



Année universitaire 2024-2025

X Master 1^{ère} année Master 2^{ème} année

Master STAPS mention : *Entraînement et Optimisation de la Performance Sportive*

Parcours : *Préparation du sportif : aspects physiques, nutritionnels et mentaux*

MEMOIRE

TITRE : Comparaison de la méthode basée sur la vitesse à une méthode classique dans le développement de la puissance chez le joueur de rugby

Par : FLAHAUT Colin

Sous la direction de : Monsieur CAMPILLO Philippe

Soutenu au Département des Sciences du Sport
et de l'Éducation Physique le : 19/05/2025



« Le département des Sciences du Sport et de l'Education Physique de l'UFR3S n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les mémoires; celles-ci sont propres à leurs auteurs. »

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier mon directeur de mémoire, Monsieur Campillo Philippe, de m'avoir accompagné tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Ensuite je tiens à remercier mon tuteur de stage, Monsieur Decroocq Felix, pour m'avoir aidé et aiguillé sur la mise en place des tests et du protocole.

Je tiens à remercier également tous les joueurs des Espoirs de l'Olympique Marcquois Rugby pour leur accueil et leur bonne humeur sur toute la saison.

Je remercie également le club pour m'avoir permis d'intégrer la structure en tant que stagiaire.

Enfin, je remercie ma famille de m'avoir soutenu lors de la réalisation de ce mémoire.

1. Introduction.....	1
2. Revue de littérature.....	2
2.1 Le rugby à XV	2
2.1.1 Les demandes physiologiques du rugby à XV	2
2.2 La puissance	3
2.2.1 Les facteurs influençant la puissance	4
2.2.1.1 Les facteurs structuraux.....	4
2.2.1.2 Les facteurs nerveux	4
2.2.1.3 Le cycle étirement raccourcissement.....	6
2.2.2 La puissance au rugby à XV.....	6
2.2.3 L'entraînement de la puissance maximale	7
2.2.3.1 Les méthodes de développement de la puissance.....	7
2.2.3.2 L'intention de vitesse maximale	7
2.3 Le Velocity Based Training	8
2.3.1 Pourquoi utiliser le VBT ?	9
2.3.1.1 Le feedback direct.....	9
2.3.1.2 L'individualisation	9
2.3.1.3 Le contrôle de l'intensité et de la fatigue	9
2.3.2 Le VBT et la puissance.....	10
3. Problématique, objectifs, hypothèses.....	11
3.1 Problématique	11
3.2 Objectifs	11
3.3 Hypothèses	12
4. Le stage.....	12

4.1 La structure	12
4.2 Les sujets	13
4.3 Matériel.....	14
4.4 Méthodes	15
4.4.1 Les tests utilisés	15
4.4.2 Le protocole	17
4.5 Analyse statistique	18
6. Résultats	19
7. Discussion.....	22
8. Conclusion	25
Bibliographie.....	26

Glossaire

VBT : Velocity Based Training

1RM : 1 répétition maximale

Puissance maximale : valeur la plus haute développée en watts

Puissance moyenne : constance dans la production de hautes valeurs de puissance

Velocity Based training : entraînement basé sur la vitesse de barre

1. Introduction

Ce mémoire va traiter le développement de la puissance chez les joueurs de rugby âgés de 18 ans à 21 ans par une méthode d'entraînement appelée Velocity Based Training (VBT). Étant joueur de football et ayant réalisé toutes mes expériences dans le domaine, je sais à quel point il est compliqué de faire travailler des joueurs de foot en salle de musculation.

Le travail de musculation au rugby est tout aussi important que le travail sur le terrain. Le joueur doit être suffisamment fort et solide pour résister aux chocs et pour être en capacité de stopper les joueurs adverses mais il doit aussi être capable de produire des niveaux de forces maximales élevés sur des temps les plus courts possibles. Tout ça doit être combiné à des capacités aérobies et anaérobies afin être capable de tenir sur toute la durée d'un match.

Ce stage m'a permis de mettre en place et de tester une méthode d'entraînement assez récente sur le développement d'une qualité physique extrêmement importante au rugby : la puissance. La puissance est une qualité physique essentielle. C'est l'expression de la force par la vitesse. Les joueurs de rugby doivent être en capacité de produire des niveaux de puissances maximales élevées et de les reproduire dans le temps. Pour la travailler en salle de musculation, les joueurs doivent manier des charges lourdes le plus vite possible. Cependant, sans outil de contrôle, les vitesses ne sont souvent pas assez élevées et les charges trop lourdes ce qui a pour conséquence que le joueur ne travaille pas la qualité musculaire ciblée.

L'entraînement basé sur la vitesse de barre (Velocity Based Training) permet le feedback en direct sur les vitesses produites lors de la réalisation des exercices. En plus d'être un agent motivant, cette méthode permet un travail musculaire de qualité en contrôlant l'efficacité du travail du joueur.

L'objectif de ce mémoire est de comparer l'efficacité de la méthode d'entraînement VBT avec une méthode d'entraînement classique pour développer la puissance maximale. Le sprint départ arrêté en ligne droite sera notre exercice de contrôle pour ce travail. L'intérêt est de savoir si cette méthode sera intéressante à intégrer dans l'entraînement des joueurs.

2. Revue de littérature

2.1 Le rugby à XV

Le rugby est un sport de combat collectif (Villepreux et Coll, 2007) se jouant à 15 contre 15. Pour gagner le match, il faut marquer plus de points que son adversaire. Pour cela, il est possible d'inscrire des points à la main en marquant un essai ou encore au pied en transformant cet essai, en marquant une pénalité ou un drop. L'une des particularités du rugby est que les passes à la main se font uniquement vers l'arrière. Les équipes de rugby sont composées de 8 avants et 7 arrières. Le match dure 80 minutes, qui sont divisées en 2 périodes de 40 minutes. Le terrain mesure entre 94 et 100 mètres de long et entre 68 et 70 mètres de large.

2.1.1 Les demandes physiologiques du rugby à XV

Le rugby est un sport intermittent alternant entre des actions de hautes intensités avec de grosses phases de combat et des actions de faibles intensités (Jones et coll, 2015). Lors d'un match de rugby, les avants et les arrières n'ont pas les mêmes demandes physiques et physiologiques. Ils n'ont pas les mêmes rôles sur le terrain. En effet, les joueurs de rugby parcourent une distance totale allant de 4500 mètres à 7500 mètres, avec environ 300 à 800 mètres de courses à hautes vitesses (> 14.4 km/h) (Lindsay et al, 2015; Lacome et al., 2014). Lors de son étude en 2016, MacLaren montre que les arrières couvrent une distance de $5\,960 \pm 690$ mètres contre $5\,400 \pm 520$ mètres pour les avants. Toujours dans la même étude, on peut constater que les trois-quarts parcourent également plus de courses à hautes vitesses (> 15 km/h) et à très hautes vitesses (entre 20 et 36 km/h) (650 ± 160 mètres contre 770 ± 240 mètres pour les courses à hautes vitesses et 180 ± 110 mètres contre 400 ± 130 mètres pour les courses à très hautes vitesses).

Le sprint fait également partie des actions réalisées lors d'un match. Les joueurs de rugby réalisent des sprints de 10 à 20 mètres en moyenne en match (Deutsch et al., 1998). Dans son étude Dawson et al., en 1998, ont montré que les joueurs de rugby avaient des temps similaires

que des sprinters sur une piste sur des distances de 15 à 35 mètres. Cela nous montre que la qualité d'accélération est très importante au rugby.

Les courses ne sont pas les seules actions importantes au rugby. On y retrouve aussi énormément de phases de combat et les impacts sont nombreux. A l'inverse des courses à hautes vitesses, ce sont les avants qui subissent les plus d'impacts au cours d'un match. Lokteff et al (2022) démontrent que le nombre d'impacts en moyenne sur un match est de 39 par joueur avec un total de 555 pour les avants et 297 pour les trois quarts. Pour les avants, ce chiffre peut dépasser 1000 impacts par match.

2.2 La puissance

La puissance, c'est le déplacement d'un corps (le notre ou un objet) à l'aide d'une force par rapport au temps (Reiss et al, 2020). Elle s'exprime en Watt (W). C'est une notion importante dans le sport car elle est présente sur de nombreuses composantes. L'entraînement de la puissance amène des améliorations sur des actions spécifiques comme le sprint, les sauts ou encore les changements de directions (Freitas et al., 2017). L'entraînement de la puissance va également permettre de réduire les taux de blessures (Lauersen et al., 2018) et augmenter la capacité de potentiation (Suchomel et al., 2016).

La puissance est impactée de la relation force-vitesse. En effet, pour produire sa puissance maximale, il faut déplacer une charge la plus lourde possible, le plus vite possible. Le niveau de force optimale et la vitesse optimale sont tous deux sous maximales. La production de force par le muscle varie en fonction de la vitesse à laquelle il se raccourcit (se contracte). Cela s'explique par l'action des ponts d'actine-myosine. En effet, le niveau de force développé par le muscle dépend du nombre de ponts attachés. On sait que plus la vitesse de contraction du muscle est élevée moins il y a de ponts d'actine-myosine attachés, donc moins de force produite. Si le muscle développe un plus haut taux de force pour une même vitesse, alors la puissance produite sera supérieure. Pour améliorer la puissance, on peut améliorer la force maximale, la vitesse

maximale de raccourcissement (vitesse de contraction) et la pente de la relation force-vitesse (Cometti, 1989).

La relation tension longueur va également jouer un rôle sur la puissance musculaire produite. En effet, la force produite par le muscle dépend de la position dans laquelle il se trouve. En fonction de la longueur d'étirement du sarcomère, le taux de force produit ne sera pas le même. (Rassier et al., 1999).

2.2.1 Les facteurs influençant la puissance

2.2.1.1 Les facteurs structuraux

La production de puissance va être influencée par des facteurs structuraux. Ces facteurs concernent directement la composition du muscle. Premièrement, le type de fibres musculaires va jouer un rôle important dans la production de puissance. Dans le muscle, il existe 2 types de fibres, les lentes (type 1) et les rapides (type 2A et 2X) (Howald, 1989). Fry en 2004, a montré la différence de répartition du type de fibres musculaires entre des bodybuilders, des powerlifters et des haltérophiles. Les résultats ont montré que les powerlifters et les haltérophiles avaient plus de fibres rapides (type 2A et 2X). Ces sports sont très sollicitants en terme de force (charges plus lourdes, demande de puissance), on peut donc en déduire que les fibres de types 2A et 2X sont importantes dans la production de puissance.

L'architecture musculaire va également être importante dans la production de puissance. Kumagai et al (2000), ont montré une différence significative entre deux groupes de sprinters. En effet, le groupe le plus rapide (sous les 11 secondes) possède des fibres musculaires plus longues avec un angle pennation plus faible (angle entre l'aponévrose et la fibre musculaire) que le groupe le plus lent (sous les 12 secondes). La longueur des fibres par la possibilité de l'augmentation des sarcomères en séries et l'angle de pennation sont des facteurs qui vont influencer la production de vitesse.

2.2.1.2 Les facteurs nerveux

La puissance maximale ne dépend pas uniquement des facteurs structuraux du muscle. Elle dépend également du système nerveux. Premièrement, le recrutement des unités motrices va influencer la production de puissance. Lors d'une contraction graduelle, les fibres musculaires sont recrutées dans un ordre précis, par « size principle ». En effet, les petits motoneurones Alpha qui innervent les fibres de type 1 seront recrutés avant les gros motoneurones Alpha, innervant les fibres de type 2A et 2X. Les fibres de type 2 (A et X) sont recrutées à des seuils de force plus élevés (Henneman et al., 1974). Lors de mouvement balistique (phase concentrique très rapide), le seuil de recrutement des unités motrices est plus faible à cause de la montée en force rapidement (Desmedt et Godaux, 1977). On peut donc en conclure que le taux de force produit dépendra du type de motoneurones recrutés.

La fréquence de décharge va également influencer la production de puissance. La fréquence de décharge représente le taux d'impulsions nerveuses que le motoneurone Alpha va envoyer à la fibre musculaire. Si on augmente la fréquence de décharge, la force produite sera supérieure (Van Custem et al., 1998). La notion de doublets est également intéressante pour la production de puissance. Lors d'une contraction de type balistique, les impulsions nerveuses peuvent être à très haute fréquence. Si les impulsions sont très rapprochées, elles peuvent s'associer pour produire un meilleur taux de force. Les doublets vont améliorer le taux de développement de la force. Le taux de développement de la force est également un paramètre important pour atteindre sa puissance maximale lors d'un mouvement. Reconnu comme étant un facteur de la performance (Joy et al., 2016), le Rate of Force Développement (RFD) est la capacité du sportif à produire une grande force, augmenter son niveau de force, le plus rapidement possible (Maffiuletti et al., 2016).

Enfin, la coordination intermusculaire va être importante dans la production de puissance. Cette coordination est l'activation dans le bon timing et la bonne amplitude des muscles agonistes, antagonistes et synergistes lors de la réalisation d'un mouvement. Cette coordination est essentielle pour être capable de produire le maximum de force lors d'un mouvement (Sale et al., 1988).

2.2.1.3 Le cycle étirement raccourcissement

Le type de contraction musculaire va influencer la production de puissance maximale. En effet, les types de contractions mettant en jeu le cycle étirement raccourcissement vont produire une puissance maximale supérieure grâce à l'utilisation des matières élastiques comme la titine ou la nébulise permettant d'emmagasinier et de redistribuer l'énergie de manière plus importante (Herzog et al., 2003).

2.2.2 La puissance au rugby à XV

Le rugby est un sport de haute intensité, contenant courses à haute vitesse, sprints, et changements de direction (Pollard et al, 2018). Mais ce qui fait la particularité du rugby, c'est qu'il y a des phases spécifiques comme les plaquages, les mêlées, les rucks. Toutes ces phases de jeu ajoutent une charge physique aux joueurs durant les matchs (Jones et al, 2019). Les avants sont plus souvent dans les phases de jeu demandant de la haute production de force pour gagner le ballon comme les rucks, les mêlées, les grattages par exemple. Les arrières quant à eux, sont plus dans les situations de prises d'espaces, de sprints, et d'évitements (Sheehan et al, 2022). Cependant, les avants et les arrières n'utilisent pas le même spectre de la puissance. En effet, les avants réalisent beaucoup d'efforts se rapprochant du côté force de la puissance. Lors des actions spécifiques des avants au cours d'un match (mauls après une touche, mêlées, rucks...), les joueurs doivent produire un haut niveau de force contre de la résistance (poussée des joueurs adverses). Concernant les arrières, ils réalisent beaucoup d'efforts concernant le côté vitesse de la puissance. Dans même étude, Rogers réalise des tests de force (1RM Squat), de vitesse (10, 20, 30 mètres sprint) et de puissance (Conter Mouvement Jump, 40kg CMJ, Standing long jump). Si on regarde les résultats, on voit que sur les qualités de vitesse, les arrières sont plus rapides que les avants (3.10 m/s pour les avants et 2.88 m/s pour les arrières sur 20m sprint). La vitesse maximale est également supérieure chez les arrières (29.0 km/h contre 32.2 km/h).

Pour la qualité de force maximale, les avants ont un meilleur 1RM moyen que les arrières (193.9 kg contre 175.4 kg).

Cette étude montre que pour être performant en puissance la force maximale et la vitesse maximale étaient indispensables. Les résultats de cette études montrent qu'il y avait une forte corrélation entre la puissance maximale relative (W/kg) et la performance sur les tests de sprint et la vitesse maximale. La corrélation entre la puissance maximale relative et la force maximale relative est quant à elle, modérée. Ces résultats peuvent nous aiguiller sur comment entraîner la puissance maximale.

2.2.3 L'entraînement de la puissance maximale

2.2.3.1 Les méthodes de développement de la puissance

De nombreuses méthodes ont été décrites comme améliorant la puissance. En effet, dans la revue de littérature de Cormier et al, parue en 2021, plusieurs méthodes d'entraînement sont comparées sur leurs impacts sur la puissance. Les méthodes décrites comme les plus efficaces sont l'entraînement en force classique (charges très lourdes), l'entraînement combiné ou de contraste (utilisation de charges lourdes et de charges plus légères dans la même séance ou dans la même série). L'entraînement à la charge optimale pour développer la puissance est également assez efficace (Freitas et al., 2018). Cet entraînement consiste à utiliser un pourcentage du poids du corps comme charge afin de développer la meilleure puissance. Enfin, le Velocity Based Training (VBT) est représenté comme une méthode ayant une bonne efficacité sur le développement de la puissance. C'est cette dernière méthode qui va nous intéresser lors de ce mémoire.

2.2.3.2 L'intention de vitesse maximale

Dans les mécanismes de la force, on retrouve les facteurs structuraux qui touchent à la composition même du muscle, les facteurs nerveux concernant l'utilisation de la commande nerveuse et des unités motrices et le cycle étirement raccourcissement qui touche à la

potentiation de la contraction (Cometti, 1989). Lors d'un entraînement en puissance, l'intention de vitesse maximale est demandée sur chaque répétition. Cela va produire de meilleures adaptations physiologiques. En effet, le fait de demander une intention de vitesse maximale va induire un meilleur recrutement des unités motrices ce qui favorise la rapidité de l'influx nerveux (Balshaw et al., 2016). Cette consigne d'entraînement va également permettre d'améliorer la coordination intra et inter-musculaire.

2.3 Le Velocity Based Training

L'entraînement par résistance est une méthode de base en musculation: les entraîneurs donnent à leurs athlètes un nombre de séries, de répétitions à une certaine charge (% du 1RM), en fonction de l'objectif de la séance (hypertrophie, force maximale...)(Gonzalez-Badillo, 2010). Cependant, cette méthode est assez peu précise quand on sait que la répétition maximale n'est pas la même sur chaque séance. En effet, les aptitudes physiques vont varier en fonction de plusieurs facteurs comme la fatigue musculaire ou le sommeil par exemple (Richens et al. 2014; Brotherton et al., 2019). C'est pour cette raison que le Velocity Based Training (VBT) est une méthode qui permet de s'entraîner avec plus de précision. Le VBT est une méthode innovante qui consiste à améliorer la qualité de son entraînement grâce à la vitesse de la barre. Weakley J. (2020), le décrit comme une méthode utilisant la vitesse afin d'informer ou d'améliorer l'entraînement. C'est une méthode qui se démocratise chez les professionnels comme chez les amateurs. En effet, les avancées technologiques permettent de rendre plus accessibles les outils de mesure. Pour mesurer la vitesse de déplacement de la barre, il est possible d'utiliser des encodeurs linéaires tels que GymAware ou encore Vitruve. Ce sont des appareils qui utilisent des câbles reliés à la barre permettant de mesurer directement le déplacement. Le deuxième type d'appareil est le capteur inertiel comme le Push ou le Beast. Ce sont des appareils calculant la vitesse grâce à un accéléromètre ou un gyroscope. La dernière possibilité accessible au grand public est l'utilisation

de la vidéo sur smartphone avec des applications comme PowerLift ou encore My Lift. Les encodeurs linéaires restent les outils de mesure les plus précis.

2.3.1 Pourquoi utiliser le VBT ?

2.3.1.1 Le feedback direct

Le feedback est un outil consistant à donner des informations sur une action passée. Il peut être sensoriel, visuel ou encore auditif. Il est intéressant de l'utiliser lors d'un entraînement avec résistance car il est d'une grande aide pour améliorer une performance. Des études ont montré que les différentes formes de feedback pouvaient entraîner des améliorations dans la performance chez les sujets (Argus et al., 2011; Weakley et al., 2019). Le feedback verbal de la vitesse (annonce de la vitesse de la barre après chaque répétition) apporte un aspect motivationnel à chaque répétition. Nagata et al., en 2018, ont montré une amélioration immédiate et un meilleur développement musculaire sur le long terme grâce à l'utilisation de feedback verbal direct de la vitesse après chaque répétition. Randell et al., dans son étude de 2011, à quant à lui, a montré une amélioration modérée sur un sprint de 30 mètres avec l'utilisation de feedback verbal direct.

2.3.1.2 L'individualisation

La vitesse est souvent utilisée pour obtenir des valeurs dans d'autres qualités physiques comme la puissance par exemple (cf formule de la puissance). Tout d'abord, il est évident qu'une augmentation de la charge induit une diminution de vitesse (Weakley et al, 2020). La vitesse la moins élevée correspondra à la répétition maximale. Ensuite, il y a une relation parfaitement linéaire entre la vitesse et l'intensité en pourcentage du 1RM. En effet, le 1RM étant variable en fonction de différents facteurs (sommeil, alimentation, stress...), de nombreuses études ont montré la pertinence d'utiliser la vitesse du mouvement pour donner la charge de travail optimale (Conceicao et al., 2016; Sanchez-Moreno et al., 2017).

2.3.1.3 Le contrôle de l'intensité et de la fatigue

Le dernier point important dans l'utilisation de la vitesse comme donnée de mesure, c'est qu'il existe une relation entre la fatigue et la diminution de la vitesse au cours d'une série de travail. Cette perte de vitesse est due à une diminution de la vitesse maximale de raccourcissement ainsi que le ralentissement de la relaxation induite par la fatigue (Allen et al., 2008). Gonzalez-Badillo en 2017, a montré avec son étude, qu'il serait plus judicieux de définir le volume d'entraînement par une amplitude de vitesse à respecter lors de chaque série en fonction de l'exercice. Cela permet d'être plus précis sur la qualité physique travaillée (puissance, force maximale...) car le travail sera basé sur le 1RM réel à l'instant T. Il explique également que lors d'un entraînement basé sur la vitesse, les séries doivent être arrêtées quand le pourcentage de déplétion de vitesse est atteint.

2.3.2 Le VBT et la puissance

Comme expliqué précédemment dans la revue de littérature, le VBT est une méthode efficace pour développer la puissance. Cependant, pour que le travail soit le plus efficace possible, il est nécessaire de définir une charge et des seuils de vitesse cohérents pour le développement de la puissance. Concernant la charge à utiliser, il n'y a pas de pourcentage prédéfini comme étant le plus efficace. Plusieurs fourchettes de charges sont évoquées dans la littérature à ce sujet. En effet, Reiss en 2020, évoque une fourchette allant de 30 à 75% de la 1RM. Rauch et al., en 2018 évoque une fourchette allant de 30 à 60% du 1RM. Pour certains, la charge peut aller jusqu'à 80% de la 1RM (Cormie et al., 2007; Soriano et al., 2015). Cette large fourchette nous montre qu'il n'y a pas de consensus dans la littérature scientifique à ce sujet. Concernant la vitesse que la barre doit atteindre pendant la réalisation du mouvement pour un travail en puissance, il faut déjà prendre en compte les groupes musculaires concernés. En effet, il est important de préciser qu'il existe une relation entre la vitesse de déplacement de la charge et l'exercice. L'utilisation de zone de vitesse absolue serait incohérente, car à la même vitesse, un back squat et un arraché n'auraient pas le même objectif de travail (hypertrophie et force). Pour l'exercice du back squat,

les valeurs concernant le développement de la puissance sont comprises entre 1.16 m/s à 40% de la 1RM et 0.55 m/s à 80% de la 1RM (Weakley et al., 2020). Concernant le pourcentage de perte de vitesse lors d'une série, la littérature scientifique évoque une perte de vitesse de 10 à 20% par rapport à la vitesse initiale afin de ne pas accumuler trop de fatigue et rester sur un travail de puissance (Weakley et al., 2020; Banyard et al., 2020; Dorrell et al., 2020).

3. Problématique, objectifs, hypothèses

3.1 Problématique

La puissance maximale étant une qualité physique importante au rugby, il est intéressant de la développer. Cependant, cela peut induire une fatigue importante sur les organismes des joueurs et potentiellement amener des diminutions de la performance voire des blessures.

Le velocity based training comporte plusieurs avantages comme notamment l'individualisation de l'entraînement, le monitoring de la charge ou encore le contrôle de la fatigue par la mesure de la vitesse. Utilisé à bonne échelle, il peut être intéressant à inclure dans le programme d'entraînement.

Voici donc la problématique que nous pouvons nous poser ici :

La méthode Velocity Based Training est-elle plus efficace qu'une méthode d'entraînement classique pour développer la puissance maximale ?

3.2 Objectifs

Le premier objectif de l'étude est d'améliorer les performances des sujets en lien avec l'activité rugby. La mise en place de tests et de comparaison de résultats va permettre de les pousser à donner le meilleur d'eux-mêmes et l'amélioration de leurs performances.

Le deuxième objectif est de savoir s'il est intéressant d'intégrer le Velocity based Training dans les habitudes d'entraînement de l'équipe. Ici l'objectif sera de déterminer si les résultats sont positifs en faveur de la méthode et de voir si les joueurs sont réceptifs ou non.

3.3 Hypothèses

Voici les hypothèses que nous allons nous poser ici :

H0 : les deux groupes n'auront pas d'améliorations significatives sur la puissance moyenne verticale.

H1 : le groupe expérimental aura une évolution significative sur la puissance moyenne verticale

H2 : le groupe expérimental aura une évolution significative sur la puissance maximale verticale.

H3 : le groupe expérimental aura une évolution significative sur la puissance maximale horizontale.

4. Le stage

4.1 La structure

J'ai réalisé mon stage dans le club de l'Olympique Marquois Rugby dont l'équipe première évolue en National, troisième division française. J'ai réalisé mon stage dans l'équipe espoirs évoluant en Reichel Accession. Les joueurs ont de 18 à 23 ans. J'ai pu les encadrer sur le long de l'année en séance de musculation ainsi que sur de la réathlétisation sur le terrain et en salle. Les séances de musculation avaient lieu dans la salle du stadium MEL se situant à Villeneuve d'Ascq.

Ce stage est ma première expérience dans le rugby de haut niveau.

4.2 Les sujets

Le protocole est mis en place sur le groupe espoirs du club. Le groupe évolue en ligue Reichel Accession. Le nombre total de sujet est de 21. Les joueurs s'entraînent 3 fois par semaine avec également 3 séances de musculation par semaine.

Voici les données anthropométriques des sujets :

Groupe expérimental, n=10				
Prénom	Âge	Poids (kg)	Taille (m)	Poste
1	18	100.95	1.93	Deuxième ligne
2	18	97.75	1.75	Talonneur
3	19	97.05	1.93	Deuxième ligne
4	18	105.5	1.92	Troisième ligne
5	21	83.6	1.73	Troisième ligne
6	22	81.25	1.75	Centre
7	18	89.05	1.79	Ailier
8	19	78.25	1.77	Demi
9	18	76.7	1.85	Troisième ligne
10	20	137.5	1.83	Pilier
Moyenne	19.10	94.76	1.83	
Écart Type	1.45	18.05	0.08	

Figure 1 : données anthropométriques du groupe expérimental

Groupe contrôle, n=10				
Prénom	Âge	Poids (kg)	Taille (m)	Poste
1	18	86.9	1.79	Talonneur
2	19	113.1	1.98	Deuxième ligne
3	18	110.9	1.77	Pilier
4	20	99.95	1.85	Troisième ligne
5	18	69.55	1.72	Ailier
6	18	73.05	1.8	Demi
7	19	88.45	1.77	Centre
8	18	71.1	1.83	Ailier
9	19	62.25	1.72	Demi
10	19	87.3	1.79	Centre
Moyenne	18.60	86.26	1.80	
Écart type	0.70	17.58	0.07	

Figure 2 : données anthropométriques du groupe contrôle

4.3 Matériel

Afin d'avoir un temps précis sur les sprints, j'ai utilisé l'application Mysprint. c'est une application permettant d'obtenir les temps précis de passages sur une distance de 30 mètres (tous les 5 mètres). Avec le poids et la taille des joueurs, il est possible d'obtenir le profil force-vitesse-puissance horizontale du joueur.

Pour filmer les sprints, j'ai utilisé un iPhone 11, placé sur un trépied rotatif afin de filmer les sprints de manière précise.

Lors du protocole, le groupe suivant la méthode VBT utilisera des appareils types encodeurs linéaires de la marque Vitruve. Lors des séances, j'utilisais deux appareils comme celui-ci, un étant le mien, l'autre appartenant au club.



Figure 3 : Application Mysprint



Figure 4 : Marque Vitruve



Figure 5 : Appareils de mesure Vitruve fit

4.4 Méthodes

4.4.1 Les tests utilisés

30 mètres sprint :

Le premier test réalisé pour évaluer les joueurs est un 30 mètres sprint en ligne droite, départ arrêté. J'ai choisi ce test afin de pouvoir obtenir la puissance maximale relative de chaque joueur lors de la réalisation de la course. Grâce à l'application MySprint, j'ai pu obtenir un profil force-vitesse, mais également la courbe de puissance lors du 30 mètres. Comme nous le montre la figure 6, des marqueurs sont positionnés 5, 10, 15, 20, 25 et 30 mètres. Pour utiliser l'application, il faut filmer le sprint d'une manière précise. Le sprint doit être filmé au ralenti, la caméra doit suivre le joueur du début à la fin et le protocole veut que la caméra soit placée à 10 mètres en face du plot central. Comme décrit sur la figure, les marqueurs doivent être placés aux distances précises indiquées par le protocole. Cela est dû à la parallaxe. La parallaxe est le changement d'angle d'observation qui est dû au déplacement du sujet et au fait que le trépied soit quant à lui fixe.

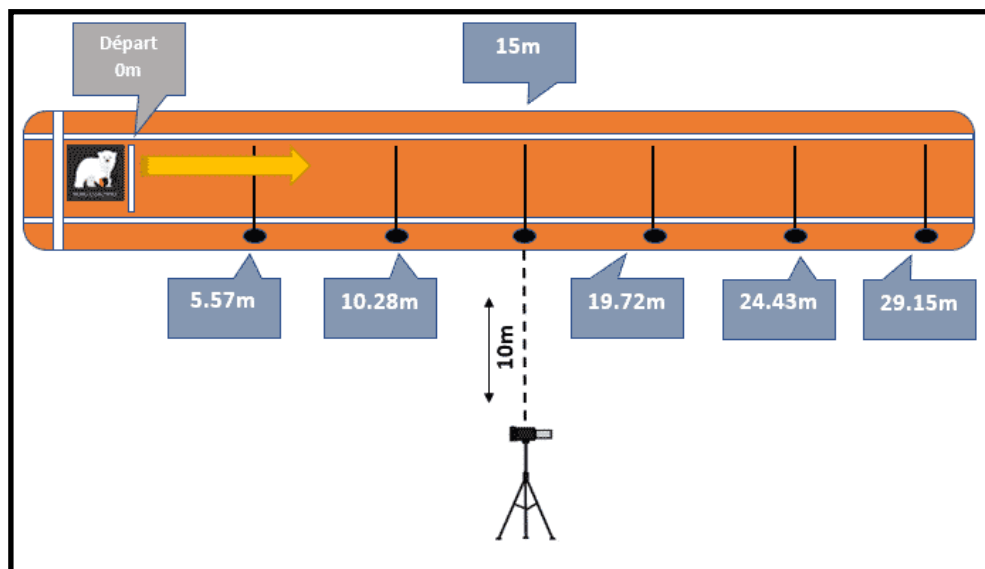


Figure 6 : mise en place du test My sprint

Pour pouvoir analyser la vidéo dans l'application, il faut le poids et la taille du joueur. Une fois le profil du joueur créé, nous pouvons analyser la vidéo, il suffit juste de déterminer à quel moment le joueur produit la première force pour le départ (premier mouvement), puis de déterminer les temps de passage à chaque piquet.

Afin de réaliser ce test, les joueurs ont eu un échauffement comprenant un déverrouillage articulaire, des mouvements russes sur les membres inférieurs, des séries de gammes athlétiques et des accélérations de vitesse progressive. Les tests de vitesse sont réalisés le mardi soir en début de séance pour que les joueurs n'aient pas de fatigue due à l'entraînement ou à l'entraînement en salle.

J'ai fait le choix d'utiliser un test sur 30 mètres car il s'agit de la distance minimale pour l'application MySprint. De plus, cela permet aux joueurs d'atteindre des vitesses plus élevées et que je sois sûr qu'ils aient atteint leurs puissance maximale horizontale. J'ai choisi la puissance maximale horizontale car c'est un facteur de performance important dans un sport comme le rugby.

3 répétitions puissance :

Pour évaluer la puissance des joueurs, j'ai décidé après de nombreuses discussions avec mon tuteur en structure d'évaluer la puissance sur le mouvement spécifique du protocole, le box squat. Ici l'objectif est de mesurer la puissance maximale développée par les joueurs avec le mouvement et la charge qu'ils vont utiliser lors du protocole. Pour cela, les joueurs ont dû réaliser 3 répétitions avec l'intention de vitesse la plus élevée possible sans sauter à la fin de la répétition. Avant de prendre les valeurs, les joueurs ont eu 3 répétitions à blanc.

Pour récupérer les valeurs de puissance sur les 3 répétitions, j'ai utilisé un encodeur linéaire de la marque Vitruve Fit.

Pour réaliser le test, les joueurs ont d'abord effectué un déverrouillage articulaire, une activation avec des mouvements russes, et une gamme montante sur le box squat.

Sur ce test, la notion de puissance moyenne est importante car plus elle sera élevée, plus les joueurs seront en capacité de réitérer des efforts avec le plus de puissance possible tout au long d'un match.

4.4.2 Le protocole

Le protocole se déroulera sur une durée de 8 semaines. Les joueurs réaliseront 1 séance dans la semaine, le jeudi soir. Certains joueurs passent une heure sur le terrain avant la séance de musculation et l'ensemble des joueurs ont séance sur le terrain après. Lors de ce protocole, les joueurs auront un seul exercice à réaliser, le back squat box. Cependant, cet exercice sera réalisé pendant la séance de musculation qui ne comporte pas uniquement des exercices impliquant le haut du corps. Il est donc possible que les joueurs aient accumulé un peu de fatigue musculaire avant de réaliser l'exercice. En effet, les séances sont organisées en 3 blocs de 20 minutes avec 3 exercices à réaliser par bloc. Il est demandé aux joueurs de réaliser les trois exercices à la chaîne et de faire 5 séries de chaque bloc. Les joueurs choisissent le bloc par lequel il commence. La gestion de la récupération est donc n'est donc pas très précise. Comme plusieurs joueurs passent en même temps sur les différentes cages à squat, il est difficile de gérer les temps de récupération. De l'organisation de la séance fait qu'il n'est pas possible que les joueurs aient du repos total. Voici une illustration de l'organisation des séances de musculation lors du protocole.

- Le groupe contrôle doit réaliser 8 répétitions avec 50% de leur 1RM sur le mouvement du back box squat. L'objectif étant de développer la puissance, une intention de vitesse maximale leur est demandée.

- Le groupe expérimental devra quant à lui réaliser le maximum de répétitions (Maximum 8) avec la vitesse la plus élevée possible. Si la fatigue dans la série vient à dépasser 10% alors le joueur doit s'arrêter. Les 10% sont calculés en fonction de la vitesse de la barre. Si la vitesse diminue de 10%, alors la série s'arrête. Des réglages sont à faire dans les paramètres de l'application pour qu'il soit dit et indiqué que le joueur doive arrêter. Cela dans le but de développer le plus de puissance possible sur chacune des répétitions et de faire un travail qualitatif. De plus, ces joueurs auront un retour visuel et auditif sur la vitesse de la barre après chaque répétition. Ce retour est placé face à eux. Les joueurs voient les valeurs apparaître, ce qui les poussent à essayer de battre cette valeur et donc développer une plus grande puissance.

Les charges seront définies en fonction de la 1RM au back squat box.

Les groupes sont faits par rapport au taux de présence lors des séances de musculation. Afin d'avoir un nombre de joueurs présents constant, j'ai fait les groupes pour faire en sorte d'avoir un taux de présence équivalent sur les deux groupes.

Lors d'une semaine d'entraînement-type, le bloc avec les box squats doit représenter entre 5 et 10% de la charge de travail pour les joueurs. Ce chiffre peut monter un peu sur les joueurs du groupe contrôle.

4.5 Analyse statistique

Afin de comparer les résultats obtenus, nous allons mettre en place une analyse statistique pour déterminer l'ampleur des différences obtenues. Dans un premier temps, nous allons vérifier la normalité et l'homogénéité des variances en mettant en place les tests de Shapiro Wilk et de Levene médiane.

Les valeurs obtenues répondant à ces deux critères, nous avons ensuite mis en place une Anova à deux voies pour échantillons appariés. Cela va nous permettre de vérifier 3 points : l'effet entre les groupes, l'effet du temps et l'interaction entre les groupes. Suite à ce test, si des différences sont obtenues, nous mettrons en place un test t de Student afin d'identifier les différences. Lorsque les valeurs de p sont inférieures à 0,05, les valeurs sont considérées comme significatives. Cela veut dire que l'on peut affirmer, avec 5% d'erreur que les améliorations ne sont pas dues au hasard mais bien au travail mis en place.

Nous avons également calculé les moyennes, les écarts-types ainsi que la taille d'effet de chaque variable (ES). Voici comment l'interpréter : 0,20 - 0,50 « faible » ; 0,50 - 0,80 « moyen » ; 0,80 - 1,20 « élevé » ; 1,20 - 2,00 « très élevé » ; > 2,00 « immense ».

Comme nous le montrent les tableaux en annexes, toutes les conditions sont remplies pour pouvoir mettre en place l'Anova et le test t de Student.

L'ensemble des statistiques a été réalisé grâce à Excel et Anestats.

6. Résultats

Voici les résultats que nous avons obtenus sur les deux tests pré et post protocole.

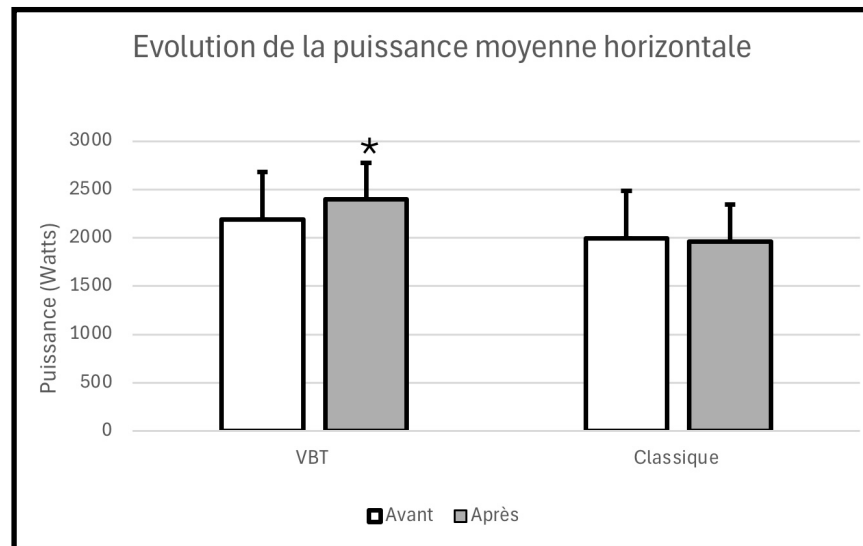
Groupe expérimental						
Sujet	Pmoy verticale av (Watts)	Pmoy verticale ap (Watts)	Pmax verticale av (Watts)	Pmax verticale ap (Watts)	Pmax relative horizontale av (W/kg)	Pmax relative horizontale ap (W/kg)
1	2133.00	2662.67	2367.00	2888.00	15.27	18.85
2	2966.33	3070.67	3122.00	3117.00	17.72	19.22
3	2044.33	2662.33	2275.00	2980.00	21.44	16.65
4	3017.33	3127.00	3212.00	3208.00	18.52	19.45
5	1838.67	2186.00	1905.00	2332.00	17.07	18.82
6	2230.67	2151.67	2468.00	2624.00	15.50	16.69
7	2324.00	2400.00	2351.00	2459.00	17.07	22.25
8	1638.00	1848.00	1713.00	1989.00	17.09	18.68
9	1555.67	1752.67	1681.00	1872.00	16.93	17.61
10	2123.00	2139.00	2168.00	2340.00	13.74	15.24
Moyenne	2187.10	2400.00	2326.20	2580.90	17.04	18.35
E-T	490.60	473.22	520.44	462.34	2.07	1.93

Figure 7 : Tableau des résultats aux tests avant (av) et après (ap) protocole du groupe expérimental

Groupe contrôle						
Sujet	Pmoy verticale av (Watts)	Pmoy verticale ap (Watts)	Pmax verticale av (Watts)	Pmax verticale ap (Watts)	Pmax relative horizontale av (W/kg)	Pmax relative horizontale ap (W/kg)
1	1338.67	1431.67	1509.00	1477.00	14.82	13.15
2	1592.33	1498.00	1731.00	1679.00	17.39	11.90
3	2528.33	2110.33	2682.00	2520.00	17.14	17.58
4	2258.33	2251.33	2464.00	2345.00	17.61	17.81
5	1810.67	1949.67	1880.00	2027.00	18.96	17.33
6	1562.00	1754.33	1575.00	1842.00	17.73	18.54
7	2736.33	2710.67	3029.00	2782.00	25.23	23.66
8	2433.00	2190.67	2486.00	2258.00	24.31	23.62
9	1511.00	1936.67	1667.00	2474.00	17.96	20.72
10	2178.67	1798.33	2536.00	1969.00	20.13	18.42
Moyenne	1994.93	1963.17	2155.90	2137.30	19.13	18.27
E-T	491.89	377.97	541.51	409.19	3.27	3.83

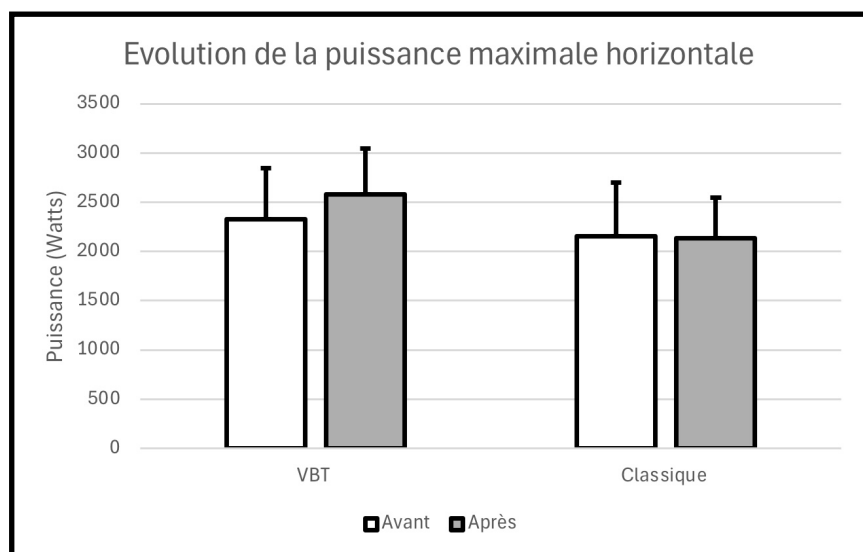
Figure 8 : Tableau des résultats aux tests avant (av) et après (ap) protocole pour le groupe contrôle

Après une analyse statistique voici ce que les résultats nous montrent.



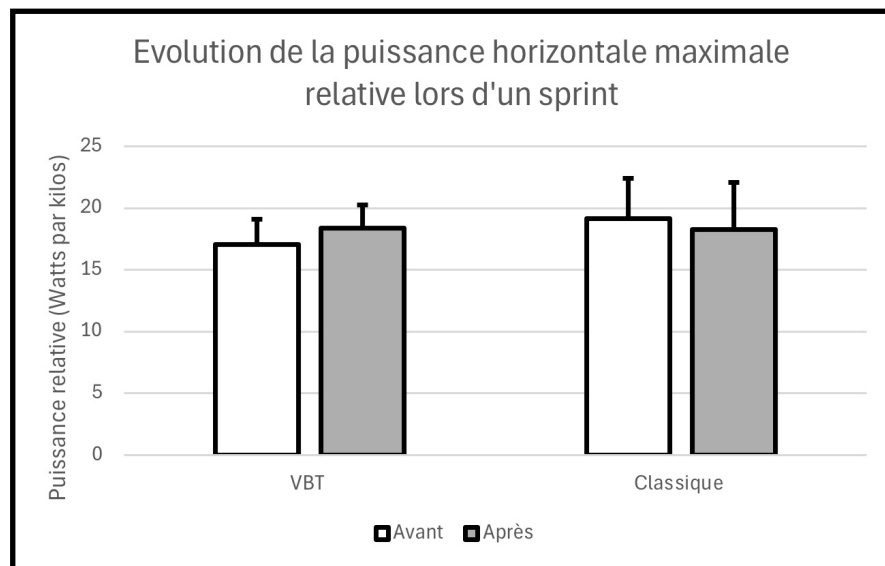
Graphique 1 : Évolution de la puissance moyenne verticale sur le test 3 répétitions puissance

Concernant la puissance moyenne sur 3 répétitions de box squat, le graphique 1 montre que le groupe utilisant la méthode basée sur la vitesse évolue de manière significative dans le temps ($p < 0,05$). On observe que la taille de l'effet « effect size » est de 0,67 pour le groupe VBT, ce qui correspond à un effet moyen. Le groupe classique a, quant à lui, une taille d'effet de 0,28 dans le sens de la perte. Cela correspond à un effet faible.



Graphique 2 : Evolution de la puissance maximale verticale sur le test 3 répétitions puissance

Pour la puissance maximale développée lors du test de 3 répétitions, le graphique 2 met en lumière le fait qu'aucun groupe n'obtient de différence significative à la fin du protocole. Cependant l'effet size du groupe VBT est de 0,74, ce qui correspond encore à un effet moyen. Le groupe contrôle a une taille d'effet de 0,21 dans le sens de la perte. Cela correspond à un effet faible.



Graphique 3 : Évolution de la puissance maximale relative horizontale sur le sprint de 30 mètres

Pour la puissance maximale relative obtenue sur le sprint de 30 mètres, le graphique 3 ne montre aucune amélioration significative est à notifier sur les deux groupes. On remarque cependant un effet élevé pour le groupe VBT (0,82). Pour le groupe contrôle, l'effet est de 0,47 dans le sens de la perte, ce qui donne un effet moyen.

Grâce à l'analyse statistique, on n'observe une amélioration significative sur la puissance moyenne développée sur 3 répétitions pour le groupe expérimental. Sur la puissance maximale verticale et la puissance maximale relative horizontale, on ne voit aucune amélioration significative pour le groupe expérimental. Pour le groupe protocole, on observe aucune différence significative sur chacune des qualités.

7. Discussion

Pour rappel, nous avons émis les hypothèses que l'entraînement basé sur la vitesse pourrait améliorer la puissance moyenne verticale, la puissance maximale verticale et la puissance maximale verticale relative. Grâce aux statistiques réalisées, nos hypothèses, seule H1 concernant la puissance moyenne est validée. En effet le groupe expérimental s'entraînant avec la méthode VBT n'a pas obtenu d'amélioration significative sur la puissance maximale horizontale et la puissance maximale verticale. Seul la puissance moyenne développée sur 3 répétitions s'est significativement améliorée pour le groupe expérimental.

Si l'on regarde les tailles d'effets, on constate que le groupe expérimental obtient des effets plus importants pour la puissance maximale horizontale (expérimental : 0,82 ; contrôle : 0,47) et la puissance maximale verticale (expérimental : 0,74 ; contrôle : 0,21). Ces résultats montrent que même si les améliorations ne sont pas statistiquement significatives, l'entraînement basé sur la vitesse apporte des améliorations positives sur le développement de la puissance maximale horizontale et verticale.

Concernant la puissance verticale, nous avons dans la revue de littérature, grâce à l'étude de Nagata et al. (2018), que le feedback visuel et auditif direct permet une amélioration immédiate et un meilleur développement musculaire. De plus l'utilisation du velocity based training permet un contrôle sur la fatigue en cours de série. C'est ce que l'étude de Weakley et al., (2020) démontre. Ces éléments peuvent expliquer les résultats obtenus sur le développement de la puissance verticale moyenne et maximale.

Ces résultats peuvent également être dus à une appropriation du test 3 répétitions puissance. En effet, certains sujets présents dans l'étude avaient du mal à exprimer une puissance élevée sur un pattern de squat à cause d'un manque de pratique de la méthode. Les joueurs étaient habitués à pousser fort, mais pas forcément pousser vite.

On peut se demander si la manière de définir la charge de travail a influencé la qualité du travail. En effet, on a vu que le 1RM journalier pouvait varier en fonction de plein de facteurs différents comme la fatigue, le stress ou encore l'alimentation. Dans notre cas, la charge de travail était

basée sur 50% de la 1RM des joueurs. Leur 1RM étant obtenue grâce à la table de Brzycki lors de séance pendant la saison (5RM). Cependant, la charge étant tout le temps la même, cette charge ne représente pas toujours 50% du 1RM en fonction de la forme journalière. Pour être plus efficace et plus précis, il faudrait prescrire la charge en fonction de la 1RM journalière.

Concernant la puissance maximale horizontale, la méta-analyse de Zhang, X., en 2022 , étudie les effets VBT sur des sprints et des sauts en comparaison avec une méthode basée sur la charge. On remarque que dans cette méta-analyse, les performances en sprint et les performances en saut ne sont pas significativement meilleures avec un entraînement basé sur la vitesse. Cependant elles restent supérieures. En effet, la performance en saut (CMJ) et en sprint va être en relation avec la puissance maximale horizontale développée. Cette méta-analyse va dans le sens de notre étude.

Cependant on peut se demander si les adaptations ne sont pas dues au travail réalisé sur le terrain avec du travail de sprint. En effet, la méta-analyse de Liao K-F., en 2021, montre que les adaptations sur les sprints peuvent être le fait de travail de puissance horizontale. De plus, lors des séances réalisées en salle, les box squats pouvaient être couplés à des exercices de bondissements, de sauts ou de sprints courts.

Le groupe contrôle, quant à lui, n'a obtenu aucune amélioration significative. Ce groupe a même eu des résultats moins bons que lors des tests pré-protocole. Cela peut être dû à la fatigue induite par l'obligation de réaliser 8 répétitions avec l'intention de vitesse maximale sur chaque répétition. En effet, le pourcentage de perte de vitesse entre chaque répétition appliquée au groupe protocole peut permettre un travail qualitatif plutôt qu'un travail quantitatif. Le travail qualitatif va induire moins de fatigue sur l'organisme et donc les meilleures adaptations.

Concernant les limites de ce travail, il est nécessaire de prendre en compte l'état de fatigue des sujets lors de la réalisations de l'ensemble du protocole. En effet, le protocole se passe en salle, mais les joueurs s'entraînent également sur le terrain en parallèle. De plus pendant le protocole, certains joueurs sont allés s'entraîner avec l'équipe première. Ces entraînements représentent une fatigue supplémentaire. De plus, nous pouvons remettre en cause la charge de travail utilisée. Le

1RM utilisé pour réaliser ce protocole est basé sur une charge que les joueurs ont rentrée eux-mêmes sur un tableau. L'exactitude des charges est donc à remettre en question. Enfin, il est possible de remettre en question l'implication des joueurs en terme de motivation à cause de la saison compliquée que nous avons passée cette année.

En terme de perspectives, il pourrait être intéressant de travailler sur une saison complète avec ce type d'outils car cela permettrait de suivre l'évolution des joueurs sur une base constante. En effet, l'évaluation du 1RM grâce à cet outils est assez fiable si le protocole utilisé reste le même. Indirectement, l'évolution de la 1RM pourrait donner une idée des l'évolution des autres qualités physiques comme la puissance. De plus cela permettrait de voir si le joueur est fatigué ou non.

Il pourrait être intéressant de se poser la question de savoir si les résultats seraient différents à une autre période de la saison. En effet, si le travail est effectué sans que le niveau de force ait été augmenté, la production de puissance et l'amélioration de celle-ci serait moins évidente. De plus dans une période de développement, sans match de championnat ou en intersaison à la reprise, les performances auraient pu être meilleures.

8. Conclusion

L'objectif de cette étude était de déterminer si la méthode basée sur la vitesse était plus efficace pour le développement de la puissance qu'une méthode basée sur la charge. Nos hypothèses étaient que cette méthode allait permettre des améliorations significatives dans le développement de la puissance moyenne et maximale verticale et sur la puissance maximale horizontale. Cependant seule la puissance moyenne sur 3 répétitions de box squat a vu une amélioration significative. Les autres ont eu une amélioration mais elles ne sont pas significatives.

Le groupe contrôle quant à lui, n'a pas eu d'améliorations significatives sur toutes les qualités testées. Certains résultats sont également moins bons que les tests pré-protocole.

Cette étude va dans le sens des études déjà réalisées sur le sujet. On peut donc en conclure que cette méthode peut être intéressante à mettre en place afin d'avoir un meilleur développement de la puissance horizontale et verticale. De plus cette méthode peut être intéressante dans la gestion de la fatigue et de la charge de travail. Il serait également intéressant de voir les résultats de cette étude en changeant quelques paramètres et en agrandissant le nombre de sujets afin d'avoir des résultats plus fiables sur son efficacité.

Enfin de nombreux facteurs sont à prendre en compte dans l'analyse de ses résultats, on ne peut donc pas exclure les interférences possibles entre ces facteurs et les résultats proposés.

Bibliographie

Allen, D. G., Lamb, G. D., & Westerblad, H. (2008). Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiological reviews*, 88(1), 287-332. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18195089/>

Argus, C. K., Gill, N. D., Keogh, J. W., & Hopkins, W. G. (2011). Acute effects of verbal feedback on upper-body performance in elite athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3282-3287. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22076083/>

Balshaw, T. G., Massey, G. J., Maden-Wilkinson, T. M., Tillin, N. A., & Folland, J. P. (2016). Training-specific functional, neural, and hypertrophic adaptations to explosive- vs. sustained-contraction strength training. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 120(11), 1364–1373. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27055984/>

Banyard, H. G., Tufano, J. J., Weakley, J. J., Wu, S., Jukic, I., & Nosaka, K. (2020). Superior changes in jump, sprint, and change-of-direction performance but not maximal strength following 6 weeks of velocity-based training compared with 1-repetition-maximum percentage-based training. *International journal of sports physiology and performance*, 16(2), 232-242. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32871553/>

Brotherton, E. J., Moseley, S. E., Langan-Evans, C., Pullinger, S. A., Robertson, C. M., Burniston, J. G., & Edwards, B. J. (2019). Effects of two nights partial sleep deprivation on an evening submaximal weightlifting performance; are 1 h powernaps useful on the day of competition?. *Chronobiology international*, 36(3), 407–426. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30626222/>

Cormier, P., Freitas, T. T., & Seaman, K. (2024). A systematic review of resistance training methodologies for the development of lower body concentric mean power, peak power, and mean propulsive power in team-sport athletes. *Sports Biomechanics*, 23(10), 1229-1262. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34346844/>

- Cormie, P., McBride, J. M., & McCaulley, G. O. (2007). Validation of Power Measurement Techniques in Dynamic Lower Body Resistance Exercises. *Journal of Applied Biomechanics*, 23(2), 103-118. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17603130/>
- Cometti, G., & Joly, B. (1989). *Les méthodes modernes de musculation*. UFR STAPS Dijon: Université de Dijon (Université de Bourgogne).
- Conceição, F., Fernandes, J., Lewis, M., González-Badillo, J. J., & Jiménez-Reyes, P. (2016). Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. *Journal of sports sciences*, 34(12), 1099-1106. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26395837/>
- Desmedt, J. E., & Godaux, E. (1977). Ballistic contractions in man: characteristic recruitment pattern of single motor units of the tibialis anterior muscle. *The Journal of physiology*, 264(3), 673-693. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1307786/>
- Dorrell, H. F., Smith, M. F., & Gee, T. I. (2020). Comparison of velocity-based and traditional percentage-based loading methods on maximal strength and power adaptations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(1), 46-53. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30946276/>
- Dowson, M. N., Nevill, M. E., Lakomy, H. K. A., Nevill, A. M., & Hazeldine, R. J. (1998). Modelling the relationship between isokinetic muscle strength and sprint running performance. *Journal of sports sciences*, 16(3), 257-265. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9596360/>
- Deutsch, M. U., Maw, G. J., Jenkins, D., & Reaburn, P. (1998). Heart rate, blood lactate and kinematic data of elite colts (under-19) rugby union players during competition. *Journal of sports sciences*, 16(6), 561-570. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9756260/>
- Freitas, T. T., Martinez-Rodriguez, A., Calleja-Gonzalez, J., & Alcaraz, P. E. (2017). Short-term adaptations following complex training in team-sports: A meta-analysis. *PloS one*, 12(6), e0180223. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28662108/>
- Fry, A. C. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports medicine*, 34, 663-679. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15335243/>

González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International journal of sports medicine*, 31(05), 347-352. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20180176/>

González-Badillo, J. J., Yañez-García, J. M., Mora-Custodio, R., & Rodríguez-Rosell, D. (2017). Velocity loss as a variable for monitoring resistance exercise. *International journal of sports medicine*, 38(03), 217-225. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28192832/>

Howald, H., Hoppeler, H., Claassen, H., Mathieu, O., & Straub, R. (1985). Influences of endurance training on the ultrastructural composition of the different muscle fiber types in humans. *Pflugers Archiv : European journal of physiology*, 403(4), 369–376. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4011389/>

Henneman, E. L. W. O. O. D., Clamann, H. P., Gillies, J. D., & Skinner, R. D. (1974). Rank order of motoneurons within a pool: law of combination. *Journal of neurophysiology*, 37(6), 1338-1349. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4436704/>

Jones, B., Weaving, D., Tee, J., Darrall-Jones, J., Weakley, J., Phibbs, P., ... & Till, K. (2018). Bigger, stronger, faster, fitter: the differences in physical qualities of school and academy rugby union players. *Journal of sports sciences*, 36(21), 2399-2404. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29608414/>

Jones, M. R., West, D. J., Crewther, B. T., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2015). Quantifying positional and temporal movement patterns in professional rugby union using global positioning system. *European journal of sport science*, 15(6), 488-496. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25675258/>

Joy, J. M., Lowery, R. P., Oliveira-de-Souza, E., & Wilson, J. M. (2016). Elastic bands as a component of periodized resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(8), 2100–2106. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23669815/>

Herzog, W., & Ait-Haddou, R. (2003). Mechanical muscle models and their application to force and power production. *Strength and power in sport*, 154-183. <https://www.researchgate.net/>

p u b l i c a t i o n /
228038733_Mechanical_Muscle_Models_and_Their_Application_to_Force_and_Power_Produc
tion

Kumagai, K., Abe, T., Brechue, W. F., Ryushi, T., Takano, S., & Mizuno, M. (2000). Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 88(3), 811–816. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10710372/>

Lacome, M., Piscione, J., Hager, J. P., & Bourdin, M. (2014). A new approach to quantifying physical demand in rugby union. *Journal of sports sciences*, 32(3), 290-300. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24016296/>

Lauersen, J. B., Andersen, T. E., & Andersen, L. B. (2018). Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 52(24), 1557-1563. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30131332/>

Liao, K. F., Wang, X. X., Han, M. Y., Li, L. L., Nassis, G. P., & Li, Y. M. (2021). Effects of velocity based training vs. traditional 1RM percentage-based training on improving strength, jump, linear sprint and change of direction speed performance: A Systematic review with meta-analysis. *PLoS One*, 16(11), e0259790. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34793506/>

Lindsay, A., Draper, N., Lewis, J., Gieseg, S. P., & Gill, N. (2015). Positional demands of professional rugby. *European journal of sport science*, 15(6), 480-487. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25830235/>

Lokteff, F., Canet, R., Drissi, S., & Moretto, P. (2022). Impacts au Rugby à XV: suivi longitudinal et distribution par postes en club Elite. *Science & Sports*, 37(4), 286-293. https://www.researchgate.net/publication/358451857_Impacts_au_Rugby_a_XV_suivi_longitudinal_et_distribution_par_postes_en_club_Elite

- Loturco, I., Iacono, A. D., Nakamura, F. Y., Freitas, T. T., Boullosa, D., Valenzuela, P. L., ... & McGuigan, M. R. (2021). The optimum power load: A simple and powerful tool for testing and training. *International journal of sports physiology and performance*, 17(2), 151-159. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34942592/>
- Maffiuletti, N. A., Aagaard, P., Blazevich, A. J., Folland, J., Tillin, N., & Duchateau, J. (2016). Rate of force development: physiological and methodological considerations. *European journal of applied physiology*, 116, 1091-1116. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26941023/>
- McLaren, S. J., Weston, M., Smith, A., Cramb, R., & Portas, M. D. (2016). Variability of physical performance and player match loads in professional rugby union. *Journal of science and medicine in sport*, 19(6), 493–497. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26118848/>
- Molenaar, T. A., Aarts, R. M., & de Groot, G. (1999). The interrelation of muscle fibre recruitment and exercise performance in resistance training. *Sports medicine*, 28(5), 367-375.
- Nagata, A., Doma, K., Yamashita, D., Hasegawa, H., & Mori, S. (2020). The effect of augmented feedback type and frequency on velocity-based training-induced adaptation and retention. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(11), 3110-3117. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33105361/>
- Pollard, B. T., Turner, A. N., Eager, R., Cunningham, D. J., Cook, C. J., Hogben, P., & Kilduff, L. P. (2018). The ball in play demands of international rugby union. *Journal of science and medicine in sport*, 21(10), 1090-1094. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29559318/>
- Rassier, D. E., MacIntosh, B. R., & Herzog, W. (1999). Length dependence of active force production in skeletal muscle. *Journal of applied physiology*, 86(5), 1445-1457. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10233103/>
- Rauch, J. T., Loturco, I., Cheesman, N., Thiel, J., Alvarez, M., Miller, N., Carpenter, N., Barakat, C., Velasquez, G., Stanjones, A., Aube, D., Andersen, J. C., & De Souza, E. O. (2018). Similar Strength and Power Adaptations between Two Different Velocity-Based Training Regimens in

Collegiate Female Volleyball Players. *Sports* (Basel, Switzerland), 6(4), 163. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30518071/>

Reiss, D., & Prévost, P. (2021). *La Nouvelle bible de la préparation physique*. Amphora.

Richens, B., & Cleather, D. J. (2014). The relationship between the number of repetitions performed at given intensities is different in endurance and strength trained athletes. *Biology of sport*, 31(2), 157-161. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24899782/>

Rogers, T., Gill, N., Watkins, C., & Beaven, C. M. (2024). Relationship of a Six-Second Peak Power Cycle Ergometer Test with Maximal and Ballistic Strength Tests in International Rugby Union Players. *International Journal of Strength and Conditioning*, 4(1). https://www.researchgate.net/publication/381642110_Relationship_of_a_Six-Second_Peak_Power_Cycle_Ergometer_Test_with_Maximal_and_Ballistic_Strength_Tests_in_International_Rugby_Union_Players

Sánchez-Moreno, M., Rodríguez-Rosell, D., Pareja-Blanco, F., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, J. J. (2017). Movement velocity as indicator of relative intensity and level of effort attained during the set in pull-up exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(10), 1378-1384. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28338365/>

Sale D. G. (1988). Neural adaptation to resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*, 20(5 Suppl), S135–S145. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3057313/>

Sheehan, A., Malone, S., Walters, A., Gabbett, T., & Collins, K. (2022). Match-play profile of elite rugby union, with special reference to repeated high-intensity effort activity (RHIE). *Sport Sciences for Health*, 1-10. https://www.researchgate.net/publication/357871078_Match-play_profile_of_elite_rugby_union_with_special_reference_to_repeated_high-intensity_effort_activity_RHIE

Soriano, M.A., Jiménez-Reyes, P., Rhea, M.R. et al. The Optimal Load for Maximal Power Production During Lower-Body Resistance Exercises: A Meta-Analysis. *Sports Med* 45, 1191–1205 (2015). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27699699/>

Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 46(10), 1419–1449. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26838985/>

Van Cutsem, M., Duchateau, J., & Hainaut, K. (1998). Changes in single motor unit behaviour contribute to the increase in contraction speed after dynamic training in humans. *The Journal of physiology*, 513 (Pt 1)(Pt 1), 295–305. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9782179/>

Weakley, J., McLaren, S., Ramirez-Lopez, C., García-Ramos, A., Dalton-Barron, N., Banyard, H., ... & Jones, B. (2020). Application of velocity loss thresholds during free-weight resistance training: Responses and reproducibility of perceptual, metabolic, and neuromuscular outcomes. *Journal of Sports Sciences*, 38(5), 477-485. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31868099/>

Weakley, J., Till, K., Sampson, J., Banyard, H., Leduc, C., Wilson, K., ... & Jones, B. (2019). The effects of augmented feedback on sprint, jump, and strength adaptations in rugby union players after a 4-week training program. *International journal of sports physiology and performance*, 14(9), 1205-1211. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30840517/>

Weakley, J., Weaving, D., Tee, J., Darrall-Jones, J., Weakley, J., Phibbs, P., ... & Till, K. (2018). Bigger, stronger, faster, fitter: the differences in physical qualities of school and academy rugby union players. *Journal of sports sciences*, 36(21), 2399-2404. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29608414/>

Villepreux, P., & Lafon, V. (2007). *L'esprit rugby*. Pearson Education France.

Zhang, X., Feng, S., Peng, R., & Li, H. (2022). The role of velocity-based training (VBT) in enhancing athletic performance in trained individuals: A meta-analysis of controlled trials. *International journal of environmental research and public health*, 19(15), 9252. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35954603/>

Annexes

NOMBRE D'ECTS (le cas échéant) :

5) Le tuteur de l'organisme d'accueil ou tout membre de l'organisme d'accueil appelé à se rendre dans l'établissement d'enseignement dans le cadre de la préparation, du déroulement et de la validation du stage ne peut prétendre à une quelconque prise en charge ou indemnisation de la part de l'établissement d'enseignement.

Article 13 - Droit applicable - Tribunaux compétents

La présente convention est régie exclusivement par le droit français.

Tout litige non résolu par voie amiable sera soumis à la compétence de la juridiction française compétente.

Fait à le

POUR L'ÉTABLISSEMENT D'ENSEIGNEMENT
Viseur du centre, par délégation, Pr. Murielle Garcin

POUR L'ORGANISME D'ACCUEIL
Amrabi Nassera

STAGIAIRE (ou son représentant légal le cas échéant)
Colin FLAHAUT

L'ENSEIGNANT RÉFÉRENT DU STAGIAIRE
Philippe CAMPILLO

LE TUTEUR DE STAGE DE L'ORGANISME D'ACCUEIL
Félix Decroocq

Fiches à annexer à la convention : 1) Attestation de stage / 2) Fiche de stage à l'étranger (pour informations sécurité sociale voir site cleiss.fr - pour fiche pays voir site diplomatie.gouv.fr) / 3) Autres annexes (le cas échéant)

Figure 8 : Convention de stage

SEMAINE 12	
jeudi 20 mars 2025	
Force / Puissance	Cible
Exercice principal	
5 essais RM Arraché	Membre inf
5 sauts long départ genoux	Membre sup
Max pompes décalées	Membre sup
8 RM Box Squat	Membre inf
5 x 5m sprint	Membre sup
Max tractions + 5 excentrique	Membre sup
8 RM DM	Membre sup
8 jetés médecine ball vertical	Membre inf
8/coté Relevé copenhagen planche	Membre inf

Figure 9 : exemple de séance pendant le protocole

Sujet	Puissance moyenne verticale			
	VBT		Classique	
	Avant	Après	Avant	Après
1	2133	2662.67	1338.67	1431.67
2	2966.33	3070.67	1592.33	1498
3	2044.33	2662.33	2528.33	2110.33
4	3017.33	3127	2258.33	2251.33
5	1838.67	2186	1810.67	1949.67
6	2230.67	2151.67	1562	1754.33
7	2324	2400	2736.33	2710.67
8	1638	1848	2433	2190.67
9	1555.67	1752.67	1511	1936.67
10	2123	2139	2178.67	1798.33
Moyenne	2187.10	2400.00	1994.93	1963.17
E-T	490.60	473.22	491.89	377.97
Normalité	p=0.27	p=0.52	p=0.40	p=0.84
Homogénéité des variances	p=0.59			

Figure 10 : Résumé statistique

Sujet	Puissance maximale verticale			
	VBT		Classique	
	Avant	Après	Avant	Après
1	2367	2888	1509	1477
2	3122	3117	1731	1679
3	2275	2980	2682	2520
4	3212	3208	2464	2345
5	1905	2332	1880	2027
6	2468	2624	1575	1842
7	2351	2459	3029	2782
8	1713	1989	2486	2258
9	1681	1872	1667	2474
10	2168	2340	2536	1969
Moyenne	2326.20	2580.90	2155.90	2137.30
E-T	520.44	462.34	541.51	409.19
Normalité	p=0.28	p=0.64	p=0.20	p=0.97
Homogénéité des variances	p=0.59			

Figure 11 : Résumé statistique

Sujet	Puissance maximale horizontale relative			
	VBT		Classique	
	Avant	Après	Avant	Après
1	15.27	18.85	14.82	13.15
2	17.72	19.22	17.39	11.9
3	21.44	16.65	17.14	17.58
4	18.52	19.45	17.61	17.81
5	17.07	18.82	18.96	17.33
6	15.5	16.69	17.73	18.54
7	17.07	22.25	25.23	23.66
8	17.09	18.68	24.31	23.62
9	16.93	17.61	17.96	20.72
10	13.74	15.24	20.13	18.42
Moyenne	17.04	18.35	19.13	18.27
E-T	2.07	1.93	3.27	3.83
Normalité	p=0.46	p=0.63	p=0.07	p=0.4
Homogénéité des variances	p=0.26			

Figure 12 : Résumé statistique

Résumé et mots clés

Objectifs : L'objectif de cette étude est de vérifier si l'entraînement basé sur la vitesse est plus efficace qu'une méthode basée sur la charge pour développer la puissance chez le joueur de rugby.

Méthode : Les sujets sont répartis dans deux groupes (expérimental et contrôle). Le groupe expérimental réalise un protocole d'entraînement de développement de la puissance (box squat avec outils de mesure de la vitesse de barre sur chaque série). Les sujets de ce groupe peuvent réaliser 8 répétitions maximum par série. Si la vitesse de la barre diminue de 10% ou plus entre 2 répétitions, ils doivent stopper la série. L'objectif pour eux est de développer le plus de vitesse sur chaque répétition. Ils bénéficient du retour direct de leur vitesse. Le groupe contrôle doit, quant à lui réaliser 8 répétitions obligatoirement avec l'intention de vitesse maximale. Pour les deux groupes, la charge de travail est de 50% et le nombre de séries est de 5.

Pour évaluer cela, deux tests ont été mis en place, un 30 mètres sprint évalué avec Mysprint afin d'obtenir la puissance maximale relative développée lors de ce sprint et 3 répétitions de box squat avec l'intention de développer le plus de puissance possible sur chacune d'entre elle.

Résultats : Les résultats ont montré une amélioration significative sur la production de la puissance moyenne pour le groupe expérimental. La puissance maximale horizontale et la puissance maximale verticale n'ont quant à elle pas significativement évolué. Cependant, la taille d'effet montre de meilleures améliorations pour le groupe expérimental.

Conclusion : Pour conclure, les résultats ne sont pas statistiquement significatifs pour l'amélioration de la puissance maximale horizontale et verticale, cependant il est possible que la méthode basée sur la vitesse soit efficace dans le développement de la puissance. Les études utilisées dans ce mémoire vont également dans ce sens.

Mots clés : Velocity Based Training - Puissance - Rugby - Performance - Vitruve

Abstract

Objectives: The aim of this study is to verify whether speed-based training is more effective than a load-based method for developing power in rugby players.

Methods: Subjects are divided into two groups (experimental and control). The experimental group performs a power development training protocol (box squat with bar speed measurement tools on each set). Subjects in this group can perform a maximum of 8 repetitions per set. If the bar speed decreases by 10% or more between 2 repetitions, they must stop the set. The aim is to develop as much speed as possible on each repetition. They benefit from direct feedback on their speed. The control group, on the other hand, must perform 8 repetitions with the intention of maximum speed. For both groups, the workload is 50% and the number of sets is 5.

To evaluate this, two tests were set up, a 30-meter sprint evaluated with Mysprint to obtain the relative maximum power developed during this sprint, and 3 repetitions of a box squat with the intention of developing as much power as possible on each of them.

Results: The results showed a significant improvement in average power for the experimental group. Maximum horizontal power and maximum vertical power showed no improvement. However, the effect size showed better improvements for the experimental group.

Conclusion: In conclusion, the results are not statistically significant for the improvement in maximum horizontal and vertical power, but it is possible that the speed-based method is effective in power development. The studies used in this thesis also point in this direction.

Key words: Velocity Based Training - Power - Rugby - Performance - Vitruve

Compétences

Lors de cette année de Master 1 Entraînement et Optimisation de Performance Sportive, j'ai pu acquérir de nombreuses compétences qui m'ont été utiles pendant mon stage. Voici les compétences en question :

Concevoir des programmes d'entraînement en fonction des besoins des athlètes.

Animer des séances de préparation physique sur le terrain ou en salle de musculation.

M'adapter aux situations imprévues et **Agir** en fonction.

Réaliser une étude scientifique et **Analyser** des données à l'aide d'outils numériques.