

1 Table des matières

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Table des matières | 2 |
| 1.1 | Résumé | 5 |
| 2 | Introduction | 6 |
| 2.1 | Introduction à la thématique et situation initiale | 6 |
| 2.2 | But et question de recherche concrète | 15 |
| 3 | Méthode..... | 16 |
| 3.1 | Echantillon..... | 16 |
| 3.2 | Procédures pour les tests..... | 17 |
| 3.3 | Phase d'intervention | 19 |
| 3.4 | Design de recherche..... | 21 |
| 3.5 | Les instruments et les paramètres | 22 |
| 3.6 | Evaluation de la recherche et analyse statistique..... | 24 |
| 4 | Résultats | 25 |
| 4.1 | Réponse à l'hypothèse 1 | 25 |
| 4.2 | Réponse à l'hypothèse 2 | 26 |
| 4.3 | Réponse à l'hypothèse 4 | 33 |
| 4.4 | Réponse à l'hypothèse 3 | 36 |
| 4.5 | Contenu et suivi d'entraînement..... | 38 |
| 5 | Discussion | 42 |
| 6 | Conclusion..... | 53 |
| 7 | Recommandations pour la suite | 54 |
| 8 | Bibliographie | 55 |
| 9 | Déclaration personnelle | 59 |
| 10 | Droits d'auteur..... | 59 |
| 11 | Annexes | 60 |

Tables des illustrations

| | |
|--|----|
| Figure 1 : High-intensity running (a) and sprinting (b) in 15-min intervals for top-class players () and moderate players (). | 6 |
| Figure 2 : Relation between maximal strength in half squats and 10m sprint (A), 30m sprint (B), 10m shuttle run (C), and vertical jump height (D). | 8 |
| Figure 3 : Nombre de répétitions et temps de pause pour les composantes de force. | 13 |
| Figure 4 : Agility Test 505 | 17 |
| Figure 5 : Design de recherche. | 21 |
| Figure 6 : Améliorations en % et en moyenne des paramètres des tests entre T1 et T2. | 27 |
| Figure 7 : Comparaison des résultats pour la force maximale isométrique entre T1 et T2. | 28 |
| Figure 8 : Comparaison des résultats pour la force maximale relative. | 29 |
| Figure 9 : Comparaison des résultats par sujet pour le test 20m sprint. | 30 |
| Figure 10 : Comparaison des résultats pour les Squat Jumps 15kg. | 31 |
| Figure 11 : Comparaison des résultats pour les Squat Jumps 30kg | 32 |
| Figure 12 : Corrélations entre la Force maximale isométrique et la hauteur des Squat Jumps 30kg | 34 |
| Figure 13 : Corrélations entre la Force maximale isométrique et la hauteur des Squat Jumps 45kg. | 35 |
| Figure 14 : Corrélations entre le test de sprint 20m et la force maximale isométrique pour le prétest | 37 |
| Figure 15 : Répartition normale non paramétrique pour la Force maximale Isométrique. | 60 |
| Figure 16 : Répartition normale non paramétrique pour la Force maximale Isométrique relative. | 60 |
| Figure 17 : Répartition normale non paramétrique pour le Sprint 20m | 61 |
| Figure 18 : Répartition normale non paramétrique pour le test Agility 505. | 61 |
| Figure 19 : Répartition normale non paramétrique pour les Squat Jumps | 62 |
| Figure 20 : Répartition normale non paramétrique pour les Squat Jumps 15kg. | 62 |
| Figure 21 : Répartition normale non paramétrique pour les Squat Jumps 30kg. | 63 |
| Figure 22 : Répartition normale non paramétrique pour les Squat Jumps 45kg. | 63 |
| Figure 23 : Répartition normale non paramétrique pour les Contremouvement Jumps. | 64 |
| Figure 24 : Comparaison des résultats par sujet (n=8) pour le test d'agility (505) entre T1 et T2 | 66 |
| Figure 25 : Comparaison des résultats par sujet pour les Squat Jumps entre le T1 et T2. | 67 |

| | |
|--|----|
| Figure 26 : Comparaison des résultats par sujet pour les Squat Jumps avec une charge de 45kg entre le test intermédiaire (T1) et le Posttest (T2)..... | 67 |
| Figure 27 : Comparaison des résultats par sujet (n=8) pour le Countermovement Jump entre le test intermédiaire (T1) et le Posttest (T2)..... | 68 |
| Figure 28 : Corrélation entre le test Agility 505 et le Sprint 20m..... | 70 |
| Figure 29 : Corrélation entre la hauteur des Squat Jumps 15kg et le Sprint 20m..... | 70 |
| Figure 30 : Corrélation entre la hauteur des Squat Jumps 45kg et le Sprint 20m..... | 71 |
| Figure 31 : Corrélation entre la hauteur des Squat Jumps et le test Agility 505..... | 71 |
| Figure 32 : Corrélation entre la hauteur des Squat Jumps 15kg et le test Agility 505..... | 72 |
| | |
| Table 1 : Caractéristiques de bases de l'échantillon | 16 |
| Table 2 : Exemple d'une séance répertorié dans le protocole..... | 20 |
| Table 3 : Différence entre les tests pour les paramètres de force maximale isométrique..... | 25 |
| Table 4 : Différence entre les tests pour les paramètres de vitesse et de sauts..... | 26 |
| Table 5 : Corrélation entre les paramètres de sauts et de force maximale pour le prétest..... | 33 |
| Table 6 : Corrélation entre les paramètres de vitesse et de force maximale pour le prétest | 36 |
| Table 7 : Moyennes des paramètres pour la totalité des séances | 38 |
| Table 8 : Unité d'entraînements répartis par sujet et par zone d'entraînement de la RPE..... | 39 |
| Table 9 : Heures d'entraînements répartis par sujet et par zone d'entraînement de la RPE | 40 |
| Table 10 : Type et contenu d'entraînements durant toute la durée de l'étude..... | 41 |
| Table 11 : Résultats pour les 3 tests pour la vitesse et la force maximale | 65 |
| Table 12 : Résultats pour le prétest, test intermédiaire et posttest pour les sauts | 65 |
| Table 13 : Amélioration en pourcentage (%) des paramètres des tests entre T1 et T2..... | 66 |
| Table 14 : Corrélations pour l'ensemble des paramètres pour le prétest | 69 |

1.1 Résumé

Ce travail consiste à observer les effets de la méthode 3/7 sur les performances en sprint et en sauts pour les extrémités inférieures des joueurs de football. L'objectif de ce travail est d'établir, si des corrélations existent entre les paramètres de force maximale isométrique et les paramètres de vitesse (sprint 20m et Agility 505) et de sauts (Squat Jump avec poids du corps, 15kg, 30kg et 45kg et les Countermovement Jumps sans charge).

La méthode était constituée d'un prétest (T0) et d'une phase contrôle de six semaines. Un test intermédiaire (T1) était effectué pour comparer les deux premiers tests. Après le test intermédiaire, la phase d'intervention a été introduite par la méthode 3/7 (demi-squat avec 50kg au départ) pendant sept semaines (deux séances/semaine). À la fin de la phase d'intervention, l'échantillon effectuait le posttest (T2). L'échantillon de départ était composé de $n=14$ joueurs de football (élite) des SR Delémont évoluant dans le championnat suisse de première ligue classique et âgé de 22.9 ± 4.9 ans. La plupart des données, de $n=8$ sujets ont été utilisées.

Une amélioration a été observée entre les paramètres de force maximale isométrique entre le test intermédiaire (T1) et le posttest (T2), respectivement de 14.3% et de 13.9%. Une amélioration a été remarquée pour la durée du sprint 20m (-2.4%), les Squat Jumps 15kg (+7.8%) et 30kg (+10.8%) entre (T1) et (T2). De fortes corrélations ont été observées entre la force maximale isométrique absolue et les Squats Jump 30kg et 45kg, respectivement ($r=.69$; $r=.67$).

Dans cette étude, aucune relation n'a pu être confirmée entre les composantes de force maximale isométrique et les performances en sprint. Les résultats obtenus pour les corrélations entre la force maximale isométrique absolue et les Squat Jumps avec charge (charge et vitesse de mouvement élevées) supposent une adaptation neuronale et musculaire différente d'un entraînement spécifique comme évoqué par Kraemer et al. (1995). Ces données offrent de nouvelles perspectives pour les méthodes d'entraînements de la force et de la vitesse.

2 Introduction

2.1 Introduction à la thématique et situation initiale

Il est important de connaître quelles exigences sont requises par la pratique du football. Il s'agit d'un sport où les périodes d'efforts de haute intensité sont importantes (Bangsbo & al, 2006). Toujours selon les mêmes auteurs, un joueur de football parcourt environ 10 à 13km par match. Ce sport se compose de nombreux sprints dont les pics peuvent atteindre 32km/h. Selon Bangsbo et al. (1991) les sprints représentent seulement environ 1-6% de la distance totale parcourue, mais les mêmes auteurs mettent en évidence que les demandes de ce type, nécessitant de la force et de la puissance notamment, sont souvent des paramètres décisifs pour une bonne performance en football. «...that elite soccer players perform 150 – 250 brief intense actions during a game» (Mohr & al, 2003).

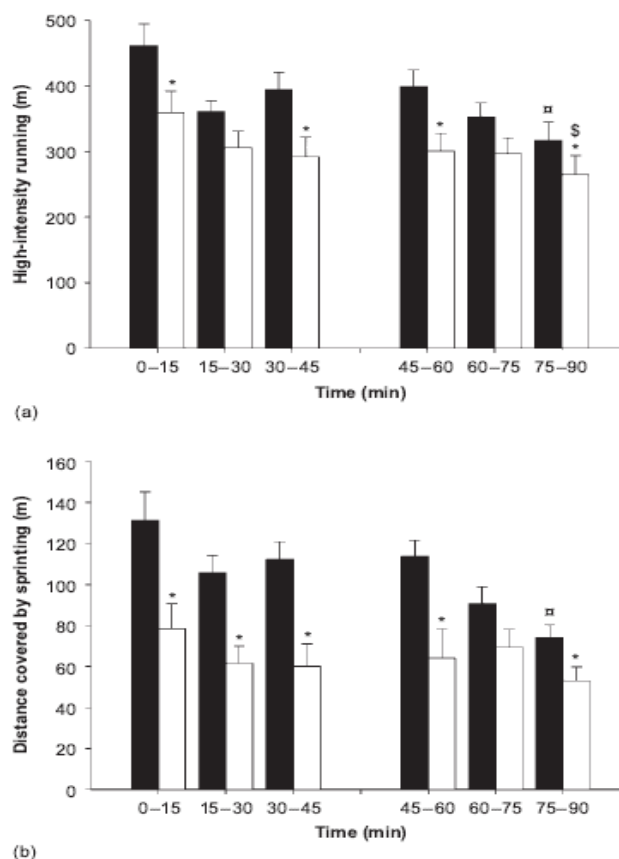


Figure 1 : High-intensity running (a) and sprinting (b) in 15-min intervals for top-class players (■) and moderate players (□)*Significant difference ($p < 0.05$) between top-class and moderate players. Significantly different ($p < 0.05$) from the first four 15-min periods of the game. Significantly different ($p < 0.05$) from the first 15-min period of the game. (Mohr & al, 2003).

Comme l'évoque la citation ci-dessus les joueurs de football effectuent de nombreux efforts de haute intensité lors d'un match, parmi lesquels beaucoup de sprints et de sauts. Les qualités de forces et d'endurance sont de ce fait particulièrement importantes. De plus, le football dépend fortement de la force musculaire et de la puissance. Cette dernière est importante dans un match entre autre pour effectuer des changements de directions et freiner un mouvement (Hoff & Helgerud, 2004).

Lien force maximale et performance en sprints et en sauts

L'intérêt des scientifiques s'est plutôt porté sur la puissance. Peu se sont intéressés à la relation entre la puissance du bas du corps et les performances en sprints linéaires des footballeurs. Bührle et Schmidbleicher (1977) mettent en évidence que la puissance est fortement dépendante de la force maximale. D'après ce constat, il paraît important de se pencher sur la relation entre la force maximale et l'amélioration d'autres paramètres (composantes athlétiques dynamiques).

Pour mettre en évidence la relation entre la force maximale et les performances en sprint, l'exercice le plus souvent utilisé est le Squat ou le Squat Jump. Dans l'étude de Wisløff et al. (2004), les auteurs mettent en avant une forte corrélation entre la force maximale pour les Squats, les performances en sprint et la détente verticale des joueurs élités de football.

Il est toutefois nécessaire de rester prudent dans la mise en relation de cet exercice avec les performances en vitesse. En effet, en compétition, il est rare d'atteindre la vitesse de pointe, puisque ce sont des sprints de plus courte durée ou des changements de direction qui sont majoritairement effectués. En outre, il reste complexe de mettre en relation les différents paramètres; car, les exercices et les tests réalisés peuvent varier et ainsi rendre les comparaisons délicates. Dans la littérature, des contradictions sont observées concernant la relation entre la force maximale et les performances en sprints. Cronin et Hansen (2005) n'ont pas réussi à mettre en évidence une relation entre le temps des sprints et les mesures de force maximale, mais ont relevé des corrélations faibles entre les performances en détente verticale et les performances en sprints, notamment sur 10 m et 30 m pour des joueurs de rugby.

En définitive, en football il est plus important de s'intéresser à la vitesse d'accélération et à la vitesse sur les premiers pas (Sleivert & Taingahue, 2005). Ces derniers ont déterminé que les exercices de Squats et de sauts sont des outils essentiels pour améliorer la vitesse, la puissance et la force du bas du corps.

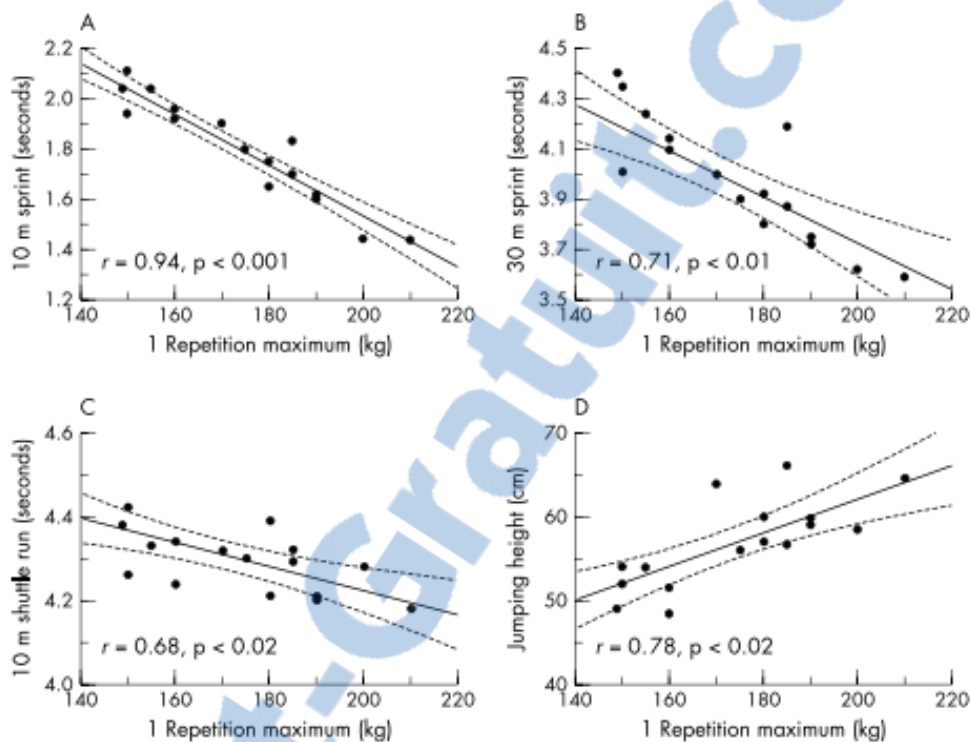


Figure 2 : Relation between maximal strength in half squats and 10m sprint (A), 30m sprint (B), 10m shuttle run (C), and vertical jump height (D) (Wisløff, & al, 2004).

Par contre, il existe une forte corrélation entre les deux paramètres que sont la force maximale et les performances en sprint. Comme l'évoque Bührle et Schmidtbleicher (1977), il existe une relation significative entre la one repetition maximum (1RM) et l'accélération et la vitesse de mouvement. Ces deux composantes de vitesse particulièrement primordiales en football peuvent être améliorées en travaillant la force maximale, plus particulièrement la 1RM. Il faut toutefois rester prudent dans ces affirmations, les études étant parfois contradictoires. Il est effectivement compliqué d'identifier et de mettre en relation les différents paramètres et tests.

D'après les éléments discutés ci-dessus, il peut raisonnablement être supposé qu'en augmentant la force de contraction du muscle, il est possible d'augmenter les performances des footballeurs pour les sauts (détente verticale) ainsi que leurs performances en sprint. Dans les deux cas, il est nécessaire de tenir compte de l'accélération du corps (force x vitesse), de la puissance, tout comme de la force maximale. Cependant, il y a peu de données qui concernent la relation entre la puissance et la force maximale dans les performances en sprint et en saut des footballeurs.

Type d'exercice et performances en sprint

Certains exercices pour le bas du corps sont souvent utilisés, comme par exemple le Squat et le Squat Jump. (Wisloff & al, 1998; Sleivert & Taingahue, 2005). Cependant, leur apport sur les performances en sprint reste quelque peu flou. De plus, pour certains sports, dont le football, la vitesse maximale est rarement atteinte; la phase d'accélération étant la plus importante. Selon Wisloff et al. (1998), de même que pour Sleivert et Taingahue, (2005), il est accepté que les exercices de Squat et les exercices de sauts sont deux types d'exercices importants pour augmenter la force, la puissance et la vitesse du bas du corps. Des résultats significatifs ont été observés entre l'association de ces exercices et les performances en sprint court. (Sleivert & Taingahue, 2005).

Baker (2001) a observé que les valeurs du pic de puissance maximale (maximal peak power) sont observées à environ 104% (% de masse corporelle). L'étude de López-Segovia et al. (2011), quant à elle, montre un pic à 86% de masse corporelle. Ces deux recherches avaient des sujets avec peu d'expérience pour ce type d'exercices de résistance. Malgré cela le fait d'identifier le peak power output semble être un facteur important pour identifier les performances en Full Squats. La même étude montre également que les Full Squats avec une faible charge semblent plus en adéquation avec de bonnes performances en sprint.

Cependant, cela démontre que pour obtenir une amélioration des performances en sprint (McBride & al, 2002), il est primordial de combiner la force et la vitesse durant les exercices de Full Squats (adaptations neuronales).

Cette même étude, montre une relation significative entre la moyenne de la puissance maximale pour les Full Squats avec 70 kg et les temps en sprints.

« These researchers indicated that the load representative to 100% of body mass was significantly related to 15m sprint time ($r=-.62$; $p\leq 0.01$) ». (López-Segovia & al, 2011).

Les mêmes auteurs ajoutent que cette relation suggère une certaine activation neuronale qui est démontrée par la puissance moyenne développée et les charges proches de la masse corporelle et de la puissance maximale. Ces deux paramètres de puissance sont plus reliés aux performances en sprints (les charges sont plus adaptées). La puissance développée (power output) produite par une charge spécifique (ici 70kg) est proche de la puissance moyenne maximale. Ce principe d'entraînement de recherche de la puissance moyenne maximale avec une charge élevée engendrerait des adaptations neuronales et musculaires qui sont en relation avec les performances en sprints. (Baker, 2001).

En résumé, les paramètres de puissance obtenus avec le Loaded Jumps (20kg) et le Full Squat (70kg) ont démontré une relation significative avec les distances de sprint réduites. Cela suggère que la puissance produite par les sauts verticaux ou les Full Squats est le paramètre déterminant pour définir les sprints courts en football. Il reste donc à définir charge faible et charge lourde. (López-Segovia & al, 2011).

Définition de la charge

Certaines études ont démontré qu'il est important de travailler avec une charge optimale afin d'améliorer efficacement les performances athlétiques dynamiques (sauts, sprints et agility tests), ainsi que la production maximale de puissance (maximal power output) (Häikkinen & al, 1985). Selon Kaneko et al. (1983), l'entraînement utilisant des charges de haute intensité permet d'améliorer la «maximal force output». De plus, en augmentant la force maximale, la force générée à une vitesse donnée est améliorée après l'entraînement.

Selon Moss et al. (1997), l'entraînement de résistance avec de lourdes charges est plus efficace pour améliorer le maximum power output qu'un entraînement avec charge légère. Ils ont démontré un lien entre l'amélioration des niveaux de force et la production de puissance (puissance développée). De plus, ils ont reporté une forte corrélation entre force et maximal power output. Cela supporte la théorie selon laquelle, la force maximale développée (maximal power output) joue un rôle important pour les adaptations découlant de l'entraînement avec notamment une amélioration de la production de puissance musculaire.

Selon Toji et al. (1997) un entraînement de force avec un entraînement de puissance qui comprend des mouvements explosifs (haute vitesse) permettrait d'augmenter la vitesse maximale. Cette combinaison d'entraînements de force-puissance engendre des changements dans la relation force-vitesse (augmentation de V_{max} et F_{max}), apportant en conséquence des améliorations plus prononcées qu'avec un entraînement uniquement basé sur la puissance ou sur la force. D'autre part, l'entraînement combiné vitesse-puissance n'améliore que la vitesse max (Toji & al, 1997).

« compared the effects of high force (strength; 80–85% of 1RM), high-power (power; 30% of max isometric force), and combined (strength–power) lower-body training programs on a variety of performance measures. Both the high-power and combined groups improved peak power and jump height during a vertical jump, whereas the combined strength–power group also improved 10- and 30-yd sprint performance and squat 1RM ». (Harris & al, 2000, p.10-14).

Harris et al. (2000) restent prudent quant à la mise en relation des paramètres de charges et du travail accompli (volume), néanmoins il n'est pas précisé si ces composantes faisaient parties de leurs observations. Il est important de comparer des groupes qui ont effectués la même charge de travail. Dans la présente étude, il nous importe de mettre en place une méthode avec un exercice qui combine l'entraînement de la puissance et de la force maximale à l'aide de lourdes charges et d'un mouvement explosif. Il s'agit donc de trouver le bon compromis entre charge élevée et vitesse de mouvement.

Type d'exercice et méthode 3/7

La méthode 3/7 est une méthode d'entraînement de force qui se traduit par 3, 4, 5, 6, 7 contractions musculaires (au total 25 contractions) réalisées avec une pause inter-sérielle de 15 secondes. L'exercice est effectué une fois tout comme la série qui dure en moyenne 120 secondes (en comptant les 60s de pause). Le but recherché par cet exercice est de maximiser l'efficacité, soit d'obtenir des grands effets en très peu de temps. L'exercice est répété plusieurs fois par semaine (dans cette étude 2x/semaine). C'est une charge de travail de quatre minutes par semaines pendant plusieurs semaines. L'efficacité de cette méthode d'entraînement est un point particulièrement intéressant. De plus, cette dernière est facilement applicable dans la pratique. A la fin de la série le sujet doit être épuisé. Cette méthode est reconnue au niveau scientifique, comme permettant de travailler la force-endurance, car les effets métaboliques sont favorisés par rapport aux effets mécaniques (Hegner, 2009). L'impact réel de cette méthode est cependant méconnu, puisque c'est une méthode d'entraînement récente. De là découle l'un des objectifs de cette recherche, à savoir tenter de connaître ses effets sur les performances en sprint et en saut des joueurs de football.

| Methode | Maximalkraft | | | | | | Hypertrophy | | | | | | Kraftausdauer | | | |
|----------------|--------------|----|----|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|---------------|----|----|-----|
| | 100 | 95 | 93 | 90 | 87 | 85 | 83 | 80 | 77 | 75 | 70 | 67 | 65 | 62 | 60 | ... |
| Prozent 1RM | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 15 | 17 | 20 | ... |
| Wiederholungen | 3 bis 6 | | | | | | >2 | | | | | | 3 | | | |
| Serien | > 5min | | | | | | 1 bis 3 | | | | | | 30s bis 1min | | | |
| Pause | 2 | | | | | | 2 bis 3 | | | | | | 3 | | | |
| TE/Woche | 4 bis 6 | | | | | | 10 bis 12 | | | | | | 4 | | | |
| Wochen | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figure 3 : Nombre de répétitions et temps de pause pour les différentes composantes de force (Kraemer & Fleck, 2007).

Influence entre entraînement de force et capacité anaérobie

En règle générale, l'entraînement durant la saison se porte beaucoup sur les composantes techniques et tactiques du football. De plus, pour maintenir un certain niveau de performance, des entraînements combinés de force et d'endurance anaérobie sont nécessaires avant et pendant la saison régulière (Helgerud & al, 2011). Nelson et al. (1990) ont montré que l'entraînement conjoint de ces deux paramètres résulterait en une diminution de la capacité à développer la force, mais que cela ne réduirait pas la capacité à augmenter la VO₂max. L'endurance engendre un accroissement du contenu mitochondrial, des enzymes d'acides citriques et des capacités oxydatives.

L'entraînement de la force engendre une réduction de la densité mitochondrial et induit une légère amélioration des enzymes oxydatives (meilleure utilisation des systèmes énergétiques) (Edgerton, 1978). D'où le terme de spécificité de l'entraînement pour entraîner ces deux paramètres. C'est l'effet d'entraînement et l'adaptation des muscles lors d'un effort que ce soit en endurance ou en force. (Nelson & al, 1990). La réduction physiologique de ces adaptations lors d'un entraînement spécifique (single mode) est montrée au niveau hormonal, musculaire et moléculaire (Kraemer & al, 1995).

Cependant, la même étude souligne que les effets de l'entraînement simultané de force et d'endurance sur des personnes entraînées engendrent une plus grande tolérance à maintenir des entraînements de haute intensité. En effet, il est mis en évidence que les fibres musculaires de type 1 (fibre lente) n'ont pas subi les effets de l'hypertrophie dues à l'entraînement en force, ni les effets d'une réduction de ces fibres dues à l'entraînement d'endurance. De plus, l'incapacité des fibres musculaires de type 2 à compenser les stimuli d'hypertrophie pour la force 1RM et les performances en puissance suggèrent que les baisses de performances pour la force, la puissance et l'endurance pourraient être influencées par des différences d'adaptations des fibres musculaires (dans cette étude après 12 semaines d'entraînements), (Kraemer & al, 1995).

«Our data support the concept that muscle fiber type area adaptations to simultaneous training differs from the single-training mode adaptations».
(Kraemer & al, 1995, p.985).

Cependant, le processus qui engendre ces différences reste pour l'instant inconnu. Dans la présente étude il s'agit de trouver le bon compromis entre les divers paramètres associés aux exercices. Comme indiqué auparavant, il y a beaucoup d'interférences entre l'anaérobie et la force qui sont deux composantes primordiales du football. Elles entrent constamment en conflit. Il peut être suggéré que les footballeurs entraînés, suivant le raisonnement de Kraemer et al. (1995), sont capables de s'adapter à ces deux types d'entraînements simultanément. L'entraînement des facteurs de condition physique est intimement lié au football. En effet, l'endurance (anaérobie et aérobie) ainsi que les composantes de force sont présentes simultanément dans un effort en football, particulièrement lors des matchs (sauts, tackling, endurance). L'optique d'une adaptation différente de celle déjà connue à ces types d'efforts, ouvre de nombreuses perspectives pour le football et plus particulièrement pour les entraîneurs.

2.2 But et question de recherche concrète

La méthode 3/7 qui se rapproche de la force-endurance n'est peu ou pas étudiée dans la littérature. Il peut tout de même être supposé que l'amélioration des qualités de force engendre également des améliorations dans la détente verticale et en sprint puisque les deux composantes de forces se retrouvent dans la détente verticale et la performance en sprint.

L'objectif premier serait donc de tenter de déterminer les effets d'une telle méthode sur les performances en saut et sur les performances en vitesse d'un échantillon de footballeurs. Un intérêt non négligeable est qu'il s'agit d'une méthode facilement applicable par les entraîneurs et qui demanderait peu de temps dans les programmes d'entraînements. Ensuite, cela représenterait une possibilité pour les entraîneurs de développer les performances en saut et les performances en sprint des footballeurs, qui, faut-il le rappeler sont des composantes majeures de la performance dans ce sport. Le but principal de cette étude est de vérifier l'impact d'une méthode de force peu connue de la littérature sur la force maximale et la force-vitesse. D'après l'amélioration de ces composantes de condition physique, on peut observer une éventuelle amélioration des performances en sprint et des performances en saut des footballeurs. Des corrélations pourraient être observées entre les performances en vitesse et la force maximale par exemple. Une autre corrélation possible pourrait être issue de la relation entre la force maximale et les performances en sauts des footballeurs (détente verticale). Il est aussi envisageable d'examiner dans quelle mesure la charge utilisée est adaptée pour l'amélioration des capacités de force et de vitesse. Il n'existe pas de design de recherche prédéfini pour ce genre de méthode. Le fait d'en construire un fait donc office d'objectif supplémentaire, tout comme l'observation des effets de cette méthode sur le long terme.

Hypothèse 1 : La méthode 3/7 permet une amélioration de la force maximale isométrique des joueurs de football entre T1 et T2.

Hypothèse 2 : La méthode 3/7 permet une amélioration des performances en sprint et en saut (détente verticale) des joueurs de football entre T1 et T2.

Hypothèse 3 : Il y a une forte corrélation entre l'amélioration de la force maximale et de la performance en sprint.

Hypothèse 4 : Il y a une forte corrélation entre l'amélioration de la force maximale et des performances en sauts (détente verticale).

3 Méthode

3.1 Echantillon

C'est l'équipe de football des SR Delémont, évoluant en première ligue classique au sein du championnat suisse (considéré comme un niveau amateur), qui a servi de base pour l'échantillon de l'étude menée. Dans cette équipe, les données ont été récoltées pour 14 participants, tous les joueurs âgés de 22.9 ± 4.9 ans. Pour cette étude, les sujets effectuaient six semaines comme groupe contrôle (sans intervention) et ensuite une phase d'intervention de sept semaines. Huit sujets ($n=8$) ont participé à la totalité de l'étude. Toutes les positions spécifiques au football sont représentées dans l'échantillon. La recherche s'est déroulée durant la saison régulière du championnat de football; les joueurs effectuaient donc parallèlement leur charge d'entraînements habituelle. Cela correspond à 3-4 séances par semaines en plus d'un match par week-end. La plupart des joueurs avaient déjà les bases techniques pour les Loaded Squats. C'est en effet, un exercice qu'ils ont l'occasion d'effectuer en présaison. Il sied de préciser que les joueurs ont donné leur accord pour participer à cette étude en signant le formulaire de consentement (Annexes).

Table 1 : Caractéristiques de bases de l'échantillon ($n=14$)

| Sujet | Âge (ans) | Taille (cm) | Poids (kg) | Position du joueur |
|------------|-----------|-------------|------------|--------------------|
| 1 | 23.74 | 188 | 83.7 | Défenseur |
| 2 | 24.58 | 183 | 61.2 | Défenseur |
| 3 | 21.32 | 178 | 67.1 | Milieu |
| 4 | 23.38 | 175 | 69.4 | Défenseur |
| 5 | 19.42 | 174 | 64.4 | Milieu |
| 6 | 19.62 | 182 | 74.9 | Milieu |
| 7 | 16.98 | 173 | 68.1 | Milieu |
| 8 | 18.60 | 190 | 101.4 | Gardien |
| 9 | 35.75 | 174 | 81.1 | Défenseur |
| 10 | 23.77 | 178 | 75 | Attaquant |
| 11 | 19.12 | 193 | 84.1 | Défenseur |
| 12 | 20.12 | 176 | 67.6 | Milieu |
| 13 | 28.41 | 179 | 78.6 | Attaquant |
| 14 | 26.47 | 179 | 69 | Attaquant |
| Moyenne | 22.95 | 180.14 | 74.69 | |
| Ecart type | 4.91 | 6.31 | 10.52 | |

3.2 Procédures pour les tests

Lors du prétest, le but était de récolter des données sur les performances en sprint, sur les performances en sauts (détente verticale), ainsi que sur la force maximale isométrique en position de Squat. Durant ce test, les sujets effectuaient tout d'abord deux tests de vitesse. Le test d'Agility 505 et le test d'accélération sur 20m ou deux essais par personne étaient autorisés. Le meilleur essai était pris en compte.

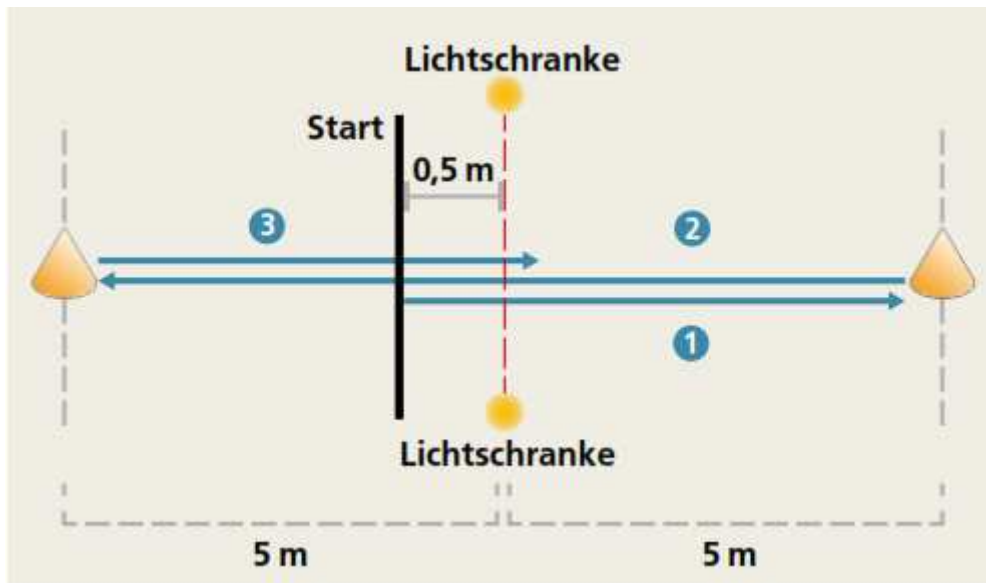


Figure 4 : Agility Test 505, (Sheppard & Young, (2006).

Après une pause d'environ 5-8min, les sauts étaient mesurés par l'appareil Opto jump (Microgate, Bolzano, Italy). Tous les sauts ont été effectués avec deux essais. Les joueurs réalisaient les sauts à la suite. Ainsi, ils commençaient par un saut de Countermovement Jump sans charge: seulement avec une barre en bois, pour faciliter la technique du saut. Pour ce saut, les joueurs avaient l'obligation de descendre jusqu'à une hauteur définie. La première hauteur est de 51cm et la deuxième de 59cm. Ainsi suivant la taille en cm du joueur il effectuait le saut à la hauteur correspondante.

Ensuite, les joueurs effectuaient les exercices en Squat Jumps jusqu'à leur hauteur définie. Les Squat Jumps étaient effectués avec la barre en bois (afin de favoriser la bonne réalisation de la technique), avec une charge de 15kg, 30kg et 45kg. Deux personnes s'occupaient de sécuriser l'exercice. La consigne était de sauter le plus haut possible avec une technique correcte (sans trop plier les genoux), pour éviter de fausser les résultats. Après 10 minutes de pause, les joueurs effectuaient le test de puissance développée avec l'appareil de mesure de la force isométrique maximale en position de Squat (90°-100°). Deux essais étaient effectués par personne avec une pause de 1-2min. Avant et après le test les joueurs donnaient une indication sur leur état de forme, selon l'échelle de Borg de 1-10 (Borg, 1980). La procédure était la même pour le prétest, le test intermédiaire et le posttest. A la fin du test intermédiaire, les sujets effectuaient déjà la première séance de la phase d'intervention.

Phase contrôle

C'est le même échantillon qui effectuait la phase comme groupe contrôle durant le prétest et la phase contrôle ($n=13$). Durant toute la durée de l'étude (13 semaines) le contenu d'entraînements était répertorié par un protocole (voir Table 2 : Exemple d'une séance répertorié dans le protocole). Ainsi les paramètres qui influençaient les performances en sprint et les performances en saut (détente verticale), comme l'endurance et l'entraînement de la vitesse, étaient enregistrés. De plus, la durée de chaque entraînement et des séances spécifiques était répertorié. Pour chaque entraînement, quatre sujets donnaient une indication de la charge subjective perçue (RPE=Rate of Perceived Exertion) durant l'entraînement (estimation de 1-10, selon l'échelle de Foster, 1997). Les quatre sujets étaient des joueurs de différentes positions sur le terrain. Ainsi, on retrouvait un attaquant, deux milieux de terrain et un défenseur. Il était important de mettre en évidence les différents rôles des joueurs pour identifier d'éventuelles différences.

Test intermédiaire

Le test intermédiaire se déroulait exactement de la même manière que le prétest, il était nécessaire pour marquer les différences entre le début et la fin de la phase contrôle. Il marquait également le début de la phase d'intervention. En comparant, le prétest et le test intermédiaire, il ne devait y avoir aucune différence significative, puisqu'aucune phase d'intervention spécifique n'a été mise en place durant cette période.

3.3 Phase d'intervention

L'échantillon pour la phase d'intervention était un groupe composé de 10 sujets ($n=10$) qui appliquaient la méthode 3/7 avec l'aide d'un exercice, le Loaded Squat (demi-squat à $\sim 90^\circ$) avec une charge initiale qui représentait 50kg. Pour la phase finale, les données qui ont pu être utilisées, étaient constituées d'un échantillon de huit personnes ($n=8$). La charge augmentait de 5kg après qu'un sujet ait réussi sa dernière contraction sans aide. L'exercice était composé de respectivement 3, 4, 5, 6, 7 répétitions. Une pause de 15 secondes entre les contractions était effectuée. Deux personnes étaient chargées de sécuriser l'exercice. Les sujets devaient terminer l'exercice en étant incapable de soulever une charge supplémentaire (jusqu'à épuisement).

Un expert était présent pour répertorier les données et encourager les sujets, puisque l'on sait que les exercices de force sont influencés par la motivation (Hollmann & Hettinger, 1990). Entre les pauses, les sujets étaient autorisés à demander de l'aide pour la mise en place de la barre sur des barres de soutien. Les joueurs bénéficiaient d'une ceinture de soutien pour pallier aux éventuels manque de stabilité. Les sujets devaient effectuer l'exercice en allant le plus bas possible et remonter ensuite avec la plus grande explosivité possible. Pour réaliser un compromis entre charge élevée et vitesse de mouvement (velocity). (Moss & al, 1997)

Des conseils techniques étaient prodigués par l'expert, afin d'éviter des fautes de positions qui pourraient engendrer d'éventuelles blessures, ainsi que pour respecter un angle compris entre 90° et 100° (demi-squat). À la demande de l'entraîneur, l'expert devait veiller à ne pas laisser un sujet participer à une séance s'il était blessé ou partiellement blessé. Évidemment, la phase d'intervention étant programmée durant le championnat, il fallait veiller à éviter un maximum les blessures. Après un effort de ce type, les sujets étaient capables de récupérer après 3-5min. Cependant ils pouvaient ressentir des courbatures lors des jours suivants. C'est pourquoi, les sujets étaient encouragés à faire des étirements et des massages afin de récupérer au plus vite. Pour effectuer un contrôle sur l'état de forme des joueurs, les valeurs sur l'échelle de Borg étaient systématiquement reportées pour les sujets. Par le biais d'un protocole, l'expert répertoriait les valeurs pour l'échelle de Borg avant les séances, immédiatement après et 48h après.

La phase d'intervention a duré sept semaines à raison de deux séances par semaine avec la méthode 3/7. A noter que, lors de la dernière semaine, une séance type et une séance de rattrapage a eu lieu pour maintenir un taux de présence aux entraînements supérieur à 80%. Comme évoqué précédemment, les sujets continuaient en parallèle leur saison de football. C'est un total de 13 séances qui ont été effectuées. Les sujets devaient participer à au moins 11 séances pour que les données soient utilisables. Une pause de 48h était observée entre les séances d'entraînements de la méthode 3/7. Pour la phase d'intervention l'état de fatigue subjective des sujets pour le bas du corps était pris en compte, à l'aide de l'échelle modifiée de Borg (Borg, 1980). Pour vérifier l'état de forme et l'impact de la méthode 3/7, la charge subjective était répertoriée également 48h après la séance. Pour chaque sujet la méthode s'appliquait avant l'entraînement. Cette séance, contenait un échauffement standardisé ainsi que l'exercice de demi-Squat. La durée totale de la séance est d'environ 45min. Par la suite, les sujets se rendaient sur le terrain de football pour suivre l'entraînement habituel.

Table 2 : Exemple d'une séance répertorié dans le protocole

| Séance 1 | Sujet | Poids (kg) | Charge (kg) | %BM | Borg/av | Borg/Apr. | Temps total (s) | TuT (s) |
|----------|---------|------------|-------------|-----|---------|-----------|-----------------|---------|
| | 1 | 61.2 | 50 | 82% | 4 | 8 | 117 | 57 |
| | 2 | 67.1 | 50 | 75% | 4 | 6 | 107 | 47 |
| | 3 | 74.9 | 50 | 67% | 3 | 6 | 123 | 63 |
| | 4 | 83.7 | 50 | 60% | 3 | 6 | 155 | 95 |
| | 5 | 68.1 | 50 | 73% | 3 | 6 | 134 | 74 |
| | 6 | 101.4 | 50 | 49% | 4 | 7 | 119 | 59 |
| | 7 | 75 | 50 | 67% | 3 | 7 | 111 | 51 |
| | 8 | 69.4 | 50 | 72% | 3 | 7 | 109 | 49 |
| | 9 | 64.4 | 50 | 78% | 5 | 7 | 122 | 62 |
| | 10 | 84.1 | 50 | 59% | 5 | 7 | 123 | 63 |
| | Moyenne | 74.93 | | | 3.7 | 7 | 122 | 62 |

Précisions. %BM = % de charge par rapport à la masse corporelle ; Borg/av. = valeurs de Borg avant exercice ; Borg/Apr. = Borg après l'exercice ; Temps total (s) = temps total de l'exercice avec pause ; TuT = Temps sous tension (n=10).

Ainsi pour chaque séance, la charge soulevée, le pourcentage de la masse corporelle (%BM), l'échelle de Borg, le temps total et le temps sous tension (TuT) étaient répertoriés.

3.4 Design de recherche

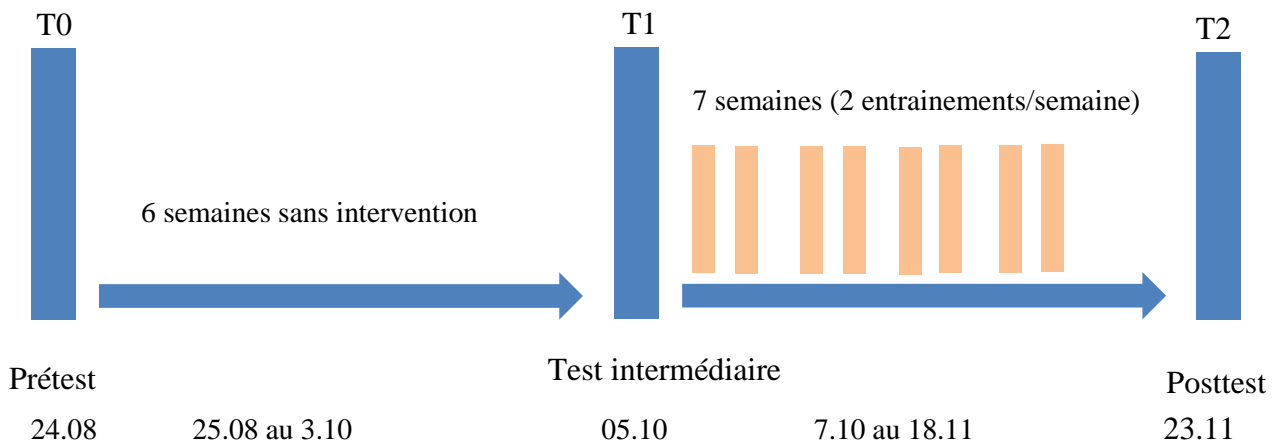


Figure 5 : Design de recherche

Pour résumer, un prétest était effectué avant la phase contrôle afin de déterminer les performances de chaque joueurs au départ de l'étude. Ce qui permettait, par la suite d'effectuer des comparaisons. Ensuite, pendant six semaines le groupe contrôle qui est identique à celui de la phase d'intervention, continuait de s'entraîner selon les charges habituelles pour eux (4 entraînements par semaine et un match par week-end). Après les six semaines de phase contrôle, un test intermédiaire, similaire au prétest, était effectué afin d'observer d'éventuels changements dans les résultats. À noter, qu'à ce moment-là, commençait la phase d'intervention. Elle se composait de l'exercice de la méthode 3/7 à raison de deux séances par semaine pendant sept semaines. A la fin des sept semaines d'intervention, les sujets étaient testés à nouveau de manière identique. L'objectif était d'observer les changements qui pourraient intervenir. Tout au long de l'étude (T0 à T2), le contenu d'entraînement était répertorié. De plus 4 joueurs estimaient la charge subjective perçue (RPE) pour chaque entraînement (Foster, 1997).

3.5 Les instruments et les paramètres

L'exercice qui a été choisi pour la méthode 3/7 était le Loaded Squat avec une position d'environ 90°. Il était effectué avec des poids et une barre olympique (T-100G, Eleiko, Halmstad, Sweden). Les consignes étaient d'effectuer l'exercice en allant le plus bas possible et de remonter avec la plus haute explosivité possible.

Un protocole était rempli pour les sept semaines d'intervention avec la durée de chaque séance, les estimations sur l'échelle de Borg, le temps sous tension (TuT), la charge soulevée et le pourcentage que représentait la charge par rapport à la masse corporelle du sujet.

Pour mesurer la puissance maximale développée, on a utilisé le test de force isométrique maximale en position Demi-Squat à environ 90°. Ainsi, les sujets effectuaient ce test avec la même position que celle recherchée pour la phase d'intervention. Les sujets devaient contrer une résistance, qui était donnée par la machine, ainsi on pouvait obtenir la force maximale isométrique en Newton (N) ou en N/kg pour la force maximale relative.

La mesure pour la force-vitesse et plus spécifiquement pour la hauteur des sauts était effectuée grâce à un Opto Jump (Microgate, Bolzan, Italy) pour les trois tests. Les sujets effectuaient des sauts avec leur propre poids du corps, avec 15kg, 30kg et 45kg pour les Squat jumps. Une mesure était également effectuée pour le Countermovement Jump sans charge externe. Cette machine prend en compte l'accélération du centre de masse et le temps de vol pour ainsi obtenir la hauteur du saut (cm). L'expert vérifiait le bon déroulement du test pour éviter qu'une mauvaise exécution technique vienne fausser les résultats.

Les performances en sprint étaient mesurées avec le 505 Sprint test (Agility) et avec le test de sprint 20m avec des cellules photo-électriques. Pour le test Agility 505, qui était effectué en salle, les sujets bénéficiaient de deux essais possibles. Les consignes étaient de toucher un cône avec les mains qui délimitait les distances. Afin de respecter la bonne récolte des données (précision). Pour le test de sprint 20m, les sujets débutaient le test en position statique. Le sujet commençait le test quand il était prêt et en position correcte. Pour ces deux tests, on obtenait des valeurs pour le temps total du test (en seconde). Les exercices de vitesse étaient effectués avant les tests des paramètres de force.

L'échelle modifiée de Borg (Borg, 1980) était utilisée pour estimer l'état de forme avant et après une séance. Ainsi, cette échelle est l'estimation subjective d'un sujet par rapport à la fatigue générale ressentie ou la fatigue d'un groupe musculaire (bas du corps). L'échelle qui était utilisée dans cette recherche, utilisait des valeurs comprises sur une échelle de 1-10.

L'échelle de Forster (Foster, 1997) était utilisée pour mesurer la charge perçue lors des entraînements (RPE) par les joueurs. Cette estimation a été faite pour la totalité de l'étude. Ainsi, quatre sujets étaient questionnés après chaque entraînement sur la charge ressentie sur une échelle de 1-10. Ensuite, la durée de l'entraînement, en minute, était répertoriée et multipliée par les valeurs entre 1-10 pour obtenir la Rate of Perceived Exertion (RPE). En complément, l'expert en collaboration avec l'entraîneur, récoltait des données concernant l'entraînement spécifique influençant l'entraînement de la force. Par rapport à cela, l'expert inscrivait le temps (en minute) de chaque entraînement spécifique. Les entraînements spécifiques étaient divisés en plusieurs catégories; spécifique vitesse, spécifique endurance anaérobie, spécifique force, jour de match ou spécifique football.

3.6 Evaluation de la recherche et analyse statistique

L'évaluation a été faite en comparant l'évolution de la force maximale, force-vitesse (sauts) et la vitesse entre T0, T1 et T2 pour tous les joueurs. Tout d'abord les données ont été analysées pour voir si elles étaient normalement réparties à l'aide du QQ-Plot (voir répartition dans le chapitre Annexes). Pour comparer les données entre les tests, le Wilcoxon test pour les données non-paramétriques a été utilisé, puisque l'échantillon était faible ($n=8$) et que les données étaient non paramétrique. Il y avait une différence significative si $p < 0.05$.

Une corrélation permettrait de mettre en évidence si la méthode 3/7 améliorerait simultanément la force-vitesse et la force maximale. Plus généralement, les corrélations qui intervenaient entre les paramètres des tests. Le test pour les corrélations non paramétriques de Spearman-Rho (voir Annexes) a ainsi été utilisé. Pour les corrélations, c'est un échantillon de 14 sujets qui était à disposition ($n=14$). Les corrélations ont été utilisées pour mettre en relation les résultats des deux tests de vitesse (505 et 20m sprint). Les autres paramètres de l'étude ont également été.

Les performances lors des tests de sauts (détente verticale) et des sprints ont été analysées et corrélés avec les résultats qui étaient obtenus pour la force maximale et la force-vitesse. Des observations ont été faites concernant certaines différences entre la position qu'occupe un joueur sur le terrain. Un joueur plutôt défensif aura peut-être plus de qualités pour les sauts que certains autres joueurs sur le terrain.

4 Résultats

4.1 Réponse à l'hypothèse 1

Dans le tableau ci-dessous, les résultats concernant l'hypothèse 1 sont présentés. On retrouve les différences entre les tests pour les paramètres de force maximale isométrique.

Table 3 : Différence entre les tests pour les paramètres de force maximale isométrique.

| Paramètres | Différence T0-T1 | Différence T1-T2 |
|--------------------------|------------------|------------------|
| Fmax_iso_Absolu (N) | .674 | .012* |
| Fmax_iso_Relative (N/kg) | .779 | .012* |

Précisions. *Fmax_iso Absolue (N)* : force maximale isométrique absolue ; *Fmax_iso_Relative (N/kg)* : force maximale isométrique relative ; *différence T0-T1* : différence entre le prétest et le test intermédiaire (phase contrôle) ; *différence T1-T2* : différence entre le test intermédiaire et le posttest (phase d'intervention). *le résultat est significatif ; le niveau significatif se situe ($p < .05$; $n=8$).

On remarque avec ce tableau que la première hypothèse est vérifiée puisqu'il y a une différence significative entre T1 et T2 pour les deux paramètres, force maximale isométrique absolue (.012) et relative (.012), (Figure 7 ; Figure 8.). Comme attendu, on ne remarque pas de différence significative entre T0 et T1. L'ensemble des résultats descriptifs pour l'ensemble des sujets sont disponibles en Annexes.

4.2 Réponse à l'hypothèse 2

Le tableau ci-dessous donne des indications sur l'évolution entre les tests pour les paramètres de vitesse et de saut.

Table 4 : Différence entre les tests pour les paramètres de vitesse et de sauts.

| Paramètres | Différence T0-T1 | Différence T1-T2 |
|-------------|------------------|------------------|
| Sprint 20m | .83 | .02* |
| Agility 505 | .26 | .12 |
| SJ | .77 | .26 |
| SJ15 | .32 | .02* |
| SJ30 | .40 | .02* |
| SJ45 | .01* | .44 |
| CJ | .77 | .36 |

Précisions. *Agility* : test 505 (stop and go); *SJbarre* : squat jump (sans charge) ; *SJ15* : squat jump 15kg ; *SJ30* : squat jump 30kg ; *SJ45* : squat jump 45kg ; *CJ* : countermovement jump (sans charge) *différence T0-T1* : différence entre le prétest et le test intermédiaire (phase contrôle) ; *différence T1-T2* : différence entre le test intermédiaire et le posttest (phase d'intervention. *le résultat est significatif ($p < .05$; $n=8$)).

La deuxième hypothèse est rejetée puisque la plupart des comparaisons ne sont pas significatives. On observe, dans le tableau ci-dessus, une différence significative entre T1-T2 pour le sprint 20m (.02), les Squats Jumps 15kg (.02) et les Squats Jumps 30kg (.02), (Figure 9, Figure 10, Figure 11). On remarque également que l'on obtient une valeur significative pour les Squats Jumps 45 kg entre T0 et T1 (voir annexes, Figure 26).

La figure ci-dessous montre l'amélioration en pourcentage et en moyenne pour l'ensemble des paramètres entre le test intermédiaire et le posttest. ($n=8$).

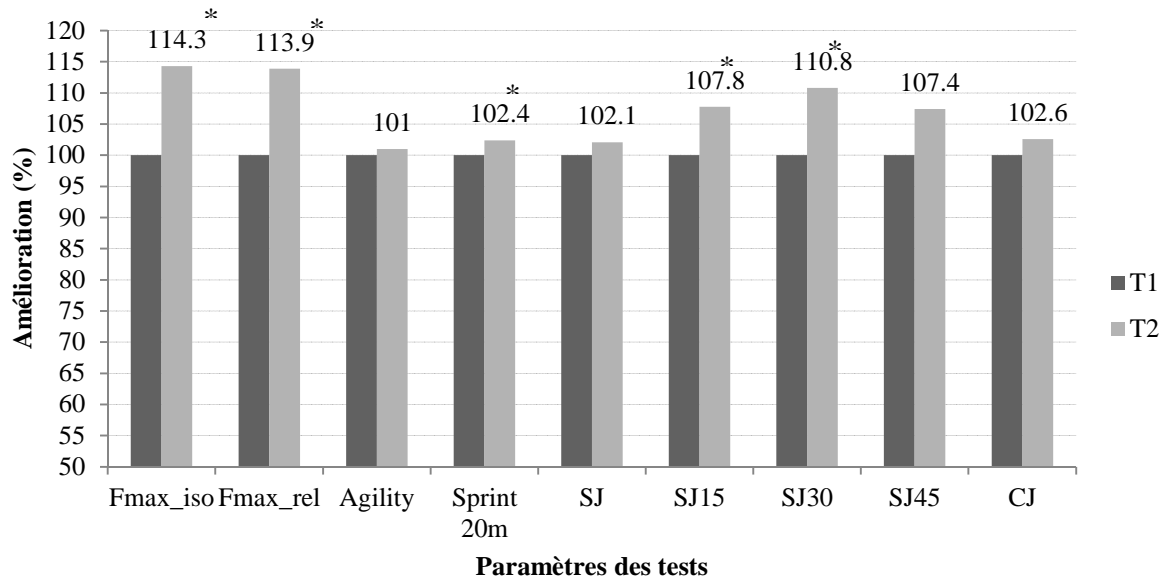


Figure 6 : Améliorations en % et en moyenne des paramètres des tests entre T1 et T2. *Différence significative ($p < .05$).

On observe sur ce graphique la progression en pourcentage et en moyenne des sujets ($n=8$) entre le test intermédiaire (T1) et le Posttest (T2). Cela représente la progression durant la phase d'intervention de sept semaines.

La figure ci-dessous démontre l'amélioration de la force maximale isométrique absolue entre le test intermédiaire et le posttest.

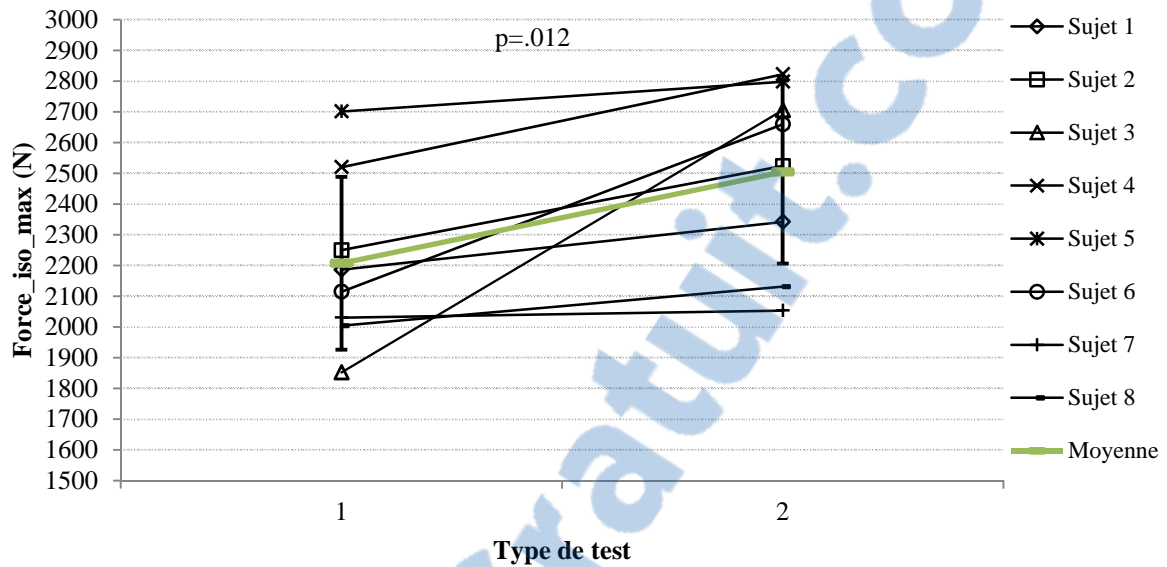


Figure 7 : Comparaison des résultats pour la force maximale isométrique entre T1 et T2. La moyenne ainsi que l'écart type sont représentés. ($n=8$)

On observe sur ce graphique que tous les sujets augmentent leur force maximale isométrique entre le test intermédiaire (T1) et le posttest (T2). Il y a une différence significative de $p=.012$.

La figure ci-dessous démontre l'amélioration de la force maximale isométrique relative entre le test intermédiaire et le posttest.

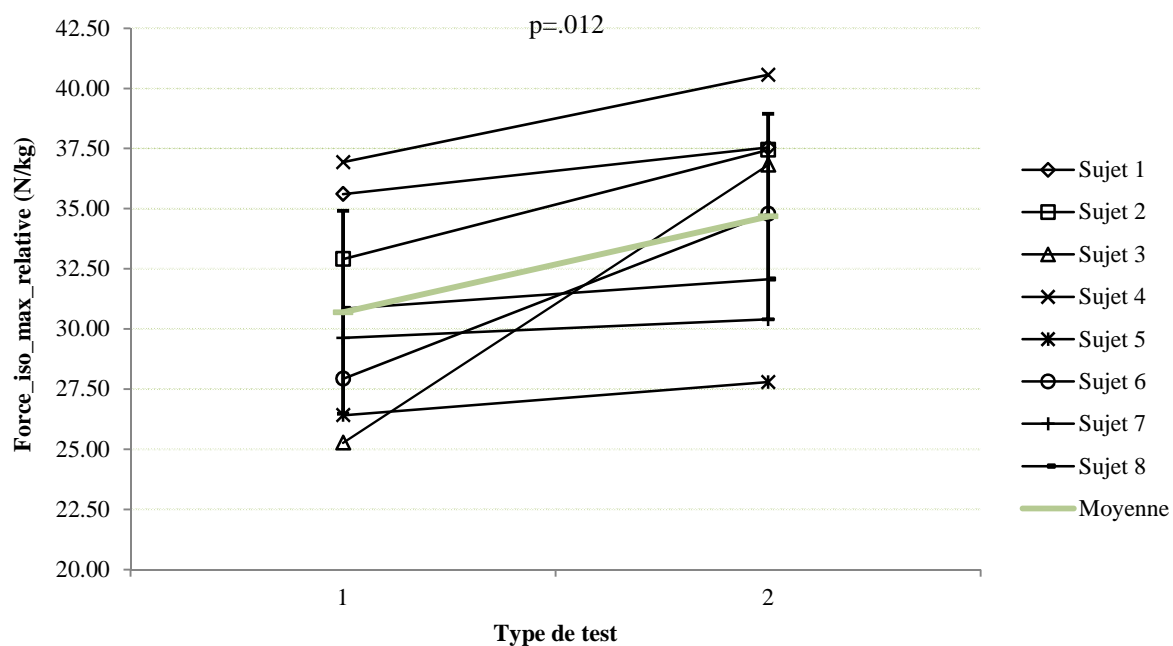


Figure 8 : Comparaison des résultats pour la force maximale relative. La moyenne ainsi que l'écart type sont représentés. ($n=8$).

On observe sur ce graphique que tous les sujets augmentent leur force maximale isométrique entre le test intermédiaire (T1) et le posttest (T2). Il y a une différence significative de $p=.012$.

Sur le graphique ci-dessous, on observe l'amélioration de la force maximale isométrique relative entre le test intermédiaire et le posttest

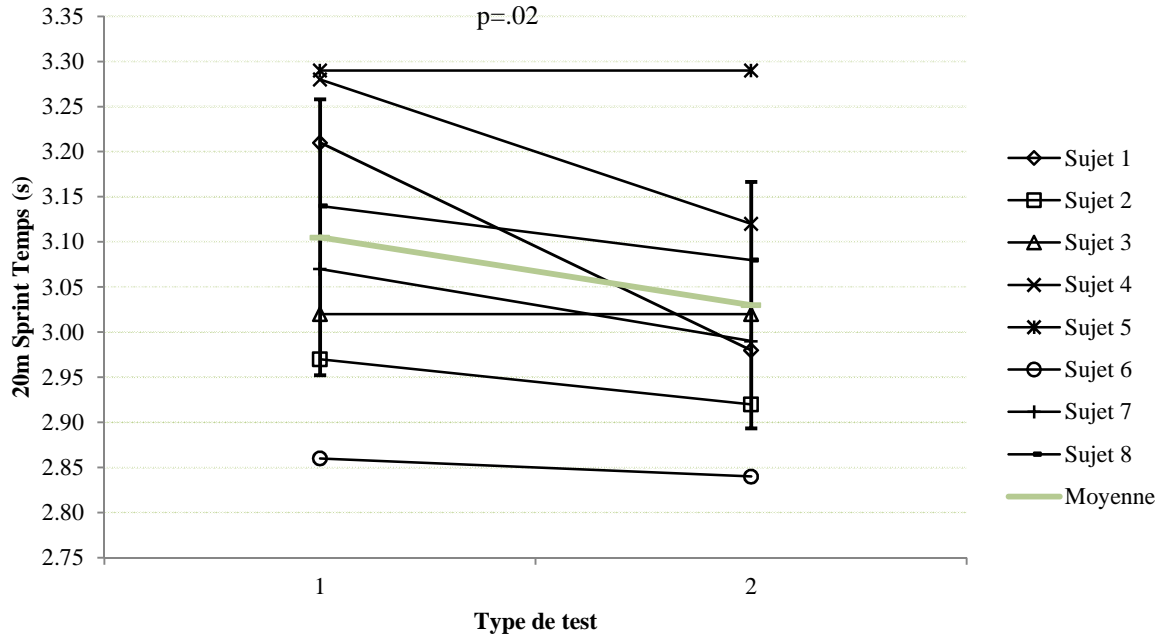


Figure 9 : Comparaison des résultats par sujet pour le test 20m sprint. La moyenne ainsi que l'écart type sont représentés. (n=8).

On remarque pour ce graphique qu'il y a une différence significative de $p=.02$ entre T1 et T2.

Comparaison des résultats par sujet pour les Squat Jumps avec une charge de 15kg entre le test intermédiaire (T1) et le Posttest (T2).

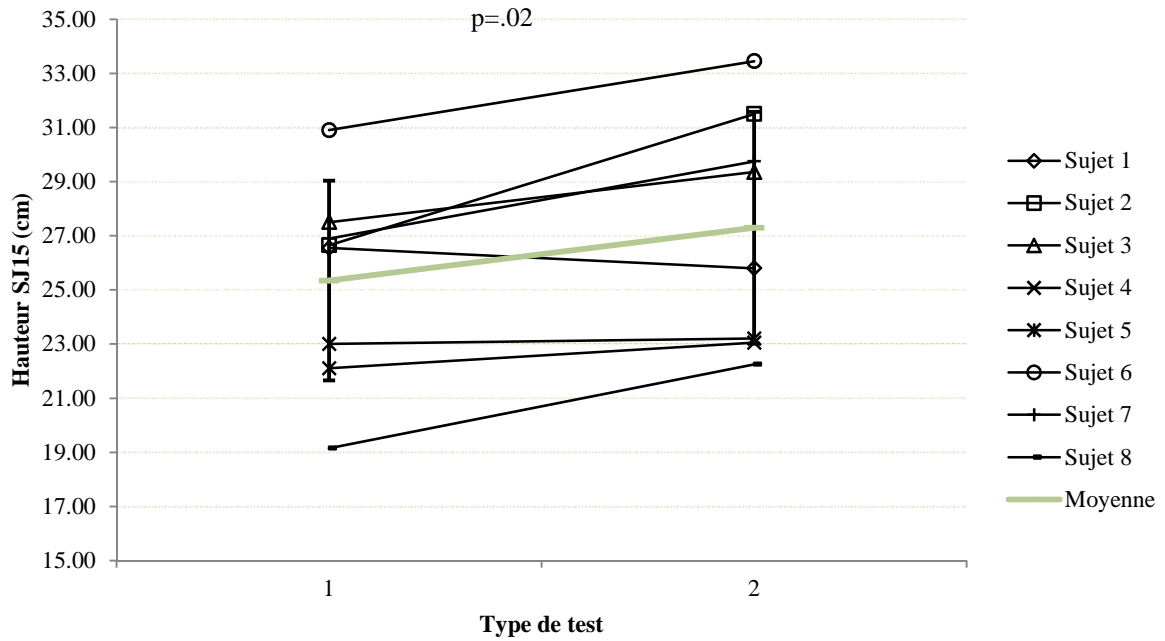


Figure 10 : Comparaison des résultats pour les Squat Jumps avec une charge de 15kg. La moyenne ainsi que l'écart type sont représentés. ($n=8$).

Par contre, pour les Squats Jumps avec 15kg on observe une amélioration et une différence significative ($p=.02$).

Ci-dessous une comparaison des résultats par sujet pour les Squat Jumps avec une charge de 30 kg entre le test intermédiaire (T1) et le Posttest (T2).

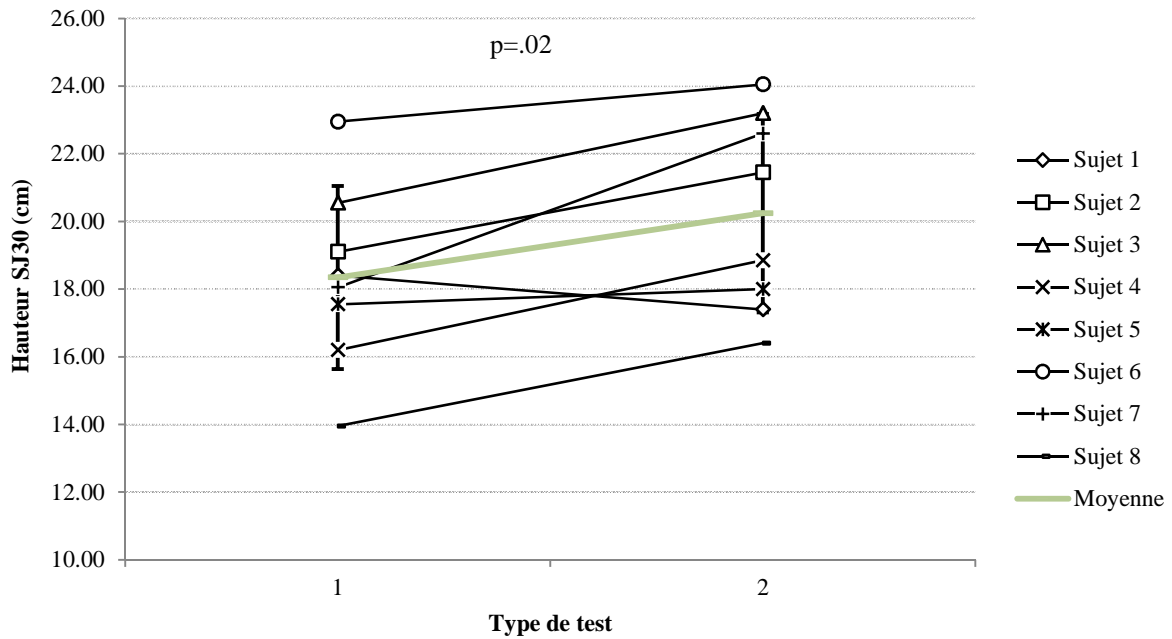


Figure 11 : Comparaison des résultats pour les Squat Jumps avec une charge de 30kg T1 et T2. La moyenne ainsi que l'écart type sont représentés. ($n=8$).

On observe également une différence significative pour les Squats Jumps avec 30kg entre T1 et T2 ($p=.02$).

4.3 Réponse à l'hypothèse 4

Le tableau ci-dessous donne des indications concernant l'hypothèse 4. Concernent la corrélation entre les paramètres de force maximale isométrique et les paramètres de saut.

Table 5 : Corrélation entre les paramètres de sauts et de force maximale pour le prétest.

| Paramètres de corrélation | Fmax_iso_Absolu (N) | Fmax_Iso_Rel (N/kg) |
|---------------------------|---------------------|---------------------|
| CJ | .02 | .28 |
| SJ | .35 | .37 |
| SJ15 | .35 | .19 |
| SJ30 | .69** | .31 |
| SJ45 | .67** | .02 |

Précisions. *Fmax_iso* : force maximale isométrique absolue (Newton), *Fmax_iso_rel*(N/kg) : force maximale isométrique relative (N/kg) ; *SJ* : squat jump (sans charge) ; *SJ15* :squat jump 15kg ; *SJ30* : squat jump 30kg ; *SJ45* : squat jump 45kg ; *CJ* : countermovement jump (sans charge). **Différence significative pour un niveau ($p < .01$). ($n = 14$).

On remarque dans ce tableau que la plupart des corrélations sont faibles et non significatives. C'est pourquoi l'hypothèse 4 est rejetée, puisque la plupart des paramètres de sauts ont une corrélation insuffisamment élevée avec les paramètres de force maximale. De manière intéressante, on constate tout de même une forte corrélation entre la force maximale isométrique absolue et Squat Jumps 30kg ($r = .69$) ainsi que pour les Squat Jumps 45kg ($r = .67$). Ces deux corrélations seront analysées plus bas dans le chapitre Discussion. Pour illustrer ces deux corrélations fortes et positives voir ci-dessous. Les résultats pour les autres corrélations sont dans le chapitre Annexes.

Le graphique ci-dessous démontre la corrélation la force maximale isométrique absolue et les Squats Jumps 30kg.

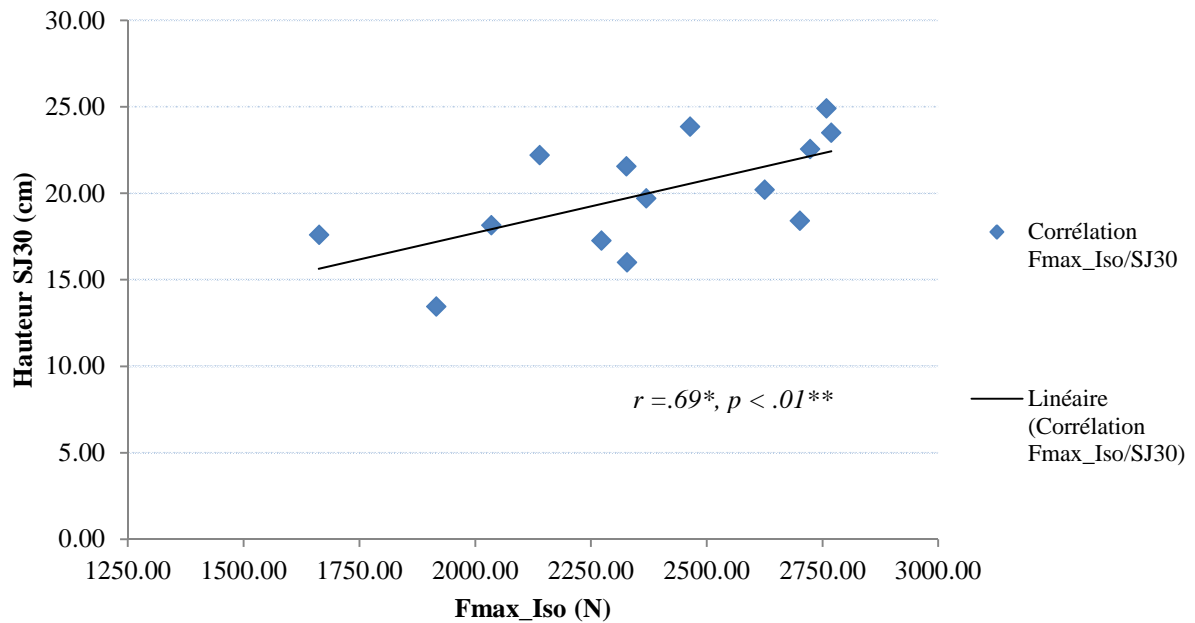


Figure 12 : Corrélation entre la Force maximale isométrique et la hauteur des Squat Jumps 30kg. Fmax_iso : force maximale isométrique absolue (Newton) ; SJ30 : squat jump 30kg ; *Forte corrélation ($r > .5$)

**Différence significative pour un niveau ($p < .01$). ($n = 14$).

Le graphique ci-dessous démontre la corrélation la force maximale isométrique absolue et les Squats Jumps 30kg.

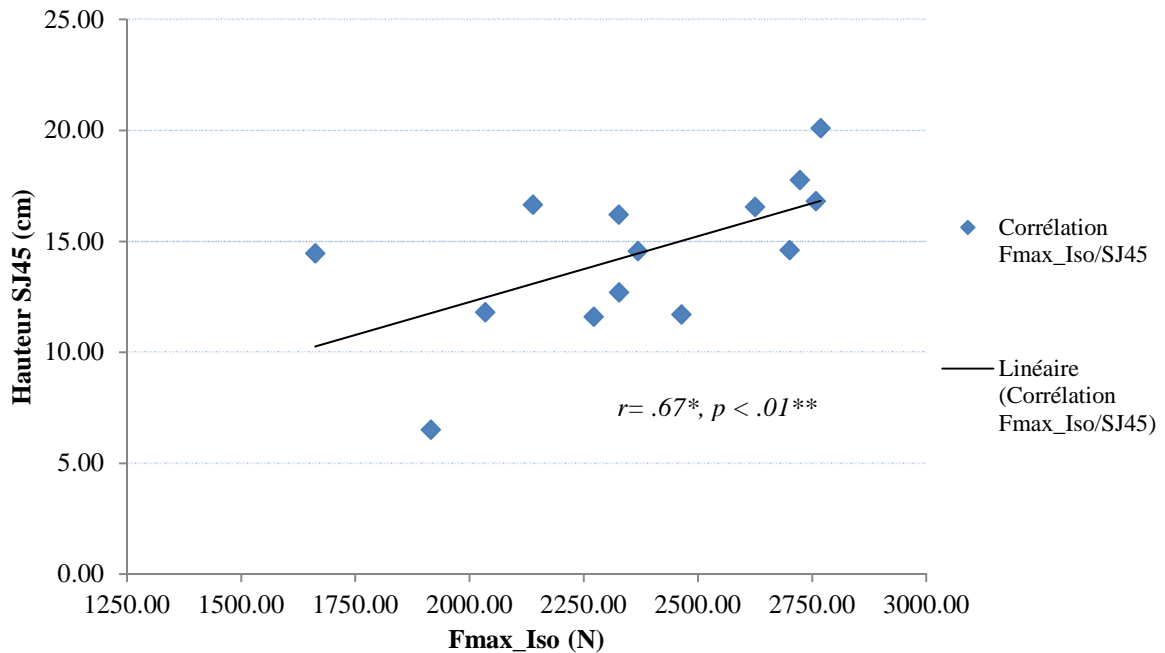


Figure 13 : Corrélation entre la Force maximale isométrique et la hauteur des Squat Jumps 45kg. Fmax_iso : force maximale isométrique absolue (Newton) ; SJ45 : squat jump 45kg ; *Forte corrélation ($r = >.5$) **Différence significative pour un niveau ($p < .01$). ($n = 14$).

4.4 Réponse à l'hypothèse 3

Le but de l'hypothèse 3 était de montrer une corrélation entre la force maximale isométrique et les performances en sprint. Les résultats pour ces corrélations sont mis en évidence ci-dessous.

Table 6 : Corrélation entre les paramètres de vitesse et de force maximale pour le prétest (T0)

| Paramètres de corrélation | Fmax_iso_Absolu (N) | Fmax_Iso_Rel (N/kg) |
|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Sprint 20m | -0.22 | -0.14 |
| Agility (505) | -0.24 | -0.12 |

Précisions. *Fmax_iso Absolue (N)* : force maximale isométrique absolue ; *Fmax_iso_Relative (N/kg)* : force maximale isométrique relative ; *Sprint 20m* ; *Agility* : test 5105 (stop and go); *Le résultat est significatif ; le niveau significatif se situe ($p < .05$); **Il y a une forte corrélation ($p > .5$), ($n = 14$).

On observe dans ce tableau de faibles corrélations entre les paramètres de vitesse et de force maximale. De plus, aucune différence significative n'a été remarquée. L'hypothèse 3 est de ce fait rejetée puisque les corrélations sont faibles et en dessous des valeurs significatives ($r > .5$).

Pour illustrer une de ces corrélations voir le graphique ci-dessous. Ce graphique montre la corrélation entre le test de sprint 20m et la force maximale isométrique absolue pour le prétest.

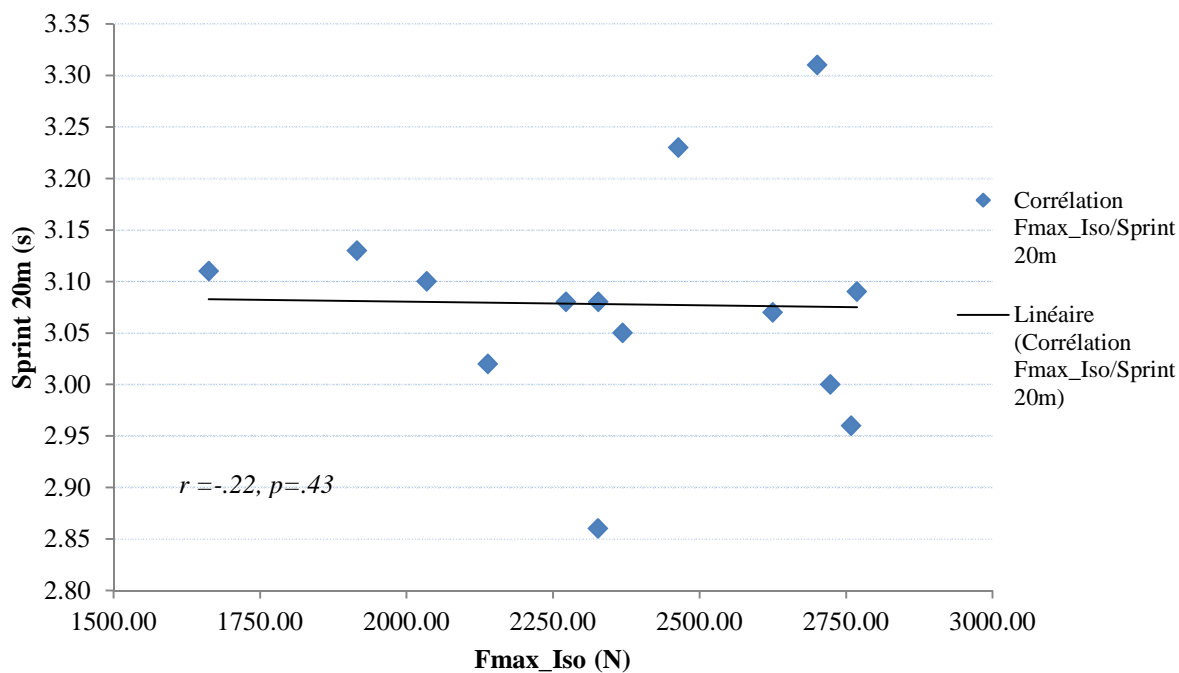


Figure 14 : Corrélation entre le test de sprint 20m et la force maximale isométrique pour le prétest (T0).
*Forte corrélation ($r > .5$). **Différence significative ($p < .05$). ($n = 14$).

Ce graphique est un exemple d'une corrélation entre la force maximale isométrique et le sprint 20m qui illustre les mauvaises corrélations observées entre les paramètres de vitesse (Agility 505 et Sprint 20m) et les paramètres de force maximale isométrique (absolue et relative).

4.5 Contenu et suivi d'entraînement

Le contenu d'entraînement a été répertorié pour identifier les influences qui peuvent interférer durant l'étude et plus précisément durant la phase d'intervention. Dans le tableau ci-dessous on observe les moyennes pour les paramètres répertoriés durant la phase d'intervention.

Table 7 : Moyennes des paramètres pour la totalité des séances

| | |
|------------------------------|-------|
| Charge (kg) | 97 |
| Avant Echelle de Borg (0-10) | 4 |
| Après Echelle de Borg (0-10) | 7 |
| Echelle de Borg 48h (0-10) | 3.3 |
| Temps total (s) | 131.1 |
| TuT (s) | 71.1 |

Précisions. Avant Echelle de Borg= valeurs de Borg avant exercice ; Après Echelle de Borg= Borg après l'exercice ; Temps total (s) = temps total de l'exercice avec pause ; TuT = Temps sous tension. (n=8).

On observe ci-dessous une répartition élevée d'unité d'entraînements se trouvant dans la zone 2. Ce qui est logique puisqu'en football les joueurs sont soumis principalement à des efforts de moyenne à haute intensité. Les entraînements du lundi étaient plus courts et donc de faible intensité (entraînement de récupération après les matchs). Tout comme les entraînements d'avant match qui était plus ou moins intensifs, mais de courte durée. Par contre le mardi et le mercredi, les séances d'entraînements étaient de haute intensité, c'est également des entraînements plus longs et qui se concentraient parfois sur des aspects de la condition physique.

Table 8 : Unité d'entraînements répartis par sujet et par zone d'entraînement de la Rate of Perceived Exertion (RPE).

| Sujet | Zone 1 | Zone 2 | Zone 3 | Total |
|----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| 1 | 16 | 20 | 11 | 47 |
| 2 | 15 | 19 | 17 | 51 |
| 3 | 8 | 28 | 15 | 51 |
| 4 | 23 | 20 | 7 | 50 |
| Moyenne | 15.5 | 21.7 | 12.5 | 49.7 |

Précisions. Zone 1= unité d'entraînement comprise dans un taux de 1-4 pour la Rate of Perceived Exertion (RPE) ; Zone 2 unité d'entraînement comprise dans un taux de 5-6 pour la RPE ; Zone unité d'entraînement comprise dans un taux de 7-10 pour la RPE.

On observe sur ce tableau ci-dessus la répartition des heures d'entraînements par zone d'intensité différente. La répartition des heures d'entraînements se retrouve principalement dans la zone 2. Les autres séances de la zone 3 (très difficile), sont moins nombreuses et avaient principalement lieu le mardi, le mercredi ou lors des matchs du weekend.

Table 9 : Heures d'entraînements répartis par sujet et par zone d'entraînement de la Rate of Perceived Exertion. (zone 1 (1-4), zone 2 (5-6), zone 3 (7-10)).

| Sujet | Zone 1 | Zone 2 | Zone 3 | Total |
|----------------|--------|--------|--------|-------|
| 1 | 11.8 | 27.4 | 14 | 53.6 |
| 2 | 13.9 | 26.4 | 25.4 | 65.7 |
| 3 | 6 | 38.3 | 20.7 | 65.1 |
| 4 | 25.5 | 27.2 | 8.4 | 61.2 |
| Moyenne | 14.3 | 29.8 | 17.1 | 61.4 |

Précisions. Zone 1= heures d'entraînements comprises dans un taux de 1-4 pour la Rate of Perceived Exertion (RPE) ; Zone 2= heures d'entraînements comprises dans un taux de 5-6 pour la RPE ; Zone 3= heures d'entraînements comprises dans un taux de 7-10 pour la RPE.

Ce tableau donne une indication de la répartition des différentes composantes de la condition physique durant toute la période de l'étude (13 semaines). On remarque que l'accent de l'entraînement durant la saison est fortement mis sur le « spécifique football », qui contient des exercices propre au football contenant des aspects technico-tactique et qui combine plusieurs aspects de condition physique. Les autres paramètres sont entraînés de manière spécifique et de manière indépendante du reste de l'entraînement. Comme par exemple la vitesse qui était travaillée spécifiquement environ une fois par semaine durant 10 minutes d'une séance d'entraînement. Il faut tenir compte de la présence des sprints qui sont présents durant les phases d'entraînements « spécifique football » ce qui contribue à l'entraînement des capacités de vitesse. La même chose pour les autres aspects de condition physique.

Table 10 : Type et contenu d'entraînements durant toute la durée de l'étude.

| Type de contenu | Temps effectif (h) |
|---------------------|--------------------|
| Vitesse | 1.4 |
| Anaérobie | 0.6 |
| Force | 0.75 |
| Spécifique Football | 48.1 |
| Match | 19.5 |

Précisions. Temps effectif (h) pour les paramètres spécifiques travaillés de manière spécifique durant la totalité de l'étude.

5 Discussion

Hypothèse 1

Selon notre échantillon, la méthode 3/7 améliorerait la force maximale des participants de manière significative ($p < 0.05$) entre T0 et T2. Cette hypothèse s'est vérifiée, comme attendu, il y a une progression entre T0-T2 aussi bien pour les valeurs de force maximale isométrique absolue que relative. Ainsi, on a obtenu une différence significative de ($p = .012$) pour ces deux paramètres en sept semaines de phase d'intervention. Ainsi la moyenne en pourcentage d'amélioration de ces deux paramètres est respectivement de 14.3% (force maximale isométrique absolue) et de 13,9% (force maximale isométrique relative). Ce qui équivaut à une évolution entre T1 et T2 de respectivement 2207.66 à 2504.74 (N) et de 30.69 à 34.68 (N/kg) et une différence significative ($p = .012$). En comparaison, Cormie et al. (2007), ont obtenu pour une durée de 6 semaines (9 entraînements) d'intervention avec des exercices de 3 séries de 3 Squats avec charge élevée (90% BM) et des Squat Jumps (poids du corps). Ainsi ils ont obtenus une progression de 2256 à 2423,4 (N) (augmentation moyenne de 7.4%) qui est significative.

Brito et al. (2014), ont également observé une amélioration de la force maximale (1RM) pour une intervention de neuf semaines (deux entraînements par semaine) où les athlètes effectuaient 6 répétitions à 85% de la 1RM tous les trois semaines, la charge était augmenté de 5% de 1RM. Ils ont obtenus une augmentation moyenne de 22.7% de la 1RM (136 à 167 kg). Helgerud et al. (2011) ont obtenus une amélioration de la 1RM de 51.7% (116-176kg) après seulement huit semaines d'intervention (deux entraînements par semaines). L'entraînement était un Half-Squat (90°) de quatre séries de quatre répétitions (1RM). Il faut rester prudent en comparant ces études puisque il est difficile d'avoir les mêmes durées d'intervention, charge et données.

De ce point de vue-là, il est possible de suggérer que l'entraînement avec des charges élevé pour les Squats ou Demi-Squat sont efficaces pour augmenter la 1RM ou la force maximale isométrique.

Hypothèse 2

Cette hypothèse a été rejetée par les résultats obtenus. Cependant on a remarqué une différence significative pour les performances en sprint pour le test de sprint 20m ($p = .02$). Ainsi que pour les Squats Jumps avec une charge de 15 kg (SJ15) et de 30 kg (SJ30), avec une différence significative ($p = .02$) pour les deux paramètres de sauts. Ces résultats corroborent ceux obtenus par Helgerud et al. (2011) après seulement huit semaines d'intervention (deux entraînements par semaines) pour le test de sprint 20m uniquement. L'entraînement était un Half-Squat (90°) de quatre séries de quatre répétitions (à 85% de 1RM). Ils ont également trouvés une différence significative entre le prétest et le posttest pour le Countermovement Jump. Pour la présente étude, aucune différence significative n'a été trouvée entre T1 et T2 pour les Squats Jumps et les Countermovement Jumps. Contrairement à d'autres études, qui elles ont trouvés des différences significatives pour l'un ou l'autre de ces deux paramètres. Par exemple, Chelly et al. (2009) ont observés une différence significative entre le prétest et le posttest pour les Squat Jumps (+10%, $p < .05$). Les sujets effectuaient un entraînement de force avec des charges représentant 80% à 90% de leur 1RM pendant huit semaines (deux entraînements par semaine), l'exercice était le back Half-Squat. Par contre aucune amélioration n'a été observée pour les Countermovement Jumps.

Les auteurs expliquent les mauvais résultats par le fait que les Countermovement Jumps doivent être combinés avec des exercices de sauts pour qu'il y ait une amélioration. Cependant comme observé plus haut Helgerud et al. (2011) n'effectuaient pas d'exercices de sauts en combinaison avec leur programme de force et ont tout de même augmenté les performances pour le Countermovement Jump. Il y a des divergences dans les résultats puisque les programmes d'entraînements, les charges ou encore les exercices diffèrent. Une explication pourrait être dans l'incapacité des fibres musculaires de type 2 à compenser les stimuli d'hypertrophie pour la force 1RM et les performances en puissance et qui suggère que les baisses de performances pour la force, la puissance et l'endurance pourraient être influencées par des différences d'adaptations des fibres musculaires (après 12 semaines) qui diffèrent des adaptations d'un entraînement spécifique (single mode), (Kraemer & al, 1995).

Le design de la présente étude avec des charges élevées ainsi que celle utilisée par Chelly et al. (2009) suggère que ces adaptations neuronales et plus spécifiquement que l'augmentation du taux de développement de la force évoqué par Schmidtbleicher, (1992) sont à l'origine de ces résultats. Ainsi les données pour les Squat Jumps et les Countermovement Jumps ne sont pas toujours significatives, car cet exercice requière certainement un plus grand temps d'adaptation. Ce qui expliquerait les différences significatives observées pour les Squat Jumps avec des charges plus élevées (SJ15kg et SJ30kg). Par contre, pour les Squat Jumps 45kg une différence significative a été observée entre T0 et T1. Cela peut être expliqué par une accoutumance à la charge et à l'exercice entre les deux tests, puisque les sujets n'étaient pas habitués à effectuer l'exercice avec une charge autant élevée. Par contre, aucune différence significative n'a été observée entre T1 et T2 pour les Squat Jumps 45kg. Il est envisageable que les adaptations évoquées plus haut n'aient pas eu le temps d'être mises en place. Une seconde possibilité étant simplement que la charge était trop importante.

Pour les performances en sprints et plus spécifiquement pour le test de sprint 20m, les résultats significatifs obtenus dans cette étude corroborent ceux obtenus par Helgerud et al. (2011) ; Wisløff et al. (2004) avec des exercices et charges similaires. De plus, Wisloff et al. (1998) ; Sleivert et Taingahue, (2005), il est accepté que les exercices de Squat et les exercices de sauts sont deux types d'exercices importants pour augmenter la force, la puissance et la vitesse du bas du corps.

Pour le test agility 505 aucune différence significative entre les tests n'a été observée. La même constatation ayant été faite par Alves et al. (2010). Cependant les sujets effectuaient trois sessions d'entraînements par semaine pendant deux semaines. Les exercices étaient répartis en neuf stations effectuées à 60% 1RM. La durée des tests étant plus courte que celui de la présente étude. Il est fort probable que pour constater une amélioration des performances à l'aide de ce test 505, un entraînement à plus long terme est nécessaire. Le fait de travailler à avec des charges élevées en maintenant une vitesse de mouvement (mouvements explosifs) pourrait améliorer la vitesse maximale et la force maximale (Toji & al, 1997).

Les mauvais résultats obtenus pour le test agility 505 peuvent aussi être expliqués par le fait que ce test est composé de nombreux changements de directions (avec accélération et décélération) ainsi la vitesse maximale ne peut être développée entièrement (phase d'accélération incomplète). Cela pourrait expliquer les meilleurs résultats obtenus pour le sprint 20m. Le design de la phase d'intervention n'est peut-être pas adapté à l'amélioration des qualités de vitesse pour les changements de directions. Il subsiste encore des divergences dans la littérature concernant la relation entre la force maximale et l'amélioration des performances en sprints. Mais en football, il est important de s'intéresser à la vitesse d'accélération et à la vitesse sur les premiers pas (Sleivert & Taingahue, 2005). Chelly et al. (2009) ont observés des améliorations et des différences significatives pour la vitesse sur les premiers, pour la vitesse sur les cinq premiers mètres et sur la vitesse maximale avec un entrainement de Back Half-Squat.

Hypothèse 3

Par rapport aux résultats obtenus pour l'étude de Helgerud et al. (2011) qui ont trouvé une corrélation entre la force maximale et les sprints 10m ($r = -.46$). Par contre malgré une différence significative pour le sprint 20m, aucune corrélation n'a été trouvée entre la force maximale et le sprint 20m. D'autres auteurs ont trouvés des corrélations pour ces paramètres, comme Wisløff et al. (2004), pour qui le 1RM a été corrélé fortement avec le sprint 10m ($r = .94$), 30m ($r = .71$) et le 10m shuttle run ($r = .68$).

Par rapport aux résultats ci-dessus une forte corrélation entre les paramètres de force maximale et de vitesse était attendue. L'hypothèse est rejetée, puisque l'on obtient de faible corrélation entre tous les paramètres. Cependant on peut évoquer une certaine tendance, puisque les corrélations entre la force maximale isométrique absolue et le sprint 20m et le test agility 505 atteignent respectivement ($r = -.22$ et $r = -.24$). Les corrélations pour la force maximale isométrique relative avec les performances en vitesse n'atteignent que ($r = -.14$ et $r = -.12$). D'après cela, on peut supposer que le design de recherche de la présente étude était différent et que la méthode utilisée (méthode 3/7) explique que de faibles corrélations aient été enregistrées. En effet, les tests entre les études étaient différents, puisque les deux études ci-dessus ont obtenus de fortes corrélations pour le test sprint 10m notamment. De plus, ces deux études ont corrélés des données entre les squats 1RM et les performances en sprint. Ce qui peut éventuellement engendrer des différences. Par contre, les trois études ont utilisés le même exercice (Half-Squat), mais les charges et le volume de la phase d'entraînement n'était pas les mêmes. En effet, Helgerud et al. (2011) effectuaient une phase d'intervention de huit semaines (deux entraînements/semaine) pendant la saison régulière avec un travail de 4x4 1RM. En plus, un travail en endurance était réalisé. Dans mon étude, la charge a été définie sans connaissance préalable ce qui peut être préjudiciable aux résultats.

Il faut rester prudent en comparant les études car d'une part le lien entre force maximale et les composantes en sprint est méconnu. D'une autre part, les exercices, le volume et la charge des phases d'intervention diffèrent entre les études. Il ne faut pas non plus oublier l'influence des entraînements de la saison régulière sur la phase d'intervention qui est difficiles à estimer.

Hypothèse 4

D'après la littérature existante on peut estimer raisonnablement qu'en augmentant la force de contraction du muscle on peut augmenter les performances des footballeurs pour les performances en saut (détente verticale) ainsi que pour les performances en sprint. Cependant, il y a peu de données concernant la relation entre la puissance et les composantes de force, telle que la force maximale isométrique des membres inférieurs ou la production de puissance pour des charges élevées pour des exercices comme les Squats avec des charges externes (Requena & al, 2009).

On ne remarque que des corrélations faibles ou inexistantes entre les paramètres de sauts et la force maximale isométrique relative. Par contre, on observe respectivement de fortes corrélations entre la force maximale isométrique absolue et les Squat Jumps 30kg et 45kg ($r = .69$ et $r = .67$). De manière surprenante, la corrélation augmente avec l'augmentation de la charge ($CJ = .02$; $SJ = .35$; $SJ15 = .35$; $SJ30 = .69$; $SJ45 = .67$). En comparaison, Requena et al. (2009), ont obtenus de forte corrélation entre la force maximale isométrique des extenseurs des genoux avec les Squat Jumps et les Countermovement Jumps ($r = .55$; $r = .57$). On observe une augmentation de la corrélation entre la valeur de puissance maximale (peak) et la puissance maximale lorsque la charge augmente. La plus élevée est obtenue avec 125% de masse corporelle (BM) pour un exercice de Half-Squat.

Les corrélations de mon étude corroborent l'existence d'adaptations neuronales évoquées ci-dessus, spécifique aux charges élevées et réalisés avec une vitesse de mouvement élevée (Kraemer & al, 1995). Cela suggère une adaptation différente des muscles et des paramètres de force notamment. Selon McBride et al. (2002), l'important est de réaliser les exercices de force-vitesse avec une vitesse de mouvement élevée. De plus, Lopez-Segovia et al. (2011) ont observés que la puissance développée avec un Full Squat avec charge externe de 70kg est proche du niveau moyen maximal de puissance et engendre des adaptations neuronales et musculaires directement reliés aux performances en sprint. Cependant, il subsiste encore beaucoup d'interrogations concernant ces adaptations et la relation entre la puissance et les composantes de force.

Forces et faiblesses de l'étude

La période n'était pas des plus adéquates pour avoir un échantillon important, puisque la totalité de l'étude se déroulait durant la saison régulière de football. De ce fait, certaines équipes n'auraient pas acceptés de participer à cette étude puisqu'elle demande tout de même un certain temps (2x/semaine avant l'entraînement). C'est pourquoi, le choix s'est porté sur le SR Delémont puisque c'est une équipe amateur, mais qui évolue tout de même à un niveau élevé. Ainsi, on pouvait raisonnablement estimer que l'équipe participerait. L'inconvénient majeur, étant que l'étude ait été réalisée pendant la saison régulière. Les joueurs étant plus absents du fait de leur amateurisme. Il fallait trouver un compromis qui permettrait par la suite d'avoir un échantillon nombreux. Ainsi l'échantillon pour le prétest (T0) était de 13 sujets ($n=13$), pour le test intermédiaire (T1) de 10 sujets ($n=10$) et pour le posttest (T2) de 9 sujets ($n=9$). Pour pouvoir comparer les tests (T0, T1 et T2) il fallait que les sujets soient présents aux trois tests ainsi qu'à la phase d'intervention pour pouvoir utiliser les données. Cela représentait au final plus que huit participants ($n=8$). En effet, beaucoup de sujets potentiels n'ont pas pu être pris en compte du fait de leur absence à un test, à une phase d'intervention ou alors du fait d'une blessure plus ou moins longue. C'est un paramètre externe à l'étude qui est difficile à contrôler, du fait justement de l'amateurisme de l'équipe et des exigences de l'étude. Il aurait été préférable de débiter avec un échantillon plus important, afin d'avoir un maximum de données possibles utilisables à la fin de l'étude. Dans le cas présent, le contingent était composé de seulement 18 joueurs ce qui est peu pour les exigences de cette étude et pour une équipe évoluant en première classique du championnat suisse. Il aurait été préférable d'effectuer une comparaison avec un prétest, suivi d'une phase d'intervention plus longue (pour maximiser les effets) et se terminant par un posttest. Ainsi, la phase d'intervention commencerait dès le début de la saison régulière jusqu'à la fin du tour.

Pour suivre le développement «on season» sur une plus longue durée. Il aurait ainsi été possible de comparer deux équipes évoluant dans le même championnat sur une même durée. Mais, il faudrait ensuite observer les influences des contenus d'entraînements qui peuvent fortement différer d'une équipe à l'autre. Pour les tests qui étaient effectués à Macolin, ils étaient adaptés aux besoins des footballeurs. Cependant, les tests ont été conduits en salle et donc sur un sol qui n'est pas la surface sur laquelle évoluent habituellement les joueurs de football. En effet, le fait de jouer sur un terrain sec où mouillé peut influencer les habitudes des joueurs et leurs capacités physiques. Pour les tests de cette étude, il faut également prendre en compte que les exercices de vitesse étaient effectués sur une surface légèrement glissante. Ainsi pour le test agility 505, les changements de directions, qui nécessitent des appuis forts, étaient ralentis.

Comme aucune donnée n'était existante concernant cette méthode d'entraînement, la phase d'intervention a été mise en place sans connaissances préalable. La durée de la phase d'intervention était de sept semaines, ce qui coïncidait avec la pause hivernale de la saison de football avec la fin du premier tour. C'est une durée assez courte pour une étude de ce type. Avec une phase d'intervention plus longue, on aurait pu avoir des résultats plus précis. Un minimum de deux séances par semaines a été planifié. Lors de la dernière semaine, une séance normale et une séance de rattrapage ont eu lieu pour conserver un taux de présence supérieur à 80%, afin que les données puissent être utilisées. Il aurait été intéressant de mesurer les effets sur un plus long terme et observer ainsi si des changements sur les paramètres intervenaient. En effet, certains paramètres requierent peut être des entraînements à plus long terme, pour observer des effets ou des améliorations.

Le choix de l'exercice était un point essentiel pour le design de l'étude. Par rapport à la littérature et aux résultats obtenus dans celle-ci, le choix s'est porté sur le Squat. Selon, Wisloff et al. (1998) ; Sleivert et Taingahue (2005), il est accepté que les exercices de Squat et les exercices de sauts sont deux types d'exercices importants pour augmenter la force, la puissance et la vitesse du bas du corps. C'est pourquoi le Squat a été choisi comme exercice pour la phase d'intervention. Plus précisément le Demi-Squat (~90-100°), puisque la plupart des joueurs manquaient de souplesse dans les muscles du bas du corps et ne pouvait donc pas soutenir la position du Full Squat. Une raison supplémentaire de ce choix est que la technique est moins exigeante pour le Demi-Squat et le risque de blessure est plus faible. De plus, la méthode d'entraînement de la force utilisée (méthode 3/7) demande le travail avec des charges élevées puisque l'exercice s'effectue jusqu'à l'épuisement. Ainsi, l'exercice était effectué avec une charge (Loaded Squat). Il restait à définir la charge en sachant que la 1RM des sujets n'étaient pas connus.

Baker (2001) a relevé que les valeurs du pic de puissance maximale (maximal peak power) sont observées à une charge d'environ 104% de masse corporelle (BM). L'étude de López-Segovia et al. (2011), montrait, elle 86% de masse corporelle. Les deux études décrites avaient des sujets avec peu d'expérience pour ce type d'exercice de résistance. Exactement comme l'échantillon de cette étude. Il y a cependant des divergences entre les études. Cependant, on peut raisonnablement supposer que cela se passe de la même manière pour les Demi-Squats. Certaines études ont démontré qu'il est important de travailler avec une charge optimale pour être plus efficace dans l'amélioration des performances athlétiques dynamiques (sauts, sprints et agility test) et la production maximale de puissance (maximal power output) (Häikkinen & al, 1985).

Selon, Kaneko et al. (1983), l'entraînement utilisant des charges de haute intensité permet d'améliorer la «maximal force output». De plus en augmentant la force maximale; la force générée à n'importe quelle vitesse donnée est améliorée après l'entraînement. Moss et al. (1997) ont reporté une forte corrélation entre force et «maximal power output». Cela supporte la théorie selon laquelle la «maximum force output» joue un rôle important pour les adaptations dues à l'entraînement, avec notamment, une amélioration de la production de puissance musculaire.

La méthode 3/7 est considérée au niveau scientifique, comme permettant de travailler la force-endurance, car l'effet métabolique est favorisé en comparaison aux effets mécaniques (Hegner, 2009). Les consignes de l'exercice étaient d'aller le plus bas possible avec la charge et de remonter de la manière la plus explosive possible. Ainsi, la charge de départ pour habituer les sujets (technique et effort) représentait environ 50% de leur masse corporelle. Mais, après une semaine d'intervention, cela représentait environ 80% de leur masse corporelle. À la fin de l'étude, après 7 semaines, les sujets avaient une charge qui représentait en moyenne de 128% de leur masse corporelle. Ainsi, on avait des charges élevées, avec forcément moins de vitesse dans la réalisation du mouvement. Peut-être que la charge était trop élevée et qu'il faudrait la diminuer légèrement pour rester avec une vitesse de mouvement supérieure.

Malgré certaines divergences sur la charge optimale évoquées plus haut dans la littérature, une charge élevée représentant ~80% de la masse corporelle (après une semaine d'intervention) a été choisi. Pour la définition de la charge, la vitesse de mouvement (velocity) est également importante. Il est important de combiner la force et la vitesse pour les exercices de Full Squats (adaptations neuronales), afin d'améliorer les performances en sprints (McBride & al, 2002).

López-Segovia et al. (2011), ajoutent que cette relation (combinaison force et vitesse de mouvement) suggère une certaine activation neuronale pour les charges proches de la masse corporelle du sujet et que la puissance maximale est plus reliée aux performances en sprints (les charges sont plus adaptées). Le «power output» produit par la charge spécifique (ici 70kg) est proche de la puissance moyenne maximale basée sur les principes d'entraînements théoriques et cela peut causer des adaptations neuronales et musculaires en relation avec les performances en sprints. (Baker, 2001). D'après ces informations on peut en déduire que le fait de définir la charge entre 90% et 110% de masse corporelle était un bon compromis entre charge élevée et vitesse de mouvement. Les performances en sprint 20m devaient logiquement être améliorées. Cependant, certains sujets à la fin de l'étude, effectuaient l'exercice avec une charge d'environ 140%, cela pose la question de savoir si cette charge n'était pas trop élevée, pour améliorer les performances en vitesse.

De plus, un entraînement de force avec un entraînement de puissance qui comprend des mouvements explosifs (haute vitesse) permettrait d'augmenter la vitesse max. (Toji & al, 1997). Harris et al. (2000) confirment dans leur étude que la combinaison de force-puissance avec une charge élevée (85% 1RM) est plus bénéfique pour la vitesse que des entraînements avec 30% 1RM de la force maximale isométrique. Il reste à définir plus précisément quelle type de charge est efficace pour cette méthode.

Concernant l'influence de l'entraînement parallèle des composantes de force et d'endurance, Kraemer et al. (1995) mettent en évidence que les effets de l'entraînement simultané de force et d'endurance sur des personnes entraînées engendrent une plus grande tolérance à maintenir des entraînements de haute intensité. De plus, l'incapacité des fibres musculaires de type 2 à compenser les stimuli d'hypertrophie pour la force 1RM et les performances en puissance, suggère que les baisses de performances pour la force, la puissance et l'endurance pourraient être influencées par des différences d'adaptations des fibres musculaires (après 12 semaines) qui diffèrent des adaptations d'un entraînement spécifique (single mode), (Kraemer & al, 1995). Cependant, le processus qui engendre ces différences n'est pour l'instant pas connu. En football, comme indiqué plus haut, il y a beaucoup d'interférences entre l'anaérobie et la force, qui sont deux composantes primordiales. Ces deux composantes de la performance en football entrent constamment en conflit. Dans cette étude, la phase d'intervention ne dure que sept semaines. Cette phase d'intervention est courte en comparaison avec l'étude de Kraemer et al. (1995) et n'est certainement pas assez importante pour engendrer des adaptations. Mais, on peut suggérer que les footballeurs entraînés, suivant le raisonnement de Kraemer et al. (1995), sont capables de s'adapter à ces deux types d'entraînements simultanément. L'entraînement des facteurs de conditions physiques sont très liés en football car l'endurance anaérobie, aérobie ainsi que les composantes de force interagissent dans un effort en football. Le protocole mis en place lors de cette étude est insuffisant pour identifier d'éventuels influences de l'entraînement des différentes capacités de condition physique en plus de l'intervention. Les interactions entre toutes les composantes de conditions physiques qui interagissent en football rendent une analyse complexe et basée sur des suppositions.

6 Conclusion

Le but de la présente étude était d'observer les effets de la méthode 3/7 pour les extrémités inférieures sur les performances en sprints et en sauts des joueurs de football. Cette méthode étant peu connue et peu utilisée, il était nécessaire de mettre au point un design de recherche sans beaucoup d'expériences préalable. Ainsi l'exercice et la charge ont dû être définis en lien avec la littérature existante. Les limites de cette étude reposent d'une part sur cette inexpérience, notamment pour la définition de la charge. Ainsi, la charge définie au départ de la phase d'intervention était trop faible et les joueurs n'étaient pas totalement épuisés à la fin de l'exercice. Il est également nécessaire de prendre en compte la courte durée de la phase d'intervention (sept semaines) comme critique de cette étude. Les sujets effectuaient cette méthode pendant la saison régulière, ce qui peut influencer les résultats de la phase d'intervention (impossible d'estimer l'impact des entraînements sur les données). L'une des autres limitations est que l'échantillon pris en compte, pour la plupart des données, n'était composé que de huit sujets ($n=8$).

Comme attendu, les composantes de force maximale isométrique (absolue et relative) ont été améliorées entre le test intermédiaire (T1) et le posttest (T2). Ce qui rejoint d'autres études avec un exercice similaire, par exemple Cormie et al. (2007) ou encore Helgerud et al. (2011). Sans surprise, les performances en sprint 20m ont été améliorées, ces résultats correspondent aux études similaires Helgerud et al. (2011) ; Wisløff et al. (2004). L'exercice mis en place, semble adapté aux améliorations de ces trois paramètres. Une amélioration significative a été observé pour les Squat jumps 15kg et 30kg. Pour les autres paramètres, des tendances d'améliorations ont également été observées, mais non significatives. Pour la corrélation entre les paramètres de force maximale isométrique et les paramètres de vitesse, des corrélations faibles voire inexistantes ont été observé. Le lien entre force maximale et vitesse reste encore méconnu. Pour la corrélation entre les paramètres de force maximale isométrique et les performances en sauts, on a obtenu une forte corrélation pour les Squat jumps 15kg, 30kg et 45kg. Ainsi la corrélation a tendance à augmenter avec des charges et une vitesse de mouvement plus importantes, ce qui suggère une adaptation neuronale et musculaire à ce genre d'effort. Cela rejoint les tendances observées par Kraemer et al. 1995.

7 Recommandations pour la suite

Le design de recherche de l'étude nécessite des améliorations pour maximiser les effets de la méthode 3/7. Notamment, au niveau de la définition de la charge et de la durée de l'intervention. Ainsi, peut être que certains paramètres nécessitent une plus grande phase d'intervention pour observer des améliorations (par exemple : agility 505).

Il reste beaucoup de zones d'ombres concernant la relation entre force maximale et la puissance avec les paramètres de vitesse. Il serait intéressant de combiner, ou de comparer cette méthode d'entraînement avec un entraînement de pliométrie. Car, cette méthode efficace en terme de temps pourrait être un moyen d'entraînement facilement applicable pour les entraîneurs de football et ouvre de nouvelles perspectives de méthodes d'entraînements.

Les tendances observées, pour la corrélation entre les composantes de force maximale et les Squat Jumps avec charge, ouvrent la porte à de nouveaux points de recherche concernant les adaptations neuronales et musculaires. Cela suggère l'entraînement conjoint de deux composantes de condition physique de manière simultanée en combinant charge élevée et vitesse de mouvement (explosivité). Cela diffère des méthodes d'entraînements traditionnelles qui mettaient l'accent sur l'entraînement spécifique (single mode). Comme évoqué par Kraemer et al. (1995).

8 Bibliographie

- Alves, J. M. V. M., Rebelo, A. N., Abrantes, C. & Sampaio, J. (2010). Short-term effects of complex and contrast training in soccer players vertical jump, sprint, and agility abilities. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 936-941.
- Baker D. (2001) Comparison of upper-body strength and power between professional and college-aged rugby players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 15, 30-35.
- Bangsbo, J., Nørregaard, L. & Thorsoe, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 16(2), 110-116.
- Bangsbo, J., Mohr, M. & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sport Sciences*, 24(07), 665-674.
- Borg, G. A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparisons. In. *Proceeding of the 22nd International Congress of Psychology*. Leipzig : VEB Deutscher Verlag ; 1980. (In press).
- Brito, J., Vasconcellos, F., Oliveira, J., Krstrup, P. & Rebelo, A. (2014). Short-term performance effects of three different low-volume strength-training programmes in college male soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 40(1), 121-128.
- Bührle, M. & Schmidtbleicher, D. (1977) Der Einfluss von Maximalkrafttraining auf die Bewegungsschnelligkeit (The influence of maximum strength training on movement velocity). *Leistungssport*; 7, 3-10.

- Chelly, M. S., Fathloun, M., Cherif, N., Amar, M. B., Tabka, Z. & Van Praagh, E. (2009). Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(8), 2241-2249.
- Cormie, P., McCaulley, G. O. & McBride, J. M. (2007). Power versus strength-power jump squat training: influence on the load-power relationship. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(6), 996.
- Cronin J. B. & Hansen K. T. (2005). Strength and power predictors of sport speed. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 19, 349-357.
- Edgerton, V. R. (1978). Mammalian muscle fiber types and their adaptability. *American Zoologist*, 18(1), 113-125.
- Foster, C. (1997). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 30, 1164-1168.
- Häkkinen, K., Komi, P. V. & Alen, M. (1985) Effective of explosive type strength training on isometric force and relaxation time, electromyography and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. *Acta Physiologica Scandinavia*, 125, 587–600.
- Harris, G. R., Stone, M. H., O'Bryant, H. S., Proulx, C, M. & Johnson, R. L. (2000). Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 14, 14–20.
- Hegner, J. (2009). *Training fundiert erklärt: Handbuch der Trainingslehre*. Ingold Verlag.
- Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O. J. & Hoff, J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *International journal of Sports Medicine*, 32(9), 677.
- Hoff, J. & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players. *Sports Medicine*, 34(3), 165-180.

- Hollmann, W. & Hettinger, T. (1990). *Sportmedizin: Arbeits- und Trainingsgrundlagen; mit 79 Tabellen*. Schattauer.
- Kaneko, M., T. Fuchimoto, H., Toji. & Suei, K. (1983). Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 5, 50-55.
- Kraemer W. J., Patton J. F., Gordon S. E., Harman E. A., Deschenes M. R., Reynolds K., Newton R. U., Triplett T. & Dziados E. (1995) Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *Journal of Applied Physiology*; 78, 976-989.
- Kraemer, W. J. & Fleck, S. J. (2007). Optimizing strength training: designing nonlinear periodization workouts. *Human Kinetics*.
- López-Segovia, M., Marques, M., van den Tillaar, R. & González-Badillo, J. (2011). Relationships between vertical jump and full squat power outputs with sprint times in U21 soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 30, 135-144.
- McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A. & Newton, R. U. (2002). The effect of heavy-vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(1), 75-82.
- 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, 439-449.
- Moss, B. M., Refsnes, P. E., Ablidgaard, A., Nicolaysen, k. & Jensen, J. (1997) Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. *European Journal of Applied Physiology*, 75, 193-199.

- Nelson A. G., Arnall D. A., Loy S. F., Silvester L. J. & Conlee R. K. (1990) Consequences of combining strength and endurance regimens. *Physical Therapy*, 70, 287-294.
- Requena, B., González-Badillo, J. J., de Villareal, E. S. S., Erelino, J., García, I., Gapeyeva, H. & Pääsuke, M. (2009). Functional performance, maximal strength, and power characteristics in isometric and dynamic actions of lower extremities in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1391-1401.
- Schmidtbleicher, D. (1992). Training for power events. *Strength and power in sport*, 1, 381-395.
- Sheppard, J.M. & Young, W.B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932.
- Sleivert G. & Taingahue M. (2005). The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *European Journal of Applied Physiology*; 91, 46-53.
- Toji, H., K. Sueti. & Kaneko, M. (1997). Effects of combined training loads on relations among force, velocity, and power development. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 22, 328-336.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R. & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285-288.
- Wisloff U., Helgerud J. & Hoff J. (1998) Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine & Sciences in Sports & Exercise*; 30, 462-467.

9 Déclaration personnelle

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

Lieu, date

Signature

10 Droits d'auteur

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

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

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

Date

Signature

11 Annexes

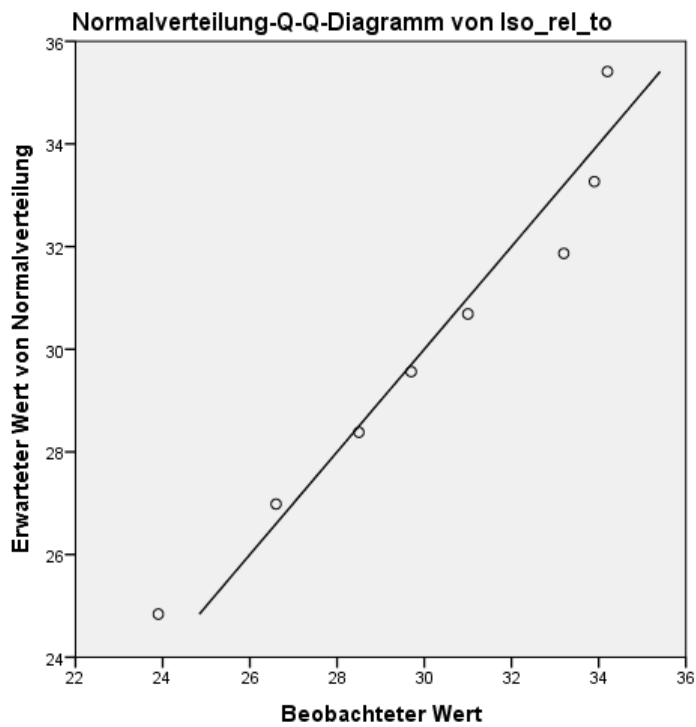


Figure 15 : Répartition normale non paramétrique pour la Force maximale Isométrique.

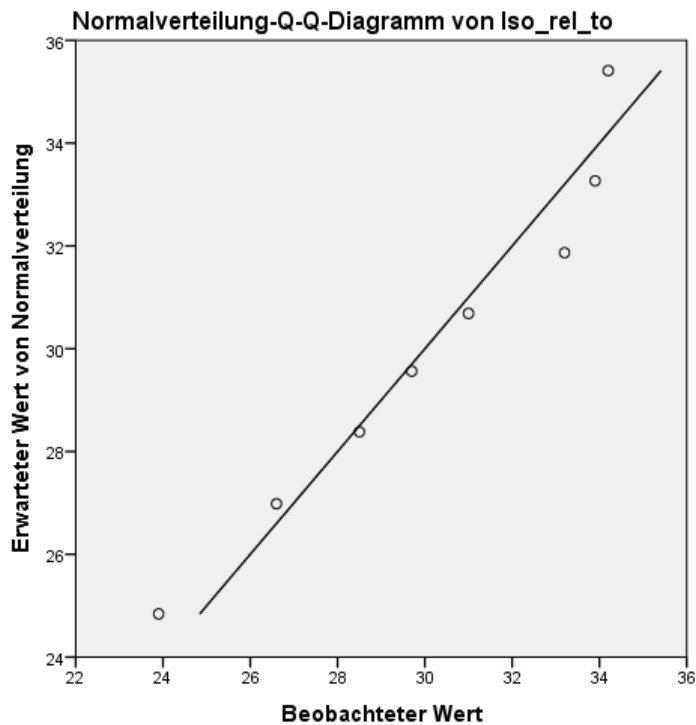


Figure 16 : Répartition normale non paramétrique pour la Force maximale Isométrique relative.

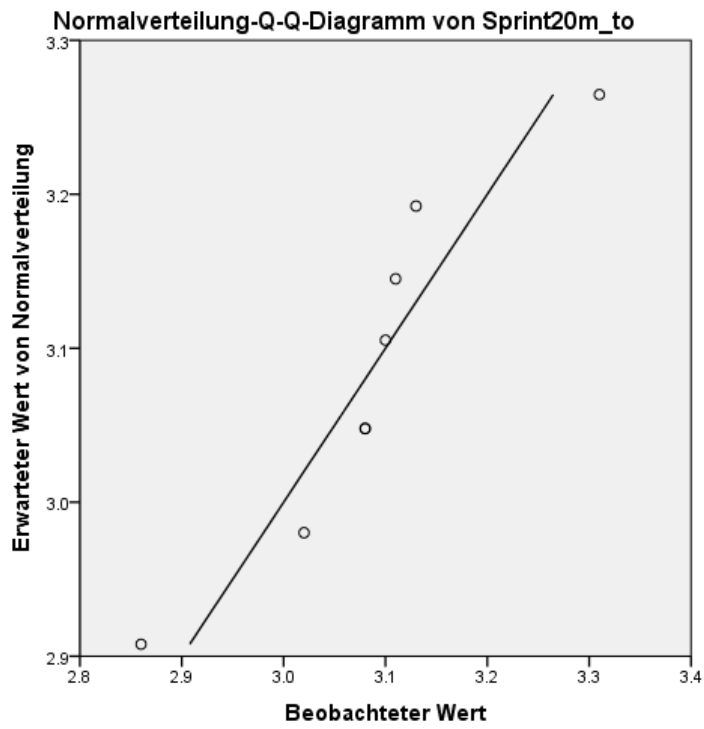


Figure 17 : Répartition normale non paramétrique pour le Sprint 20m

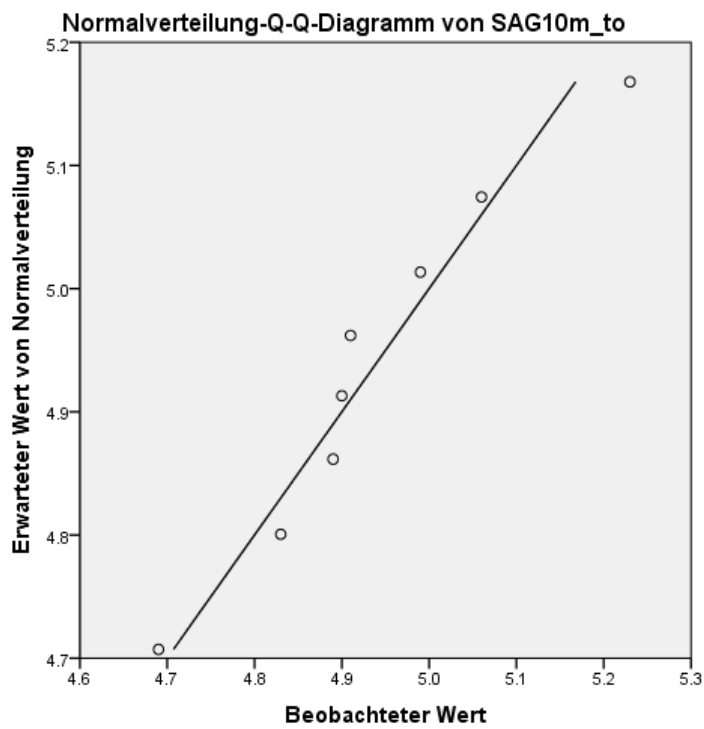


Figure 18 : Répartition normale non paramétrique pour le test Agility 505.

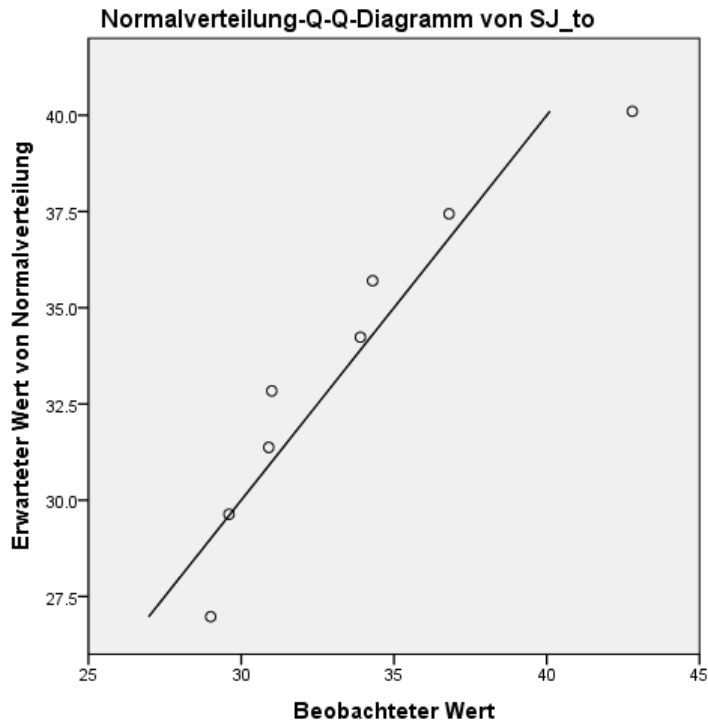


Figure 19 : Répartition normale non paramétrique pour les Squat Jumps

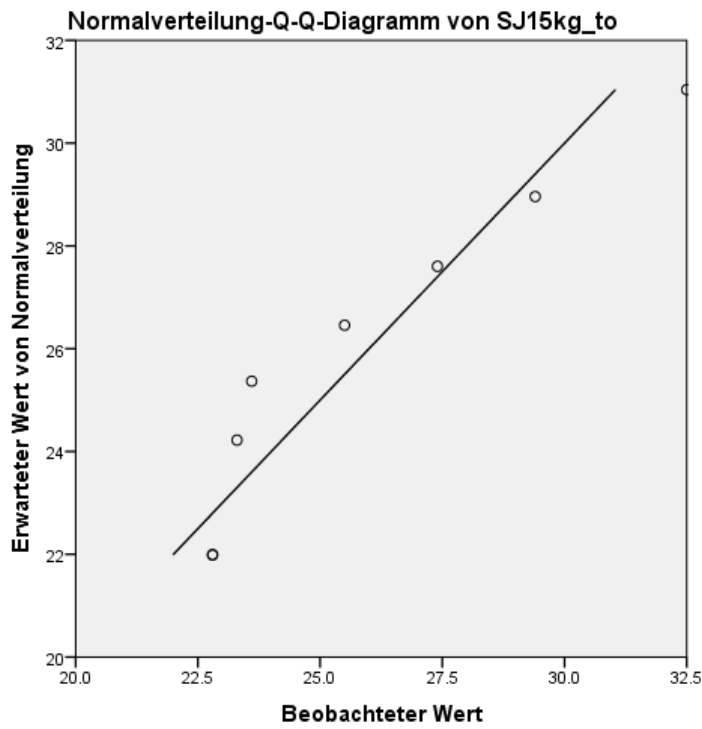


Figure 20 : Répartition normale non paramétrique pour les Squat Jumps 15kg.

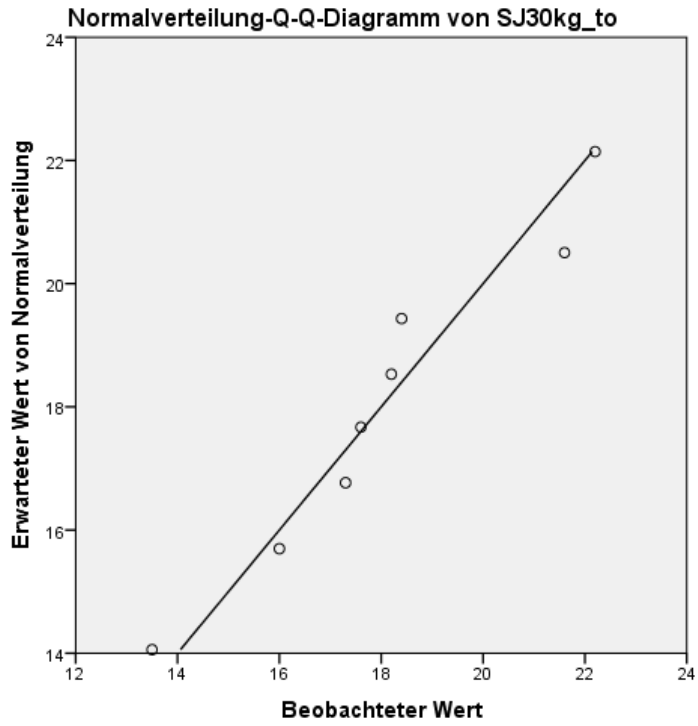


Figure 21 : Répartition normale non paramétrique pour les Squat Jumps 30kg.

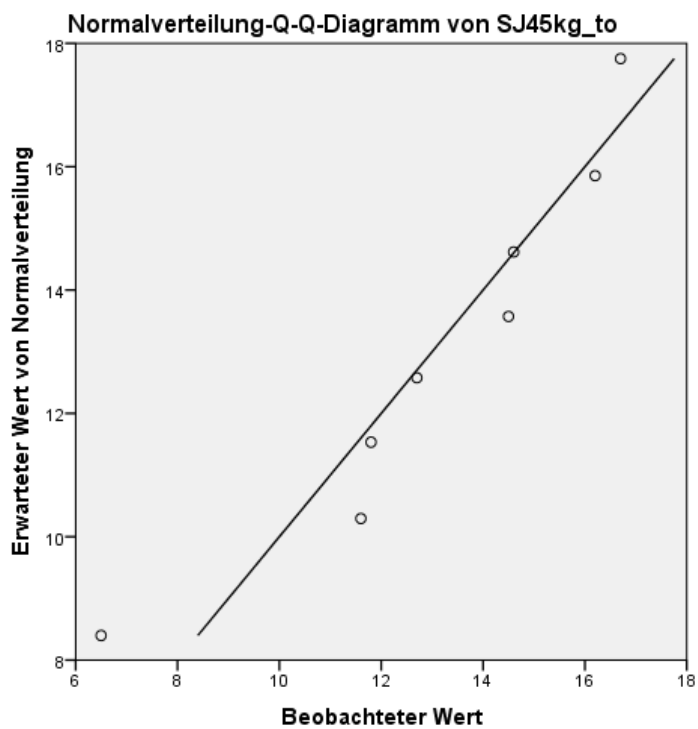


Figure 22 : Répartition normale non paramétrique pour les Squat Jumps 45kg.

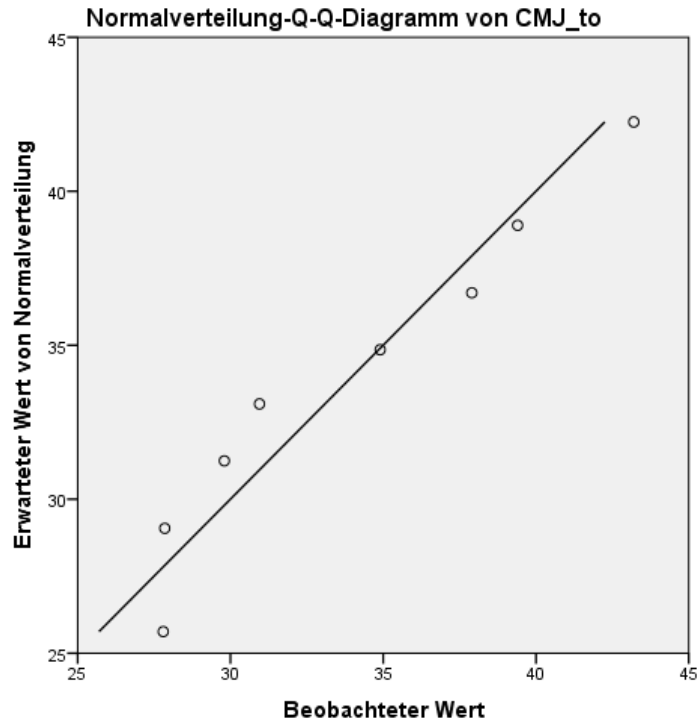


Figure 23 : Répartition normale non paramétrique pour les Contremouvement Jumps.

Table 11 : Résultats pour le prétest, test intermédiaire et posttest pour la vitesse et la force maximale

| Sujet | Sprint 20m (s) | | | Agility Test (s) | | | Fmax_iso (N) | | | Fmax_iso_rel (N/kg) | | |
|------------|----------------|------|-------|------------------|------|------|--------------|---------|----------|---------------------|-------|--------|
| | T0 | T1 | T2 | T0 | T1 | T2 | T0 | T1 | T2 | T0 | T1 | T2 |
| 1 | 3.10 | 3.21 | 2.98 | 4.99 | 4.87 | 4.72 | 2034.4 | 2186.66 | 2342.1 | 33.2 | 35.61 | 37.54 |
| 2 | 3.08 | 2.97 | 2.92 | 4.90 | 4.82 | 4.76 | 2272.1 | 2249.93 | 2524.3 | 33.9 | 32.90 | 37.44 |
| 3 | 3.02 | 3.02 | 3.02 | 4.89 | 4.94 | 4.93 | 2139.1 | 1852.49 | 2705.8 | 28.5 | 25.27 | 36.82 |
| 4 | 3.08 | 3.28 | 3.12 | 4.91 | 4.94 | 4.93 | 2327.5 | 2520.63 | 2822.3 | 34.2 | 36.93 | 40.56 |
| 5 | 3.31 | 3.29 | 3.29 | 5.23 | 5.27 | 5.07 | 2700.6 | 2701.61 | 2798.7 | 26.6 | 26.41 | 27.79 |
| 6 | 2.86 | 2.86 | 2.84 | 4.69 | 4.60 | 4.58 | 2326.5 | 2115.11 | 2659.9 | 31.0 | 27.93 | 34.79 |
| 7 | 3.11 | 3.07 | 2.99 | 5.06 | 4.89 | 5.05 | 1662.4 | 2030.74 | 2053.5 | 23.9 | 29.62 | 30.40 |
| 8 | 3.13 | 3.14 | 3.08 | 4.83 | 4.84 | 4.74 | 1915.7 | 2004.12 | 2131.4 | 29.7 | 30.85 | 32.07 |
| Moyenne | 3.09 | 3.11 | 3.03* | 4.94 | 4.90 | 4.85 | 2172.28 | 2207.66 | 2504.74* | 30.14 | 30.69 | 34.68* |
| Ecart type | 0.12 | 0.15 | 0.14 | 0.16 | 0.19 | 0.17 | 312.35 | 280.71 | 297.98 | 3.66 | 4.22 | 4.27 |

Précisions. *Agility test (test 505)* ; *Fmax_Iso : force maximale isométrique (Newton)*, *Fmax_Iso_rel(N/kg) : force maximale isométrique relative (N/kg)* ; *T0 :Prétest ; T1 : Test intermédiaire ; T2 :Posttest*. *Différence significative ($p < .05$).

Table 12 : Résultats pour le prétest, test intermédiaire et posttest pour les sauts (Squat Jump et Countermovement Jump)

| Sujet | SJ (cm) | | | SJ15 (cm) | | | SJ30 (cm) | | | SJ45 (cm) | | | CJ (cm) | | |
|------------|---------|-------|-------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|-----------|--------|-------|---------|-------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | T0 | T1 | T2 | T0 | T1 | T2 | T0 | T1 | T2 | T0 | T1 | T2 |
| 1 | 33.85 | 33.10 | 33.30 | 25.5 | 26.55 | 25.80 | 18.15 | 18.40 | 17.40 | 11.8 | 11.55 | 11.40 | 34.9 | 33.90 | 37.15 |
| 2 | 36.75 | 39.15 | 40.05 | 27.35 | 26.65 | 31.50 | 17.25 | 19.10 | 21.45 | 11.6 | 13.25 | 14.70 | 39.4 | 38.25 | 41.10 |
| 3 | 34.30 | 35.60 | 31.70 | 29.35 | 27.50 | 29.35 | 22.2 | 20.55 | 23.20 | 16.65 | 18.30 | 16.45 | 37.9 | 36.25 | 33.00 |
| 4 | 30.85 | 27.55 | 29.35 | 22.75 | 22.10 | 23.05 | 16 | 16.20 | 18.85 | 12.7 | 13.00 | 13.00 | 30.95 | 30.40 | 30.10 |
| 5 | 29.60 | 27.70 | 28.10 | 23.25 | 23.00 | 23.20 | 18.4 | 17.55 | 18.00 | 14.6 | 15.15 | 13.90 | 27.8 | 28.65 | 27.70 |
| 6 | 42.75 | 38.65 | 42.75 | 32.5 | 30.90 | 33.45 | 21.55 | 22.95 | 24.05 | 16.2 | 17.85 | 18.45 | 43.2 | 39.75 | 43.25 |
| 7 | 29.03 | 33.85 | 36.65 | 22.8 | 26.90 | 29.75 | 17.6 | 18.05 | 22.60 | 14.45 | 15.70 | 17.50 | 27.85 | 33.40 | 38.70 |
| 8 | 30.95 | 30.90 | 30.35 | 23.6 | 19.15 | 22.25 | 13.45 | 13.95 | 16.40 | 6.5 | 6.95 | 10.65 | 29.8 | 31.60 | 29.20 |
| Moyenne | 33.51 | 33.31 | 34.03 | 25.89 | 25.34 | 27.29* | 18.08 | 18.34 | 20.24* | 13.06 | 13.97* | 14.51 | 33.98 | 34.03 | 35.03 |
| Ecart type | 4.56 | 4.45 | 5.29 | 3.58 | 3.69 | 4.28 | 2.82 | 2.71 | 2.93 | 3.25 | 3.68 | 2.82 | 5.77 | 3.85 | 5.84 |

Précisions. *SJ : squat jump (sans charge)* ; *SJ15 : squat jump 15kg* ; *SJ30 : squat jump 30kg* ; *SJ45 : squat jump 45kg* ; *CJ : countermovement jump (sans charge)*. *Différence significative ($p < .05$).

Table 13 : Amélioration en pourcentage (%) des paramètres des tests entre T1 et T2

| Sujet | Fmax_Iso | Fmax_Iso_ rel | Agility | L20m | SJ | SJ15 | SJ30 | SJ45 | CJ |
|------------|----------|------------------|---------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| 1 | 7.1 | 5.4 | 3.1 | 7.2 | 0.6 | -2.8 | -5.4 | -1.3 | 9.6 |
| 2 | 12.2 | 13.8 | 1.2 | 1.7 | 2.3 | 18.2 | 12.3 | 10.9 | 7.5 |
| 3 | 46.1 | 45.7 | 0.2 | 0.0 | -11.0 | 6.7 | 12.9 | -10.1 | -9.0 |
| 4 | 12.0 | 9.8 | 0.2 | 4.9 | 6.5 | 4.3 | 16.4 | -0.0 | -1.0 |
| 5 | 3.6 | 5.2 | 3.8 | 0.0 | 1.4 | 0.9 | 2.6 | -8.3 | -3.3 |
| 6 | 25.8 | 24.6 | 0.4 | 0.7 | 10.6 | 8.3 | 4.8 | 3.4 | 8.8 |
| 7 | 1.1 | 2.6 | -3.3 | 2.6 | 8.3 | 10.6 | 25.2 | 11.5 | 15.9 |
| 8 | 6.4 | 4.0 | 2.1 | 1.9 | -1.8 | 16.2 | 17.6 | 53.2 | -7.6 |
| Moyenne | 14.3* | 13.9* | -1.0 | -2.4* | 2.1 | 7.8* | 10.8* | 7.4 | 2.6 |
| Ecart type | 14.9 | 14.7 | 2.2 | 2.5 | 6.7 | 7.2 | 9.7 | 20.1 | 9.0 |

Précisions. Agility test (test 5105); Fmax_iso : force maximale isométrique (Newton), Fmax_iso_rel(N/kg) : force maximale isométrique relative (N/kg); SJ : squat jump (sans charge); SJ15 :squat jump 15kg; SJ30 : squat jump 30kg; SJ45 : squat jump 45kg; CJ : countermovement jump (sans charge). T0 : Prétest ; T1 : Test intermédiaire ; T2 : Posttest. *Différence significative ($p < .05$). (n=8).

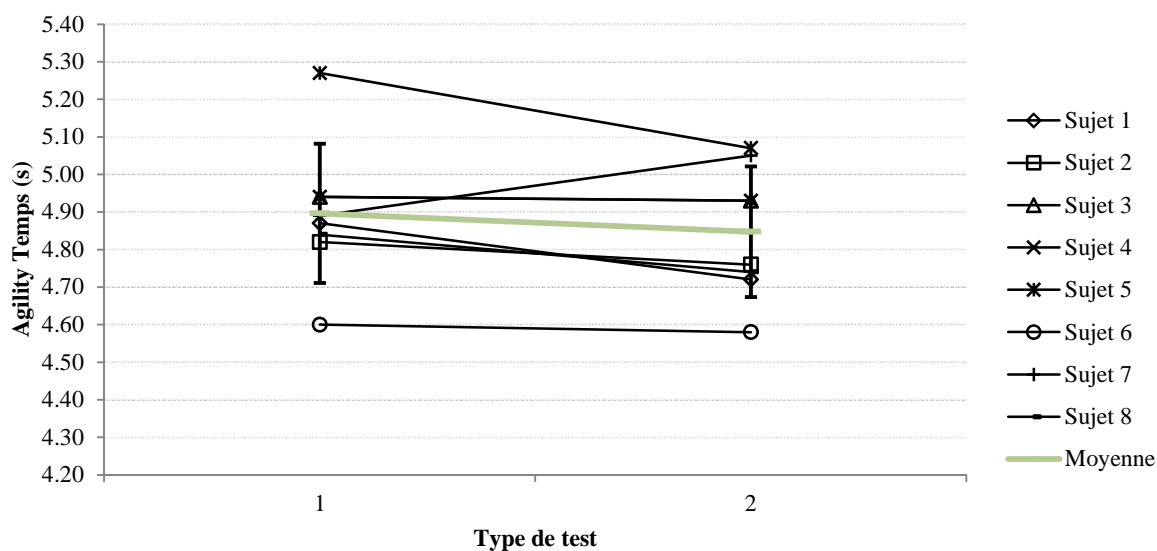


Figure 24 : Comparaison des résultats par sujet (n=8) pour le test d'agility (505) entre le test intermédiaire (T1) et le Posttest (T2). Différence significative ($p < .05$). La moyenne ainsi que l'écart type sont représentés.

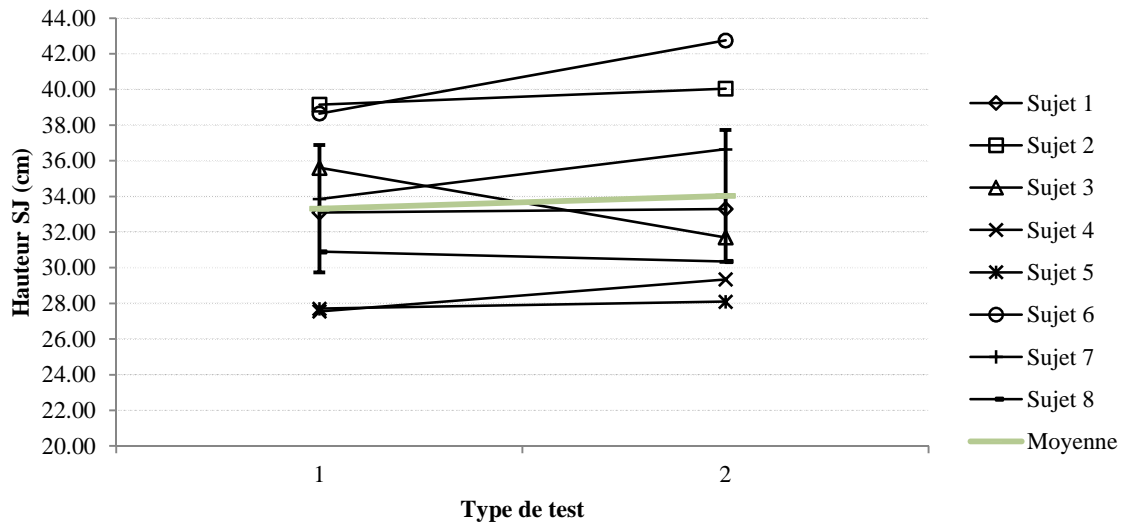


Figure 25 : Comparaison des résultats par sujet (n=8) pour les Squat Jumps entre le test intermédiaire (T1) et le Posttest (T2). Différence significative ($p < .05$). La moyenne ainsi que l'écart type sont représentés.

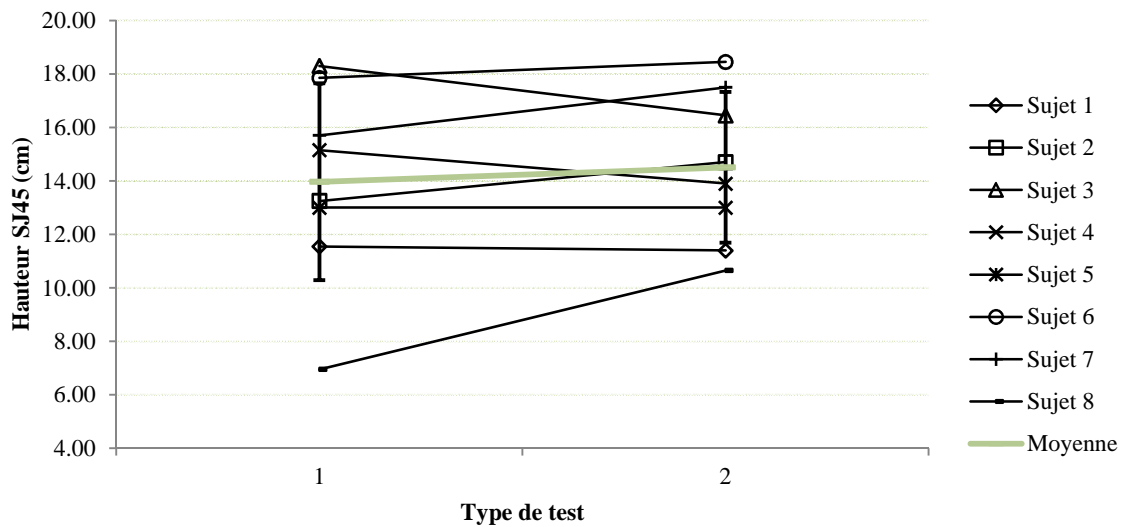


Figure 26 : Comparaison des résultats par sujet (n=8) pour les Squat Jumps avec une charge de 45kg entre le test intermédiaire (T1) et le Posttest (T2). Différence significative ($p < .05$). La moyenne ainsi que l'écart type sont représentés.

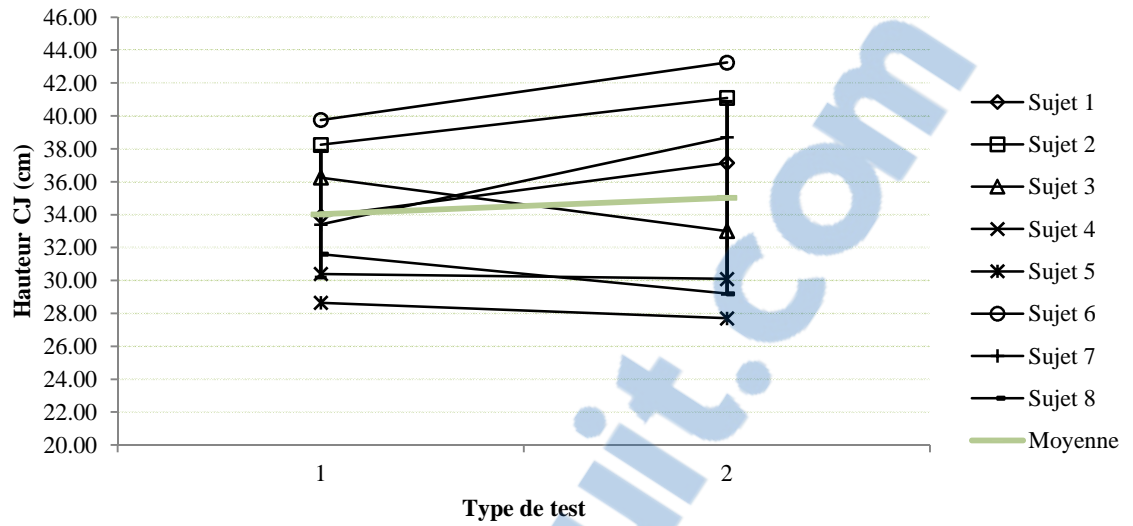


Figure 27 : Comparaison des résultats par sujet (n=8) pour le Countermovement Jump entre le test intermédiaire (T1) et le Posttest (T2). Différence significative ($p < .05$). La moyenne ainsi que l'écart type sont représentés.

Table 14 : Corrélations pour l'ensemble des paramètres pour le prétest

| Paramètre | Corrélation | Fmax_Iso _abs_to | Fmax_Iso _rel_to | Sprint20m _to | Agility 505_to | CMJ_to | SJ_to | SJ15_to | SJ30_to | SJ45_to |
|------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Fmax_Iso_to | Korrelationskoeffizient | 1.000 | .442 | -.227 | -.249 | .020 | .358 | .355 | .692** | .673** |
| | Sig. (2-seitig) | | .114 | .436 | .390 | .946 | .208 | .213 | .006 | .008 |
| Fmax_Iso_rel_to | Korrelationskoeffizient | .442 | 1.000 | -.143 | -.123 | .284 | .371 | .192 | .314 | .024 |
| | Sig. (2-seitig) | .114 | | .626 | .674 | .326 | .191 | .512 | .274 | .935 |
| Sprint20m_to | Korrelationskoeffizient | -.227 | -.143 | 1.000 | .602* | -.508 | -.484 | -.544* | -.396 | -.588* |
| | Sig. (2-seitig) | .436 | .626 | | .023 | .063 | .079 | .045 | .161 | .027 |
| Agility 505_to | Korrelationskoeffizient | -.249 | -.123 | .602* | 1.000 | -.355 | -.684** | -.609* | -.445 | -.291 |
| | Sig. (2-seitig) | .390 | .674 | .023 | | .213 | .007 | .021 | .110 | .312 |
| CJ_to | Korrelationskoeffizient | .020 | .284 | -.508 | -.355 | 1.000 | .771** | .733** | .262 | .180 |
| | Sig. (2-seitig) | .946 | .326 | .063 | .213 | | .001 | .003 | .366 | .537 |
| SJ_to | Korrelationskoeffizient | .358 | .371 | -.484 | -.684** | .771** | 1.000 | .749** | .490 | .222 |
| | Sig. (2-seitig) | .208 | .191 | .079 | .007 | .001 | | .002 | .075 | .445 |
| SJ15_to | Korrelationskoeffizient | .355 | .192 | -.544* | -.609* | .733** | .749** | 1.000 | .767** | .517 |
| | Sig. (2-seitig) | .213 | .512 | .045 | .021 | .003 | .002 | | .001 | .058 |
| SJ30_to | Korrelationskoeffizient | .692** | .314 | -.396 | -.445 | .262 | .490 | .767** | 1.000 | .704** |
| | Sig. (2-seitig) | .006 | .274 | .161 | .110 | .366 | .075 | .001 | | .005 |
| SJ45_to | Korrelationskoeffizient | .673** | .024 | -.588* | -.291 | .180 | .222 | .517 | .704** | 1.000 |
| | Sig. (2-seitig) | .008 | .935 | .027 | .312 | .537 | .445 | .058 | .005 | |

Précisions. ** Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (zweiseitig). * Korrelation ist bei Niveau 0,05 signifikant (zweiseitig). T0 = prétest. Agility test (test 505) ; Fmax_iso : force maximale isométrique (Newton), Fmax_iso_rel(N/kg) : force maximale isométrique relative (N/kg) ; SJ : squat jump (sans charge) ; SJ15 : squat jump 15kg ; SJ30 : squat jump 30kg ; SJ45 : squat jump 45kg ; CJ : countermovement jump (sans charge). T0 : Prétest ; T1 : Test intermédiaire ; T2 : Posttest.

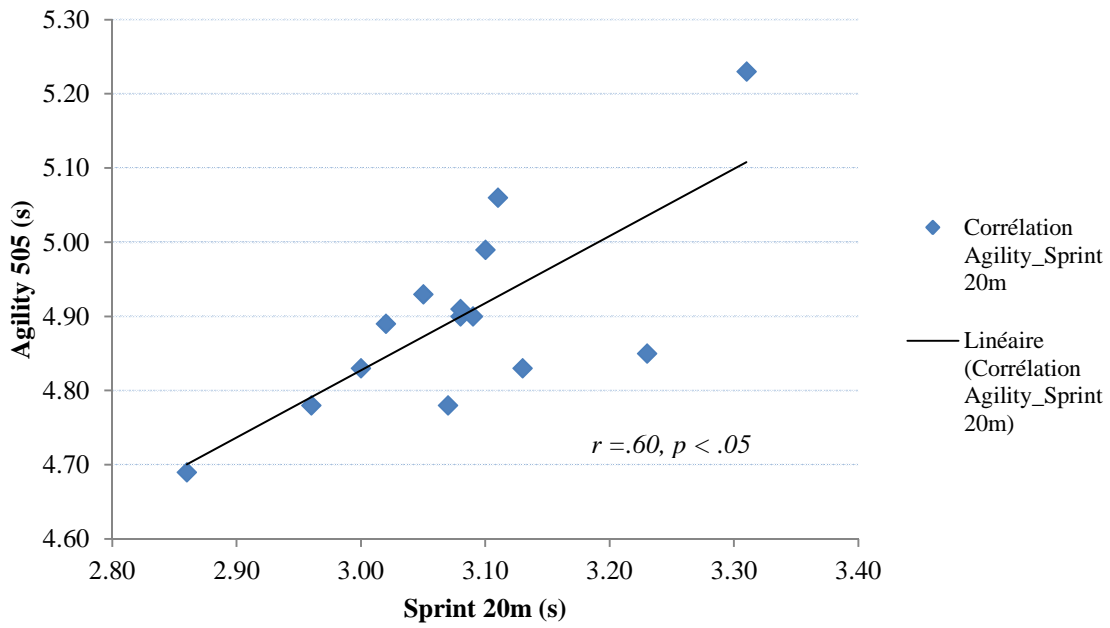


Figure 28 : Corrélation entre le test Agility 505 et le Sprint 20m.

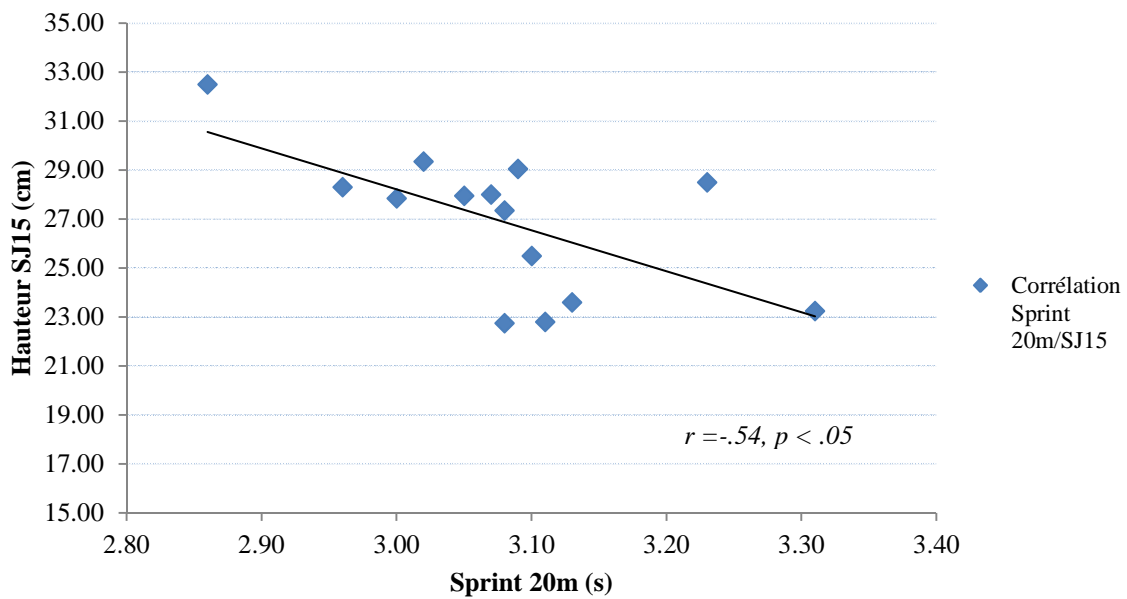


Figure 29 : Corrélation entre la hauteur des Squat Jumps 15kg et le Sprint 20m.

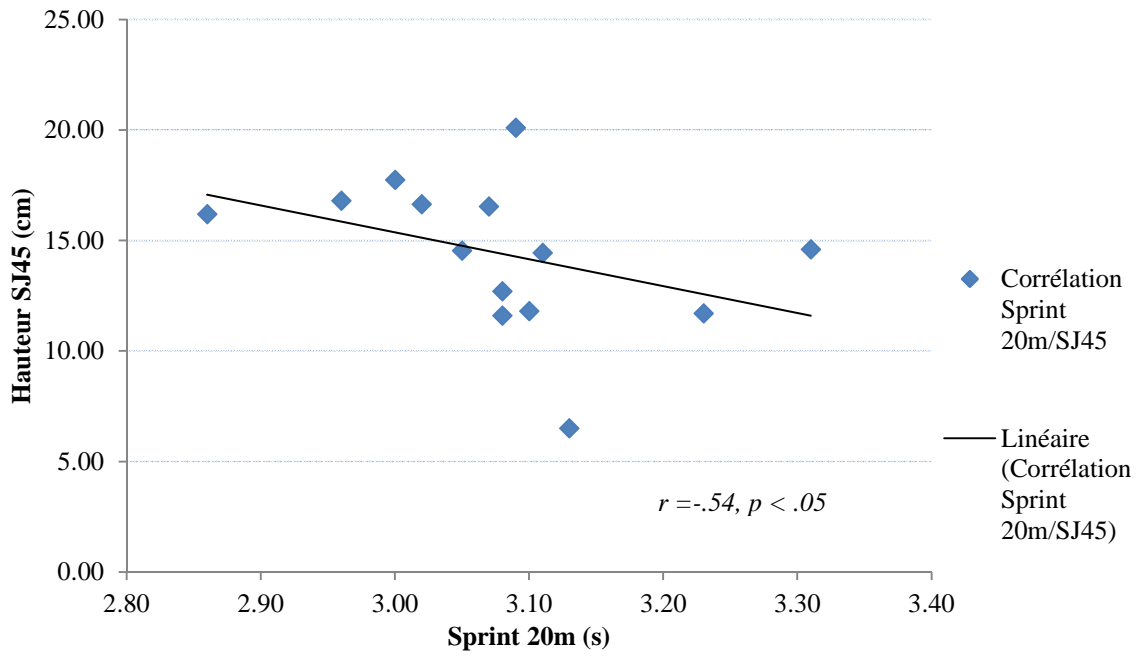


Figure 30 : Corrélation entre la hauteur des Squat Jumps 45kg et le Sprint 20m.

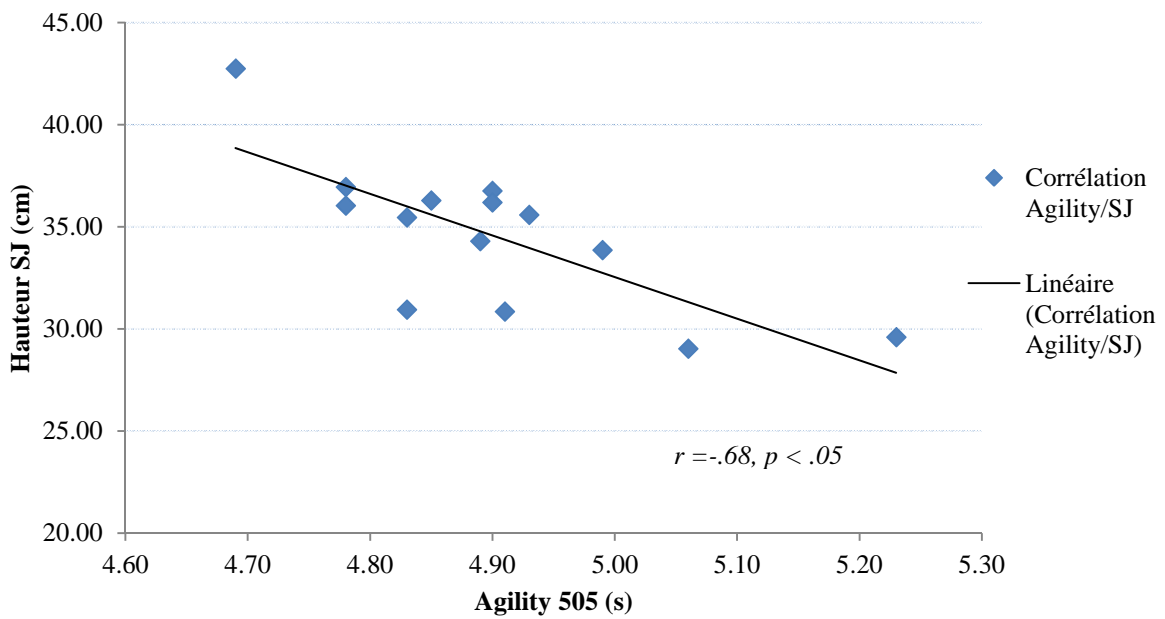


Figure 31 : Corrélation entre la hauteur des Squat Jumps et le test Agility 505.

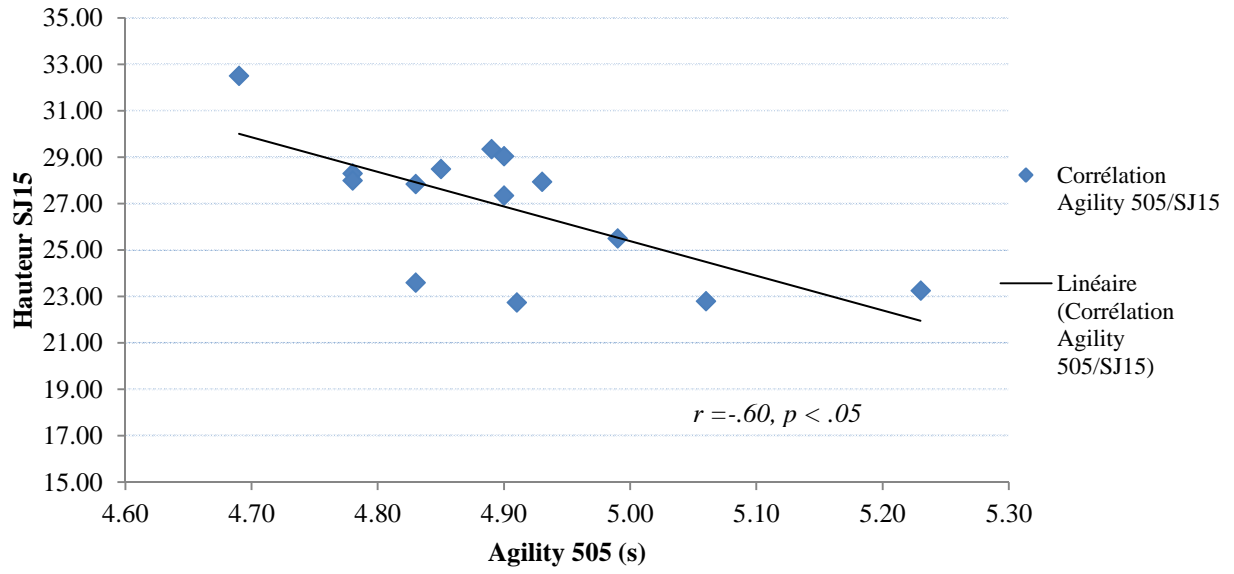


Figure 32 : Corrélation entre la hauteur des Squat Jumps 15kg et le test Agility 505.

Formulaire de consentement des candidats à la participation au projet de recherche sur les effets de la méthode 3/7 sur la performance en sprints et en détente verticale des footballeurs.

→ SVP lisez le présent document attentivement. Si des questions ou des incompréhensions persistent Lionel Rossé reste à disposition pour de plus amples renseignements.

Avec ma signature, je confirme ma participation à l'étude de Lionel Rossé, étudiant à la Haute Ecole Fédérale de Sport de Macolin (HEFSM) et à l'université de Fribourg. Thème de l'étude: Les effets de la méthode 3/7 pour les extrémités inférieures en football sur les capacités de force et de sprints.

Nom/Prénom:

Date de naissance:

- J'ai été informé oralement par le responsable, le soussigné de l'étude, des objectifs et du déroulement de l'étude.

- Je sais que mes données ne seront transmises aux institutions de recherches que sous forme strictement anonyme.

- Je sais que mes données personnelles seront utilisées consciencieusement, qu'aucun entraîneur ou membre du staff n'a accès aux résultats et que les résultats n'ont aucune influence sur ma carrière footballistique. Il n'y aura donc aucune publication des résultats.

- Je suis d'accord que les professionnels compétents qui sont à la base de cette étude, soient autorisés à inspecter mes données d'origine en restant dans le strict respect de la confidentialité.

- Je participe à cette étude de manière volontaire. Je peux à tout moment et sans donner de raisons, retirer mon accord de participation.

- Je sais qu'en cas de blessures les personnes qui sont à l'origine de cette étude, ne sont en aucun cas responsables.

Lieu, Date :

Signature du candidat

Signature de l'autorité parentale/ tuteur légal

Confirmation des responsables de l'étude:

Je confirme par la présente signature avoir informé les candidats de la portée et de la signification de mon étude.

Lieu, Date :

Signature du responsable de l'étude