☐ Master 1ère année ☒ Master 2ème année

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

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

MEMOIRE

TITRE : **Effets de différentes séances de musculation matinales sur la vitesse maximale de l'après-midi en fonction du profil force-vitesse chez des rugbymen professionnels.**

Par : Baptiste MARTIN

Sous la direction de : Frédéric DAUSSIN

Soutenu à la Faculté des Sciences du Sport et
de l'Éducation Physique le :

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

Remerciements

Je voudrais dans un premier temps remercier Vincent COCOYNACQ, responsable de la préparation physique du Rugby Club Massy Essonne, de m'avoir suivi en tant que tuteur de stage et maître d'apprentissage durant cette saison. Je le remercie, ainsi que l'ensemble du staff de l'équipe professionnelle pour leur confiance et de leur bienveillance dans la mise en place de cette étude.
Je remercie également l'ensemble des joueurs volontaires pour avoir réalisé le protocole avec sérieux et rigueur.

Merci aux salariés, bénévoles et à l'ensemble du club du RCME pour leur travail au quotidien, permettant le bon fonctionnement du club ainsi que de pouvoir évoluer dans un bon cadre de vie.

Je remercie également Gaëtan BOISSARD et Bertrand MATHIEU, préparateurs physiques pour le XV de France U20, de m'avoir apporté de précieux conseils dans la mise en place du protocole, ainsi que pour m'avoir fourni le matériel nécessaire à la réalisation des tests sur le terrain. Leurs expériences et leur expertise m'ont permis de répondre pleinement aux exigences du haut niveau, nécessaires au bon fonctionnement de l'étude.

Je remercie grandement Frédéric DAUSSIN, pour m'avoir à nouveau fait confiance et m'avoir pris sous sa direction pour la deuxième année consécutive. Je le remercie pour avoir été à l'écoute tout au long de l'année et pour ces précieux conseils concernant la mise en place de l'étude ainsi que pour la réalisation du mémoire. Il m'a permis de développer de nombreuses compétences dans le domaine des sciences du sport et de la recherche, qui sont pour moi indispensables pour évoluer dans le domaine de la préparation physique.

Pour finir, je remercie les enseignants et le personnel de la Facultés des Sciences du Sport et de l'Éducation Physique de l'Université de Lille, de nous avoir transmis leur savoir, ainsi que pour l'emprunt du matériel. Ils nous ont permis d'évoluer et d'apprendre dans de bonnes conditions tout au long de l'année.

Sommaire

Glossaire *5*

1. Introduction *6*

2. Revue de littérature *8*

2.1. Le Rugby à XV **8**
2.1.1. Logique interne de l'activité et facteurs de performance physiques 8
2.1.2. Les qualités déterminantes du sprint au rugby 9

2.2. Le Profil Puissance – Force – Vitesse **10**
2.2.1. Définition des relations Force – Vitesse et Puissance – Vitesse 10
2.2.2. Les différents facteurs d'efficacité mécanique de l'accélération 11
2.2.3. Mesures du profil puissance-force-vitesse et interprétations des résultats 12
2.2.4. Stratégies d'optimisation de l'accélération : individualisation en fonction du profil force-vitesse. 13

2.3. Méthode de Pré-conditionnement : Séance de « Priming » **14**
2.3.1. Définition du pré-conditionnement 14
2.3.2. Les différentes méthodes de pré-conditionnement 15
2.3.3. Objectifs du « priming » 16

3. Sujet d'étude *18*

3.1. Problématique **18**

3.2. Objectif(s) **18**

3.3. Hypothèses **18**

4. Expérience Professionnelle *19*

4.1. Milieu professionnel **19**

4.2. Les sujets **19**

4.3. Le protocole **20**
4.3.1. Période et organisation de l'étude 20
4.3.2. Présentation et réalisation des tests initiaux 22
4.3.3. Analyse et interprétation des profils force – vitesse 24
4.3.4. Présentation des sessions expérimentales 25

4.4. Analyses statistiques **27**

5. Résultats *29*

6. Discussion *31*

6.1. Discussion en lien avec les résultats de la recherche **31**

6.2. Limites et remédiations du protocole **33**

7. Conclusion *35*

8. Références Bibliographiques *36*

9. Annexes *40*

9.1. (Tableau 1). Données anthropométriques des sujets **40**

9.2. (Tableau 2). Échelle CR-10 de Borg (1982) visant à évaluer la pénibilité de l'effort. **40**

9.3. (Tableau 3). Table d'ajustement de la charge pour un Top Set en 3RM **40**

9.4. (Tableau 4). Données mesurées par le Radar Stalket ATSII lors du sprint linéaire de 40 mètres. ...41

9.5. (Tableau 5). Tableau d'interprétation du D de Cohen pour identifier la taille d'effet noté ES selon la valeur. 41

9.6. (Schéma 1). Planification du protocole sur une période de 8 semaines....41

9.7. (Schéma 2). Organisation chronologique des sessions expérimentales. 42

9.8. (Schéma 3). Représentation de la mise en place du test au Radar ATSII sur 40 mètres. 42

9.9. (Graphique 1). Nuage de points représentant la courbe initiale et la courbe une fois les valeurs filtrées. 42

9.10. (Graphique 2). Graphique représentant la relation F0/V0 moyenne du groupe. 43

9.11. (Graphique 3a et 3b). Exemples de graphique afin d'illustrer l'interprétation des profils force-vitesse. 43

9.12. (Figure 1a et 1b). Comparaison de l'évolution de Vmax (en km/h) entre les différentes conditions pour les deux groupes. 43

9.13. (Figure 2). Comparaison entre la Vmax (en km/h) du matin et celle de l'après-midi des deux groupes, pour l'ensemble des conditions. 44

9.14. (Figure 3). Comparaison de l'évolution de Vmax (en km/h) entre les différentes conditions pour l'ensemble des sujets. 44

9.15. (Figure 4). Comparaison entre la Vmax (en km/h) du matin et celle de l'après-midi pour l'ensemble des sujets. 44

9.16. Questionnaire de Hooper utilisé avant les séances de musculation 45

10. Résumé 46

11. Compétences Acquises 49

Glossaire

Vmax : Vitesse maximale

V0 : Vitesse maximale théorique lorsque la force exercée est nulle

$V0_{Sujet}$: Vitesse maximale théorique des sujets

$V0_{Moyenne}$: Vitesse maximale théorique moyenne du groupe

V_{Opt} : Vitesse Optimale

F0 : Force maximale théorique lorsque la vitesse est nulle

$F0_{Sujet}$: Force maximale théorique des sujets

$F0_{Moyenne}$: Force maximale théorique moyenne du groupe

F_{Opt} : Force Optimale

Pmax : Puissance maximale

RFD : Taux de développement de la force

GRF : Force de réaction au sol

D_{RF} : Déficit du taux de production de force

RM : Répétition Maximale

PAP : Potentialisation Post-Activation

1. Introduction

Les stratégies d'optimisation de la performance sont au centre des intérêts scientifiques dans le domaine de la préparation physique. En effet, le but est de permettre aux sportifs de réaliser des performances optimales lors des compétitions, et ceci passe par différentes stratégies d'entraînement qui vont dépendre de la pratique, du niveau, du contexte, et de l'organisation de la saison. Bompa et Buzzichelli (2019), ont déterminés de manière précise les différents objectifs de l'entraînement : le développement de la condition physique générale (endurance, force, vitesse, coordination et souplesse), le développement physique spécifique nécessaire pour exprimer les différentes qualités physiques au service de la pratique, les compétences technico-tactiques, les facteurs psychologiques, puis l'état de forme et la prévention des blessures qui est primordiale pour préserver l'intégrité des sportifs et ne pas altérer la performance.

Un sportif performant est un sportif ayant les ressources nécessaires pour répondre aux besoins de sa pratique, mais également ayant adopté des stratégies d'entraînement adaptées pour atteindre ses objectifs. Le but pour les entraîneurs et les préparateurs physiques est donc d'identifier les besoins généraux et spécifiques des sportifs, fixer des objectifs réalisables à court, moyen et long terme, puis mettre en place une programmation adaptée pour permettre aux sportifs d'atteindre leur niveau optimal. Ces stratégies d'entraînement sont à mettre en place dès le plus jeune âge pour permettre aux sportifs de se développer de manière progressive (Ratel, 2018), et ainsi permettre un suivi longitudinal.

Ces stratégies à long termes font partie des fondements de la préparation physique, mais les performances en compétitions vont également dépendre des stratégies adoptées à court et à très court terme. C'est-à-dire que les méthodes de pré-conditionnement mises en place le jour de la compétition peuvent optimiser les performances sportives (Kilduff et al., 2013), et notamment les performances neuromusculaires, métaboliques et cardio-vasculaires. Dans ces stratégies de pré-conditionnement, les scientifiques ont beaucoup étudier les différents effets des échauffements passifs et actifs, ayant pour objectifs principaux d'améliorer les fonctions nerveuses, les capacités aérobies, les fonctions thermorégulatrices ainsi que le potentiel post-activation (Bishop, 2003). Mais, il existe de plus en plus de méthodes intervenant tout au long de cette journée de compétition, et notamment la séance de « priming » ou « d'amorçage », utilisée de plus en plus par les préparateurs physiques pour contrer les baisses de cortisols et de testostérones, diminués naturellement durant le cycle circadien, qui sont des hormones intervenant dans les performances anaérobies (Cook et al., 2012). Dans les sports collectifs comme le rugby, il est important de prendre en compte les facteurs et besoins individuels de chacun, notamment en fonction du rôle sur le terrain, afin de proposer des stratégies adaptées pour augmenter les performances des joueurs, et les restituer au service du collectif.

Pour introduire le sujet, nous nous intéresserons à la pratique du rugby, et notamment aux différentes qualités physiques déterminantes afin de répondre aux exigences du haut niveau. Par la suite nous ferons un état des lieux de la littérature scientifique concernant les capacités neuromusculaires nécessaires lors d'un sprint, notamment dans l'expression de la puissance représentée par le profil force-vitesse.

Nous verrons quelles sont les facteurs clés dans l'efficacité mécanique de l'accélération, et nous la mettrons en lien avec la pratique du rugby.

Après avoir expliqué comment mesurer et interpréter les profils force-vitesse, nous expliquerons en quoi ils peuvent être important dans la mise en place d'une stratégie à long terme, et ainsi être intégrés dans une programmation individuelle pour optimiser les performances de courses au rugby.

Puis nous verrons que les capacités neuromusculaires tels que la puissance et l'explosivité peuvent être augmentées à très court terme, juste avant un match, grâce à différentes méthodes de pré-conditionnement mis en place à différentes périodes de la journée de compétition.

D'ailleurs le sujet de ce mémoire mettra en lien l'individualisation de séance en fonction du profil de chaque joueur, et une méthode de pré-conditionnement, et visera à savoir quelles sont les effets de différentes séances de musculation matinales sur la vitesse maximale de l'après-midi, en fonction du profil force-vitesse, chez des rugbymen professionnels.

Pour finir, après avoir présenté le protocole mis en place pour répondre à cette problématique, nous discuterons des résultats obtenus en lien avec la littérature scientifique.

2. Revue de littérature

2.1. Le Rugby à XV

2.1.1. Logique interne de l'activité et facteurs de performance physiques

Le rugby est un sport collectif, opposant deux équipes de quinze joueurs pendant 80 minutes (2 x 40 minutes) dont l'objectif est de marquer plus de points que l'adversaire pour gagner. Les joueurs peuvent marquer des points avec la main en aplatissant le ballon sur ou derrière la ligne d'en-but (5 points), mais également au pied lorsque le ballon est botté ou tapé entre les poteaux (3 points pour une pénalité ou un drop, 2 points pour une transformation d'essai). Pour avancer, le joueur dispose de plusieurs moyens qui sont : l'affrontement physique direct (« jeu groupé »), l'évitement ou l'affrontement physique indirect (« jeu déployé »), ainsi que le jeu au pied.

Le rugby est un sport caractérisé par des efforts de types intermittents, avec des intensités en constante variation dans le temps de jeu effectif (Paquet, 2014), et ceci est dû à la constante adaptation des joueurs en fonction de la situation.

Depuis plusieurs années, les caractéristiques anthropométriques, physiologiques ainsi que les exigences physiques ont beaucoup évolué dans les différents championnats professionnels (Duthie et al., 2003). Il est donc nécessaire aujourd'hui pour un joueur de posséder un panel de capacités physiques conséquents afin d'encaisser une grande quantité d'impact et de sprints à vitesse maximale (Smart et al., 2013). Il existe cependant quelques différences dans les profils physiques et notamment en fonction du poste. En effet, selon les études d'Austin en 2011, on observe une différence de temps passé à haute et très haute intensité entre les avants (~ 21% ± 5 du temps effectif de jeu) et les arrières (~ 16% ± 3 du temps de jeu effectif), avec un nombre d'impacts supérieur pour les avants, et un nombre de sprints à vitesse maximale plus important pour les arrières. Cependant, ce sont les capacités d'enchaînement de ces tâches à haute intensité, avec des séquences de courses, de combat, et d'opposition en phase statique, entrecoupées par des périodes de récupération, qui vont être importantes pour prendre le dessus sur l'adversaire (Paquet, 2014). Un joueur doit donc être fort, rapide, puissant et endurant pour permettre de répondre aux exigences du rugby professionnel, en prenant en compte les facteurs individuels de chacun, déterminés en fonction du poste et du profil (Smart, 2013). Bien que Austin en 2011, propose une classification de ces profils en fonction des postes (soit 1ères lignes et 2èmes lignes, 3èmes lignes, ½ de mêlée, ½ d'ouverture et centres, ailiers et arrières) pour déterminer des axes de travail, il est également important de prendre en compte le projet de jeu des entraîneurs, ainsi que les forces et faiblesses des joueurs pour mettre en place des stratégies d'optimisation des performances. Et ceci tout au long de la saison. Les tests physiques permettront alors d'évaluer le niveau et l'état de forme de chaque joueur, ainsi que leurs

composantes physiques individuelles, nécessaire dans l'individualisation de certaines séances pour permettre aux joueurs d'atteindre leur niveau optimal. Par exemple, selon la classification d'Austin, les ailiers et les arrières réalisent en un match, environ 14 ± 6 sprints entre 11 et 20 mètres, 6 ± 2 sprints entre 21 et 30 mètres, 4 ± 2 sprints entre 31 et 40 mètres ainsi que 4 ± 2 sprints supérieurs à 40 mètres. Ces données signifient que ces joueurs ont besoins d'un travail d'accélération pour être performant sur des sprints à moyenne distance et atteindre leur vitesse maximale (Vmax), mais également un travail de maintien de la Vmax pour les sprints à longue distance.

2.1.2. Les qualités déterminantes du sprint au rugby

Comme vu précédemment, la pratique du rugby nécessite de nombreux attributs physiques pour être performant au haut niveau. On observe sur les phases à haute et très haute intensité, que les qualités de force, de vitesse et d'explosivité sont des facteurs primordiaux (Paquet, 2014). L'endurance rentre en compte lorsque ces phases sont réalisées de manière répétée, ce qui en fait également une qualité importante lors des phases à haute intensité. En effet, ce n'est pas parce qu'un joueur est capable d'être très rapide, fort et puissant sur une action, qu'il est également capable de répéter ces efforts (Krantz, 2017).

Pour rappel, le rugby est un sport nécessitant un déplacement pour avancer et marquer, signifiant que les qualités de sprint à vitesse maximale et d'agilité sont les qualités déterminantes dans l'évitement ou la phase de jeu déployé, notamment pour les arrières qui parcourent plus de distance en sprint avec une vitesse plus élevée, allant de 5 à 40 mètres la majorité du temps (Austin, 2011). Les avants seront beaucoup plus sollicités par le combat (Mondenx, 2018).

Dans un objectif d'optimisation de la phase de sprint, il est donc nécessaire d'analyser et d'identifier les différentes habilités motrices, ou qualités physiques, composant cette phase. Tout d'abord, nous observons que pour la majorité des sprints, les courses présentent des changements de direction. En effet, l'adaptation situationnelle induite par des schémas de courses souvent aléatoires, comme dans beaucoup de sport collectif, contraint le joueur à changer de direction afin d'éviter l'adversaire (Reiss et Prévost, 2017). Cette notion d'agilité définit par des déplacements à intensité et trajectoire désordonnée (Krantz, 2017), nécessite des qualités d'accélération, de décélération et de changement de direction, composées elles-mêmes d'un haut niveau de force, de vitesse, d'explosivité et de puissance pour être le plus efficace possible (Nimphius et al., 2014). Les différentes contraintes biomécaniques, cinétiques et cinématiques vont dépendre de plusieurs facteurs tels que la trajectoire, et la vitesse, induisant plus ou moins de traumatismes articulaires et musculo-squelettiques lors de la décélération et du changement de direction (Harper, 2017). Cela signifie que lors d'un cycle de développement, il est primordial de proposer aux

joueurs des entraînement spécifiques au type de sprints effectués (Young, McDowell et Scarlette, 2001 ; Spiteri et al., 2015), de mettre en place des exercices de renforcement et de prévention spécifiques afin de mieux encaisser les traumatismes (Enoka, 1996), mais également d'évaluer les joueurs de manière individuelle pour déterminer des axes de travail en fonction des besoins et des profils. On remarque en effet des différences de profil lors des sprints en fonction des postes, notamment dans l'expression de la puissance et de la relation force-vitesse, qui sont les qualités déterminantes lors de la phase d'accélération (Zabaloyab, 2021).

2.2. Le Profil Puissance – Force – Vitesse

2.2.1. Définition des relations Force – Vitesse et Puissance – Vitesse

Dans les sports collectifs comme le rugby, qui nécessite un déplacement à vitesse maximale vers l'avant pour gagner du terrain, l'habilité à produire un haut niveau de puissance mécanique est primordial lors des sprints, et notamment lors de la phase d'accélération. En effet, la vitesse de déplacement est définie comme la faculté à réaliser des actions motrices induisant un déplacement du corps ou de l'une de ses parties sur une distance donnée, plus ou moins rapidement (Pradet, 1996). Ce qui signifie que la production de mouvement induisant ce déplacement, est elle-même induite par une succession de production de force (Morin, 2019). Cette puissance mécanique qui est traduite par la relation force-vitesse, dépend donc des capacités ostéoarticulaires et neuromusculaires des joueurs à produire un très haut niveau de force, avec la plus grande vitesse possible (Morin et Samozino, 2016).

Les relations puissance – force – vitesse caractérisent les capacités mécaniques maximales du système neuromusculaire des membres inférieurs. D'un côté, la notion de force-vitesse est une relation linéaire représentant la capacité du système neuromusculaire à produire une force à une certaine vitesse de mouvement. Plus la production de force sera élevée, plus la vitesse d'exécution du mouvement sera lente et vice-versa. De l'autre, la notion de puissance – vitesse est une relation parabolique représentant la puissance maximale produite en fonction de la vitesse d'exécution du mouvement, dépendant elle-même de la force produite.

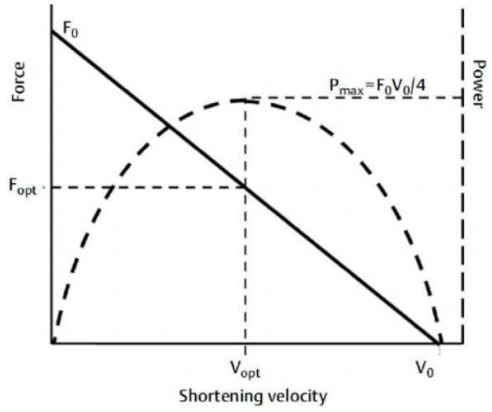


Figure 1. Relations force-vitesse et puissance-vitesse avec V0 : Vitesse maximale théorique, F0 : Force maximale théorique, P_{max} : Puissance maximale et F_{opt}/V_{opt} : Force et Vitesse optimal produites lors de l'atteinte de P_{max} (Jaric, 2015).

La relation puissance-force-vitesse présentent des différences individuelles en fonction des capacités de chaque joueur, et il est donc nécessaire de réaliser des profils pour orienter et proposer des axes de développement, dans un but d'optimisation de la phase d'accélération lors d'un sprint à vitesse maximale.

2.2.2. Les différents facteurs d'efficacité mécanique de l'accélération

L'accélération correspond à une variation, et plus précisément à une augmentation de la vitesse pour un corps ou un objet en mouvement. Elle est calculée à partir de la 2ème Loi de Newton, selon laquelle elle dépend de sa masse, et des forces agissant sur ce corps ($\Sigma F = m.a$). Une accélération moyenne peut également être calculée grâce à la variation de la vitesse du mouvement, ainsi que du temps de cette variation sur une distance donnée ($a = \Delta v / \Delta t$).

L'efficacité mécanique de l'accélération lors des sprints dépend de plusieurs facteurs. Tout d'abord la force maximale produite dans le sens horizontal (F0) est primordial, car elle initie le mouvement vers l'avant. Plus la production de force horizontale par rapport à la masse corporelle est élevée, plus la propulsion vers l'avant est efficace (Morin et Samozino, 2016). La vitesse maximale théorique (V0) est également à prendre en compte afin d'observer les capacités du sportif à produire une force horizontale à des vitesses très élevées. L'objectif pour le sportif sera alors de produire une force et une vitesse optimale (F_{opt} et V_{opt}), pour atteindre sa puissance maximale (P_{max}) lors du sprint. Le taux de développement de la force (RFD), correspondant à la plus grande mobilisation d'unités motrices le plus rapidement possible, est également important lors des phases de poussées concentriques. En effet, un RFD élevé traduisant un haut niveau de force explosive, est un déterminant essentiel pour produire une force maximale spécifique au sprint, et permet une meilleure impulsion (Taber, 2016). L'efficacité mécanique de l'accélération va également dépendre de la force de réaction au sol (GRF) exercée lors des phases de réception et resituée lors de la propulsion (Cross, 2015). Elle suit la 3ème Loi de Newton, signifiant que plus la production de force exercée au sol lors de la poussé est importante, plus la restitution de cette force vers l'avant sera élevée. Attention, il est nécessaire d'avoir les structures musculo-tendineuses adaptées ainsi que des capacités pliométriques élevées pour restituer cette force avec efficacité, de manière optimale et éviter les blessures.

L'efficacité de la production de force, et notamment la capacité à resituer la force absolue des membres inférieurs vers l'avant, correspondant au taux de déficit de la quantité de force développée de manière horizontale par rapport à la force absolue du joueur (D_{RF}), ainsi que de la vitesse de production de cette force (Samozino et al., 2015). Pour évaluer ce déficit, il est important de mesurer la force absolue

exprimée de manière verticale grâce à un test de force maximale en squat, sous forme de 1RM, puis de mesurer la production de force horizontale du joueur (HZT-F0) à l'aide d'un Radar ATSII. Ceci montre que les performances de sprint, dépendent plutôt de l'efficacité d'application de la force au sol vers l'avant, qu'à la force totale développée (Morin et al., 2011). En d'autres termes, ce n'est pas parce que le joueur possède une force absolue élevée, qu'il est efficace sur le transfert de cette force vers l'avant.
De plus il est important de regarder le ratio entre la force maximale ainsi que la puissance maximale développée lors du sprint, et la masse corporelle des joueurs (F0 en N/kg et Pmax en W/kg). En effet, l'efficacité du joueur lors d'un sprint résulte de sa capacité à déplacer sa masse corporelle vers l'avant. Cela signifie qu'un joueur plus lourd devra produire plus de force et de puissance pour avancer, qu'un joueur plus léger.
La relation force-vitesse ainsi que l'expression de cette efficacité mécanique, présentent des différences individuelles en fonction des capacités de chaque joueur sur ces différents facteurs, et il est donc nécessaire de réaliser des profils pour orienter et proposer des axes de développement.

2.2.3. Mesures du profil puissance-force-vitesse et interprétations des résultats

L'objectif du profil puissance – force – vitesse est de quantifier les capacités de force de chaque sportif, à différentes vitesses de mouvement. Comme dit précédemment, chaque profil est différent, ce qui signifie que l'expression de la puissance par la relation force-vitesse est individuelle. Les profils permettent donc de mieux identifier les caractéristiques physiologiques de chacun et ainsi de mieux orienter les entraînements. Il est donc nécessaire pour les entraîneurs et préparateurs physiques de savoir réaliser et interpréter ces profils par différents tests physiques.
En pratique, une multitude de mouvements peuvent être utilisés pour mesurer le profil puissance-force-vitesse de manière simple. En revanche, il est important de savoir sur quel plan de l'espace nous voulons réaliser ce profil, et dans quel contexte. Ici, nous voulons évaluer cette relation pour les membres inférieurs sur le plan horizontal, lors d'un sprint. Plusieurs outils de mesure peuvent être utilisés pour réaliser les profils tels que la plateforme de force, qui va mesurer la force de réaction au sol ainsi que les forces produites de manière horizontale (Samozino et al., 2015), ou encore le radar Stalker Acceleration Testing System (ATS) II (Stalker ATS II, Dallas, États-Unis), positionné derrière le sujet, à 3 mètres du départ, mesurant de nombreux points d'accélération toutes les secondes, en prenant en compte les données anthropométriques du joueur, ainsi que la température ambiante, la pression atmosphérique et le vent grâce à un logiciel de traitement des données (Cross et al., 2015 ; Morin et Samozino, 2016).
Une fois la mesure effectuée, un logiciel permettra de récolter les données et dresser les profils pour interpréter les résultats.

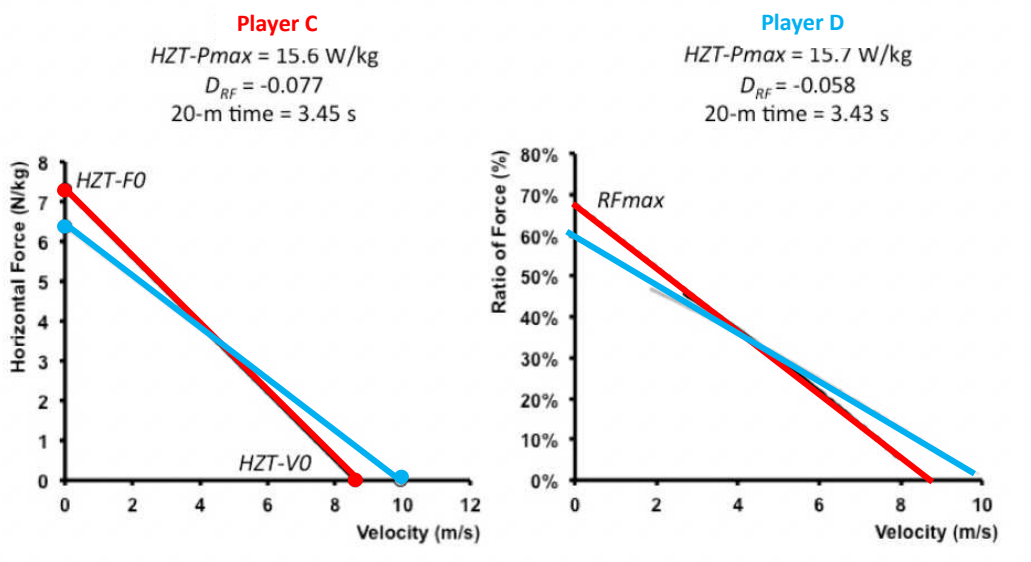


Figure 2. Profil force-vitesse horizontal de 2 joueurs élite de rugby (masse corporelle pour C, 108.8 kg, et D, 86.1 kg) obtenu à partir d'un sprint maximal de 30m (Morin et Samozino, 2016).

Si nous devions comparer ces deux profils, nous pouvons dire que le joueur C présente un profil plus orienté en force par rapport au joueur D, avec une efficacité mécanique légèrement inférieur. En effet, on observe que la production de force F0 (en N/kg) est supérieure pour le joueur le joueur C, mais au contraire, la production de vitesse V0 (en m/s) est supérieure pour le joueur D. Avec une production de puissance (en W/kg) quasiment équivalente, nous constatons que l'expression de cette puissance est différente. Ceci s'explique par une masse corporelle plus importante chez le joueur C, signifiant dans la majorité des cas une plus grande production de force.

De plus, nous observons un déficit de force développée de manière horizontale (D_{RF}) plus important par rapport au joueur D. Ces deux profils différents, avec une analyse des autres données, vont permettre d'identifier des axes de développement. Ces données individuelles peuvent être influencés par les différences anthropométriques ou des caractéristiques physiologiques propre au sportif (Nikolaidis, 2014), influençant la phase d'accélération et l'atteinte de la vitesse maximale lors d'un ou plusieurs sprints.

2.2.4. Stratégies d'optimisation de l'accélération : individualisation en fonction du profil force-vitesse.

Une fois les profils établis et interprétés, il est nécessaire d'orienter les entraînement en fonction des besoins du sportif, dans une logique d'optimisation des performances. Mais doit-on travailler sur les points forts ou les points faibles ? Comment travailler ces différents points ? Et à quelle période ?

Tout d'abord, il est nécessaire de prendre en compte la proportion des différents versants pour chaque profil. Si un sportif présente un profil orienté vitesse, alors son axe de progression le plus élevée sera le versant force et inversement (Morin, 2019). En effet, plus le déficit de l'une des deux qualités est important, plus la marge de progression est élevée.

L'étude de Cronin et al., en 2003, s'est intéressée aux effets de différentes méthodes et charges d'entraînement sur la relation force-vitesse lors d'un mouvement. Il semblerait qu'un entraînement en musculation à vitesse maximale, avec des mouvements balistiques, utilisant des charges légères (~30% à 60% du 1RM), soit la meilleure méthode pour stimuler l'adaptation à grande vitesse dans le muscle. Des temps de contraction plus courts signifierait une atteinte plus rapide de la vitesse maximale lors d'un mouvement ou d'un déplacement. L'utilisation de charge lourdes (>85% du 1RM), couplée à des temps de mise sous tension plus long comme le travail en isométrie ou en excentrique, serait quant à elle préférable dans le développement de la force maximale. Ces méthodes induiraient un plus grand recrutement du nombre d'unités motrices dans les muscles, et donc une augmentation de la production de force maximale (Bogdanis et al., 2018 ; Arseneault, 2020).

Concernant la périodisation d'entraînement pour faciliter le développement optimal du profil force-vitesse, la littérature a proposé que l'intégration des capacités soit séquentielle, afin d'utiliser la potentialisation de phase pour conditionner les sportifs à passer au cycle d'entraînement suivant (Suchomel, 2017). Ceci répondrait également à la logique de programmation des compétitions, notamment dans les sports collectifs, avec des longues phases de championnat (Bompa et Buzzichelli, 2019). La saison commencerait donc par un développement physique générale, pour aller vers du travail spécifique à l'activité, tout en prenant en compte les besoins individuels de chacun. Mais à quelle période de la saison doit-on travailler les points forts et les points faibles ? Il semblerait que le manque de condition physique, que ce soit pour n'importe quelle qualité soit un facteur de risque de blessures (Taimela, 1990). Cela signifie que le développement des points faibles serait à privilégier en pré-saison, ou hors de la période de compétition, pour progressivement travailler les points forts à l'approche des compétitions. A très court terme, l'objectif serait alors d'augmenter les qualités physiques des sportifs avant la compétition, afin de bénéficier des effets de la potentialisation, sans augmenter le risque de blessures.

2.3. Méthode de Pré-conditionnement : Séance de « Priming »

2.3.1. Définition du pré-conditionnement

Les entraîneurs et préparateurs physiques passent la majeure partie de leur temps à mettre en place des stratégies de développement et de récupération afin que les sportifs puissent atteindre leur

niveau optimale le jour de la compétition. Néanmoins, le temps dont dispose le staff le jour de la compétition peut être utilisé afin d'améliorer les performances grâce à différentes stratégies et méthodes de pré-conditionnement (Kilduff, 2013). Le pré-conditionnement regroupe l'ensemble des stratégies permettant au sportif de répondre aux exigences physiques de l'activité, par l'augmentation de ses niveaux de base.

2.3.2. Les différentes méthodes de pré-conditionnement

La méthode la plus connu et sûrement la plus utilisée dans tous les sports confondus sont les échauffements. Composés principalement d'une partie passive, active et spécifique, ils ont pour objectifs d'élever le niveau de performance physique, cognitive et technique avant le début de la compétition. Les échauffements vont permettre d'élever le niveau d'activation et notamment les mécanismes liés à la température corporelle. En effet, certaines recherches ont pu déterminer un lien entre l'augmentation de la température corporelle et l'augmentation de la puissance musculaire, grâce aux échauffements passifs (Sargeant, 1987 ; Mohr, 2004), en provoquant une diminution de la raideur musculaire, une accélération des réactions oxydatives, une augmentation de l'apport d'oxygènes aux muscles, une augmentation du métabolisme aérobie, ainsi qu'une augmentation du taux de conduction nerveuse (Bishop, 2003). L'effet de la potentialisation post - activation (PAP) est également un phénomène recherché grâce à l'échauffement, et permettrait grâce à des contractions volontaires maximales, d'améliorer les performances de force et de puissance lors de la compétition (Hamada et al., 2000). Il est cependant important pour les entraîneurs et préparateurs physiques de savoir gérer avec efficacité la durée, l'intensité et le contenu des échauffements pour entraîner des performances optimales, car certaines contraintes thermorégulatrices peuvent affecter négativement certains types de performances (Kidnuff, 2013). Certaines études ont notamment montré que l'augmentation des niveaux de puissance et de force musculaire dépendrait de l'équilibre entre les mécanismes de potentialisation et la fatigue du sportif.

Une technique moins connue mais également utilisée par certains préparateurs physiques, est l'utilisation du pré-conditionnement ischémique, consistant à placer un brassard ou un garrot pour réaliser des exercices sous occlusion, entrecoupé de périodes de perfusions, augmenterait le flux sanguin musculaire et ainsi le niveau d'oxygène dans les muscles. Cette méthode augmenterait également les niveaux de force musculaire et la capacité mitochondriale grâce à une meilleure efficacité de contraction (Kilduff, 2013).

L'utilisation de la vidéo ainsi que des discours motivationnels par les entraîneurs augmenteraient également les performances chez les sportifs, et notamment en augmentant les niveaux de testostérones et de cortisols, qui sont des indicateurs dans les performances sportives (Cook et al., 2012). Ceci montre

l'importance des facteurs psychologiques et du lien qu'il peut exister avec les facteurs physiologiques de la performance.

Pour finir, l'entraînement du matin ou la séance de « priming » (amorçage), est également une méthode utilisée pour agir sur les facteurs hormonaux, dans le but d'augmenter les performances ultérieures. En effets, certains chercheurs ont pu observer des effets positifs d'une séance à haute intensité sur les réponses neuromusculaires jusqu'à 6h après la fin de la séance (De Villarreal et al. 2007). Il serait donc intéressant de voir si ces augmentations de performance dépendent de facteurs individuels, et si cette séance peut être optimisée dans son contenu, en fonction des caractéristiques de chaque joueur.

2.3.3. Objectifs du « priming »

La séance de priming, est une séance matinale ayant pour objectif de contrer les baisses de testostérones et de cortisols influencées par le rythme circadien, induisant une baisse des performances anaérobies (Kilduff, 2013). En effet, comme dit précédemment, certains taux d'hormones tels que la testostérone et le cortisol présentent généralement un pic tôt le matin, suivi d'un déclin tout au long de la journée (Cook et al., 2012). Certaines études se sont donc intéressées à mesurer les effets d'une séance d'entraînement matinale sur les performances réalisées plus tard dans la journée. Par exemple, l'étude d'Ekstrand et al., en 2013, avait pour objectif de mesurer les effets de la musculation le matin sur les performances de lancer l'après-midi. 14 sujets de bon niveau dans le lancer de poids, lancer de marteaux ou javelot, ont réalisé cette étude. Après un échauffement comprenant 4 séries de 6 répétitions de power clean à 35% du 1RM, 2 séries de 6 répétitions de back squat à 50% et 85% du 1RM, les sujets ont dus réaliser une séance en résistance, avec la réalisation du back squat jusqu'à l'échec, suivit de 4 répétitions de power clean. La consigne était d'assurer une réalisation de mouvement à vitesse maximale tout au long de la série. Les résultats de l'étude ont montré un meilleur lancer 4 à 6h après l'entraînement en musculation. Ces chercheurs ont pu montrer qu'une séance en musculation réalisée le matin, avait des effets bénéfiques sur les performances de puissance et d'explosivité l'après-midi, signifiant une amélioration des capacités neuromusculaires. Et ceci serait dû à une augmentation du taux de cortisols l'après-midi par rapport à la concentration du matin, ainsi qu'à une compensation de la diminution de testostérones (Cook et al., 2014). En effet, il a été trouvé une corrélation entre le taux de testostérones et de cortisols, et le niveau de puissance. Il a également été montré qu'une séance à haute intensité pouvait agir sur l'augmentation des performances de courses tel que le 800 mètres, dû à une meilleure capacité des cellules musculaires, induisant une augmentation de la contribution énergétique oxydative à l'exercice ultérieur (Ingham et al., 2012). D'autres études ont montré une amélioration des capacités de sprints, et de sauts de manière répétée, après une séance d'entraînement en contraste alternant 5 back

squat à 85% du 1RM et 6 squats jump, sur 5 séries (Lagrange et al., 2020). Cette amélioration serait due aux effets bénéfiques de l'entraînement en contraste sur la potentialisation post-activation, caractérisée par un état « d'excitation » vécu par le système neuromusculaire et augmentant les variables de puissance et d'explosivité (Guggenheimer et al., 2009), qui sont pour rappel, des facteurs déterminants dans le sprint. D'ailleurs, ce dernier soulève la réflexion de l'importance de la spécificité de la séance antérieure, et de sa pertinence par rapport aux réponse physiologique d'un individu. En effet, Chen et al., en 2017, ont observé un phénomène individuel dans la potentialisation post-activation, montrant des réponses individuelles selon le type d'entraînement effectué. Par exemple, l'utilisation d'un entraînement en survitesse visant à susciter la potentialisation post-activation afin d'augmenter les performances de vitesse maximale (Guggenheimer et al. 2009). Par conséquent, ces chercheurs ne recommandent pas une organisation de séance collective antérieure, mais plutôt une individualisation de la séance selon la réponse optimale pour chaque sportif.

Ces effets bénéfiques et notamment sur les performances neuromusculaires tels que la force, la puissance et l'explosivité ont été maintenu après une longue période de récupération de 6 heures, ce qui signifie qu'il existe potentiellement une longue fenêtre (équivalente à 6h) durant laquelle on observerait une amélioration de ces performances (Ingham et al., 2013 ; Cook et al., 2012 ; Lagrange et al., 2020 ; De Villarreal et al., 2007).

Si les séances matinales bénéficient d'une fenêtre de 6h de récupération afin d'observer des réponses positives, il serait donc intéressant de voir qu'elle type d'entraînement en musculation, force maximale ou vitesse maximale, induirait des réponses individuelles optimales selon le profil de chaque sportif, afin d'augmenter les facteurs neuromusculaires déterminants lors d'un sprint à vitesse maximale.

D'autre méthodes de « priming » ont été utilisé afin d'améliorer les performances. En effet, l'étude de Russel et al., en 2016, a montré que la réalisation d'un cycle de 6 séries de 6s x 54s sur ergocycle, à très haute intensité, augmentait la hauteur de saut. Cette étude a également montrée que réaliser 6 sprints de 40 mètres à vitesse maximale, améliorait les performances de sprint jusqu'à 5 heures après. Ceci serait dû également à une augmentation du taux de testostérone entre le matin et l'après-midi. Pour finir, il semblerait également que l'exercice balistique soit un stimulant efficace pour augmenter les capacités neuromusculaire (Harrison et al., 2019), notamment grâce à l'adaptation à grande vitesse (Cronin et al., 2003).

Dans ces différents cas, il est nécessaire que ces exercices intenses soit réalisés avec un volume très court, afin de limiter le niveau de fatigue pouvant altérer à ces performances neuromusculaires.

3. Sujet d'étude

3.1. Problématique

La littérature a très peu étudié la corrélation entre les bénéfices de performances neuromusculaires, notamment les réponses optimales obtenue grâce à l'individualisation de la séance matinale, et le profil force-vitesse. En effet, on sait à l'heure actuelle que la séance matinale ou séance de « priming » est une stratégie efficace de pré-conditionnement, utilisé lors des jours de compétition afin d'augmenter les performances neuromusculaires. On sait également que l'intensité doit être élevée afin de bénéficier de la potentialisation pos-activation, et que ces bénéfices possèdent une fenêtre de 6 heures après la séance. Mais, le volume d'entraînement doit être régulée afin de ne pas engendrer de fatigue musculaire pouvant altérer les performances de l'après-midi. Cependant la littérature manque d'études révélant l'importance de l'individualisation de cette séance de priming en fonction des caractéristiques de chacun, afin d'obtenir une réponses physiologique optimale.

3.2. Objectif(s)

L'objectif de cette étude sera de complémenter les études déjà réalisées sur les différents bénéfices d'une séance matinale sur les performances neuromusculaires de l'après-midi, et de mesurer les effets individuels de différentes séances de musculation, force maximale ou vitesse maximale, en fonction du profils force-vitesse des sujets, sur les performances de sprint maximale. Le but étant de savoir quelle séance est potentiellement la plus efficace selon type de profil, afin d'améliorer la vitesse maximale des joueurs.

3.3. Hypothèses

Cette problématique présente deux hypothèses : Premièrement, comme dit précédemment, d'après certains chercheurs, il est important de prendre en compte les caractéristiques individuels des joueurs lors de la séance matinale afin d'obtenir des bénéfices optimales (Chen et al., 2017 ; Guggenheimer et al., 2009). L'objectif étant d'améliorer les performances maximales et non d'optimiser le développement des performances, on devrait donc observer des améliorations individuelles sur les performances de sprints, en mettant en place une séance axée sur le travail de la capacité prédominante. En revanche, il est nécessaire également de prendre en considération les exigences cinétiques et cinématiques du sprint (Spiteri et al., 2015). Ainsi, lors d'un sprint, l'objectif est de produire le plus de vitesse possible. Dans ce cas, l'hypothèse serait que l'entraînement en musculation à des vitesses plus importantes, soit plus efficace qu'un travail de force pour la majorité des sujets, répondant plus spécifiquement aux exigences.

4. Expérience Professionnelle

4.1. Milieu professionnel

Cette étude a été réalisé dans la structure du rugby Club Massy Essonne, au sein de l'équipe professionnelle évoluant dans le championnat de Nationale (3ème division nationale). Ce club, dans lequel je travaille depuis maintenant 2 saisons en tant que préparateur physique, est reconnu pour son niveau professionnel, mais également pour sa formation, qui se voit valorisé par de nombreux anciens joueurs massicois, évoluant aujourd'hui en TOP 14 et en équipe de France. Le RCME est également présent au plus haut niveau dans l'ensemble des catégories : école de rugby, pôle formation, équipe espoir ou encore la section féminine. Le club possède une école de rugby labélisée 2 étoiles, un pré-centre de formation, ainsi qu'un centre de formation labélisé, accueillant plus de 600 licenciés allant de 6 à 22 ans.

Le club possède de nombreuse installation permettant aux joueurs, mais également aux salariés du club de travailler, d'évoluer et de se développer dans un cadre optimal (3 terrains en herbes, 2 terrains synthétiques, 1 salle de musculation, 1 salle vidéo, 1 salle de vie, un salon de réception, et des bureaux administratifs).

De plus, le RCME bénéficie de la proximité du Centre National de Rugby et de l'INSEP, permettant d'avoir accès à du matériel technologique et des encadrants renommés.

4.2. Les sujets

Le protocole réalisé afin de répondre à la problématique a été mis en place chez les ¾ de l'équipe professionnelle masculine, évoluant dans le championnat Élite de Nationale. 17 sujets masculins en bonne santé physique étaient présents au départ du protocole. Âgés entre 18 et 30 ans (24,05 ± 3,75 ans), les sujets étaient des sportifs de haut niveau, ayant au minimum 5 heures de musculation par semaine, 5 heures de préparation physique sur terrain par semaine, ainsi que minimum 8 heures d'entraînement collectif par semaine.

Les caractéristiques anthropométriques de l'ensemble des sujets (n = 17) ont été réaccueilli avant le début du protocole. La taille (179,35 ± 5,07 cm) a été mesurée grâce à une toise murale, et la masse corporelle (86,96 ± 11,17 kg) a été mesurée à l'aide d'une balance numérique. Les joueurs ont tous donné leur consentement afin que ces données soit utilisées lors de cette étude, notamment lors de la mesure et le traitement des profils force-vitesse. La masse graisseuse n'a pas été mesurée car le protocole vise à observer des effets à très court terme, ce qui signifie que ce paramètre n'évoluera pas entre le test initial et le test final.

Toutes les caractéristiques anthropométriques des sujets sont présentées dans le tableau suivant (Tableau 1).

	Âge	Taille	Masse corporelle
G_{Total}	24,06 ± 3,75	179,35 ± 5,07	86,96 ± 11,17

(Tableaux 1). Données anthropométriques de l'ensemble des sujets.

4.3. Le protocole

4.3.1. Période et organisation de l'étude

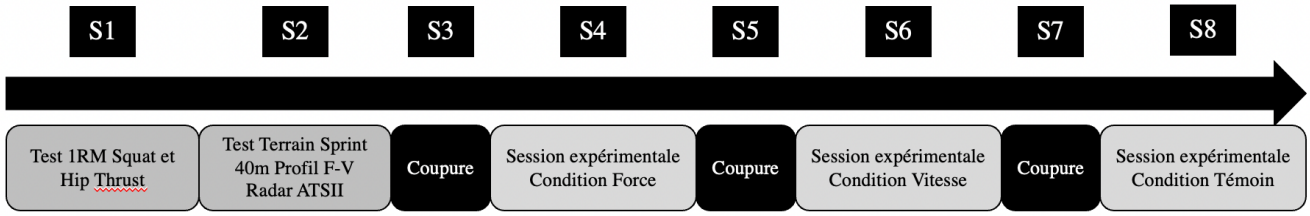
Le protocole a été mis en place sur une période de 8 semaines, entre janvier et mars, prenant en compte une semaine de coupure entre la période de test et la première session expérimentale, ainsi qu'une semaine de coupure entre chaque session expérimentale. Mettre en place une coupure entre les différentes sessions a permis d'éviter les potentiels adaptations physiologiques de l'entraînement en force et en vitesse à long terme, et de mesurer uniquement les effets à très court terme (sur une fenêtre de 4h). Les sessions tests et expérimentales ont toute eu lieu à J+3 du match précédent, afin de laisser un temps de récupération suffisent, et assurer un état de forme optimale chez les sujets.

Lors de la première semaine, l'objectif a été de mesurer la force maximale des membres inférieurs grâce au test du 3RM (3 répétitions maximales), et par la suite recalculé grâce à la formule de Brzycki pour estimer le 1RM, sur les deux mouvements réalisés par la suite lors des sessions expérimentales : le back squat et le hip thrust. Le back squat a permis de mesurer la force absolue des membres inférieurs, exprimée sur le plan vertical. Le hip thrust, a également été choisi, pour mesurer la force maximale des muscles extenseurs de hanche, servant notamment lors de la propulsion vers l'avant. L'intérêt de mesurer la force maximale était de déterminer les charges d'entraînement lors des séances de musculation, selon le type d'effort : la force ou la vitesse.

Lors de la deuxième semaine, il a été réalisé le profil puissance – force – vitesse sur un sprint de 40 mètres pour chaque sujet, à l'aide d'un radar Stalker Acceleration Testing System (ATS) II (Stalker ATS II, Dallas, États-Unis), ainsi que de cellules photoélectriques (Witty, Microgate, Bolzano, Italie) pour mesurer les temps de passage. Ces profils ont permis d'avoir des données de références pour chacun et d'identifier les différents profils pour les classifier.

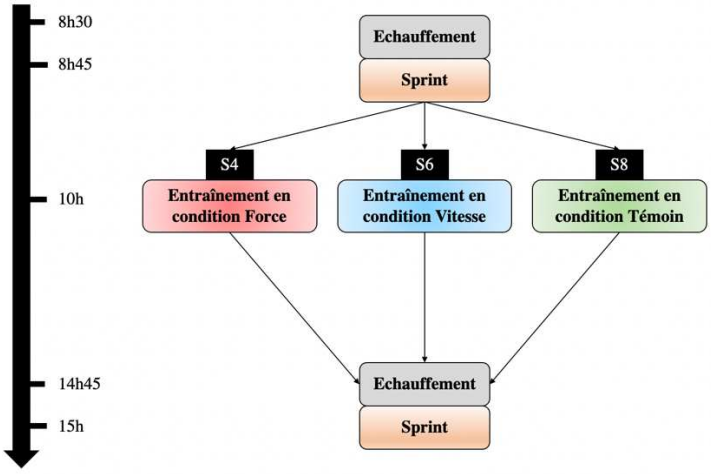
Sur les 3 semaines expérimentales, entrecoupées de périodes de coupure, il a été mesuré la réponse individuelle des sujets après chaque condition d'entraînement en musculation, sur la vitesse maximale

en sprint l'après-midi : une condition avec un entraînement en force, une condition avec un entraînement en vitesse, et une condition témoin sans entraînement des membres inférieurs.
L'organisation générale du protocole est représentée dans le schéma suivant (Schéma 1).



(Schéma 1). Planification du protocole sur une période de 8 semaines

Plus en détail, après avoir répondu à un questionnaire de Hooper (Cf. page 43) visant à assurer le bon état de forme des sujets, les sessions expérimentales ont débuté à 8h30, avec un déverrouillage poly-articulaire ainsi qu'un échauffement musculaire spécifique. Puis, l'ensemble des sujets ont réalisé un sprint de 30 mètres, afin de mesurer la Vmax du matin. Entre 10h et 10h35, les sujets ont réalisé un entraînement de musculation en force la première semaine expérimentale, en vitesse la deuxième semaine, ciblant les membres inférieurs, et un entraînement des membres supérieurs pour la condition témoin la dernière semaine. Après chaque séance, réalisées sur une durée de 35 minutes, les sujets ont dû évaluer le degré de pénibilité ressentit lors de cette dernière, en utilisant l'échelle CR-10 de Borg de 1982 (Tableau 2).
Pour finir, les sujets ont de nouveau réalisé un sprint de 30 mètres avec mesure de la Vmax, 4 heures après la fin de la séance de musculation, afin de comparer avec la Vmax du matin.
Il n'a pas été pris en compte l'activité réalisée lors de la période de récupération de 4h séparant la séance de musculation et le sprint de l'après-midi.



(Schéma 2). Organisation chronologique des sessions expérimentales.

Cotation	Perception
0	Rien du tout
0,5	Très très facile
1	Très facile
2	Facile
3	Moyen
4	Un peu difficile
5	Difficile
6	
7	Très difficile
8	
9	
10	Très très difficile (presque maximal)

Légende:
Intensité faible
Intensité modérée
Intensité élevée

(Tableau 2). Échelle CR-10 de Borg (1982) visant à évaluer la pénibilité de l'effort.

4.3.2. Présentation et réalisation des tests initiaux

Les tests de force maximale des membres inférieurs ont été réalisé à J+3 du match précédent le début du protocole. La session a débuté par 5 minutes de déverrouillage poly-articulaire ainsi que 5 minutes de vélo à intensité moyenne. Par la suite, le protocole lors du test a consisté à monter progressivement en charge toute en diminuant le nombre de répétition, pour le squat et le hip thrust. Les sujets ont commencé par 3 séries d'échauffement en sous maximale, soit 6 répétitions à 60% du 1RM estimé par le sujet, 5 répétions à 70% du 1RM estimé, et 4 répétitions à 80% du 1RM estimé. Ils avaient ensuite 4 séries maximum afin de trouver leur 3RM, sous forme de Top Set. Le Top Set consiste à partir d'une charge estimée, à laquelle le sujet pourrait potentiellement réaliser 3 répétitions. Lors de ce Top Set, le sujet doit réaliser le plus de répétitions possibles, et réajuster la charge selon le nombre de répétitions effectué, jusqu'à réaliser son 3RM. En cas d'échec ou de réussite de la série, les sujets devaient se référer au tableau d'ajustement de la charge (Tableau 3). Le sujet était considéré comme en échec si la série de 3 répétitions n'était pas complétée (1 ou 2 répétitions). Il était considéré en réussite si la série était complétée, ou si le nombre de répétition dépassait 3 (3 répétitions ou +). Le temps de récupération entre chaque série était de 3 minutes. Pour valider les répétitions en squat, le contrôle de la barre était attesté par un temps en excentrique de 2 secondes, et les sujets devaient descendre à une flexion de genou de 90°. Pour le hip thrust, la répétition était validée lorsque le sujet terminait son mouvement avec une extension complète du bassin.

Table d'ajustement de la charge pour Top Set 3RM	
Nb de répétition	Ajustement
1 à 2	-2,5 à -5kg
3 à 4	=
5 à 6	+2,5 à +5kg
7 +	+5kg à 7,5kg

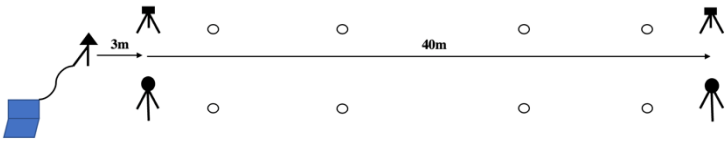
(Tableau 3). Table d'ajustement de la charge pour un Top Set en 3RM.

Une fois le 3RM mesuré, la formule de Brzyski a permis d'estimer le 1RM de chaque sujet, sur le back squat et hip thrust (1RM = Charge Optimale / (1,0278 – 0,0278 x 3)).

Le 3RM a été préféré au test du 1RM, pour être en cohérence avec le cycle de préparation physique programmé à cette période de la saison. Pour rappel, lors de la réalisation du test de force maximale, les sujets étaient dans leur 2ème semaine de reprise, suivant une période de trêve hivernale de plus d'une semaine.

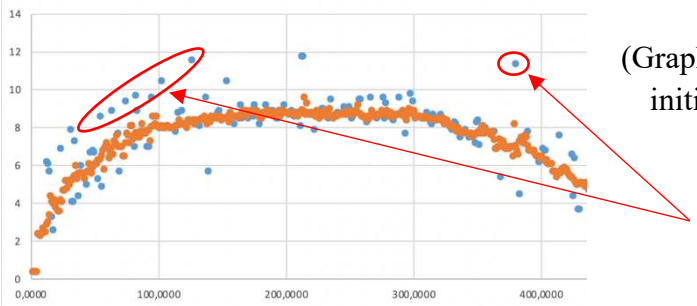
Le test terrain mis en place la deuxième semaine du protocole afin d'identifier le profil force-vitesse de chaque sujet, a consisté à réaliser un sprint linéaire sur une distance de 40 mètres. Une fois

l'échauffement effectué, composé d'un déverrouillage poly-articulaire, de gammes athlétiques, ainsi que de 2 sprints de 30 mètres à vitesse progressive, les sujets avaient un seul passage à réaliser.
Concernant le matériel utilisé, les sujets étaient équipés d'un GPS de 10 Hz (Playertek Pod, Catapult, Melbourne, Australie), placé dans une brassière, afin de mesurer la Vmax (en m/s). La distance de 40 mètres a été choisie afin que les sujets puissent avoir le temps d'atteindre leur Vmax. Deux paires de cellules photoélectriques (Witty, Microgate, Bolzano, Italie), placées au début et la fin du sprint, ont permis de mesurer le temps de passage. Puis, pour mesurer les données nécessaires à la réalisation du profil force-vitesse, il a été utilisé un radar Stalker Acceleration Testing System (ATS) II (Stalker ATS II, Dallas, États-Unis), placé à 3 mètres derrière la ligne de départ du test, dans le dos du sujet. Un couloir a été tracé à l'aide de plots afin que les sujets puissent respecter la trajectoire de course, et ainsi, permettre une mesure plus précise (Schéma 3).



(Schéma 3). Représentation de la mise en place du test au Radar ATSII sur 40 mètres.

Le radar a été relié à un ordinateur servant à récupérer les points d'accélération lors du sprint, transférables par la suite sous forme CSV vers un premier fichier Excel servant à filtrer les valeurs. Ce filtre permettait d'effacer les valeurs aberrantes parmi les points d'accélération mesurés (Graphique 1).



(Graphique 1). Nuage de points représentant la courbe initiale (en bleue) et la courbe une fois les valeurs filtrées (en orange).

Exemples de valeurs aberrantes.

Une fois ces dernières filtrées, un deuxième fichier Excel conçu par Morin et Samozino a servi à convertir automatiquement ces valeurs mesurées par le radar en données, notamment la force maximale théorique (F0 en N/kg), la vitesse maximale théorique (V0 en m/s), la puissance maximale théorique (Pmax en W/kg), pour chaque sujet, ainsi que d'autres données non-prises en compte pour cette étude. Avant le traitement automatique des valeurs, il a été renseigné dans le fichier Excel la taille, la masse corporelle et l'âge des sujets, ainsi que certaines données environnementales présentent lors du test, tels que la pression barométrique (en kPa), la température ambiante (en °C), et la vitesse du vent (en km/h).

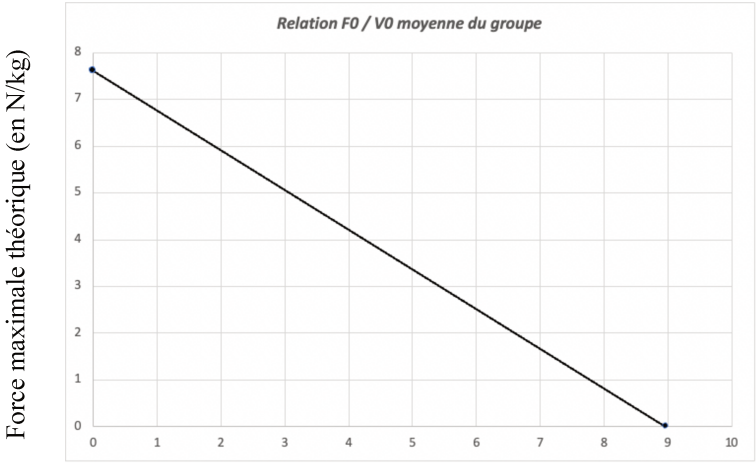
Les données mesurées par le radar sont représentées dans le tableau suivant (Tableau 4).

Taille (cm)	Poids (kg)	Theorical V0 (m/s)	Theorical F0 (N)	Theorical F0 (N/kg)	Pmax (W)	Max Horizontal Power (W/kg)	Force - Velocity profile	Mean RF on 10m	RFpeak	DRF	Top speed (m/s)	Top speed (km/h)
173	87	9,06	649,22	7,46	1460,78	16,79	-71,65	0,27	0,44	-7,72%	8,82	31,752
175	74,5	9,2	545,09	7,32	1243,46	16,69	-59,28	0,27	0,44	-7,44%	8,9	32,04
184	80,5	9,01	656,74	8,16	1466,58	18,22	-72,88	0,29	0,49	-8,30%	8,8	31,68
178	79	8,66	561,2	7,1	1203,52	15,23	-64,83	0,27	0,46	-7,63%	8,38	30,168
180	83,5	9,17	695,61	8,33	1578,45	18,9	-75,89	0,3	0,52	-8,24%	8,96	32,256
178	90	9,08	782,72	8,7	1765,45	19,92	-86,2	0,29	0,49	-8,84%	8,91	32,076
183	89,4	9,05	711,17	7,95	1596,89	17,89	-78,57	0,28	0,48	-8,13%	8,84	31,824
176	86,4	9,17	650,59	7,53	1477,6	17,1	-70,93	0,29	0,48	-7,55%	8,91	32,076
178	90	8,88	707,93	7,87	1559,77	17,33	-79,7	0,28	0,48	-8,18%	8,68	31,248
179	78	8,95	545,33	6,99	1203,65	15,43	-60,93	0,3	0,52	-7,02	8,61	30,996
177	79,3	8,84	643,35	8,14	1411,09	17,86	-72,76	0,28	0,48	-8,50%	8,64	31,104
190	101	9,34	777,47	7,7	1794,35	17,77	-83,24	0,31	0,53	-7,42%	9,09	32,724
185	83,1	8,81	623,1	7,51	1361,87	16,41	-70,69	0,27	0,46	-7,92%	8,58	30,888
178	81,2	9,2	612,9	7,55	1395,84	17,19	-66,64	0,29	0,48	-7,56%	8,93	32,148
170	82	8,38	603,01	7,35	1254,83	15,3	-71,97	0,26	0,44	-8,23%	8,15	29,34
178	90,7	8,53	595,42	6,56	1261,36	13,91	-69,83	0,24	0,4	-7,32%	8,24	29,664
187	122,7	9,11	870,48	7,09	1965,25	16,02	-95,57	0,28	0,47	-7,22%	8,86	31,896

(Tableau 4). Données mesurées par le Radar Stalket ATSII lors du sprint linéaire de 40 mètres.

4.3.3. Analyse et interprétation des profils force – vitesse

Une fois les données mesurées, et afin d'interpréter chaque donnée pour classifier les sujets selon leur profil, il été réalisé dans un premier temps la relation moyenne du groupe, entre la force maximale théorique (F0 en N/kg) et la vitesse maximale théorique (V0 en m/s).



(Graphique 2). Graphique représentant la relation F0/V0 moyenne du groupe.

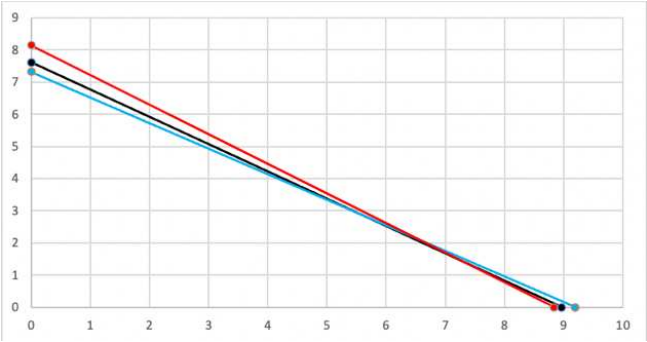
$F0_{Moyenne}$ = 7,61 N/kg
$V0_{Moyenne}$ = 8,97 m/s

Puis dans un second temps, il a été tracé cette même relation pour chaque sujet, afin de la comparer à la relation moyenne. Pour interpréter les graphiques, il a été observé la force maximale théorique des sujets notée $F0_{Sujet}$, ainsi que leur vitesse maximale théorique notée $V0_{Sujet}$, par rapport à la moyenne du groupe notée $F0_{Moyenne}$ et $V0_{Moyenne}$.

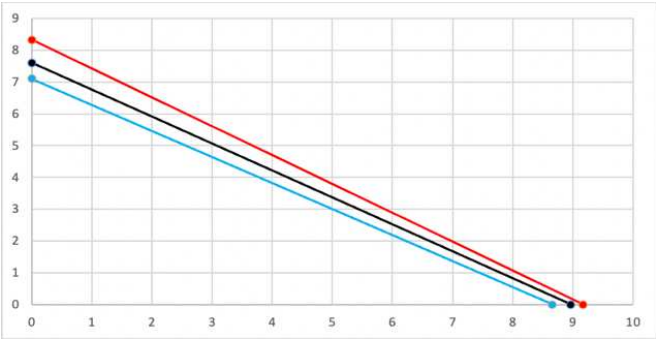
Si $F0_{Sujet} > F0_{Moyenne}$ et si $V0_{Sujet} < V0_{Moyenne}$, alors le sujet était considéré comme ayant une tendance de profil orienté vers de la force. En revanche, si $F0_{Sujet} < F0_{Moyenne}$ et que $V0_{Sujet} > V0_{Moyenne}$, alors le sujet était considéré comme ayant une tendant de profil orienté vers de la vitesse. Dans certain cas, si $F0_{Sujet}$

> $F0_{Moyenne}$ et $V0_{Sujet}$ > $V0_{Moyenne}$, alors il était considéré que sa tendance de profil était orientée vers la plus grande différence entre $F0_{Sujet}$ - $F0_{moyenne}$ et $V0_{Sujet}$ -$V0_{moyenne}$. À l'inverse, si le sujet présentait une $F0_{Sujet}$ < $F0_{Moyenne}$ et une $V0_{Sujet}$ < $V0_{Moyenne}$, alors il était considéré que sa tendance de profil était orientée vers la plus faible différence entre $F0_{Sujet}$ - $F0_{moyenne}$ et $V0_{Sujet}$ -$V0_{moyenne}$.

Pour illustrer l'interprétation, il a été représenté deux profils différents dans les graphiques suivants (Graphique 3a et 3b).



(Graphique 3a). Graphique représentant la relation F0/V0 d'un **sujet A (profil orienté force)** et d'un **sujet B (profil orienté vitesse)** par rapport à la **relation moyenne du groupe**.



(Graphique 3b). Graphique représentant la relation F0/V0 d'un **sujet C (profil orienté force)** et d'un **sujet D (profil orienté vitesse)** par rapport à la **relation moyenne du groupe**.

Une fois les profils réalisés, il a été classifié les sujets en deux groupes : « G_{Force} » pour les sujets ayant une tendance de profil orienté vers le versant force, et « $G_{Vitesse}$ » pour les sujets ayant une tendance de profil orienté vers le versant vitesse.

4.3.4. Présentation des sessions expérimentales

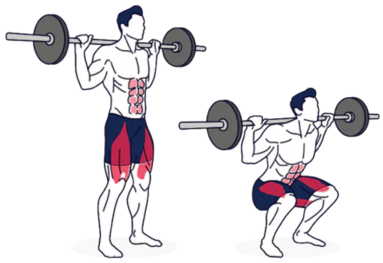
Les sessions expérimentales se sont déroulées sur 5 semaines, prenant en compte une semaine de coupure entre chacune d'elles pour éviter l'adaptation à l'entraînement sur du long terme. La mise en place de ces sessions a été réalisée le mardi, à J+3 du match précédent, afin que les sujets aient un état de forme physique optimale. Pour attester de ce bon état de forme, il a été demandé aux sujets de répondre à un questionnaire lors de leur arrivée. Ce questionnaire de Hooper était composé de questions donnant des informations sur l'état physique et mentale, notamment grâce au niveau de fatigue, de stress, de douleurs musculaires, ainsi que la qualité de sommeil de la dernière nuit, renseignés à l'aide d'une échelle indiquant la réponse.

L'ensemble des sujets sont passés dans les différentes conditions afin d'observer les effets individuels de chacun selon le type d'entraînement réalisé.

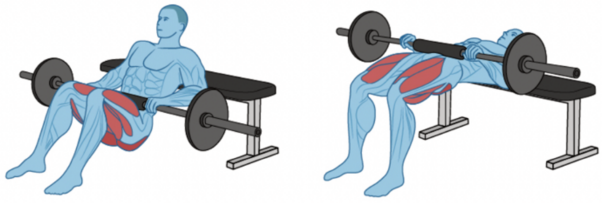
Comme dit précédemment, les sujets ont été équipés d'un GPS de 10 Hz (Playertek Pod, Catapult, Melbourne, Australie) pour mesurer la Vmax (en m/s). Des cellules photoélectriques (Witty, Microgate, Bolzano, Italie), ont également servi à prendre les temps de passage.

Après un échauffement de 15 minutes, les sujets ont réalisé un premier sprint de 30 mètres à 8h45, afin de mesurer la Vmax du matin.

Les sessions d'entraînement en musculation ont été réalisées de 10h à 10h35, avec deux exercices similaires pour la condition « Force » et la condition « Vitesse » : le back squat et le hip thrust. Ces deux mouvements sont représentés sur les images suivantes (Image 1 et Image 2).



(Image 1). Image d'un back squat sollicitant l'ensemble des groupes musculaires des membres inférieurs.



(Image 2). Image d'un mouvement de hip thrust sollicitant majoritairement la chaîne postérieure des membres inférieurs.

L'exécution du back squat a été réalisée avec les mêmes consignes de placement que le test de force maximale, c'est-à-dire avec une flexion de genoux de 90°. Les barres de sécurité ont été placées de chaque côté de la cage à squat pour éviter que les sujets puissent descendre en dessous des 90°. De mêmes pour le hip thrust, les sujets devaient réaliser le mouvement avec une amplitude complète.

Pour la condition « Force », la séance a débuté par un échauffement composé de 5' de vélo et de 3 séries de 5 répétitions en sous maximale en squat, à 50%, 60% et 70% du 1RM estimé par la formule de Brzyski. Par la suite, les sujets devaient réaliser 3 séries de 5 squats à 85% du 1RM, puis 3 séries 5 hip thrust à 85% du 1RM, avec pour consigne de réaliser la phase concentrique avec le maximum de vitesse possible. Le temps de récupération entre les séries était de 3 minutes.

Pour la condition « Vitesse », la séance a débuté par un échauffement composé de 5' de vélo, puis de 3 séries de 6 box jump. Par la suite, les sujets devaient réaliser 3 séries de 10 squats à 30% du 1RM, puis 10 hip thrust à 30% du 1RM, avec pour consigne de réaliser la phase concentrique avec une vitesse maximale. Sur le squat, il a même été demandé aux sujets de décoller en fin de mouvement si cela était possible. Le temps de récupération entre les séries était de 2 minutes.

Enfin, pour la condition « Témoin », la séance a été composée uniquement d'exercice visant à travailler les membres supérieurs, avec pour objectif de ne pas solliciter les membres inférieurs.

En fin de séance, les sujets ont dû noter la pénibilité de l'effort perçu à l'aide de l'échelle RPE CR-10 de Borg (1982). Ceci à permit d'évaluer la charge interne d'entraînement afin de se renseigner sur l'état de forme physique des joueurs après la séance. Il aurait également pu être utilisé la méthode de Foster (1998) pour quantifier la charge d'entraînement (en U.A) sur les trois conditions, et ainsi voire si cette charge influençait la réponse à l'entraînement sur la Vmax. Mais, les trois conditions ayant toutes durées aux alentours de 35 minutes, la variable temps n'était pas celle requise pour quantifier cette charge d'entraînement. De plus, la condition « témoin » ayant consisté à réaliser un entraînement des membres supérieurs, il n'aurait pas été possible de comparer les différences de charge entre cette condition les autres.

Pour finir, les sujets ont dû de nouveau réaliser un sprint de 30 mètres à 14h45, soit environ 4 heures après la fin de la session d'entraînement en musculation, afin de comparer la Vmax entre le matin et l'après-midi. Les mêmes conditions ainsi que les mêmes méthodes de mesures ont été mises en place pour le sprint de l'après-midi.

4.4. Analyses statistiques

Pour commencer, il a été calculé les moyennes ± écart types de toutes les données anthropométriques, ainsi que les autres données mesurées lors des tests terrain afin de comparer l'évolution des Vmax au sein des groupes.

Pour les tests statistiques, il a dans un premier temps été vérifié la normalité des valeurs grâce au test de Shapiro-Wilk ($p \geq 0,05$), ainsi que l'homogénéité des variances grâce au test de Levene ($p \geq 0,05$).

Les conditions ayant bien été rempli, le test paramétrique de l'ANOVA à deux voies (effet conditions et temps), a permis de déterminer la significativité de chaque condition d'entraînement (force, vitesse, et témoin) sur l'évolution de la Vmax l'après-midi. Le niveau de significativité a été fixé à $p \leq 0,05$, soit une marge d'erreur inférieur ou égale 5%, et ceci pour l'ensemble des tests paramétriques utilisés lors de l'analyse statistique.

Enfin, afin de mesurer la magnitude de l'effet de chaque condition, il a été calculé la taille d'effet grâce au test du D de Cohen de 1998. Le test a consisté à calculer pour chaque condition d'entraînement, la moyenne d'évolution de la Vmax pour les deux groupes, ainsi que l'écart type moyen de cette évolution de l'ensemble des sujets ayant finit l'étude. Puis, il a été calculé la taille d'effet grâce à la formule suivante :

$$ES = \sqrt{\frac{T1 - T0}{SDT0}}$$

T1 étant la Vmax moyenne de l'après-midi et T0 la Vmax moyenne pour le matin.

SDT0 étant l'écart type de la Vmax du matin (valeur de référence).

Une fois les calculs effectués, les valeurs ont été comparées au tableau d'interprétation représenté ci-dessous (Tableau 5).

Valeur	ES
0 < ... < 0,2	Quasi nulle
0,2 < ... < 0,5	Faible
0,5 < ... < 0,8	Moyen
0,8 < ... < 1,2	**Élevé**
1,2 < ... < 2	**Très élevé**
+ de 2	**Immense**

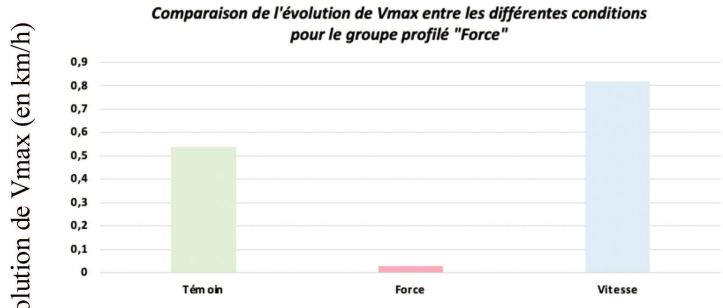
(Tableau 5). Tableau d'interprétation du D de Cohen pour identifier la taille d'effet noté ES selon la valeur.

5. Résultats

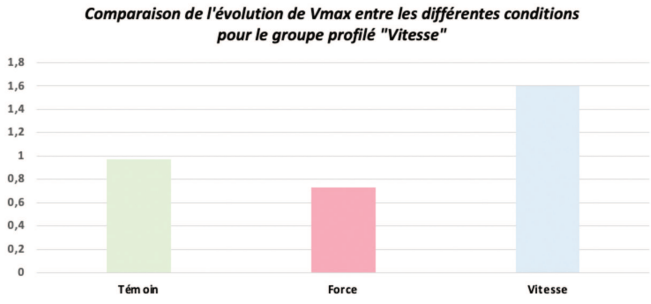
Pour commencer, seul 10 sujets sur les 17 présents au départ du protocole ont pu finir l'ensemble de l'étude. En effet, les sujets blessés, malades ou absents à cause des sélections internationales, et n'ayant donc pas pu réaliser l'ensemble des conditions expérimentales, ont été retirés de l'étude, et non pris en compte lors des tests et résultats statistiques.

Il a été observé une augmentation importante de la Vmax pour les deux groupes lorsque les sujets réalisaient un entraînement en musculation en condition « Vitesse » (2,65% ± 2,57% pour G_{Force} ; 5,52% ± 6,36% pour $G_{Vitesse}$). Une légère augmentation a également été montré pour la condition « Témoin », et semble plus importante pour $G_{Vitesse}$ (1,74% ± 3,28% pour G_{Force} ; 3,38% ± 4,21% pour $G_{Vitesse}$). Une légère augmentation a été observer lorsque $G_{Vitesse}$ a réalisé un entraînement en condition « Force » (2,43% ± 5,41%), mais cette augmentation est quasiment nulle pour G_{Force} (0,19% ± 2,52%).

L'évolution de la Vmax (en Km/h) a été représentée dans les graphiques suivant pour chaque condition (Figure 1a et 1b).

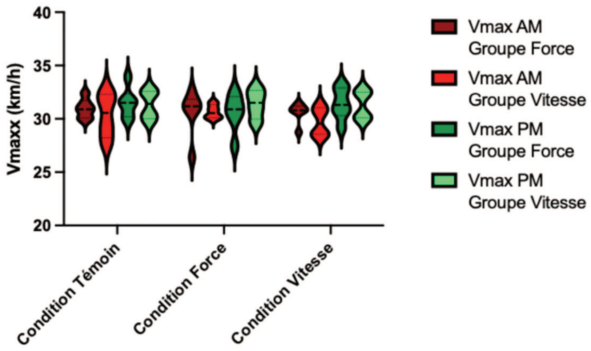


(Figure 1a). Comparaison de l'évolution de Vmax (en km/h) entre les différentes conditions pour le groupe profilé « Force ».



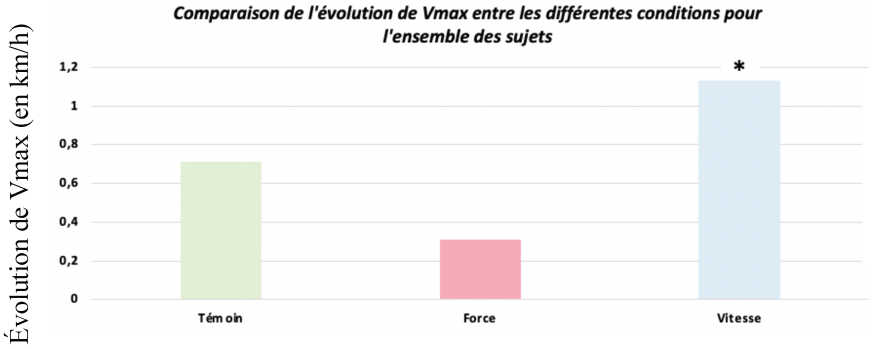
(Figure 1b). Comparaison de l'évolution de Vmax (en km/h) entre les différentes conditions pour le groupe profilé « Vitesse ».

Le test paramétrique de l'ANOVA à deux voies n'a pas montré de différence significative entre le type d'entraînement effectué et le profil des sujets ($p > 0,05$), ce qui est sûrement dû au faible nombre de sujets présents à la fin du protocole (Figure 2).



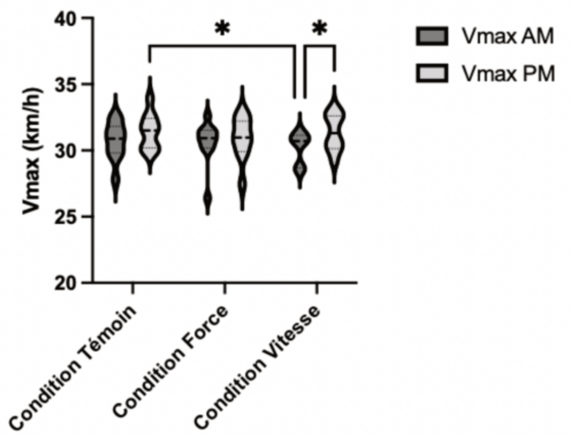
(Figure 2). Comparaison entre la Vmax (en km/h) du matin et celle de l'après-midi des deux groupes, pour l'ensemble des conditions.

Si nous rassemblons l'ensemble des sujets, nous remarquons que de manière générale, l'évolution de la Vmax est plus importante pour la condition « Vitesse » que pour les autres conditions (Figure 3).



(Figure 3). Comparaison de l'évolution de Vmax (en km/h) entre les différentes conditions pour l'ensemble des sujets.

L'ANOVA à deux voies a montré que seul l'entraînement en condition « Vitesse » semble avoir un effet significatif sur la Vmax l'après-midi ($p < 0,05$), ce qui montre que cette condition d'entraînement semble la plus efficace pour améliorer la Vmax 4 heures après, et ceci pour l'ensemble des sujets. (Figure 4).



(Figure 4). Comparaison entre la Vmax (en km/h) du matin et celle de l'après-midi pour l'ensemble des sujets.

Après avoir calculé la taille d'effet, nous observons que l'entraînement en condition « Vitesse » a permis d'augmenter de manière importante la vitesse maximale (Vmax) lors d'un sprint ($p < 0,05$; ES = 0,99). Ce type d'entraînement semble être plus efficace pour le groupe de sujets profilés « Vitesse » avec une tendance d'amélioration plus importante ($p > 0,05$, ES = 1,08) par rapport au groupe de sujets profilés « Force » ($p > 0,05$; ES = 0,93).

L'effet de l'entraînement en force est quasiment nul pour l'ensemble des sujets ($p > 0,05$; ES = 0,43), notamment pour les sujets profilé « Force » (ES = 0,12). En revanche, cette condition semble entraîner une tendance d'amélioration pour le groupe profilé « Vitesse ». Concernant la condition « Témoin », nous remarquons que ne manière générale, l'entraînement des membres supérieurs a tendance à provoquer un effet moyen ($p > 0,05$; ES = 0,51) sur l'amélioration de la Vmax.

6. Discussion

6.1. Discussion en lien avec les résultats de la recherche

La présente étude visait à mesurer les effets de différentes séances de musculation matinales sur la vitesse maximale de l'après-midi, selon le profil force-vitesse des sujets. Plus particulièrement, l'objectif était de voir si la prise en compte des profils physiques individuels lors de la séance de « priming », notamment dans l'expression de la puissance et de l'efficacité mécanique en sprint, était nécessaire afin de bénéficier d'une réponse physiologique optimale pour améliorer la vitesse maximale. Au regard de la littérature, il avait été émis deux hypothèses : l'une proposait une réponse individuelle optimale lorsque le sujet réalisait un entraînement accès sur son versant prédominant « force » ou « vitesse », induite par une meilleure adaptation. L'autre proposait une meilleure potentialisation après un entraînement en condition « vitesse », induite par un conditionnement plus important aux exigences cinétiques et cinématiques d'un sprint.

Les résultats obtenus lors de cette étude ne nous ont pas permis d'identifier d'effet individuel selon le type d'entraînement effectué. En effet, il n'a pas été observé d'amélioration significative de la vitesse maximale en sprint, lorsque la qualité prédominante a été prise en compte. En revanche, il a bien été identifié une corrélation entre la mise en place d'un entraînement en condition « vitesse », et l'amélioration de la Vmax 4h après ($p < 0,05$; ES = 0,99).

Ces résultats suggèrent donc que la réponse optimale à l'entraînement en musculation ne dépendrait pas du profil force-vitesse des sujets, mais bien des exigences spécifiques au sprint.

De ce fait, les résultats rejoignent l'étude de Spiteri et al., 2015, préconisant de prendre en compte les exigences cinétiques et cinématiques du sprint afin de bénéficier d'une meilleure réponse physiologique spécifique, plutôt que les profils physiques individuels.

Il semble donc que l'objectif de cette séance matinale afin d'améliorer la Vmax en sprint l'après-midi, soit de conditionner les sujets par la mise en place d'exercice de musculation à Vmax ciblant les membres inférieurs, et ainsi permettre de stimuler l'adaptation à grande vitesse (Cronin et al, 2003). Il est néanmoins nécessaire de limiter la fatigue neuromusculaire induite par un entraînement trop intense, ce qui pourrait réduire les effets de la potentialisation et augmenter la fatigue musculaire, et donc les réponses contractiles lors de la production de force (Rassier et al., 2000). Si la production de force est diminuée, ou que la vitesse de contraction est moins importante, alors les performances de vitesse seront négativement impactées. En effet, l'augmentation du niveau de puissance, facteur fondamental de la performance en sprint, et nécessaire à l'amélioration de la Vmax, dépend de l'équilibre entre les mécanismes de potentialisation et le niveau de fatigue (Kidnuff, 2013). Ceci pourrait alors expliquer

l'amélioration très faible de la Vmax 4h après un entraînement en force, avec 3 séries de 5 squats et 3 séries de 5 hip thrust à 85% du 1RM ($p > 0,05$; ES = 0,43). L'étude de Helland et al., en 2020, a montrée des altérations lors des performances de saut en squat jump (SJ) et contre mouvment jump (CMJ), notamment sur le taux de développement de la force (RFD) et sur la puissance maximale développée (Pmax), jusqu'à 48h après une séance en force (travail en 5RM). De plus, il a été rapporté par Van den Tillar en 2016, que l'entraînement en force induisait une augmentation des temps de contact au sol et des qualités pliométriques lors de la course. Ces résultats signifient que le niveau de fatigue neuromusculaire est plus élevé après une séance de force, et le temps de récupération doit nécessairement être plus important. Lors de cette étude, la fatigue de l'entraînement a donc été dissipé à un rythme trop peu suffisant lors de la fenêtre de récupération de 4h, et cela a altéré l'effet de la potentialisation post-activation (PAP), ne provoquant pas d'amélioration des performances musculaires (Lagrange et al., 2020). En effet, il est possible que la fenêtre de récupération préconisé par les études antérieures n'ait pas été assez longue pour que l'effet PAP obtenu grâce à la séance de force soit observable. Dans la majorité des études, les chercheurs ont observé des effets à 6h post-séance, qui semble une fenêtre suffisante pour diminuer les effets de la fatigue neuromusculaire liés à la séance de « priming » (Ingham et al., 2013 ; Cook et al., 2012 ; Lagrange et al., 2020 ; De Villarreal et al., 2007).

En comparaison, une séance « vitesse », avec des charges beaucoup plus légères (30% du 1RM), induirait de plus faibles dommages musculaires ainsi qu'une fatigue neuromusculaire moins importante, mais induirait également une meilleure adaptation à la production de vitesse, grâce à des temps de contraction plus court. Ainsi, grâce à un faible état de fatigue neuromusculaire, et avec un effet PAP, le sujet pourra avoir un taux de développement de la force (RFD) plus important car le nombre d'unités motrices recruté sera plus élevé (Christian et al., 2020 ; Bogdanis et al., 2018), mais également produire plus de force de manière répétée lors des cycles de foulées. Ce haut niveau de production de force de manière répétée, va alors conduire à atteindre une plus grande Vmax (Morin, 2019).

Plusieurs études ont mis en évidence l'efficacité du travail en contraste de charge sur la potentialisation post-activation. En effet, le contraste de charge consiste à alterner entre une charge lourde (≥ 80% du 1RM), et un mouvement à Vmax. Cette méthode, permettrai d'une part de réduire le volume de répétition à charge lourde, et donc de réduire le risque de fatigue lié à l'entraînement, de permettre une excitation du système neuromusculaire ainsi qu'une adaptation à grande vitesse et une adaptation des qualités pliométriques, nécessaires à l'amélioration de la Vmax (Guggenheimer et al. 2009 ; Ekstrand et al., 2013 ; Lagrange et al., 2020). Elle serait donc un bon compromis entre travail de force et de travail de vitesse afin de bénéficier d'effet optimale sur la Vmax en sprint.

6.2. Limites et remédiations du protocole

Plusieurs limites peuvent être émises pour cette étude. Tout d'abord, le nombre de sujets présent à la fin du protocole est un point négatif dans la puissance statistique des résultats. En effets, seul 10 sujets sur les 17 présents au départ ont pu terminer le protocole, ce qui a fortement impacté la mise en place et l'organisation du protocole. Ce faible nombre de sujet a également pu avoir un impact dans les résultats statistiques. Il aurait donc été préférable d'élargir le nombre de sujets en intégrant les joueurs de l'équipe Espoir, disponibles aux horaires du protocole.

De plus, il était initialement prévu de réaliser le protocole deux fois dans la saison, afin de voir si les résultats et les potentiels effets obtenus étaient répétables dans le temps. En effet, nous aurions pu mesurer si l'entraînement de musculation en condition « vitesse » était réellement le facteur influençant la Vmax, et si une potentielle adaptation physiologique à long terme apparaissait. Malheureusement, ce deuxième cycle de protocole n'a pas pu être réalisé en raison de la planification intense des phases finales pour l'accession en Pro D2, qui a été mis en place par le staff.

Un autre point important non modulable qui peut être considéré comme une limite dans l'interprétation des résultats est le changement de température ambiante entre le matin (environnement plus froid avoisinant les 5°C) et l'après-midi (environnement plus chaud avoisinant les 12°C) lors des tests de sprint. En effet, les écarts de température entre les deux tests ont pu jouer un rôle dans la fonction thermorégulatrice de l'organisme, induisant une différence de température musculaire lors des tests et donc des performances neuromusculaires différentes. N'ayant que des études mesurant les effets du froid intense ainsi que des fortes chaleurs sur les performances de sprint, il serait intéressant d'étudier les effets d'une variation de température dans la journée, sur ces performances.

La régulation du taux d'hormone, notamment la testostérone et le cortisol, qui est l'un des principaux objectifs de la séance de « priming » avant un match ou une compétition (Cook et al., 2014), n'a pas été mesuré pour des raisons de moyen. En effet, afin de voir si les différentes séances de musculation ont agi sur les taux de testostérone et de cortisol, la mise en place de prélèvements salivaires était indispensable. Sans vérification, nous ne pouvons pas dire avec certitude que la séance de musculation en condition « vitesse » a été plus efficace afin de réduire la baisse de testostérone et de cortisol.

Pour finir, afin de complémenter le protocole et d'avoir des informations supplémentaires sur la variation de l'accélération au cours du sprint, il aurait pu être mis en place une mesure de la vitesse à 5m, 10m, 15m, 20m, et 25m, ce qui aurait pu permettre de déterminer l'impact des différentes séances de musculation sur la courbe d'accélération. En effet, il a été analysé la vitesse moyenne grâce aux cellules photoélectriques (Witty, Microgate, Bolzano, Italie), ce qui a montré dans la majorité des cas une baisse

de vitesse moyenne, mais au contraire, une augmentation de Vmax entre le matin et l'après-midi. Cela signifie surement que la courbe d'accélération a été impactée par ces séances de musculation.
La vitesse moyenne n'a donc pas été prise en compte lors de l'étude, car cette variation mérite une étude supplémentaire afin de comprendre comment et sur quels paramètres une séance antérieure peut influencer la courbe d'accélération lors d'un sprint, mais également pour mesurer quelle séance a eu le plus d'impact selon la distance effectuée.

7. Conclusion

Pour conclure sur cette étude, nous pouvons dire que lors du « priming », ou de la séance matinale visant à augmenter la Vmax lors du match ou de la compétition de l'après-midi, la séance de musculation réalisée en condition « vitesse » 4h avant, semble la plus efficace, et répond de manière plus spécifique aux exigences du sprint.

Au contraire il semble moins approprié de réaliser une séance de force 4h avant le début du match, car la fatigue musculaire induira des améliorations quasiment nulles, voire des baisses de la Vmax. Comme vu précédemment, il est possible que ces résultats soient expliqués par la fenêtre de récupération trop courte mis en place sur cette étude.

Puis, l'effet moyen (ES = 0,51) de la séance des membres supérieurs sur l'amélioration de la Vmax, semble dû à la faible sollicitation des membres inférieurs, n'induisant aucun dommage musculaire et donc aucune fatigue sur ces groupes musculaires.

Si nous nous basons sur la littérature scientifique, une séance de musculation en contraste de charge, avec des exercices à charge lourde ≥ 85% du 1RM puis des exercices à charge légère (pliométrie, balistique), semble être la meilleure méthode pour bénéficier de la potentialisation post-activation 4h à 6h après, et permettre d'augmenter les performances neuromusculaires.

Pour répondre à la problématique de l'étude, la prise en compte du profil force-vitesse des joueurs dans l'objectif d'individualiser la séance matinale, ne semble pas avoir d'effet spécifique dans l'amélioration de la vitesse maximale en sprint. En revanche, il est bien nécessaire de prendre en compte les exigences physiques, physiologiques et biomécaniques du sprint afin d'avoir des résultats positifs (Spiteri et al., 2015).

8. Références Bibliographiques

1. Arseneault, K. (2020). La bible des stratégies et planifications d'entraînement. Barcelone : Édition Amphora.
2. Austin, D. et al. (2011). The physical demands of Super 14 rugby union. *Journal of Science and Medecine in Sport*, n°14, p. 259 – 263.
3. Bishop, D. (2003). Warm Up I : Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sport Med*, 33 (6), p. 439 – 454.
4. Bishop, D. (2003). Warm Up II : Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Med*, 33 (7), p. 483 – 498.
5. Bogdanis, G. et al. (2018). Muscle Fiber and Performance Changes after Fast Eccentric Complex Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, p. 729 - 738
6. Bompa, T. O., Buzzichelli, C. A. (2019). *Périodisation: Théorie et Méthodologie de l'entrainement*. Otago : Edition 4Trainer.
7. Chen, Z-R. et al. (2017). Can different complex training improve the individual phenomenon of post-activation potentiation ?, *Journal of Human Kinetics*, n°56, p. 167 – 175.
8. Cook, C. et al. (2012). The effects of different pre-game motivational interventions on athlete free hormonal state and subsequent performance in professional rugby union match. *Physiology and Behavior,* n°106, p. 683 – 688.
9. Cook, C. et al. (2014). Morning based strength training improves afternoon physical performance in rugby union players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, n°17, p. 317 – 321.
10. Cronin, J. et al. (2003). Force-velocity analysis of strength-training techniques and load : inmplications for training strategy and research. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 17 (1), p. 148 – 155.
11. Cross, M. et al. (2015). Mechanical properties of sprinting in elite rugby union and rugby league. *International Journal of Sports Physiology and Performance,* n°10, p. 695 – 702.
12. De Villarreal, E. et al. (2007). Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long term acute jumping performance. *European Journal of Applied Physiology*, n°100, p. 393 – 401.
13. Duthie, G. et al. (2003). Applied physiology and game analysis of rugby union. *Sports Med*, 33 (13), p. 973 – 991.

14. Ekstrand, L. et al. (2013). Assessing explosive power production using the backward overhead shot throw and the effects of morning resistance exercise on afternoon performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, n°27, p. 101 – 106.
15. Enoka, R. (1996). Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *Journal of Applied Physiology*.
16. Guggenheimer, J. et al. (2009). The effects of specific preconditioning activities on acute sprint performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, n°23, p. 1135 – 1339.
17. Hamada, T. et al. (2000). Post activation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in humane knee extensor muscles. *Journal Applied of Physiology*, n°88, p. 2131 – 2137.
18. Harper, D. (2017). Deceleration insights for team sport with Damian Harper. Interview, site SimpliFaster.
19. Harrison, P. (2019). Resistance priming to enhance neuromuscular performance in sport : evidence potential mechanisms and direction for future research. *Sports Med*, n°49, p. 1499 – 1514.
20. Helland, C. (2020). A strength-oriented exercise session required more recovery time than a power-oriented exercise session with equal work. *PeerJ.*
21. Ingham, S. et al. (2013). Improvement of 800-m running performance with prior high-intensity exercise. *Int Journal of Sports physiology Performance,* 8 (1), p. 77 – 83.
22. Jaric, S. (2015). Force-velocity relationship of muscles performing multi-joint maximum performance tasks. *International Journal of Sports Medicine*, 36 (9), p. 699 – 704.
23. Kilduff, L. et al. (2013). Preconditioning strategies to enhance physical performance on the day of competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, n°8, p. 677 – 681.
24. Krantz, N. (2017). *Le développement de la vitesse : la prépa physique rugby*. Paris : Edition 4Trainer.
25. Lagrange, S. et al. (2020). Contraste training generates post-activation potentiation and improves repeated sprint ability in elite ice hockey players. *Int J Exerc Sci*, 13 (6), p. 183 – 196.
26. Mohr, M. (2004). Muscle temperature and sprint performance during soccer matches beneficial effect of re-warm-up at half-time. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sport,* n°14, p. 156 – 162.
27. Mondenx, X. (2018). Le développement de la force : la prépa physique rugby. Paris : Edition 4Trainer.

28. Morin, J-B. (2019). Le profil force-vitesse en sprint. *ABD Podcast,* Episode #1. Vidéo : https://youtu.be/YSwVuN2iDaQ
29. Morin, J-B, et al. (2011). Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*, n°44, p. 2719 – 2723.
30. Morin, J-B. et Samozino, P. (2016). Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, n°11, p. 267 – 272.
31. Nikoladis, P-T. et al. (2014). Determinants of acceleration and maximum speed phase of repeated sprint ability in soccer player : a cross-sectional study. *Science and Sports*.
32. Nimphius, S. et al. (2014). Contribution of strength characteristics to change of direction and agility performance in female basketball athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, n°28, p. 2415 – 2423.
33. Paquet. (2014). Le rugby du côté de la littérature. *Centre d'expertise de la performance,* n°10.
34. Rassier, D.E. (2000). Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medical and biological Research*, 33 (5), p. 499-508.
35. Ratel, S. (2018). *Préparation du jeune sportif*. Paris. : Edition Amphora.
36. Reiss, D., Prévost, P. (2017). *La bible de la préparation physique*. Paris : Edition Amphora.
37. Russel, M. (2016). A comparaison of different modes of morning priming exercise on afternoon performance, International Journal of Sports Physiology and Performance, 11 (6), p. 763 – 767.
38. Samozino, P. et al. (2015). A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, n°26, p. 648 – 658.
39. Sargeant, A. (1987). Effect of muscle temperature on leg extension force and short-term power output in humans. *European journal Of Applied Physiology and Occupational Physiology*, n°56, p. 693 – 698.
40. Smart, D., et al. (2013). Differences and changes in the physical characteristics of professional and amateur rugby union players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, n°27, p. 3033 – 3044.
41. Spiteri, T. et al. (2015). Mechanical determinants of faster change of direction and agility performance in female basketball athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, n°29, p. 2205 – 2214.
42. Suchomel, T. et al. (2017). Enhancing the force-velocity profile of athletes using weightlifting derivatives. *Strength and Conditioning Journal*, n°29, P. 10 – 20.

43. Taber, C. et al. (2016). Roles of maximal strength and rate development in maximizing muscular power. *Strength and Conditioning Journal*, n°38, p. 71 – 78.
44. Taimela, S. et al. (1990). Instrinsic risk factors and athletic injuries. *Sports Medicine*, n°9, p. 205 – 215.
45. Van den Tillar, R. (2016). PAP effect of resistance and overspeed running on kinematics and sprint performance. *34rd International Conference on Biomechanics in Sports*.
46. Young, W., McDowell, M., Scarlett, B. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, n°15, p. 315 – 319.
47. Zabaloyab, F. et al. (2021). Determinant factors oh physical performance in rugby specific playing positions. *Science & Sports,* n°36, p. 308.e1 – 308.e10.

9. Annexes

9.1. (Tableau 1). Données anthropométriques des sujets

	Âge	Taille	Masse corporelle
G_{Total}	24,06 ± 3,75	179,35 ± 5,07	86,96 ± 11,17

9.2. (Tableau 2). Échelle CR-10 de Borg (1982) visant à évaluer la pénibilité de l'effort.

Cotation	Perception
0	Rien du tout
0,5	Très très facile
1	Très facile
2	Facile
3	Moyen
4	Un peu difficile
5	Difficile
6	
7	Très difficile
8	
9	
10	Très très difficile (presque maximal)

Légende:
- Intensité faible
- Intensité modérée
- Intensité élevée

9.3. (Tableau 3). Table d'ajustement de la charge pour un Top Set en 3RM.

Table d'ajustement de la charge pour Top Set 3RM	
Nb de répétition	**Ajustement**
1 à 2	-2,5 à -5kg
3 à 4	=
5 à 6	+2,5 à +5kg
7 +	+5kg à 7,5kg

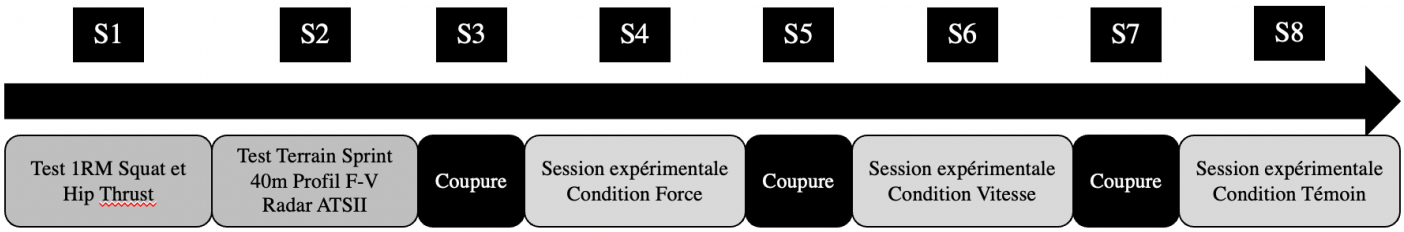
9.4. (Tableau 4). Données mesurées par le Radar Stalket ATSII lors du sprint linéaire de 40 mètres.

Taille (cm)	Poids (kg)	Theorical V0 (m/s)	Theorical F0 (N)	Theorical F0 (N/kg)	Pmax (W)	Max Horizontal Power (W/kg)	Force - Velocity profile	Mean RF on 10m	RFpeak	DRF	Top speed (m/s)	Top speed (km/h)
173	87	9,06	649,22	7,46	1460,78	16,79	-71,65	0,27	0,44	-7,72%	8,82	31,752
175	74,5	9,2	545,09	7,32	1243,46	16,69	-59,28	0,27	0,44	-7,44%	8,9	32,04
184	80,5	9,01	656,74	8,16	1466,58	18,22	-72,88	0,29	0,49	-8,30%	8,8	31,68
178	79	8,66	561,2	7,1	1203,52	15,23	-64,83	0,27	0,46	-7,63%	8,38	30,168
180	83,5	9,17	695,61	8,33	1578,45	18,9	-75,89	0,3	0,52	-8,24%	8,96	32,256
178	90	9,08	782,72	8,7	1765,45	19,92	-86,2	0,29	0,49	-8,84%	8,91	32,076
183	89,4	9,05	711,17	7,95	1596,89	17,89	-78,57	0,28	0,48	-8,13%	8,84	31,824
176	86,4	9,17	650,59	7,53	1477,6	17,1	-70,93	0,29	0,48	-7,55%	8,91	32,076
178	90	8,88	707,93	7,87	1559,77	17,33	-79,7	0,28	0,48	-8,18%	8,68	31,248
179	78	8,95	545,33	6,99	1203,65	15,43	-60,93	0,3	0,52	-7,02	8,61	30,996
177	79,3	8,84	643,35	8,14	1411,09	17,86	-72,76	0,28	0,48	-8,50%	8,64	31,104
190	101	9,34	777,47	7,7	1794,35	17,77	-83,24	0,31	0,53	-7,42%	9,09	32,724
185	83,1	8,81	623,1	7,51	1361,87	16,41	-70,69	0,27	0,46	-7,92%	8,58	30,888
178	81,2	9,2	612,9	7,55	1395,84	17,19	-66,64	0,29	0,48	-7,56%	8,93	32,148
170	82	8,38	603,01	7,35	1254,83	15,3	-71,97	0,26	0,44	-8,23%	8,15	29,34
178	90,7	8,53	595,42	6,56	1261,36	13,91	-69,83	0,24	0,4	-7,32%	8,24	29,664
187	122,7	9,11	870,48	7,09	1965,25	16,02	-95,57	0,28	0,47	-7,22%	8,86	31,896

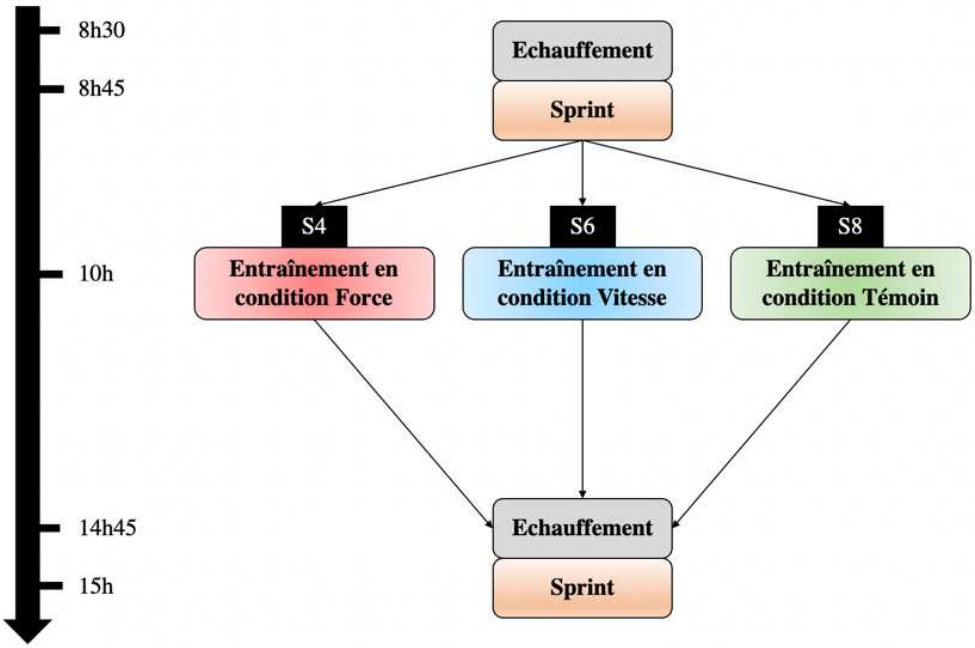
9.5. (Tableau 5). Tableau d'interprétation du D de Cohen pour identifier la taille d'effet noté ES selon la valeur.

Valeur	ES
0 < ... < 0,2	Quasi nulle
0,2 < ... < 0,5	Faible
0,5 < ... < 0,8	Moyen
0,8 < ... < 1,2	Élevé
1,2 < ... < 2	Très élevé
+ de 2	Immense

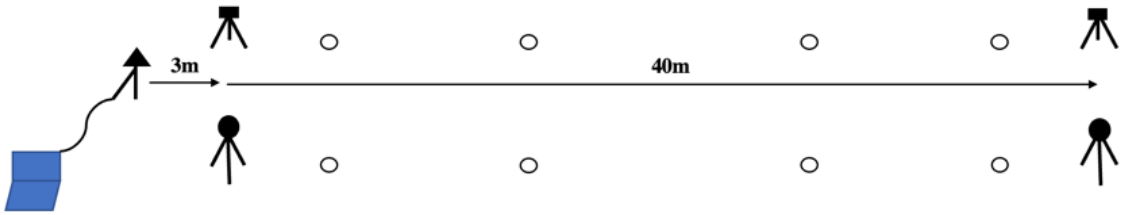
9.6. (Schéma 1). Planification du protocole sur une période de 8 semaines



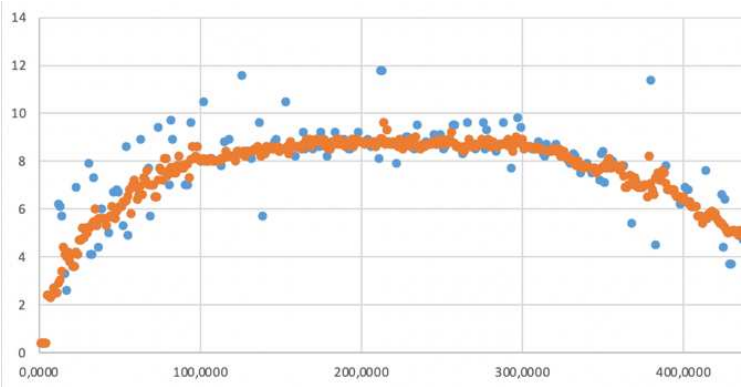
9.7. (Schéma 2). Organisation chronologique des sessions expérimentales.



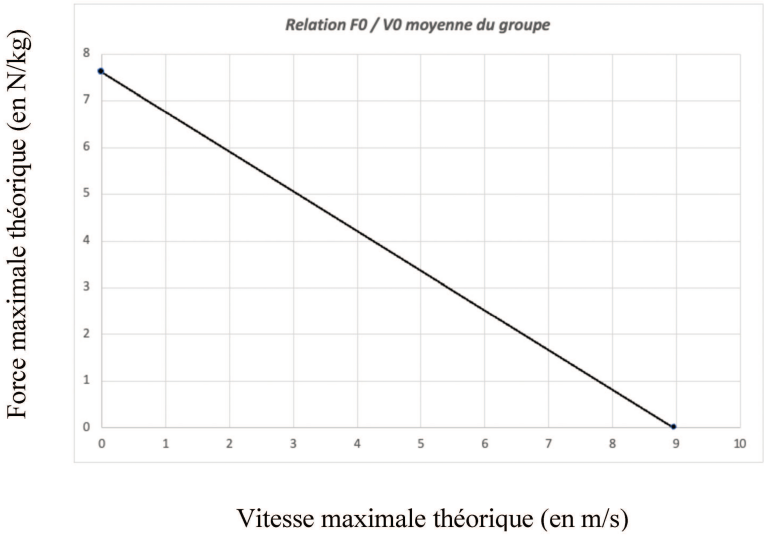
9.8. (Schéma 3). Représentation de la mise en place du test au Radar ATSII sur 40 mètres.



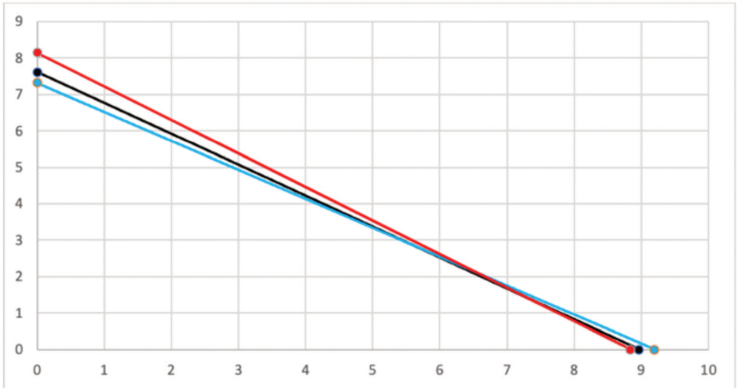
9.9. (Graphique 1). Nuage de points représentant la courbe initiale et la courbe une fois les valeurs filtrées.

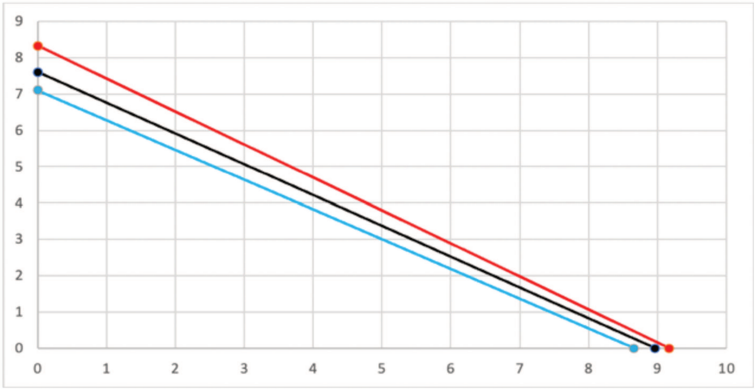


9.10. (Graphique 2). Graphique représentant la relation F0/V0 moyenne du groupe.

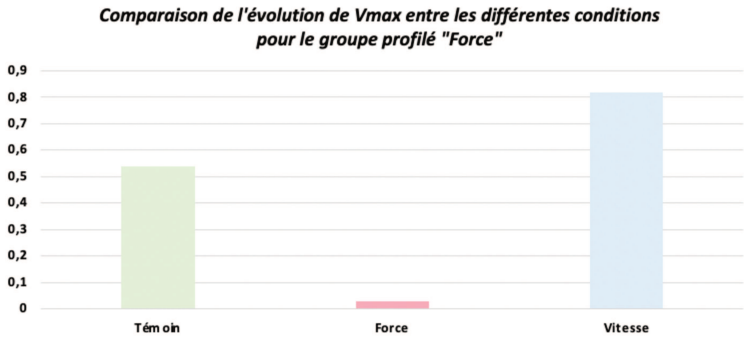


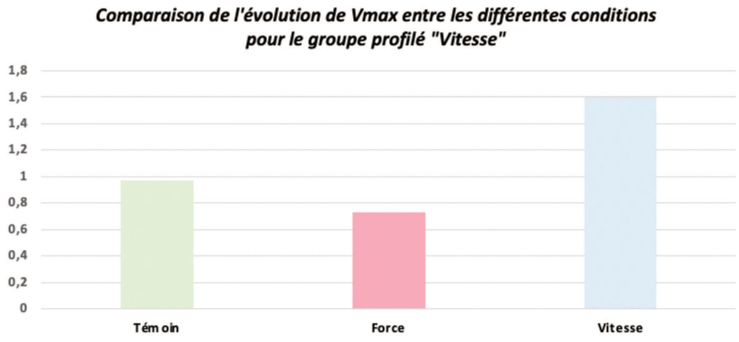
9.11. (Graphique 3a et 3b). Exemples de graphique afin d'illustrer l'interprétation des profils force-vitesse.



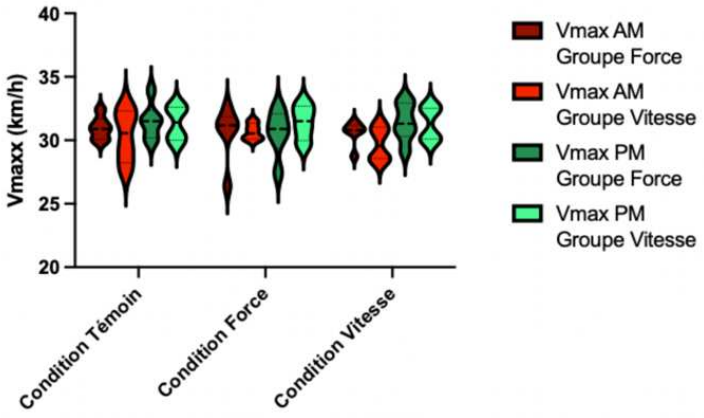


9.12. (Figure 1a et 1b). Comparaison de l'évolution de Vmax (en km/h) entre les différentes conditions pour les deux groupes.

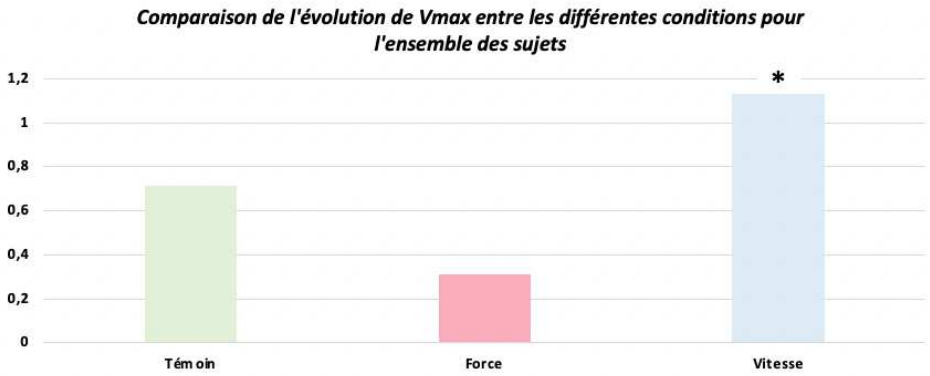




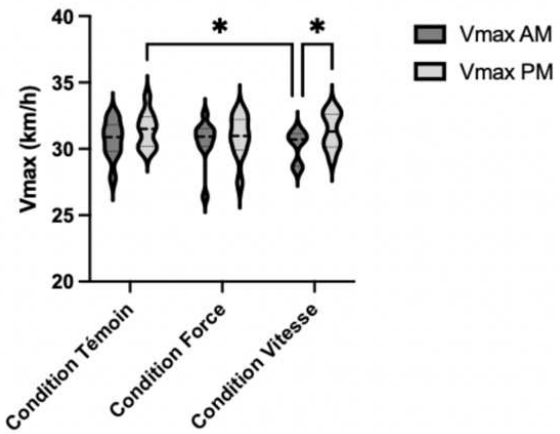
9.13. <u>(Figure 2). Comparaison entre la Vmax (en km/h) du matin et celle de l'après-midi des deux groupes, pour l'ensemble des conditions.</u>



9.14. <u>(Figure 3). Comparaison de l'évolution de Vmax (en km/h) entre les différentes conditions pour l'ensemble des sujets.</u>



9.15. <u>(Figure 4). Comparaison entre la Vmax (en km/h) du matin et celle de l'après-midi pour l'ensemble des sujets.</u>



9.16. Questionnaire de Hooper utilisé avant les séances de musculation

Niveau de stress

- [ ] Pas de stress
- [ ] Très léger
- [ ] Léger
- [ ] Modéré
- [ ] Important
- [ ] Très important
- [ ] Maximal

Niveau de fatigue

- [ ] Pas de fatigue
- [ ] Très léger
- [ ] Léger
- [ ] Modéré
- [ ] Important
- [ ] Très important
- [ ] Maximal

Sommeil

- [ ] Excellent
- [ ] Très bon
- [ ] Bon
- [ ] Modéré
- [ ] Mauvais
- [ ] Très mauvais avec insomnie
- [ ] Très mauvais sans insomnie

Douleurs musculaires

- [ ] Pas de douleurs
- [ ] Très légère fatigue musculaire
- [ ] Légère fatigue musculaire
- [ ] Fatigue musculaire
- [ ] Légère douleur musculaire
- [ ] Douleur musculaire modéré
- [ ] Très importante douleur musculaire

10. Résumé

Objectif : La présente étude avait pour objectif de mesurer les effets de différentes séances de musculation matinales sur la vitesse maximale (Vmax) de l'après-midi en fonction du profil force-vitesse des joueurs, et notamment de savoir si la prise en compte de ces profils dans le but d'individualiser la séance, permettait de bénéficier d'un effet individuel optimal pour améliorer la Vmax.

Matériels et Méthode : 17 sujets masculins, tous rugbymen de haut niveau, étaient présents au départ du protocole (moyenne ± *ET* : âge = 24,05 ± 3,75 ans ; taille = 179,35 ± 5,07 cm ; masse corporelle = 86,96 ± 11,17 kg). Le profil force-vitesse des 17 sujets ont été pris en compte afin de tracer la relation F0/V0 moyenne, et ainsi permettre d'identifier le profil de chaque sujet par rapport au groupe. Il a été noté « G_{Force} » pour les sujets ayant un profil orienté vers la force et « $G_{Vitesse}$ » pour les sujets ayant un profil orienté vers la vitesse. L'étude à durée 8 semaines, comprenant 2 semaines de tests permettant d'avoir le profil force-vitesse et les performances de force maximale en squat et en hip thrust, ainsi que 3 semaines expérimentales. Sur ces 8 semaines, il a également été pris en compte les semaines de coupure entre chaque session d'entraînement afin d'éviter l'adaptation à long terme. Le test terrain mis en place pour identifier le profil force-vitesse des sujets, a consisté à réaliser un sprint linéaire de 40 mètres. Il a été utilisé un radar Stalker Acceleration Testing System (ATS) II (Stalker ATS II, Dallas, États-Unis) afin de mesurer les données nécessaires à l'élaboration des profils, ainsi que des cellules photoélectriques (Witty, Microgate, Bolzano, Italie) pour mesurer les temps de passage. Pour mesurer la Vmax, les joueurs étaient tous équipés d'un GPS de 10 Hz (Playertek Pod, Catapult, Melbourne, Australie). Lors des sessions expérimentales, les sujets ont dû réaliser un sprint linéaire de 30 mètres le matin, afin d'avoir une valeur de référence, suivi d'une séance de musculation dans l'une des trois conditions : force la première semaine (3 séries de 5 squats et 3 séries de 5 hip thrust à 85% du 1RM), vitesse la deuxième semaine (3 séries de 10 squats et 3 séries de 10 hip thrust à 30% du 1RM), et témoin la troisième semaine (entraînement des membres supérieurs). Puis, après une période de récupération de 4 heures, les sujets ont à nouveau été évalué sur un sprint de 30 mètres, afin de comparer la Vmax du matin et celle de l'après-midi.

Résultats : Seuls 10 sujets sur les 17 présents au départ de l'étude, ont pu terminer le protocole. Les 7 autres ont soit été blessés au cours de la période du protocole, soit été appelés en sélection nationale. L'ANOVA à deux voies n'a pas montré d'effet significatif sur l'amélioration de la Vmax entre le type d'entraînement effectué et le profil des sujets ($p > 0,05$). En revanche, l'ANOVA à deux voies a montré

une amélioration significative de la Vmax 4 heures après un entraînement en condition « vitesse » ($p < 0,05$; ES = 0,99), sans prendre en considération le profil des sujets, malgré une taille d'effet élevée ($p > 0,05$; ES = 0,93 pour G_{Force} et $p > 0,05$; ES = 1,08 pour $G_{Vitesse}$). On observe une amélioration quasiment nulle de la Vmax lorsque les sujets ont réalisé l'entraînement en condition « force » ($p > 0,05$; ES = 0,12). Concernant la condition « Témoin », nous remarquons que ne manière générale, l'entraînement des membres supérieurs a tendance à provoquer un effet moyen ($p > 0,05$; ES = 0,51) sur l'amélioration de la Vmax.

Discussion et Conclusion : Les résultats obtenus lors de cette étude ne nous ont pas permis de montrer d'effet significatif sur l'amélioration de la Vmax entre le type d'entraînement effectué et le profil individuel des joueurs. Ces résultats suggèrent donc que la réponse optimale à l'entraînement en musculation ne dépendrait pas du profil force-vitesse des sujets, mais bien des exigences spécifiques au sprint. En effet, seul l'entraînement en condition « vitesse » semble permettre une amélioration significative de la Vmax 4 heures après, dû notamment à une meilleure adaptation à la production de vitesse, grâce à des temps de contraction plus court. Au contraire, un entraînement en force 4 heures avant induirait une fatigue neuromusculaire trop importante, signifiant une altération de l'effet PAP sur les performances en sprint.

Mots clés : Rugby – Force – Vitesse – Priming – Potentialisation post-activation

---

Objective : The aim of the present study was to measure the effects of different morning training sessions on the maximum speed (Vmax) in the afternoon according to the force-velocity profile of the players, and in particular to find out whether taking these profiles into account in order to individualize the session would allow an optimal individual effect to improve Vmax.

Materials and Methods : 17 male subjects, all high-level rugby players, were present at the start of the protocol (mean ± *SD* : age = 24,05 ± 3,75 years ; height = 179,35 ± 5,07 cm ; body mass = 86,96 ± 11,17 kg). The force – velocity profile of the 17 subjects was taken into account in order to draw the average F0/V0 relationship, and thus to identify the profile of each subject in relation to the group. It was noted « G_{Force} » for subjects with a force – oriented profile and « $G_{Vitesse}$ » for subjects with a speed – oriented profile. The study lasted 8 weeks, including 2 weeks of testing for strength-velocity profile and maximal strength performance in squat and hip thrust, and 3 weeks of experimental testing. Within these 8 weeks of break between each training session were also taken into account in order to avoid long-term

adaptation. The field test set up to identify the strength-velocity profile of the subjects consisted of a 40-metre linear sprint. A Stalker Acceleration Testing System (ATS) II radar (Stalker ATS II, Dallas, USA) was used to measure the data needed to develop the profiles, as well as photocells (Witty, Microgate, Bolzano, Italy) to measure the running times. To measure Vmax, the players were all equipped with a 10 Hz GPS (Playertek Pod, Catapult, Melbourne Australia). During the experimental sessions, the subjects had to perform a 30 metres straight sprint in the morning, in order to have a reference value, followed by a training session in one of three conditions : strength in first week (3 sets of 5 squats and 3 sets of 5 hip thrust at 85% of 1RM), speed in the second week (3 sets of 10 squats and 3 sets of 10 hip thrust at 30% of 1RM), and control in the third week (upper limb training). Then, after a 4 hours recovery period, the subjects were again assessed on a 30 metres sprint, in order to compare the morning and afternoon Vmax.

Results : Only 10 of the 17 subjects present at the start of the study were able to complete the protocol the remaining 7 were either injured during the protocol period or were called up for national selection. The two-way ANOVA showed no significant effect on Vmax improvement between the type of training performed and the profiles of the subjects ($p > 0,05$). On the other hand, the two-way ANOVA showed a significant improvement in Vmax 4-hours after training in the "speed" condition ($p < 0,05$; ES = 0,99), without taking into account the profile of the subjects, despite a high effects size ($p > 0,05$; ES = 0,93 for G_{Force} and $p > 0,05$; ES = 1,08 for $G_{Vitesse}$). There was almost no improvement in Vmax when the subjects realized the training in the "force" condition ($p > 0,05$; ES = 0,12). Concerning the "control" condition, we not that in general, upper limb training tends to have a moderate effect ($p > 0,05$; ES = 0,51) on the improvement of Vmax.

Discussion and Conclusion : The results obtained in this study did not allow us to show significant effects on the improvement of Vmax between the type of training performed and the individual profile of the players. These results therefore suggest that the optimal response to weight training does not depend on the force-velocity profile on the subjects, but rather on the specific demands of sprinting. Indeed, only training in "speed" condition seems to allow a significant improvement in Vmax 4-hour later, due in particular to a better adaptation to speed production, thanks to shorter contraction time. On the contrary, strength training 4 hours before would induce too much neuromuscular fatigue, meaning an alteration of the PAP effect on sprint performance.

Key words : Rugby – Strength – Speed – Priming – Post-activation potentiation

11. Compétences Acquises

Les 3 compétences que j'ai pu acquérir entre le début de l'expérience professionnelle et la soutenance sont :

- La mise en place d'un protocole de recherche scientifique afin de la mettre au service de la préparation physique sur le terrain.
- L'adaptation et la réorganisation face des imprévus.
- Savoir gérer une base de données avec des valeurs mesurées à l'aide d'outils technologiques, et interpréter ces données afin de déterminer des profils.