% d'écart-type lors des deux tests. Ceci ne semble pas étonnant car ce garçon avait tendance à toujours vouloir anticiper les signaux de départ, faussant ainsi certainement ses résultats.

A noter qu'il n'y a aucune corrélation entre les performances des joueurs et leur taux de présence aux entraînements (annexe 2). Par exemple, le sujet n°7 est le seul à toujours avoir été présent lors des entraînements mais réalise quand même un temps supérieur lors de son post-test.

Continuons l'analyse de ces résultats en nous penchant sur la comparaison des temps réalisés par les membres du groupe contrôle (figure 3). Nous pouvons remarquer qu'aucun des joueurs n'a amélioré son temps lors du post-test. En effet, nous avons obtenu des temps plus longs pour l'ensemble des joueurs, à l'exception de deux qui ont réalisé exactement le même temps. Néanmoins, le test T de Student ne révèle de nouveau aucune amélioration significative chez les sujets pris séparément.

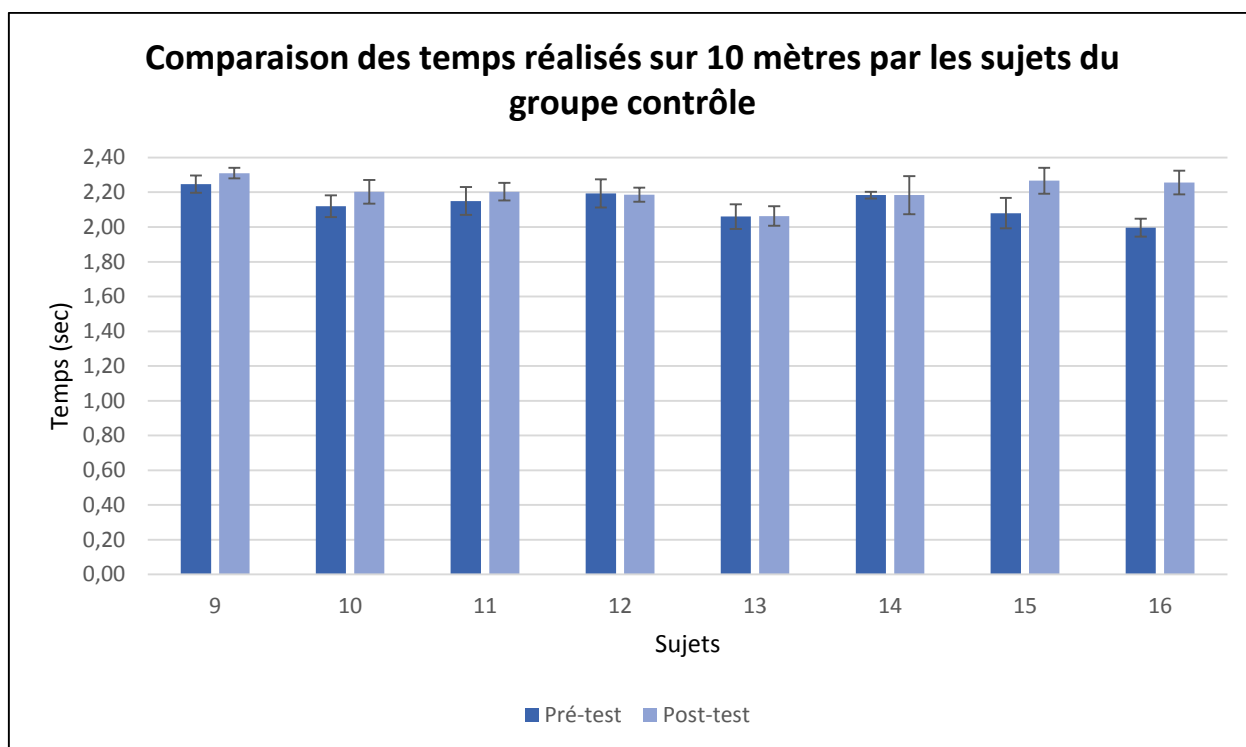


Figure 3 – Résultats du groupe contrôle lors du sprint de 10 mètres

A noter que les écart-types sont de nouveau relativement bas à l'exception du post-test du sujet n°14 pour lequel il obtient une valeur de 11%. Néanmoins, ceci s'explique aisément par le fait que son premier sprint est beaucoup moins rapide que les deux autres ce qui peut laisser supposer que le joueur était sans doute distrait ou a peut-être un peu glissé au moment du départ.

Pour terminer l'analyse des résultats de ce test, comparons les moyennes des temps obtenus par les deux groupes (figure 4). Nous remarquons dès lors que la moyenne du groupe contrôle augmente significativement ($p < 0.05$) lors du post-test, ce qui signifie que les joueurs ont été plus lents. En ce qui concerne le groupe expérimental, il n'y a qu'une augmentation minimale du temps (0,02 secondes) entre les deux évaluations qui ne s'avère pas être significative.

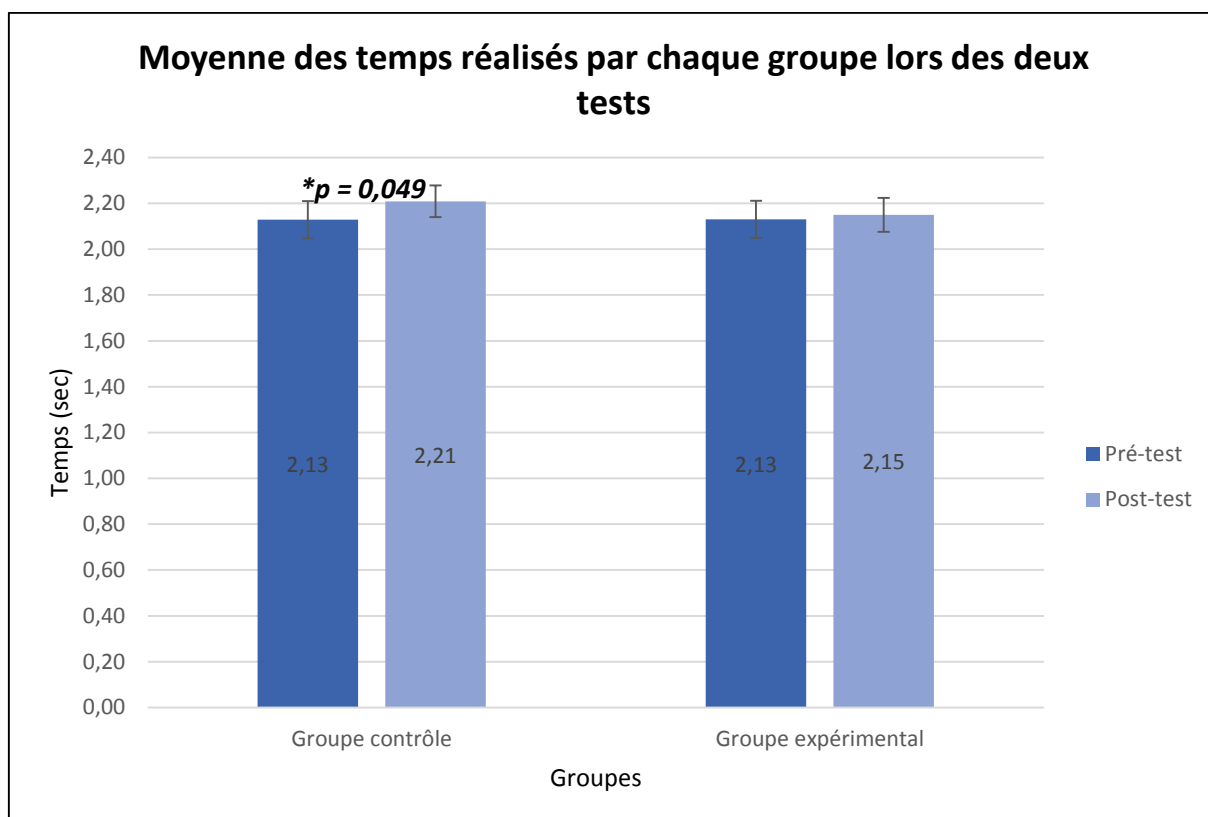


Figure 4 – Moyenne des temps, par groupes, réalisés lors du 10 mètres sprint

2) Test de 20 mètres

Exposons maintenant les résultats obtenus lors du test de course brisée de 20 mètres, de manière à apporter une complémentarité aux résultats qui viennent d'être présentés. Nous avons ici réalisé les mêmes analyses statistiques que lors de la section précédente. Ainsi, la figure 5 montre la comparaison entre le pré-test et le post-test de chaque joueur appartenant au groupe expérimental.

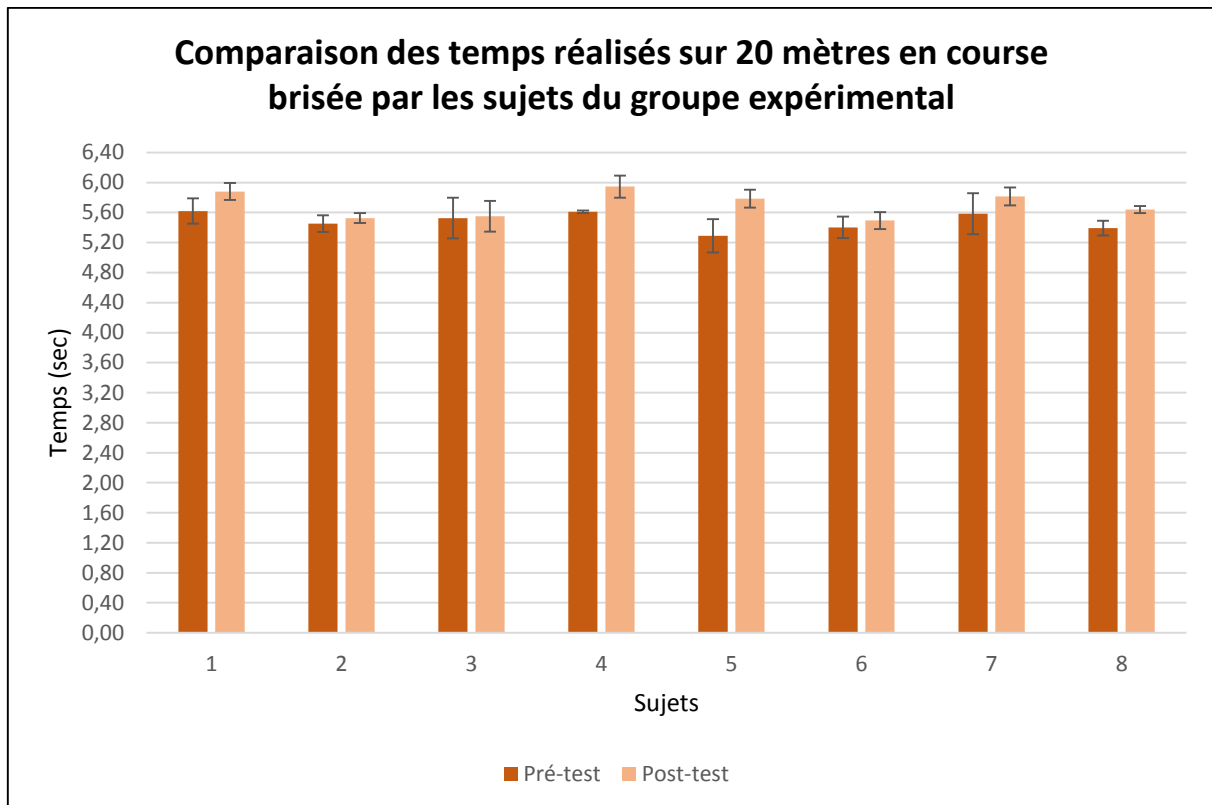


Figure 5 – Résultats du groupe expérimental lors du sprint de 20 mètres en course brisée

Nous observons ici des différences plus importantes que celles obtenues dans les résultats du test de 10 mètres. Ceci peut sembler logique puisque, comme nous l'avons vu précédemment, l'influence du temps de réaction est ici moindre alors que la puissance des appuis et la capacité d'accélération sont mises en jeu (Gambetta, 2006). Il existe donc plus de paramètres pouvant servir de base à la création d'une différence de performance, sans parler du fait que le temps de course global est également plus important. Quoiqu'il en soit, force est de constater qu'aucun joueur n'améliore son temps lors du post-test. Cependant, cette différence ne semble pas significative d'après le test T de Student réalisé pour chacun des joueurs. A l'image du test de 10 mètres, nous n'observons pas non plus de variations des résultats en fonction du taux de présences aux séances d'entraînement.

A l'image des différences plus importantes que lors du test de 10 mètres, les écarts-types sont plus importants pour chacun des sujets (entre 2 et 27%). Lorsque nous analysons plus en détail les résultats (annexe 3), ceci s'explique sans doute par le fait que le premier essai est presque toujours plus lent que les deux autres. Ceci met en évidence le besoin qu'ont les joueurs de s'habituer à l'effort demandé et de prendre leurs marques par rapport au parcours.

Au vu de ces résultats et bien que cette diminution de performance ne soit pas statistiquement significative, nous pouvons raisonnablement nous interroger sur un possible

impact négatif de notre entraînement sur la performance des joueurs. Pour vérifier cela, observons les résultats des sujets du groupe contrôle (figure 6).

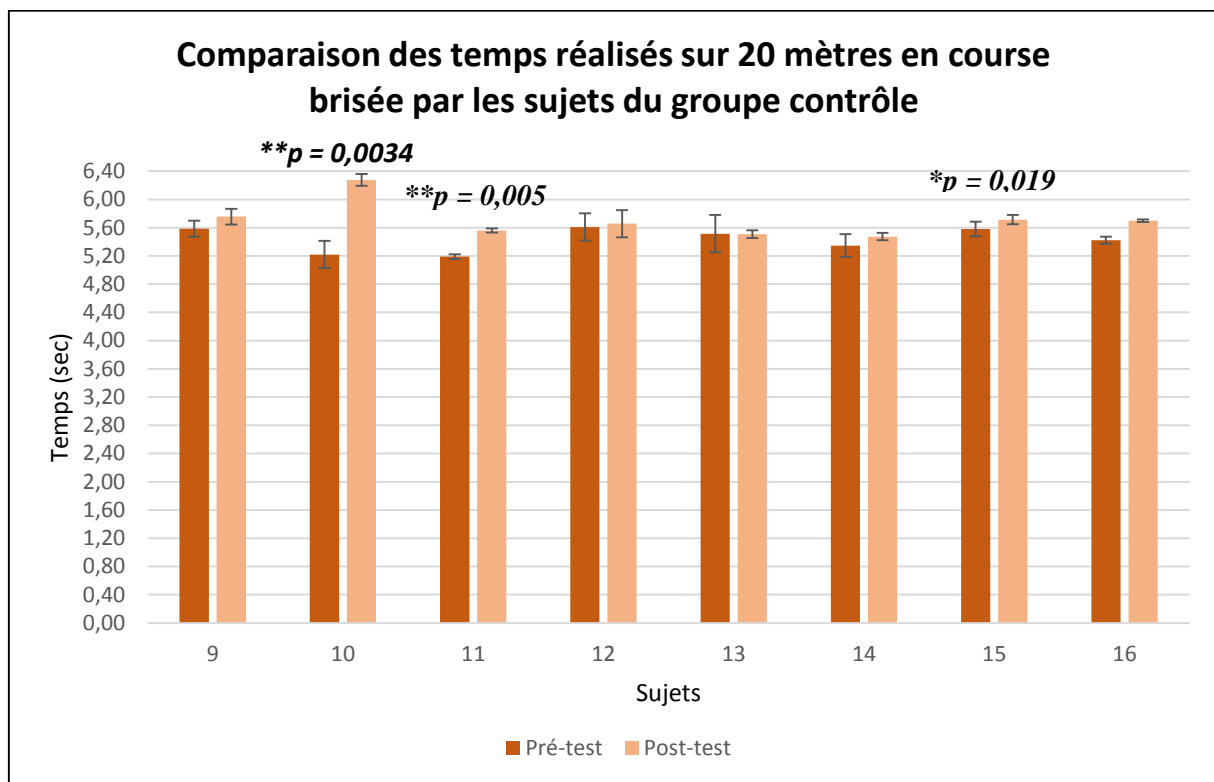


Figure 6 – Résultats du groupe contrôle lors du sprint de 20 mètres en course brisée

Nous obtenons des comparaisons relativement semblables aux précédentes réalisées avec le groupe expérimental. A noter qu'un seul joueur ne voit pas sa performance diminuer entre les 2 tests (sujet n°13). Par ailleurs, il s'agit du gardien de l'équipe, cette information pourrait s'avérer intéressante lors de la discussion de ces résultats. En ce qui concerne le reste de l'échantillon, 2 joueurs ont une diminution de performance statistiquement très significative ($p < 0,01$) et 1 possède une diminution significative. A noter que les valeurs d'écart-types (entre 3 et 19%) sont en moyenne plus faibles que celles obtenues pour le groupe expérimental.

Pour terminer l'exposition des résultats obtenus concernant la vitesse de course, comparons les performances moyennes des deux groupes lors des deux tests (figure 7). Précisons que nous avons décidé d'exclure le sujet numéro 10 de cette analyse car il n'a pas réalisé ce post-test dans des conditions normales. En effet, il venait d'avoir une discussion négative avec l'entraîneur à propos de son match du week-end précédent et n'était donc pas du tout motivé, ce qui explique certainement en grande partie sa diminution de performance importante alors qu'il est l'un des joueurs les plus rapides de l'équipe.

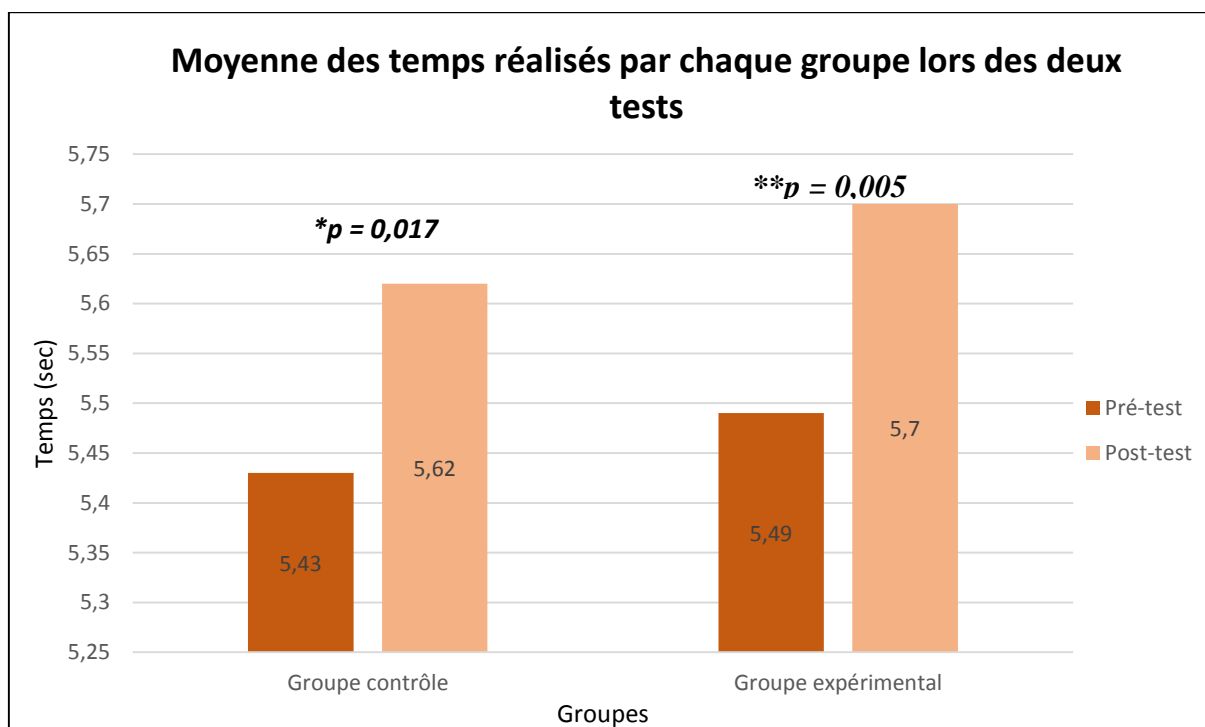


Figure 7 – Moyenne des temps, par groupes, réalisés lors du 20 mètres course brisée

Comme attendu, les temps obtenus sont plus importants pour les deux groupes lors du post-test. Cette diminution de performance est significative pour le groupe contrôle alors qu'elle est très significative pour le groupe expérimental ($p < 0,01$). Le degré de significativité étant présent pour les 2 groupes, il ne peut être lié à l'entraînement que nous avons réalisé. Dès lors, tentons maintenant d'analyser ces résultats plus précisément et d'y trouver une ou plusieurs explications.

b. Discussion

A la vue de ces différents résultats, la réponse à notre question de recherche principale est clairement négative. Que ce soit lors des sprints de 10 mètres ou de 20 mètres, aucune amélioration significative n'a été trouvée. Nous pouvons même dire que la plupart des joueurs, qu'ils fassent partie du groupe contrôle ou du groupe expérimental, réalisent des temps plus importants lors de leurs post-tests. Nous ne pouvons dès lors pas dire que notre protocole d'entraînement a permis aux joueurs de devenir plus rapides. Néanmoins, on ne peut pas non plus estimer qu'il est la cause de cette baisse de performance puisque celle-ci a lieu dans les deux groupes et qu'elle est même significative pour les deux groupes en ce qui concerne le test

de course brisée. Ceci révèle qu'il y a certainement un autre facteur, indépendant de notre intervention initiale, qui a influencé les résultats obtenus. Notre hypothèse est que ce paramètre en question est la fatigue physique due à l'accumulation des matchs et à celui du week-end précédent les tests. Cette hypothèse est d'ailleurs soutenue par l'étude de Highton, Twist, Eston (2009) indiquant que les sportifs ayant subis des lésions musculaires lors d'un effort voient leur performance en sprint diminuer jusqu'à 5% et leur temps de contact au sol augmenter jusqu'à 21%, deux jours après l'exercice en question.

En effet, nous nous rendons compte que le contexte lors des deux récoltes des données était relativement différent à ce niveau. Les pré-tests se sont déroulés après la période de trêve à Noël, lors de laquelle les joueurs ont eu deux semaines de travail assez léger. Nous pouvons dès lors penser qu'ils étaient relativement affutés pour réaliser les différents tests. A contrario, les post-tests ont été réalisés après 8 semaines de travail intensif lors desquelles l'équipe a énormément travaillé pour atteindre la deuxième place du classement. Nous pensons donc qu'il y a eu une réelle accumulation de fatigue influençant les résultats.

La différence de résultats obtenus entre les deux tests de course réalisés a tendance à corroborer cette hypothèse. En effet, lors de l'analyse des résultats moyens des deux groupes sur 10 mètres, nous remarquons une diminution significative des performances pour le groupe contrôle alors que celle-ci est presque nulle pour le groupe expérimental. En ce qui concerne le test de course brisée, les diminutions de performances sont relativement identiques d'un groupe à l'autre. Ce constat corrobore dès lors notre hypothèse puisque, comme nous l'avons déjà évoqué, le travail musculaire et la force des appuis au sol sont moins déterminants lors du sprint de 10 mètres que lors de la course brisée ou la capacité d'accélération est un déterminant de la performance (Withers et al., 1982). L'influence de la fatigue et des lésions musculaires est donc également moins importante. Nous pouvons conclure que notre entraînement semble avoir permis aux joueurs d'avoir une diminution moindre de leurs performances lors du test de courte distance avec un départ à l'arrêt. Ce qui ne semble pas avoir été le cas pour la course brisée de 20 mètres.

Pour terminer, si nous analysons en détail les performances des différents joueurs, nous remarquons que le gardien de l'équipe (sujet n°13) est le seul à ne pas voir sa performance diminuer dans le post-test de la course brisée. Comme ce dernier accumule nettement moins de charge de travail que les joueurs de champ pendant les matchs ou les entraînements (Di Salvo, Benito, Calderon, Di Salvo, Pigozzi, 2008), il nous semble que ceci est encore un argument en faveur de l'influence néfaste de la fatigue lors de cette étude.

En guise de conclusion, nous supposons donc que la fatigue a impacté de manière non négligeable la performance des joueurs, ne nous permettant pas d’observer une amélioration des performances due à notre entraînement. Néanmoins, il semblerait toutefois que ce dernier ait permis de limiter la diminution de performance lors de l’épreuve de sprint sur 10 mètres, permettant aux joueurs de garder un temps moyen assez semblable à celui qui avait été initialement réalisé. Ceci a sans doute été possible grâce au fait que l’influence de la fatigue soit plus limitée sur le premier test que sur le test de course brisée où notre protocole ne semble pas avoir eu le même impact limitatif de la diminution de performance.

II. L’entraînement réalisé permet-il d’obtenir une amélioration de la détente des joueurs sur le terrain ?

a. Résultats

Dans le but d’évaluer la détente, nous avons utilisé un test de counter movement jump avec les bras car c’est la modalité d’évaluation de la détente se rapprochant le plus du geste réalisé sur le terrain. La figure 8 met en évidence l’évolution des résultats obtenus pour le groupe expérimental.

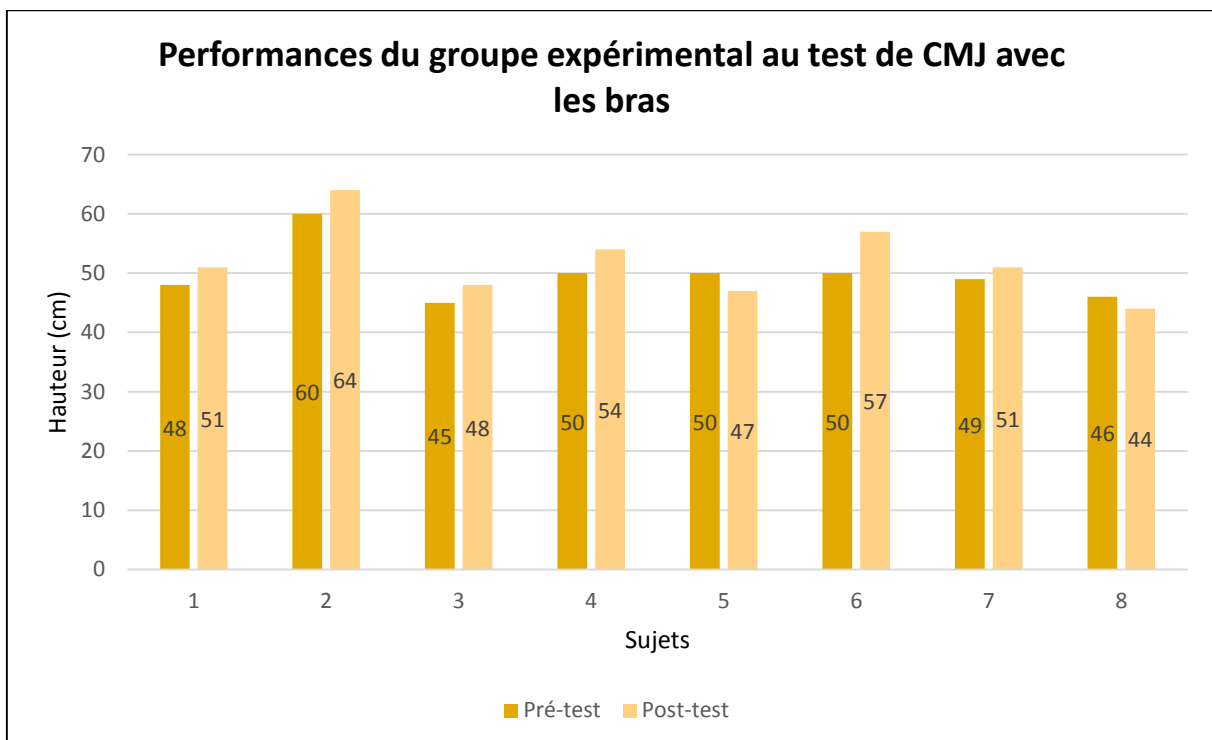


Figure 8 – Hauteurs atteintes par les sujets du groupe expérimental au cmj avec les bras

Nous pouvons voir ici que 6 joueurs sur 8 augmentent leur performance lors du post-test. Par contre, les sujets n°5 et 8 voient leur hauteur diminuer. A noter qu'en moyenne, le groupe expérimental passe d'une hauteur de 49,75 cm au pré-test à 52 cm lors du post-test, soit une augmentation de 2,25 cm. Cette dernière n'est cependant pas significative ($p = 0,09$).

La figure 9, elle, montre l'évolution de la détente obtenue pour les sujets du groupe contrôle. Nous pouvons voir une augmentation de la performance chez 5 sujets, alors que 2 atteignent la même hauteur et que le sujet n°15 régresse très peu. Les résultats moyens du groupe passent de 47,5 cm à 48,4 cm soit une augmentation non significative ($p = 0,09$) de 0,9cm.

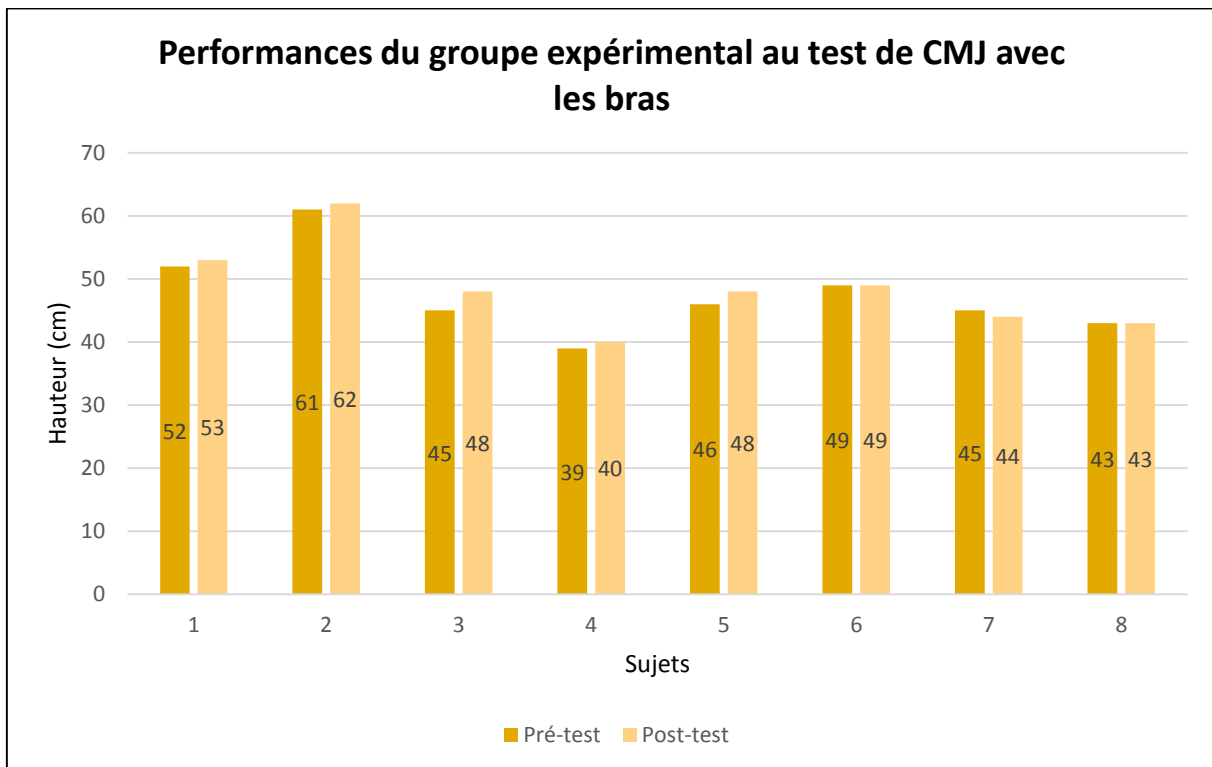


Figure 9 – Hauteurs atteintes par les sujets du groupe contrôle au cmj avec les bras

b. Discussion

Les deux groupes augmentent donc leur détente en moyenne. De plus, celle-ci n'est significative pour aucun des deux groupes et les joueurs du groupe expérimental majoritairement présents lors des séances d'entraînements n'obtiennent pas forcément des gains plus importants que les autres. Il semble donc que notre entraînement ne soit pas la cause

principale de cette augmentation et ce, même si le groupe expérimental possède un gain plus important. L'une des raisons que nous pourrions avancer pour justifier cette amélioration concerne l'habitude et la coordination. Il est en effet démontré que la performance réalisée à ce test est dépendante de la qualité du geste réalisé (Young et al., 2007). Nous pouvons donc penser que les joueurs ont augmenté leur détente grâce au fait qu'ils avaient déjà réalisé ces tests et non pas grâce à un développement de leur organisme dû à l'entraînement. Ceci peut également expliquer pourquoi l'amélioration du groupe expérimental est un peu plus importante que celle du groupe contrôle. En effet, les joueurs ayant réalisé notre entraînement ont testé plusieurs modalités de saut et ont donc peut-être développé une meilleure coordination inter-musculaire intervenant dans ce type d'exercice. Ceci pourrait également expliquer que certains joueurs n'augmentent pas leur détente, il pourrait en effet s'agir de ceux disposant déjà d'une bonne coordination de base. Si notre entraînement avait permis des améliorations sur les organismes, nous pouvons raisonnablement penser que les différences entre les pré-tests et les post-tests auraient été significatives et présentes chez chaque joueur ayant pratiqué l'entraînement.

III. L'entraînement réalisé permet-il d'améliorer la puissance des joueurs ?

a. Résultats

Etant donné les résultats obtenus lors des deux questions précédentes, nous pouvons raisonnablement penser que la réponse à celle-ci sera également négative. Pour rappel, nous avons utilisé le squat jump pour estimer l'évolution de la puissance des membres inférieurs (Markovic et al., 2004). La figure 10 montre l'évolution des joueurs du groupe expérimental.

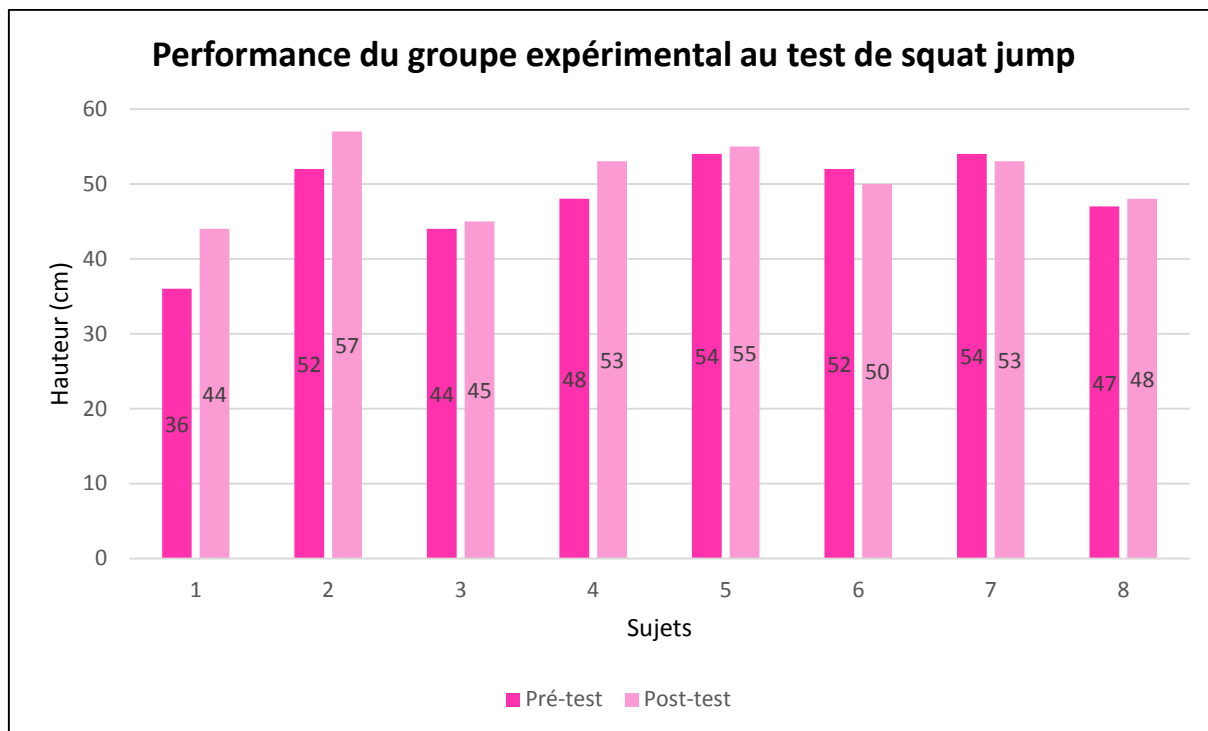


Figure 10 – Hauteurs atteintes par les sujets du groupe expérimental au squat jump

Nous remarquons que 6 joueurs sur 8 améliorent leur performance lors du post-test. En moyenne, le groupe atteint une hauteur de 48,4 cm lors du pré-test et de 50,6 cm lors du post-test. Ceci équivaut donc à une augmentation moyenne de 2,2 cm qui n'est pas significative ($p = 0,1$). A noter également que l'augmentation de performance du sujet n°1 semble quelque peu aberrante, ce qui nous laisse penser qu'il y a sans doute eu un biais dans les mesures du pré-test étant donnée la valeur absolue relativement faible obtenue. En excluant donc ce joueur, nous obtenons une amélioration moindre de 1,5 cm (50,1 cm vs 51,6 cm). Observons maintenant les résultats du groupe contrôle (figure 11).

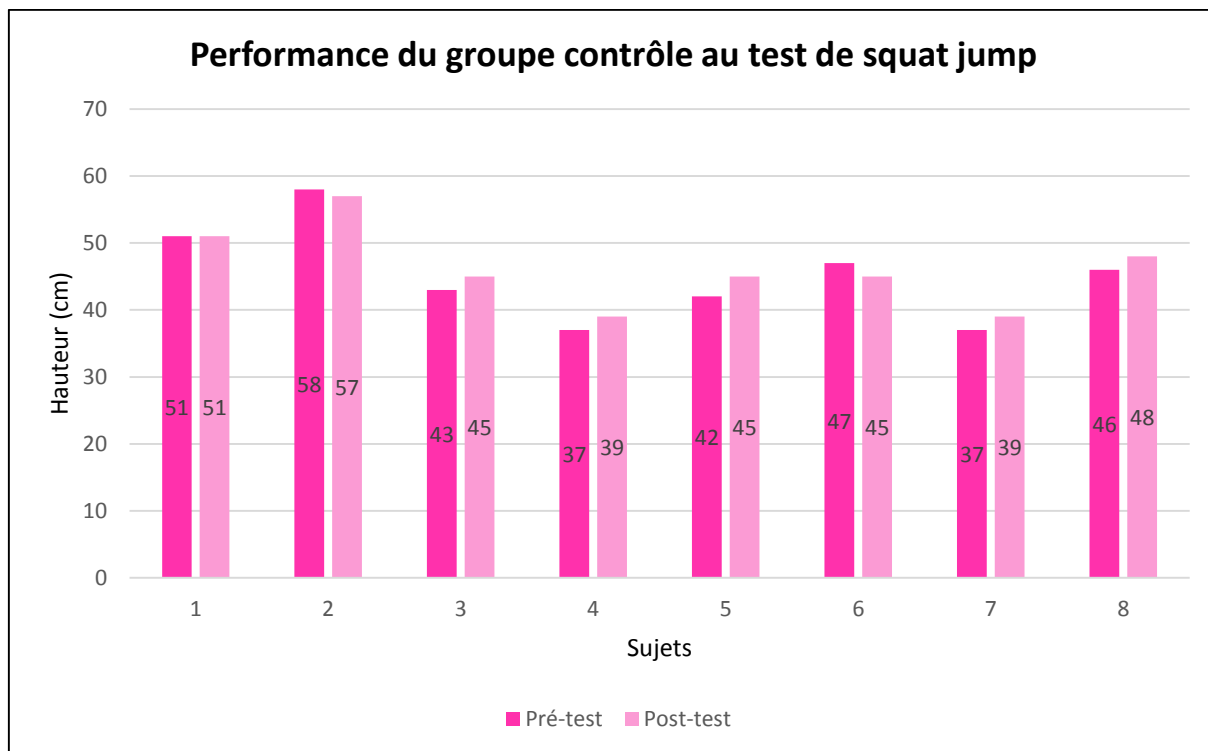


Figure 11 – Hauteurs atteintes par les sujets du groupe contrôle au squat jump

Nous pouvons voir ici une augmentation de 5 des 8 joueurs alors qu'un sujet reproduit exactement la même performance. Les valeurs moyennes évoluent, entre le pré-test et le post-test, de 45,1 cm à 46,1 cm. Une légère augmentation qui ne s'avère pas non plus significative ($p = 0,15$).

b. Discussion

A la vue de ces résultats, nous pouvons facilement faire le parallélisme entre la question n°2 et n°3 de notre recherche. Dans les deux cas, il existe une amélioration entre le pré-test et le post-test pour les deux groupes de recherche concernés. Cette augmentation est à chaque fois supérieure pour le groupe expérimental par rapport au groupe contrôle mais elle ne s'avère jamais significative de par le fait qu'il y a toujours une minorité de joueurs qui diminue ou ne fait que maintenir sa performance initiale. De plus, aucun lien ne peut être fait entre la présence des joueurs aux entraînements et les gains réalisés, ce qui aurait sans doute dû être le cas si notre protocole avait un réel impact sur l'organisme des sujets.

Tout ceci corrobore dès lors notre tentative d'explication mettant en avant le fait que l'entraînement réalisé n'avait pas eu l'impact escompté sur l'organisme mais que les légères augmentations étaient sans doute dues à l'amélioration de la coordination intermusculaire des

sujets de par la répétition des mouvements lors des entraînements réalisés. Cette explication peut également être d'application ici, bien que la coordination intermusculaire ait une moindre importance que dans le counter movement jump avec les bras, les sujets devaient tout de même toucher le mur au bon moment puisque nous n'avons pas utilisé de myotest.

Si nous nous recentrons sur la question de recherche, nous ne pouvons pas affirmer, d'après les résultats obtenus, que notre entraînement a permis d'améliorer la puissance musculaire des membres inférieurs des joueurs. Ceci semble cohérent puisqu'une réelle augmentation de la puissance aurait sans doute provoqué d'autres résultats en termes d'amélioration de détente et de vitesse (Sleivert & Taingahue, 2004 ; Cronin & Hansen, 2005).

IV. Le protocole réalisé avant l'entraînement technico-tactique entraîne-t-il une diminution de la performance du joueur durant ce dernier ?

Etant donné la multitude de facteurs influençant la performance d'un joueur de football sur le terrain et la subjectivité d'une telle appréciation, nous ne disposons pas de résultats scientifiques semblables aux 3 questions précédentes. Néanmoins, tentons tout de même d'apporter des éléments de réponses en fonction de variables récoltées sur le terrain.

Concrètement, pour répondre à cette question nous sommes partis du constat qu'il existait une personne qui effectuait une évaluation arbitraire de la performance globale des joueurs chaque semaine, il s'agit de l'entraîneur. Il choisit les joueurs titulaires et les remplaçants chaque semaine. Le tableau 4 reprend les temps de jeu des joueurs en championnat durant les 8 semaines de l'étude. Pour rappel, les 8 premiers sujets font partie du groupe expérimental alors que les 8 suivants font partie du groupe contrôle. Les sujets n°17 et 18 n'ont pas fait partie de l'étude car le premier n'était pas présent lors des pré-tests et des post-tests alors que le deuxième s'entraîne avec le noyau de l'équipe première.

Tableau 4 – Temps de jeu des joueurs dans les matchs de championnat durant l'étude

Groupes	Joueurs	Temps de jeu						
		Match n°1	Match n°2	Match n°3	Match n°4	Match n°5	Match n°6	Match n°7
Groupe Expérimental	Sujet 1	90	90	78	57	9	90	22
	Sujet 2	30	67	62	Exc	Exc	15	NR
	Sujet 3	67	57	12	87	50	90	68
	Sujet 4	90	90	Sus	90	90	Exc	12
	Sujet 5	23	33	73	Sus	40	Exc	Exc
	Sujet 6	90	90	90	90	90	90	90
	Sujet 7	90	90	90	15	90	90	78
	Sujet 8	Sus	90	90	90	90	84	90
Groupe Contrôle	Sujet 9	60	23	17	NR	27	15	10
	Sujet 10	78	Sus	90	90	81	75	80
	Sujet 11	90	Sus	90	75	Exc	90	90
	Sujet 12	NR	NR	NR	3	NR	6	NR
	Sujet 13	90	90	90	90	90	90	90
	Sujet 14	90	90	90	90	90	75	90
	Sujet 15	Exc	Exc	28	90	90	90	90
	Sujet 16	12	8	NR	33	63	NR	90
Aucun	Sujet 17	90	90	90	90	Sus	90	90
	Sujet 18	Exc	82	Exc	Exc	90	Exc	Exc

« Exc » = Excusé, « Sus » = Suspendu, « NR » = Non repris

En analysant ligne par ligne, nous ne pouvons pas voir de réelle tendance mettant en évidence une diminution du temps de jeu des sujets du groupe expérimental à cause d'une diminution de performance. Un joueur qui aurait été titulaire au début de l'étude et dont le temps de jeu aurait été décroissant jusqu'à la fin du projet aurait pu nous faire dire que sa performance sur le terrain tendait à diminuer, mais ce n'est le cas pour aucun joueur.

De plus, lors de discussion informelle avec l'entraîneur de l'équipe, ce dernier n'a jamais mentionné une quelconque influence négative de notre protocole sur la qualité de son entraînement ou des joueurs en match.

Nous pouvons donc raisonnablement penser que les joueurs ayant réalisé une demi-heure de vitesse avant l'entraînement commençait ce dernier avec moins d'énergie que s'il n'avait rien fait mais cette perte d'énergie ne semble pas avoir été ressentie par l'entraîneur au niveau de la performance globale sur le terrain.

V. Le protocole entraîne-t-il davantage de blessures chez les joueurs ?

De la même manière que pour la question précédente, nous ne possédons pas de données objectives permettant d'assurer qu'une blessure serait due, ou non, à notre programme d'entraînement (sauf si celle-ci est contractée durant les séances). Analysons dès lors le tableau 5 reprenant les blessures contractées par les joueurs durant l'étude.

Tableau 5 – Blessures contractées par les joueurs durant l'étude

Joueurs	Blessures	Durée des indisponibilités
Sujet n°1	Périostite	Aucune
Sujet n°4	Entorse de la cheville suite à un contact	10 jours

Il est ici assez aisé de se rendre compte que le nombre de blessures apparues est relativement limité. Nous ne pouvons donc pas dire que notre cycle entraîne davantage de blessures chez les joueurs. Il y a néanmoins une exception en ce qui concerne le sujet n°1 qui a été atteint de périostite au niveau des deux tibias vers la moitié de notre cycle d'entraînement. Cette pathologie intervient à cause d'un nombre trop élevé de chocs et d'appuis au sol. Il est clairement peu probable que notre entraînement ait provoqué cela de manière isolée mais il n'est pas impossible que la charge de sauts et de sprints ajoutés aux entraînements hebdomadaires ainsi qu'aux cours d'éducation physique du joueur à l'école ait contribué à l'inflammation du périoste du joueur (Dauty & Dubois, 2004). Néanmoins, cette blessure ne l'a pas empêché de jouer et les 7 autres membres du groupe expérimental n'ont pas mis en évidence des symptômes identiques.

Nous pouvons donc conclure que notre programme d'entraînement n'a pas provoqué de blessures supplémentaires. Néanmoins une attention particulière doit être accordée, dans la planification, au nombre de chocs encaissés par les athlètes ainsi qu'à la surface sur laquelle sont réalisés les exercices.

Chapitre 5 – Limites de l'étude

Après avoir exposé l'ensemble des résultats de notre étude en lien avec chacune de nos questions de recherche, mentionnons les limites de notre projet.

Premièrement, les imprévus de terrain nous ont parfois obligé à adapter nos séances et bien souvent à les raccourcir à cause du fait que les joueurs arrivaient quelques minutes en retard ou ne venaient pas du tout. La charge de travail soumise aux joueurs a donc été plus faible que prévu.

Deuxièmement, le manque de prérequis des joueurs en matière de musculation a sans doute engendré un travail moins qualitatif. Les mouvements travaillés avaient certes été expliqués, démontrés et réalisés en début de saison mais les joueurs n'avaient aucun passé avec le travail en charge avant cette année, nous nous sommes donc limités à utiliser des charges légères lors du travail de force explosive. Nous voulions principalement limiter les risques de blessures mais également éviter une surcharge nuisible au travail pour l'un ou l'autre joueur puisque nous ne connaissions pas les valeurs de référence de chacun.

Troisièmement, nos outils de mesure manquaient de rigueur scientifique. En effet, nous ne disposions pas de cellules ou de plateformes pour mesurer le temps et la détente. Bien que les biais liés à la mesure manuelle soient en moyenne les mêmes lors des pré et des post-tests, les résultats obtenus manquaient tout de même de précision par rapport à des outils plus évolués.

Enfin, le biais le plus important de notre étude est sans doute le timing des tests. En effet, le match du week-end précédent avait été très sollicitant sur le plan physique alors que le pré-test s'était réalisé après une période de repos. Ce facteur ajouté à la charge de travail accumulée par les joueurs durant 8 semaines a sans doute eu une influence sur les performances des joueurs (Highton et al., 2009). Cependant, il ne faut pas oublier que c'est le terrain qui a inspiré cette étude et que l'objectif était d'améliorer la vitesse, dans des conditions réelles, durant la saison. Or, nous pouvons estimer que cette charge de travail et cette accumulation de fatigue font partie des contraintes d'une saison normale, au sein de laquelle nous voulions justement tester l'amélioration des qualités physiques. Donc, la différence d'environnement entre le pré-test et le post-test peut certes être considérés comme un biais méthodologique sur le plan scientifique mais permet également de se rapprocher de la situation réelle de terrain et donc de notre objectif de départ.

Chapitre 6 – Conclusion

Notre programme d'entraînement ne semble pas avoir eu d'impact significatif sur la vitesse, la détente, ou la puissance des membres inférieurs des joueurs ayant réalisé les entraînements. Plusieurs pistes d'explications peuvent être avancées pour justifier cette absence de résultats :

- (1) L'accumulation de la fatigue et de la charge d'entraînement durant les 8 semaines d'entraînement précédent le post-test par rapport au pré-test réalisé dans des conditions de fraîcheur optimale ;
- (2) La diminution de la charge d'entraînement due aux adaptations pratiques réalisées sur le terrain ainsi qu'aux absences de certains joueurs ;
- (3) L'absence d'individualisation de la charge lors du travail de force explosive ;
- (4) Le manque de précision des outils scientifiques.

En revenant sur nos hypothèses de départ, nous pouvons dès lors les réfuter. Nous nous basions sur le fait qu'augmenter la charge de travail et le nombre de stimuli dans un domaine que les joueurs n'avaient encore jamais expérimenté en détail suffirait à faire apparaître des gains au niveau nerveux (Remaud et al., 2007) et musculaire (Billat, 2012). Il semblerait que ce ne soit pas le cas ou que ces gains aient été négativement compensés par la fatigue accumulée durant les deux mois de l'étude. Nous remarquons d'ailleurs une diminution significative de la performance moyenne du groupe contrôle sur un sprint de 10 mètres alors que celle du groupe expérimental ne varie pas. En sachant que la fatigue a moins d'impact sur cette épreuve que sur une distance de 20 mètres, nous pouvons penser que l'entraînement réalisé a tout de même permis de limiter la baisse de performance sur une courte distance.

Les résultats de cette étude expliquent néanmoins les raisons pour lesquelles les recherches antérieures réalisées sur le même sujet ne contenaient que des séances d'entraînement d'une durée plus longue (Spinks et al., 2007 ; Lockie et al., 2012). Néanmoins, nous restons persuadés que des protocoles d'entraînement plus longs sont incompatibles avec des plannings d'entraînements non-professionnels dans un sport où la technique et la tactique restent des facteurs déterminants à développer.

Nous pensons donc que cette étude ouvre la porte à d'autres recherches qui pourraient être réalisées avec des outils de mesure scientifiques plus précis et une adaptation du protocole

d'entraînement tendant vers une plus grande individualisation des charges d'entraînement. Celles-ci garderaient néanmoins le même objectif, à savoir l'amélioration de la vitesse et de la détente du joueur de football grâce à un programme d'entraînement pouvant être réalisé avant l'entraînement.

Chapitre 7 – Bibliographie

Alcaraz, P.E., Palao, J.M., Elvira, J.L., Linthorne, N.P. (2008). Effects of three types of resisted sprint training devices on the kinematics of sprinting at maximum velocity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22, 3, 890-897.

Ali, A., Farrally, M. (1991). Recording soccer players' heart rates during matches. *Journal of Sports Sciences*, 9, 183-189

Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer: with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 15, 619, 1-15

Bangsbo, J., Norregaard, L., Thorsoe, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sports Sciences*, 16, 2, 110-116

Barros, R.M.L., Misuta, M.S., Menezes, R.P., Figueroa, P.J., Moura, F.A., Cunha, S.A., Anido, R., Leite, N.J. (2007). Analysis of the distances covered by first division brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Sciences*, 6, 233-242

Billat, V. (2012). *Physiologie et méthodologie de l'entraînement*. Bruxelles : De Boeck

Casajus, J.A. (2001). Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41, 4, 463-46

Cazorla, G., Boussaidi, L., & Godemet, M. (2004). Evaluation du rugbyman sur le terrain. In *Actes du Congrès médical de la Fédération Française de Rugby: Pathologies du rugbyman, épaule, genoux, rachis, physiologie*. Deed of Medical Congress of French Federation of Rugby, 435-456. Lyon, France.

Cometti, G. (2006). *L'entraînement de la vitesse*. Paris: Editions Chiron

Cometti, G., Maffiuletti, N.A., Pousson, M., Chatard, J.C., Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 1, 45-51

Cronin, J.B., & Hansen, K.T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19, 2, 349-357.

Dauty, M., & Dubois, C. (2004, August). Fracture de fatigue chez le sportif et prise en charge intensive de rééducation. *Annales de réadaptation et de médecine physique*, 47, 6, 365-373

Dellal, A., Barriou, P., Castagna, C., Chamari, K., Chaouachi, A., Chinelli, S., Coutts, A., Dyon, N., Hagist, L., Impellizzeri, F., Moalla, W., Monkam Tchokonte, S.A., Pintus, A., Rampinini, E., Reiss, D. (2008). *De l'entraînement à la performance en football*. Bruxelles : De Boeck Université

Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F., Bachl, N., Pigozzi, F. (2007). Performance Characteristics According to Playing Position in Elite Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 3, 222-22

Di Salvo, V., Benito, P.J., Calderon, F.J., Di Salvo, M., Pigozzi, F. (2008). Activity profile of elite goalkeepers during football match-play. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48, 4, 443.

Donati, A. (1994). Développement de la longueur de la foulée et de la fréquence de la foulée dans les performances de sprint. In *Congreso Mundial de Entrenadores de Atletismo. París, France*.

Dvorak, J., Junge, A., Derman, W., Schweltnus, M. (2011). Injuries and illnesses of football players during the 2010 FIFA World Cup. *British Journal of Sports Medicine*, publié en ligne : <http://bjsm.bmj.com/content/early/2011/01/21/bjism.2010.079905.full.pdf+html>

Fédération Française de Football (2014). Règlements des terrains et infrastructures sportives. Consulté le 28/12/2015 sur le site : https://www.fff.fr/common/bib_res/ressources/430000/4500/140611092750_reglement_des_terrains_et_installations_sportives-vdef.pdf

Fédération Internationale de Football Amateur (2015). Lois du jeu 2015/2016. Consulté le 28/12/2015 sur le site : http://fr.fifa.com/mm/Document/FootballDevelopment/Refereeing/02/36/01/11/LawsofthegamewebFR_French.pdf

Gambetta, V. (1996). How to develop sport-specific speed. *Sports Coach*, 19, 22-24.

Gerisch, G., Rutenmüller, E., Weber, K. (1988). Sportsmedical measurements of performance in soccer. In Reilly, T., Lees, A., Davids, K., Murphy, W. (Eds.), *Science and football* (pp. 60-67). London: E&FN Spon

Helgerud, J., Engen, L.C., Wisloff, U., Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine & Sciences in Sports and Exercises*, 33, 11, 1925-1931

Highton, J.M., Twist, C., Eston, R.G. (2009). The effects of exercise-induced muscle damage on agility and sprint running performance. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 7, 1, 24-30.

Jovanovic, M., Sporis, G., Omrcen, D., Fiorentini, F. (2011). Effects of speed, agility, quickness training method on power performance in elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25, 5, 1285-1292.

Kotzamanidis, C. (2006). Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20, 2, 441-445.

- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaiakevou, G., Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19, 2, 369-375.
- Linford, C.W., Hopkins, J.T., Schulthies, S.S., Freland, B., Draper, D.O., Hunter, I. (2006). Effects of neuromuscular training on the reaction time and electromechanical delay of the peroneus longus muscle. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 87, 3, 395-401.
- Little, T., Williams, AG. (2005). Specificity of Acceleration, Maximum Speed, and Agility in Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 1, 76-78
- Lockie, R.G., Murphy, A.J., Schultz, A.B., Knight, T.J., Janse de Jonge, X.A.K. (2012). *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26, 6, 1539-1550
- Louis, J., Billaut, F., Bernad, T., Vettoretti, F., Hausswirth, C., Brisswalter, J. (2012). Physiological Demands of a Stimulated BMX Competition. *International Journal of Sports Medicine*. Publié en ligne : <http://dx.doi.org/10.1055/s-0032-132765>
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18, 3, 551-555.
- Mohr, M., Krstrup, 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
- Myer, G.D., Ford, K.R., Brent, J.L., Divine, J.G., Hewett, T.E. (2007). Predictors of sprint start speed : the effects of resistive ground-based vs inclined treadmill training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21, 3, 831-836.
- Paradisis, G.P., Bissas, A., Cooke, C.B. (2009). Combined uphill and downhill sprint running training is more efficacious than horizontal. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4, 2, 229-243.
- Paradisis, G.P., Cooke, C.B. (2006). The effects of sprint running training on sloping surfaces. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 20, 4, 767-777.
- 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, 1018-1024
- Remaud, A., Guével, A., Cornu, C. (2007). Antagonist muscle coactivation and muscle inhibition: Effects on external torque regulation and resistance training-induced adaptations. *Clinical Neurophysiology*, 37, 1, 1-14
- Rønnestad, B.R., Kvamme, N.H., Sunde, A., Raastad, T. (2008). Short-Term Effects of Strength and Plyometric Training on sprint and jump performance in Professional Soccer Players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22, 3, 773-780

- Senel, Ö., Eroglu, H. (2006). Correlation between reaction time and speed in elite soccer players. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 4, 2, 126-130.
- Sleivert, G., & Taingahue, M. (2004). The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *European journal of applied physiology*, 91, 1, 46-52.
- Slinde, F., Suber, C., Suber, L., Edwén, CE., Svantesson, U. (2008). Test-Retest Reliability of Three Different Countermovement Jumping Tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 2, 640-64
- Spinks, C.D., Murphy, A.J., Spinks, W.L., Lockie, R.G. (2007). The Effects of Resisted Sprint Training on Acceleration Performance and Kinematics in Soccer, Rugby Union, and Australian Football Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 1, 77-85
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., Wisloff, U. (2005). Physiology of Soccer: An Update. *Sports Medicine*, 35, 6, 501-536
- Stroyer, J., Hansen, L., Hansen, K. (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Medicine & Sciences in Sports and Exercises*, 36, 1, 168-174
- Tiryaki, G., Tuncel, F., Yamaner, F. Agaoglu, S.A., Gümüpdad, H., Acar, M.F. (1997). Comparison of the physiological characteristics of the first, second and third league Turkish soccer players. In Reilly, T., Bangsbo, J., Hughes, M. (Eds.), *Science and Football III* (pp. 32-36). London: E&FN Spon
- Union Royale Belge des Société de Football-Association (2015). Règlement fédéral. Consulté le 28/12/2015 sur le site : http://static.belgianfootball.be/project/publiek/reglement/reglement_fr.pdf
- Valquer, W., Barros, T. L., Sant'Anna, M. (1998). High intensity motion pattern analyses of Brazilian elite soccer players. In *IV World Congress of Notational Analysis of Sport*, 80, 23-27. FCDEF-UP Porto.
- Van Gool, D., Van gerven, D., Boutmans, J. (1988). The physiological load imposed in soccer players during real match-play. In Reilly, T., Lees, A., Davids, K., Murphy, W. (Eds.), *Science and football* (pp. 51-59). London: E&FN Spon
- Verstappen, F., Bovens, F. (1989). Interval testing with football players at a laboratory. *Science Football*, 2, 15-16
- Wallace, J.L., Norton, K.I. (2014). Evolution of World Cup soccer final games 1966-2010: Game structure, speed and play patterns. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17, 2, 223-228

Wilson, G., Newton, R., Murphy, A., Humphries, B. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and Science in Sports and exercise*, 25, 11, 1279-1286

Withers, R.T., Maricic, Z., Wasilewski, S., Kelly, L. (1982). Match analysis of Australian professional soccer players. *Journal of Human Movement Studies*, 8, 159-176

Withers, RT., Maricic, Z., Wasilewski, S., Kelly, L. (1982). Match analysis of Australian professional soccer players. *Journal of Human Movement Studies*, 8, 159-176

Young, W., Macdonald, C.H., Heggen, T., Fitzpatrick, J. (1997). An evaluation of the specificity, validity and reliability of jumping tests. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 37, 4, 240-245.

Young, W.B., McDowell, M.H., Scarlett, B.J. (2001). Specificity of Sprint and Agility Training Methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15, 3, 315-319

Chapitre 8 – Annexes

I. Annexe 1

a. Echauffement standardisé

Tableau 1 – Echauffement réalisé avant chaque séance

<i>Contractions concentriques</i>	<u>Adducteurs :</u> - 10 contractions avec auto-résistance <u>Triceps sural :</u> - 20 pas en déroulant le pied et en montant sur la pointe - 10 bonds jambes tendues <u>Quadriceps + I-J (excentrique) :</u> - 15 fentes avant - 5 demi-squats <u>Ischio-jambiers :</u> - 10 mètres marches « araignées » avec jambes devant <u>Abdominaux :</u> - 20 crunchs <u>Lombaires :</u> - 15 contractions « superman »
<i>Amplitude articulaire</i>	- Danse brésilienne - Etirements balistiques I-J - Etirements balistiques quadriceps - Etirements balistiques adducteurs
<i>Echauffement neuromusculaire</i>	- 5 sprints avec variation de la position de départ

b. Description des séances

Tableau 2 – Semaine 1 – Jour 1

Thème : Course en côte		
Répétition(s)	Cycles	Séries
1	Cycle n°1	9 sprints de 30m dans une côte à 3% sous forme de tournoi entre les joueurs pour conserver la concentration.
R entre les répétitions	R = 2 minutes	
R entre les séries	R = 3 minutes tous les 3 sprints	
R entre les cycles	R = /	

Tableau 3 – Semaine 1 – Jour 2

Thème : Départs facilités		
Répétition(s)	Cycles	Séries
1	Cycle n°1	1) 4 X 10m avec déséquilibre seul sur une jambe 2) 4 X 20m avec déséquilibre du corps vers l'avant par la résistance d'un partenaire 3) 4 X 10m avec saut au-dessus d'un élastique 4) 4 X 20m après lancer d'un médecine ball de 3kg 5) 4 X 10m après poussée des partenaires 6) 4 X 20m après saut latéral au-dessus d'une grille
R entre les répétitions	R = 30 secondes	
R entre les séries	R = 1 minute	
R entre les cycles	R = /	

Tableau 4 – Semaine 2 – Jour 1

Thème : Travail de pliométrie		
Répétition(s)	Cycles	Séries
2 (1)	Cycle n°1	Travail dans les escaliers : 1) 5 montées de 15 marches « courtes » en cherchant la hauteur pour insister sur le travail de pied 2) 4 X 8 bonds mollets (petites haies) 3) 3 X 4 drop jump pour travailler les quadriceps 4) 5 montées de 15 marches, une marche sur deux, à vitesse maximale
R entre les répétitions	R = 30 (20) secondes	
R entre les séries	R = 30 secondes (1 minute)	
R entre les cycles	R = 2 minutes	

Tableau 5 – Semaine 2 – Jour 2

Thème : Temps de réaction		
Répétition(s)	Cycles	Séries
1	Cycle n°1	Travail sous forme de jeu pour travailler la réaction aux stimuli visuels et auditifs. Les joueurs travaillent toujours par deux et doivent être les premiers à atteindre le ballon : 1) 5 minutes : Jeu du miroir dans une croix avant d'aller chercher un ballon 2) 5 minutes : Deux changement de direction sur 15 mètres en fonction de la couleur désignée 3) 5 minutes : Un joueur avec retard en fonction du côté qui est montré 4) 5 (7) minutes : Adaptation aux déplacements et aux signaux auditifs des partenaires
R entre les répétitions	R = 30 (20) secondes	
R entre les séries	R = 1 (2) minute	
R entre les cycles	R = /	

Tableau 6 – Semaine 3 – Jour 1

Thème : Travail de force explosive		
Répétition(s)	Cycles	Séries
4	Cycle n°1	Force explosive des quadriceps : 1) 15 secondes squat isométrique 2) 4 ½ squats 3) 4 drop jump (sauts de grandes haies) 4) 4 têtes avec un défenseur passif
R entre les répétitions		R = /
R entre les séries		R = /
R entre les cycles		R = 4 minutes (complète + travail de cheville avec élastique)

Tableau 7 – Semaine 3 – Jour 2

Thème : Travail de fréquence		
Répétition(s)	Cycles	Séries
1	Cycle n°1	1) 4 X Skippings en fréquence dans une échelle rythmique (R = 30s) 2) 2 sprints de 30m en fréquence + 1 sprint de 30m libre (R = 1min) 3) 4 X Skippings latéraux en fréquence dans l'échelle rythmique (R = 30s) 4) 2 sprints de 30m en fréquence + 1 sprint de 30m libre (R = 1min) 5) 4 X Tapping dans l'échelle rythmique (R = 30s) 6) 2 sprints de 30m en fréquence + 1 sprint de 30m libre (R = 1min)
R entre les répétitions		R = 30 secondes entre les skippings et 1 minute entre les sprints
R entre les séries		R = 1 minute
R entre les cycles		R = /

Tableau 8 – Semaine 4 – Jour 1

Thème : Travail de pliométrie		
Répétition(s)	Cycles	Séries
4 (3)	Cycle n°1	1) Enchaînement : 3 bonds pied droit - 3 bonds pied gauche - 5 bonds haies hautes - 5 bonds petites haies (travail de cheville) - 5 bonds haies hautes - 5 têtes 2) Enchaînement : 4 squats sautés - 4 counter movement jump au-dessus d'un banc - 4 mollets sautés
R entre les répétitions	R = /	
R entre les séries	R = 1 minute	
R entre les cycles	R = 2 minutes	

Tableau 9 – Semaine 4 – Jour 2

Thème : Course en descente		
Répétition(s)	Cycles	Séries
3	Cycle n°1	1) 4 (3) X 30m en descente dans une pente de 3%
R entre les répétitions	R = 1 (1'30'') minute	
R entre les séries	R = /	
R entre les cycles	R = 3 minutes (complète + bonds cheville et counter movement jump)	

Tableau 10 – Semaine 5 – Jour 1

Thème : Travail de force explosive		
Répétition(s)	Cycles	Séries
5 (4)	Cycle n°1	Force spécifique au triceps sural : 1) 15 secondes d'isométrie 2) 5 mollets debout 3) 10 bonds corde à sauter (10 bonds petites haies) 4) 1 sprint dans les 15 petites marches des escaliers
R entre les répétitions		R = /
R entre les séries		R = /
R entre les cycles		R = 3 minutes (complète + 2 séries de demi-squat)

Tableau 11 – Semaine 5 – Jour 2

Thème : Départs compliqués		
Répétition(s)	Cycles	Séries
2	Cycle n°1	1) 3 X 20m après 10 secondes d'isométrie en chaise (R = 30sec) 2) 4 X 5m en skipping avec frein du coéquipier + 15m de sprint (R = 1min) 3) 3 X Tacle + sprint de 20m (R = 30sec)
R entre les répétitions		R = 30 secondes
R entre les séries		R = 1 minute
R entre les cycles		R = 3 minutes

Tableau 12 – Semaine 6 – Jour 1

Thème : Travail de pliométrie		
Répétition(s)	Cycles	Séries
3 (2)	Cycle n°1	1) 4 X 5 bonds petites haies puis montée de 15 marches par deux dans les escaliers 2) 4 X 4 bonds dans une croix puis sprints de 10m 3) 4 X 4 bancs debout – 4 sauts de grandes haies – 4 counter movement jump avec les bras
R entre les répétitions		R = 30 secondes
R entre les séries		R = 1 (2) minute
R entre les cycles		R = 1 (3) minute

Tableau 13 – Semaine 6 – Jour 2

Thème : Temps de réaction		
Répétition(s)	Cycles	Séries
1 (2)	Cycle n°1	1) 5 minutes : jeu du chat et de la souris avec chemin différent en fonction des dires de la souris 2) 5 X 10m avec stimulus auditif 3) 5 minutes : Toucher un cône avant d'aller chercher la balle en fonction de l'endroit où elle arrive 4) 5 X 10m avec stimulus visuel
R entre les répétitions		R = 30 secondes
R entre les séries		R = 1 minute
R entre les cycles		R = / (2 minutes)

Tableau 14 – Semaine 7 – Jour 1

Thème : Travail de force explosive		
Répétition(s)	Cycles	Séries
5 (4)	Cycle n°1	Force explosive des quadriceps : 1) 15 secondes squat isométrique 2) 5 squats 3) 4 bancs assis 4) 4 tirs enchaînés avec un counter movement jump
R entre les répétitions		R = /
R entre les séries		R = /
R entre les cycles		R = 3 minutes (complète + bonds sur petites haies)

Tableau 15 – Semaine 7 – Jour 2

Thème : Travail de fréquence		
Répétition(s)	Cycles	Séries
2	Cycle n°1	1) 3 X Fréquence contre résistance puis sprints en fréquence sur 20m 2) 3 X Tapping dans une échelle rythmique puis sprint libre sur 20m 3) 3 X Fréquence dans les escaliers
R entre les répétitions		R = 30 secondes
R entre les séries		R = 1 (2) minute
R entre les cycles		R = 2 (3) minutes

Tableau 16 – Semaine 8 – Jour 1

Thème : Travail de force explosive		
Répétition(s)	Cycles	Séries
5	Cycle n°1	Force explosive des triceps sural : 1) 5 mollets assis 2) 5 mollets debout 3) 5 bonds petites haies 4) 5 têtes sans plier les genoux
R entre les répétitions	R = /	
R entre les séries	R = /	
R entre les cycles	R = 3 minutes (complète + 2 séries de 6 squats)	

Tableau 17 – Semaine 8 – Jour 2

Thème : Départ compliqués		
Répétition(s)	Cycles	Séries
2	Cycle n°1	1) 4 X 10 mètres avec départ sur un swiss ball 2) 4 X 20 mètres à l'opposé d'un lancer de médecine ball 3) 4 X 4 Saut au-dessus d'un médecine ball et sprints de 10m à l'opposé 4) 4 X 5m skipping avec résistance du partenaire puis sprint de 20m
R entre les répétitions	R = 30 secondes	
R entre les séries	R = 1 minute	
R entre les cycles	R = 2 (3) minutes	

II. Annexe 2

Tableau 1 – Présences des sujets du groupe expérimental aux entraînements

	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5	Séance 6	Séance 7	Séance 8	Séance 9	Séance 10	Séance 11	Séance 12	Séance 13	Séance 14	Séance 15	Séance 16
Sujet n°1																
Sujet n°2																
Sujet n°3																
Sujet n°4																
Sujet n°5																
Sujet n°6																
Sujet n°7																
Sujet n°8																

III. Annexe 3

Tableau 1 – Résultats des joueurs au pré-test

	Sprint 10m					Zigzags 20m (4X5m)					CMJB	SJ
	1er essai	2ème essai	3ème essai	Moyenne	ET	1er essai	2ème essai	3ème essai	Moyenne	ET	Meilleure perf.	Meilleure perf.
Sujet n°1	2,18	2,31	2,25	2,25	0,07	5,43	5,75	5,68	5,62	0,17	48	36
Sujet n°2	2,09	2,09	2,18	2,12	0,05	5,56	5,34	5,46	5,45	0,11	60	52
Sujet n°3	2,18	2,21	2,06	2,15	0,08	5,84	5,37	5,37	5,53	0,27	45	44
Sujet n°4	2,18	2,15	2,25	2,19	0,05	5,59	5,62	5,62	5,61	0,02	40	48
Sujet n°5	2,06	2,09	2,03	2,06	0,03	5,5	5,31	5,06	5,29	0,22	50	54
Sujet n°6	2,21	2,25	2,09	2,18	0,08	5,56	5,28	5,37	5,40	0,14	50	52
Sujet n°7	2,06	2,09	2,09	2,08	0,02	5,9	5,46	5,4	5,59	0,27	49	54
Sujet n°8	2,06	2,06	1,87	2,00	0,11	5,31	5,5	5,37	5,39	0,10	46	47
Sujet n°9	2,25	2,31	2,21	2,26	0,05	5,68	5,62	5,46	5,59	0,11	52	51
Sujet n°10	2,1	2,07	2,19	2,12	0,06	5	5,36	5,3	5,22	0,19	61	43
Sujet n°11	2,06	2,18	2,21	2,15	0,08	5,21	5,21	5,15	5,19	0,03	41	43
Sujet n°12	2,12	2,28	2,18	2,19	0,08	5,81	5,43	5,59	5,61	0,19	39	37
Sujet n°13	2,12	1,96	2,1	2,06	0,09	5,81	5,3	5,43	5,51	0,27	46	42
Sujet n°14	2,16	2,18	2,2	2,18	0,02	5,45	5,43	5,16	5,35	0,16	37	37
Sujet n°15	2	2,18	2,09	2,09	0,09	5,65	5,63	5,46	5,58	0,10	36	34
Sujet n°16	2,03	1,95	2,03	2,00	0,05	5,39	5,4	5,48	5,42	0,05	41	36

Tableau 2 – Résultats des joueurs au post-test

	Sprint 10m			Moyenne	ET	Zigzags 20m (4X5m)			Moyenne	ET	CMJB	SJ
	1er essai	2ème essai	3ème essai			1er essai	2ème essai	3ème essai			Meilleure performance	Meilleure performance
Sujet n°1	2,25	2,28	2,31	2,28	0,03	5,75	5,93	5,96	5,88	0,11	51	44
Sujet n°2	2,12	2,21	2,15	2,16	0,05	5,59	5,53	5,46	5,53	0,07	64	57
Sujet n°3	2,21	2,17	2,17	2,18	0,02	5,78	5,4	5,46	5,55	0,20	48	45
Sujet n°4	2,06	2,03	2,06	2,05	0,02	6	6,06	5,78	5,95	0,15	54	53
Sujet n°5	2,03	2,06	2,15	2,08	0,06	5,65	5,87	5,84	5,79	0,12	47	45
Sujet n°6	2,09	2,18	2,12	2,13	0,05	5,62	5,46	5,4	5,49	0,11	57	50
Sujet n°7	2,18	2,06	2,15	2,13	0,06	5,68	5,9	5,87	5,82	0,12	51	53
Sujet n°8	2,12	2,06	2,28	2,15	0,11	5,68	5,65	5,59	5,64	0,05	44	48
Sujet n°9	2,31	2,34	2,28	2,31	0,03	5,75	5,65	5,87	5,76	0,11	53	51
Sujet n°10	2,15	2,18	2,28	2,20	0,07	6,18	6,34	6,31	6,28	0,09	62	57
Sujet n°11	2,15	2,25	2,21	2,20	0,05	5,59	5,53	5,56	5,56	0,03	48	45
Sujet n°12	2,23	2,15	2,18	2,19	0,04	5,88	5,56	5,53	5,66	0,19	40	39
Sujet n°13	2,08	2	2,11	2,06	0,06	5,51	5,56	5,45	5,51	0,06	48	45
Sujet n°14	2,31	2,12	2,12	2,18	0,11	5,53	5,46	5,43	5,47	0,05	49	45
Sujet n°15	2,31	2,31	2,18	2,27	0,08	5,78	5,71	5,65	5,71	0,07	44	39
Sujet n°16	2,18	2,28	2,31	2,26	0,07	5,71	5,71	5,68	5,70	0,02	43	48