

Master 2nde année mention STAPS : EOPS
ENTRAINEMENT ET OPTIMISATION DE LA PERFORMANCE SPORTIVE

ANNEE UNIVERSITAIRE 2022-2023

MEMOIRE

**TITRE : COMPARAISON DES EFFETS ENTRE UN
ENTRAINEMENT D'HALTEROPHILIE ET UN ENTRAINEMENT
COMBINE D'HALTEROPHILIE ET DE PLIOMETRIE DANS LE
FOOTBALL AMERICAIN**

PRESENTE PAR : CHARTIER ROMAIN

SOUS LA DIRECTION DE : MEDHI PAWALK-CHAOUCH

SOUTENU LE . .29 / . 06. /..2023 ..

**DEVANT LE JURY : MURIELLE GARCIN, YOHAN ROUSSEL, MEDHI
PAWLAK-CHAOUCH**



« 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

Pour cette dernière année de Master, je souhaite remercier l'ensemble des personnes m'ayant permis de réaliser avec réussite ces deux années.

Tout d'abord, le doyen de la faculté STAPS, Mme.Garcin ainsi que l'ensemble des professeurs.

Dans un second temps, Medhi Pawlak-Chaouch qui a su m'aider et me superviser dans la réalisation de mes deux mémoires.

Puis je vais remercier les acteurs de cette année dans le cadre de mon alternance. Avant tout Jean-Philippe Delporte, le trésorier du club mais aussi celui qui m'a recruté et qui s'est occupé de l'organisation. Ensuite mon tuteur de stage, Guillaume Prevost, qui est aussi le président du club. Avec qui j'ai pu m'occuper des U17/U20. Mais également, les autres coachs qui m'ont entouré tout le long.

Pour finir, il y a les joueurs qui ont été motivés pour la préparation physique et cela m'a permis de mettre en place mon protocole et développer mes compétences en préparation physique.

Sommaire

1.Glossaire.....	6
2.Introduction :.....	7
3.Revue de littérature :.....	8
3.1.Football américain :	8
3.2.L'haltérophilie :.....	12
3.3.La pliométrie :.....	15
3.4.Entrainement combiné	19
4.Problématique :	21
5.Objectifs :	21
6.Hypothèse :	21
7.Protocole :	21
7.1.Milieu professionnel :	21
7.2.Population :	21
7.3.Les tests :.....	22
8.Matériel :.....	24
9.Programme d'entraînement :.....	24
10.Statistique :.....	27
11.Discussion :.....	32
12.Conclusion :	36
13.Bibliographie :.....	37
14.Annexe :	45
15.Compétences acquises pendant l'alternance:	55
16.Résumé et mots-clés :	56

Glossaire

FA : Football Américain

CMJ : Counter-movement-Jump

SJ : Squat Jump

DB : Défensive Back

LB : Linebacker

DL : Ligne défensif (joueur sur la ligne défensive)

QB : Quarterback

OL : Ligne offensive (joueur sur la ligne offensive)

WR: Wide receiver (receveur)

TE: Tight End

RB: Running back

BJ : Broad Jump

FC: Fréquence Cardiaque

RFD: Taux de développement de la force

RIR : repetitions in reserve

RPE : rating of perceived exertion

Introduction :

Au cours de cette deuxième année universitaire dans le cadre de mon master 2, j'ai eu l'honneur de travailler en tant que salarié dans le cadre de la préparation physique au sein d'un club de Football Américain (FA) à Villeneuve d'Ascq, chez les Vikings. A la suite de mon année de master 1 chez les Bears, j'ai voulu continuer dans la voie du FA car c'est mon sport de prédilection mais également car j'ai été satisfait de mon stage précédent. C'est pourquoi avec l'aide de mon ancien tuteur de stage et l'opportunité qui s'est offerte à moi, j'ai pu signer en tant que salarié dans un club fédéral de Division 2, les Vikings de Villeneuve d'Ascq. Venant de descendre de la division élite, l'objectif du club est de remonter en première division, en allant chercher le titre de Division 2. J'ai décidé de rejoindre le club pour plusieurs raisons. Dans un premier temps, le challenge de vouloir remonter en division supérieure mais également plus personnellement pouvoir faire une mise en place de la préparation physique plus efficace que mon stage précédent. En effet, nous avons à disposition une salle de musculation au CREPS, me permettant de mettre en place une réelle programmation pour les joueurs. Cette fois, le public est plus âgé qu'une équipe universitaire et il y a des joueurs avec beaucoup d'expériences.

Lors de mon alternance et pour ce mémoire, j'ai décidé de travailler sur de l'haltérophilie. Après plusieurs années de formation sur cette discipline, j'ai voulu mettre en place les compétences que j'ai pu acquérir. L'haltérophilie joue un rôle crucial dans le développement des qualités physiques recherchées au FA. De plus, cette discipline gagne en popularité et est de plus en plus utilisée par les athlètes de haut niveau pour améliorer leurs performances dans divers sports, dont le FA.

En intégrant les principes de l'haltérophilie dans ma préparation physique avec les Vikings, j'espère apporter une dimension supplémentaire à l'entraînement de l'équipe. Je vais mettre en place des séances spécifiques, en utilisant des exercices tels que les arrachés, les épaulés-jetés afin de développer les qualités physiques qui seront analysées dans cette recherche. Tout en essayant d'apporter d'autres méthodes telles que la pliométrie en simultané pour optimiser au maximum la performance, cela aura pour but d'accentuer les effets de l'entraînement en utilisant des techniques différentes qui peuvent être complémentaires, tout en cherchant à gagner un maximum de temps dans la programmation des entraînements.

Revue de littérature :

Football américain :

Historique :

Avant de commencer, nous allons parler du point de vue historique sur le FA. Tout d'abord, il faut savoir que c'est un dérivé du soccer (Football) et du rugby. Au début, chaque université avait ses propres règles, ce qui prêtait à confusion. Puis, le 23 novembre 1876, lors de la conférence de Massasoit, des règles communes à plusieurs universités américaines sont édictées. Ils ont depuis repris la plupart des règles de l'Union anglaise de rugby, à l'exception des points. Entre 1880 et 1883, l'entraîneur de Yale, Walter Camp, a encore modifié certaines règles, notamment en changeant l'esprit du jeu en passant de 15 à 11 joueurs, en réduisant la surface de jeu et en introduisant un "scrimmage"(la mêlée) avant de commencer chaque jeu. Enfin, en 1920, la Ligue nationale de football (NFL) a été créée.

Logique interne :

Avant de plonger dans les détails du FA, il est important de comprendre sa mécanique interne. Le FA est un sport axé sur la progression du terrain, où l'équipe attaquante cherche à dépasser la défense adverse. L'objectif principal est de faire avancer le ballon jusqu'à la zone d'en-but pour marquer un "Touchdown". L'équipe attaquante dispose de quatre essais pour parcourir au moins dix yards (0,91 mètres). En cas de succès, elle bénéficie de quatre essais supplémentaires. En revanche, en cas d'échec, l'équipe défensive prend possession du ballon. À ce stade, l'équipe adverse attaque, tandis que la défense de l'équipe qui a perdu le ballon prend position sur le terrain

Pour aborder plus spécifiquement le domaine du "FA", il peut être catégorisé comme un sport non cyclique selon Pincivero (1997). Cela signifie que ce sport implique des actions et des mouvements complexes qui ne se répètent pas dans un cycle. À titre d'exemple dans le "FA", on retrouve des actions telles que le recul ("back paddle"), le changement de direction et le plaquage qui sont souvent exécutés simultanément au cours d'un jeu particulier, formant ainsi une seule action intégrée

Au FA, il y a différents postes dans un premier temps les postes défensifs qui comprennent les défenseurs (DB), les linebackers (LB) et la ligne défensive (DL). Ensuite, il y a les postes offensifs comprenant le quarterback (QB), une ligne offensive (OL), les wide receivers (WR), les tight ends (TE) et les running backs (RB). Il y a aussi les postes pour les équipes spéciales comme le botteur, les chasseurs, bloqueurs.

La figure ci-dessous permet de comprendre la disposition des joueurs sur le terrain

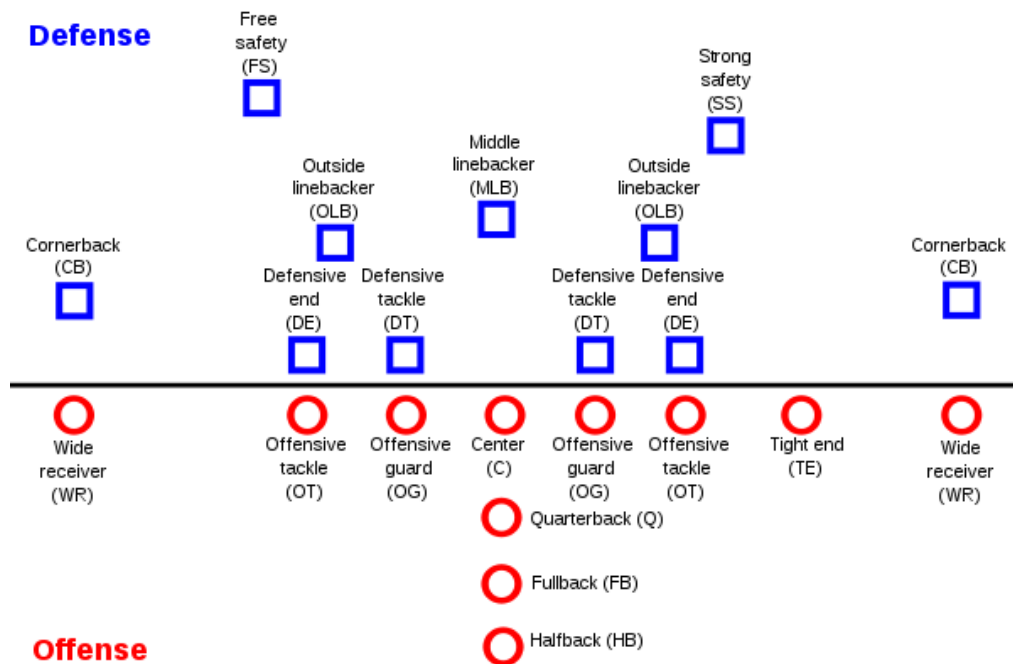


Illustration 1 : Représentation de la disposition des postes sur un terrain au FA

Aspect physiologique du FA :

D'un point de vue métabolique, le FA semble principalement faire appel aux systèmes de phosphocréatine (PCr) et à la voie glycolytique anaérobie (acidose lactique) pour fournir la majeure partie de l'énergie nécessaire à l'activité physique (Pincivero & al., 1997 ; Fullagar & al., 2017). De plus, Fox et Matthews ont suggéré en 1974 que le système PCr (voie anaérobie alactique) représente 90 % de la production d'énergie dans le football, tandis que les systèmes anaérobie lactique et aérobie contribuent moins à la production d'énergie. Dans le contexte du FA, la durée moyenne des actions et des jeux est de 5,23 secondes, avec des variations significatives entre les jeux de course, les jeux en équipe et les jeux de passes (Fullagar & al., 2017). En 1979, Zapiec et Taylor ont observé chez des joueurs professionnels une proportion plus élevée de fibres musculaires à contraction rapide par rapport aux fibres à contraction lente. Tout cela indique que les actions dans le FA sont de courte durée mais d'une intensité élevée. De nombreuses qualités sont nécessaires et doivent être optimales pour performer lors d'un match de FA.

Qualités physiques au FA :

Le FA est un sport qui requiert une combinaison de qualités physiques cruciales pour une performance optimale. Ces qualités incluent la force maximale, la puissance, la vitesse de course maximale, la force explosive des muscles, l'endurance de vitesse, l'endurance de force, la puissance de lancer et la décélération. Ces qualités physiques varient en fonction de la position de jeu et du poste du joueur (Pincivero et al., 1997 ; Fullagar et al., 2017). En outre, le schéma de jeu peut également influencer ces exigences physiques, comme dans le cas de l'up-tempo qui est un jeu avec beaucoup de course et des mises en place rapide, où des joueurs plus rapides et plus agiles sont nécessaires (Fullagar et al., 2017).

Au FA, chaque poste a des exigences physiques uniques pour des actions différentes. Chacun de ces postes nécessite une combinaison spécifique de qualités physiques pour une performance optimale. En outre, il est universellement reconnu que le développement de la condition physique ainsi que des qualités physiques fondamentales telles que la force, la puissance et l'explosivité sont d'une importance capitale pour les joueurs de FA afin d'atteindre des performances optimales.

Plus précisément, des recherches menées par M. Marc Schryburt en 2013, M. Sébastien Morin (révisé par M. Roger Perrault) en 2009, et basées sur les travaux du Comité original du MDLTA de Football Québec, ont répertorié les qualités physiques requises pour chaque poste Cf. Tableau ci-dessous.

Unité	Position	Morphologie	Type d'effort / Action types	HABILETÉS GÉNÉRALES	PHYSIQUES	HABILETÉS GÉNÉRALES	MENTALES
Offensive	QB	Athlétique 1m83 à 1m98 81Kg à 99Kg	Réception des mises en jeu Manipulation du ballon (feintes et remises) Passer le ballon	Vitesse de déplacement, coordination Force vitesse et force endurance – bras lanceur		Leadership, décisif Gestion du stress (pensées négatives) Concentration	
	Ligne offensive / OL	Costaud, massif 1m83 à 2m03 124Kg à 158Kg	Blocs de passes Blocs au sol	Force maximale Force endurance Équilibre		Gestion des émotions Agressivité contrôlée Concentration	
	Running back / RB	Petit et costaud 1m70 à 1m88 81Kg à 113Kg	Blocs de passes Blocs au sol, courses avec le ballon Courses de tracés Réception de passes	Force maximale Force vitesse Force endurance Agilité, mobilité Équilibre		Intensité élevée Agressivité contrôlée Concentration	
	Wide Receivers / WR	élancé 1m75 à 1m98 81Kg à 108kg	Courses de tracés Réception de passes Blocs au sol Blocs de passes après la réception d'un coéquipier	Vitesse de déplacement Agilité, mobilité, coordination Endurance Force-vitesse Capacité anaérobie		Gestion des pensées négatives Concentration	

Tableau 1 : Les postes offensifs avec leurs caractéristiques selon MDTLA de Football Québec

En raison de la Ligue de football du Québec, les postes peuvent avoir des noms différents. Pendant le jeu, le QB doit saisir le ballon, reculer (Drop back), lancer le ballon ou le passer au RB, et parfois courir. La OL doit défendre le QB sur la ligne offensive et peut également faire des trous dans la ligne défensive en bloquant/poussant les DL. Ils restent majoritairement statiques. Les RB dans le jeu vont principalement recevoir le ballon dans les mains et poursuivent les blocs de leurs coéquipiers à grande vitesse pour marquer le touchdown. Il doit faire preuve de réaction pour ajuster sa course au plus vite. Et il fait aussi des blocs. En théorie, il n'y a que des mouvements vers l'avant et de côté, mais en pratique, il y a de nombreux changements de direction. Un WR bloque lorsque la possession du ballon n'est pas de sa responsabilité. En revanche, s'il doit attraper le ballon, il doit avancer plus vite et de manière plus explosive car il doit se différencier de ses adversaires en suivant sa trajectoire initiale. Dans certains cas, vous pouvez même sauter pour attraper un ballon en hauteur. Ils partagent le même tracé que les RB.

Unité	Position	Morphologie	Type d'effort / Action types	HABILETÉS GÉNÉRALES	PHYSIQUES	HABILETÉS GÉNÉRALES	MENTALES
Défensive	Ligne défensive/DL	Costaud et athlétique 1m78 à 1m96 108Kg à 136Kg	Pression sur le QB Responsabilité spécifique sur un jeu au sol (corridor de course, contenir le jeu...) Plaquage	Force-vitesse et Endurance force-vitesse Force maximale Agilité, équilibre Capacité anaérobique		Agressivité contrôlée Concentration	
	Linebacker/LB	Athlétique 1m80 à 1m90 90Kg à 108Kg	Pression sur le QB Contenir la course, contenir le jeu...) couverture d'une zone ou d'un joueur ou pression sur le QB sur une passe Plaquage	Force vitesse Force maximale et force endurance Vitesse de course, agilité, mobilité et équilibre Agilité, mobilité Équilibre		Leadership Agressivité contrôlée Concentration	
	Défensive back /DB	Élancé 1m78 à 1m85 81Kg à 90Kg	Contenir le jeu, angle de poursuite Responsabilité spécifique sur un jeu de passes (couverture d'une zone ou d'un joueur) Plaquage	Vitesse de déplacement Agilité, mobilité, coordination Endurance Force-vitesse Capacité anaérobique		Gestion des pensées négatives Agressivité contrôlée Confiance en soi Concentration	

Tableau 2 : Les postes défensif et de leurs caractéristiques selon MDTLA de Football Québec

Le but du DL est de plaquer rapidement le QB pour l'empêcher de lancer ou de passer le ballon. Il faut surpasser la OL en termes d'explosivité ou de force. Le LB, situé derrière les DL, doit identifier rapidement la direction du ballon pour éviter de perdre des yards. Il y a un LB intérieur et des LB extérieurs. Ils se concentrent principalement sur les RB, nécessitant une réaction rapide pour les bloquer. Leurs attaques sont principalement frontales et latérales. Les DB, safeties et cornerbacks, font face aux WR. Ils doivent suivre les trajets prédéfinis et anticiper les passes pour les intercepter ou les plaquer directement. Ils se déplacent en rétro-pédalage et latéralement.

Diverses méthodes peuvent aider à développer les qualités physiques essentielles (force, puissance, explosivité) pour chaque poste sur le terrain de FA. Nous allons examiner ces méthodes pour les intégrer à notre protocole

L'haltérophilie :

Dans un premier temps, je me suis intéressé à l'haltérophilie comme méthode de développement des qualités physiques, puisque certains joueurs aiment pratiquer cette discipline et étaient demandeur de

cette méthode au cours de la programmation. De plus, nous verrons par la suite son utilité pour un sport comme le FA au vu des qualités physiques requises précédemment.

Descriptions des mouvements d'haltérophilies :

L'haltérophilie est une discipline olympique à catégories de poids de corps et de sexe dite de "force". Elle est composée de deux mouvements : l'arraché (Snatch en anglais) et l'épaulé-jeté (Clean and Jerk en anglais). On peut définir l'arraché (voir annexe illustration 2) comme un seul mouvement continu visant à mettre la barre au-dessus de la tête. Quant à l'épaulé-jeté (voir annexe illustration 3), on peut le définir comme un mouvement en deux parties pour mettre la barre au-dessus de la tête à l'arrivée. On peut décomposer ces deux mouvements en plusieurs parties.

Pour commencer, la position de départ diffère principalement par le placement des mains. L'épaulé-jeté a une prise légèrement supérieure à la largeur des épaules, tandis que l'arraché a une prise plus écartée en pronation. Les épaules, les genoux et les orteils doivent être alignés devant la barre, avec le poids sur la plante des pieds et les talons au sol. Le dos doit être aligné, les courbures naturelles respectées, le torse bombé pour resserrer les scapulas.

Les premières phases des mouvements sont similaires. Le premier tirage consiste en une poussée des jambes bras tendus du sol jusqu'aux genoux, sans changer l'inclinaison du dos. Pendant la transition, le dos se redresse légèrement pour permettre aux genoux de se réengager sous la barre. Les pieds restent à plat.

Ensuite, le second tirage est crucial, avec une forte poussée des jambes pour diriger la barre vers le haut, suivie du tirage des bras avec haussement des épaules et des coudes. L'athlète monte sur la pointe des pieds et réalise une extension lombaire, provoquant l'engagement du bassin vers l'avant, appelée triple extension

Par la suite, la phase de passage sous la barre diffère entre l'arraché et l'épaulé. L'athlète se glisse sous la barre en flexion de jambe et réceptionne avec les bras tendus, légèrement en arrière de la tête pour l'arraché, ou avec les coudes vers l'avant et la barre sur les clavicules pour l'épaulé-jeté. Enfin, le redressement avec les jambes tendues et le repositionnement des pieds concluent le mouvement.

En résumé, l'haltérophilie est une discipline exigeante qui nécessite une combinaison de force, de technique et de coordination pour réaliser les mouvements de l'arraché et de l'épaulé-jeté correctement. Il est important de comprendre les différentes phases et les techniques de chaque mouvement pour pouvoir les exécuter efficacement et en toute sécurité.

Effets physiologiques de l'haltérophilie :

Après avoir décrit ce qu'était l'haltérophilie et les mouvements qui composent cette discipline, nous allons évoquer les effets qu'une programmation en haltérophilie peut entraîner. Tout d'abord, sur les aspects physiologiques, l'haltérophilie induit une transformation des fibres à contraction rapide (type IIX à IIA) (Storey, Smith. 2012). En plus de cela, il a été rapporté que par rapport à des adultes non entraînés, les surfaces de section transversale des fibres de type II sont considérablement plus grande chez les haltérophiles. En effet, les haltérophiles présentent une hypertrophie des fibres de type II qui est avantageuse pour les performances d'haltérophilie et va être utile pour la production de force maximale (Storey, Smith. 2012).

Il a également été démontré que l'haltérophilie induit des adaptations structurelles et fonctionnelles importantes du système cardiovasculaire (Storey, Smith. 2012). En effet, à court terme, le VO₂ max a montré une augmentation significative avec un entraînement en haltérophilie. Il y a aussi la fréquence cardiaque au repos qui a diminué, la pression artérielle systolique a diminué significativement également pour un groupe expérimental qui ne faisait pas d'haltérophilie (Stone & al. 1983). Ces adaptations peuvent s'expliquer par le fait que la relation Fréquence Cardiaque (FC)/VO₂ pendant l'exercice dynamique à haute résistance pour des intensités comprises entre 40 et 70 % de 1-RM est linéaire (Collins & al. 1991). Cela peut être expliqué également par une diminution linéaire en fonction de l'intensité du volume plasmatique (Collins & al. 1989). La masse maigre a augmenté de manière significative, et le pourcentage de masse grasse a diminué de manière significative (Stone & al. 1983).

On peut ajouter à cela que les réponses aiguës de la testostérone, du cortisol et de l'hormone de croissance produites par l'haltérophilie présentent des similitudes avec celles des protocoles conventionnels de force et d'hypertrophie, ce qui peut expliquer la prise de grande masse musculaire (Storey, Smith. 2012). Juste après un entraînement, l'haltérophilie permet une augmentation du cortisol, de l'hormone de croissance, de la bêta-endorphine plasmatique et du lactate sanguin total. Et pour des athlètes ayant 2 ans de pratique en haltérophilie, il y a une augmentation de la testostérone sérique (Kraemer & al. 1992).

Effets de l'haltérophilie sur les qualités physiques

Avec l'entraînement d'haltérophilie, Storey 2012, a pu déterminer que la force maximale isométrique et le taux de développement de la force contractile des haltérophiles sont respectivement d'environ 15 à 20 % et d'environ 13 à 16 % supérieurs à ceux des autres athlètes de force et de puissance.. Également, lors de leur méta-analyse, Hackett & al. 2016, ont pu relever que l'haltérophilie améliorait la hauteur de saut de 7,7 % par rapport à un groupe contrôle et de 5,1 % par rapport à un entraînement

en résistance traditionnel, ce qui se traduit par une amélioration de la puissance des membres inférieurs. Ces améliorations de la fonction musculaire peut être due à une activation neuronale volontaire et/ou réflexe accrue des unités motrices et/ou à un recrutement sélectif des unités motrices à contraction rapide. (Story & al. 2012). Pendant un mouvement d'arraché ou d'épaulé jeté, les valeurs de puissance de sortie absolus étaient de 5442W et 6981W respectivement. De plus, les valeurs puissance de sortie relative pour les hommes et les femmes varient de 53W/kg à 56W/kg et 38 W/kg à 40W/kg respectivement. Tandis que sur des mouvements traditionnels (développé couché et soulevé de terre) les valeurs de puissance de sortie absolu étaient de 415W et 1274W respectivement et les valeurs de puissance de sortie relative allaient de 4 à 12 W/kg. (Storey & al.2012)

Toutes les adaptations que provoque l'haltérophilie peuvent être utiles pour le sport au vu des exigences de la pratique comme l'utilisation des filières anaérobies et des fibres à contraction rapide (Type II) et des qualités physiques nécessaires (notamment puissance, explosivité, coordination) pour être performant. C'est également pour ces raisons que j'ai choisi l'haltérophilie comme méthode de travail.

La pliométrie :

Dans un premier temps, on va définir ce qu'est la pliométrie. C'est une action faisant intervenir l'étirement musculaire (Cometi. 1987). Selon Cometti à nouveau, « on parle d'une action musculaire pliométrique lorsqu'un muscle qui se trouve dans un état de tension est d'abord soumis à un allongement (on parle d'une phase excentrique) et qu'ensuite il se contracte en se raccourcissant (on parle alors de phase concentrique). Il y a mise en jeu de ce que les physiologistes appellent "the stretch-shortening cycle" (le cycle étirement-raccourcissement) ». Le cycle d'étirement-raccourcissement décrit une fonction musculaire naturelle dans laquelle le complexe muscle-tendon préactivé est allongé dans la phase excentrique suivi d'un raccourcissement muscle-tendon dans la phase concentrique (Taube & al. 2012). Cette action d'étirement et de raccourcissement doit s'effectuer dans le délai le plus bref possible. Elle permet en partie de solliciter l'élasticité musculaire.

L'élasticité musculaire est souvent représentée par le schéma de Hill qui a été amélioré par Shorten en 1987. Il est constitué d'une partie contractile qu'est le muscle ainsi que de deux composantes élastiques. Une composante dite « parallèles » qui représente les membranes et les enveloppes des muscles autrement dit les sarcolemme, tissu conjonctifs, l'élastomère. Et une composante « série » qui est l'élasticité qui est majoritairement responsable des mouvements sportifs. Elle est composée

en 2 parties : Une partie passive qui sont les tendons et une partie active qui sont les ponts d'actine-myosine.

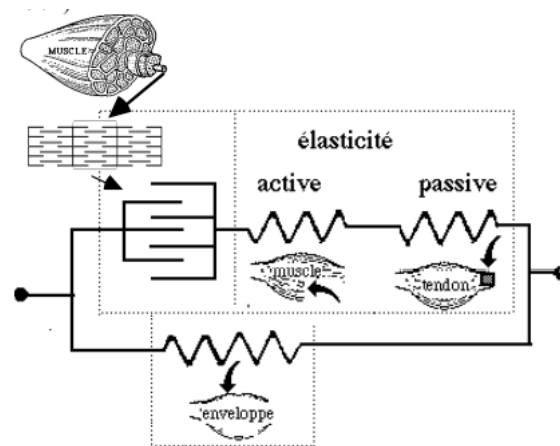


Illustration 4 : Schéma de Hill amélioré par Shorten en 1987

De plus le cycle d'étirement-raccourcissement fait intervenir le réflexe, donc le réflexe myotatique, qui sont provoqués dans la phase excentrique du cycle d'étirement-raccourcissement. Lorsqu'un muscle est étiré, il va y avoir une contraction réflexe et involontaire faisant intervenir les fuseaux neuromusculaires qui sont sensible à l'étirement. Ces fuseaux neuromusculaires vont envoyer des messages nerveux qui seront véhiculés par un neurone sensoriel constituant l'une des fibres d'un nerf rachidien. Ce message nerveux est électrique et correspond à des variations de la polarité membranaire du neurone et généré par des échanges d'ions. Le message est constitué de signaux qui sont des potentiels d'action qui vont coder le message. On peut ajouter qu'après un étirement musculaire les afférences dépolarisent les α -motoneurones au niveau de la colonne vertébrale, ce qui provoque un réflexe d'étirement appelé réponse à latence courte (Taube & al. 2012). Si le muscle est préactivé avant l'étirement, non seulement une réponse à latence courte peut être observé, mais aussi des réponses à latence moyenne et à longue latence. On peut voir sur la figure suivante l'activité électrique du triceps sural entre un saut en contrebass (Drop jump) et un effort maximale isométrique sur l'étude de Schmidtbleicher en 1985

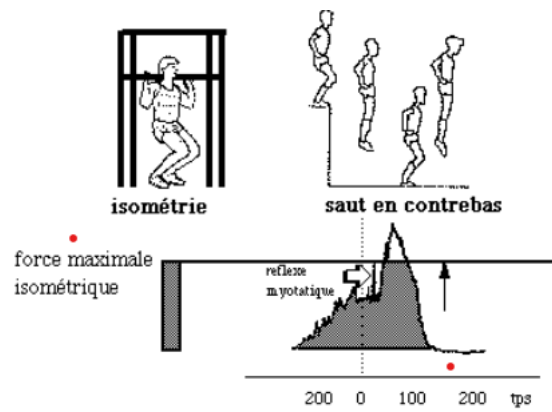


Illustration 5 : Représentation de l'activité électrique du triceps après un saut en contrebas corrigé d'après Schmidbleicher, 1985)

Également, selon Bosco en 1985, l'activité électromyographique des muscles extenseurs du genou de l'homme, lors d'un saut en contrebas (pliométrie) à une sollicitation nerveuse est beaucoup plus importante, de l'ordre de 120%, que lors d'une contraction maximale volontaire isométrique. Selon une autre étude, il a pu être démontré que l'activité électromyographique sur un développé couché était supérieur pour un contre-mouvement par rapport à une contraction concentrique (Van der Tillar & al. 2013). Donc c'est une méthode permettant de solliciter intensément les muscles sans charge additionnelle.

C'est donc grâce à l'élasticité musculaire et le réflexe myotatique qu'il y a un gain de force avec la pratique de la pliométrie (Cometti. 1987). De plus, Cometti en 1978 fait un résumé de l'influence de la pliométrie sur la physiologie du muscle, elle permet de :

- développer des forces supérieures à la force maximale volontaire (1 fois et demi voire 2 fois la force maximale volontaire)
- de diminuer les inhibitions sur le réflexe myotatique.
- d'élever le seuil des récepteurs de Golgi.
- d'améliorer la sensibilité du fuseau neuromusculaire
- de diminuer le temps de couplage

Ces adaptations s'expliquent par la stimulation des récepteurs proprioceptifs (récepteurs musculaires, récepteurs tendineux, récepteurs articulaires) ce qui permet une meilleure coordination et une meilleure activation des fibres musculaires et notamment les fibres de types 2. En outre, les mouvements explosifs utilisés dans la pliométrie entraînent également les neurones moteurs à envoyer des impulsions plus rapidement et plus fortement aux muscles, ce qui permet une contraction plus rapide et plus explosive des fibres musculaires.

Et ces adaptations viennent à démontrer que la pliométrie est une méthode d'entraînement ayant prouvée plusieurs fois ses bienfaits au niveau du gain de force, de la puissance et de l'accélération chez les athlètes (Shaffer, 2007). La pliométrie permet d'améliorer les performances sur un counter-movement-jump (CMJ), d'augmenter la puissance de sortie sur un saut chargé et d'avoir des augmentations du RFDmax (Saez de Villareal & al. 2011). La pliométrie a augmenté de manière significative la puissance de sortie de saut la hauteur de saut pour un squat jump, et pour CMJ (Berton & al. 2022). Également la pliométrie entraîne des améliorations significatives pour les vitesses de sprint de 5, 10 et 20 m, mais pas pour 30 m (Berton & al. 2022). Ce qui montre une amélioration de l'explosivité.

La pliométrie de part ces preuves sur l'augmentation des qualités physiques notamment la puissance et l'explosivité est également intéressante pour la pratique du FA. C'est pourquoi je souhaite utiliser cette méthode dans ma programmation et pour mon protocole d'étude.

Qualités développées lors de l'haltérophilie et de la pliométrie :

On a pu voir précédemment que l'haltérophilie et la pliométrie étaient des méthodes utilisées pour améliorer notamment la puissance et l'explosivité. Nous allons parler de l'explosivité ainsi que la puissance.

En faisant un lien avec le FA qui est un sport qui exige une grande force et une grande explosivité de la part de ses joueurs. L'explosivité se caractérise par la capacité d'un muscle ou d'un groupe musculaire à produire une force maximale en un minimum de temps (Millers & al. 1997) . Les athlètes doivent être en mesure de produire une force maximale en un temps minimal, ainsi que de modifier rapidement la quantité de mouvement. Les DL doivent mobiliser une grande force explosive pour se redresser rapidement et avoir une grande accélération pour battre les OL et atteindre le QB adverse. Les RB ont besoin d'une combinaison d'explosivité et de force pour briser les plaquages et courir à travers des espaces étroits avec beaucoup de changement de direction. Les WR doivent être capables de sauter rapidement et de changer de direction pour attraper des passes à haute altitude tout en étant en compétition contre des DB qui cherchent à les faire tomber. Le taux de développement de la force (RFD) est donc un élément clé pour les joueurs de football américain, car il leur permet d'exécuter des mouvements intenses et rapides, tels que des sprints, des sauts et des changements de direction rapides, qui sont essentiels pour réussir dans ce sport exigeant. En somme, l'explosivité est une qualité fondamentale pour les joueurs de football américain qui cherchent à exceller dans leur sport et à atteindre leur plein potentiel.

Ensuite la puissance selon Aurélien Broussal Derval est définie comme la vitesse d'exécution du travail et est un produit de la force et du déplacement . On peut utiliser la formule suivante pour la calculer : Puissance (W)= Force x Vitesse et le travail (J)= (Force x Vitesse) / Temps . Au FA, la puissance va être déployée lors d'un placage, un bloc, un départ de sprint, un saut...

Il est possible de distinguer la puissance et l'explosivité, bien qu'elles soient étroitement liées. La puissance représente la capacité du système neuromusculaire à générer une importante quantité de force et de vitesse en un temps limité, autrement dit chaque mouvement impliquant le déplacement d'un corps doit générer de la vitesse, ce qui signifie que lorsqu'il y a un déplacement, on fait appel à la puissance. En revanche, l'explosivité correspond à la capacité de réaliser un mouvement à une puissance maximale en un temps minimal. Et l'explosivité est assimilé au taux de développement de la force. C'est pourquoi, l'explosivité et la puissance sont des qualités différentes.

Entraînement combiné

Après avoir défini les moyens que l'on peut utiliser dans l'entraînement, nous nous sommes demandé si une fusion de ces méthodes permettent d'avoir une augmentation supérieure à un entraînement composé de seulement qu'une seule de ces méthodes. En effet, plusieurs types d'entraînement combiné ont montré leur efficacité dans la littérature scientifique. Par exemple, l'étude de Zghal & al. (2019) utilise un entraînement combiné comprenant une résistance et de la pliométrie ou du sprint a permis d'améliorer de manière significative la hauteur de saut et le taux de développement du couple pendant la contraction isométrique volontaire maximale des extenseurs du genou. Il y a aussi des augmentations significatives du couple maximal et des performances de sprint à 5-m pour un entraînement combiné. Pour récapituler, cette étude montre qu'un entraînement combiné permet d'améliorer les performances de force, de sprint et de saut (Zghal & al. 2019). Différentes méthodes d'entraînement combiné peuvent être mise en place comme cette étude qui utilise des squats complets, des squats parallèles, des sauts à contre-mouvement chargés et un entraînement pliométrique. Cet entraînement a permis d'avoir une légère amélioration de la force maximale, de la vitesse de déplacement et de la performance de sprint (Sáez de Villarreal & al. 2013).

D'autres études ont pu avoir le même constat avec l'entraînement combiné mais ils ont pu comparer l'entraînement combiné avec un entraînement en pliométrie et un entraînement contre résistance. Les résultats ont montré que tous les entraînements ont provoqué une amélioration significative ($p = 0,05$) de toutes les variables testées (saut vertical, puissance mécanique, temps de vol et force maximale des jambes). Cependant, le groupe d'entraînement combiné a produit des améliorations de la performance des sauts verticaux et de la force des jambes qui étaient significativement plus

importantes que les améliorations dans les 2 autres groupes d'entraînement (Fatouros & al. 2000). Une étude comparant un entraînement de squat, un entraînement pliométrique et un entraînement combiné des deux méthodes a mesuré les effets sur la puissance des hanches et des cuisses à l'aide du test de saut vertical. L'observation qui a été faite est qu'il y a une augmentation significative de la production de puissance des hanches et des cuisses sur le saut vertical, pour les trois groupes. Mais le groupe avec un entraînement combiné a obtenu une amélioration statistiquement plus importante ($p < 0,0001$) (Adams & al. 1992).

Au vu des résultats positifs d'un entraînement combiné, nous nous sommes demandé si un entraînement combiné comprenant de l'haltérophilie peut avoir des effets positifs sur les qualités physiques. Une étude a comparé les effets d'un entraînement d'haltérophilie, de pliométrie et un entraînement combiné entre les deux méthodes. L'entraînement d'haltérophilie a amélioré la puissance et l'activation musculaire pendant la phase concentrique du CMJ tandis que les sujets ont utilisé une technique avec des angles de hanche et de genou plus larges après l'entraînement ($p < 0,05$). Les sujets du groupe pliométrique n'ont pas changé leur technique CMJ bien qu'il y ait eu une augmentation de l'activation RF et une diminution de l'activité GAS après l'entraînement ($p < 0,05$). Le groupe avec l'entraînement combiné a montré une diminution de l'angle maximal de la hanche et une activation plus faible pendant le CMJ après l'entraînement ($p < 0,05$). Elle conclut donc que les entraînements ont des effets positifs mais différents sur la cinématique sagittale, la hauteur du squat jump (SJ), la puissance et l'activité électromyographique du droit fémoral, et du gastrocnémien médial (Arabatzi & al. 2010).

Problématique :

Pour cette étude, nous allons nous poser la question suivante : est-ce qu'un entraînement d'haltérophilie combiné avec de la pliométrie est plus efficace qu'un entraînement seulement composé de mouvement d'haltérophilie pour des athlètes de football américain.

Objectifs :

L'objectif de l'étude va être de mettre en place un protocole confrontant un entraînement d'haltérophilie combiné avec de la pliométrie, à un entraînement seulement composé de mouvement d'haltérophilie. Nous allons pouvoir voir quel entraînement est le plus efficace pour des joueurs de football américain avec des tests pré-entraînement et des tests post entraînements. Avec les données lors des tests, nous allons pouvoir déterminer quel entraînement est le plus efficace. Et ainsi, cela permettra de réaliser une programmation plus qualitative dans l'optique de l'optimisation de la performance des joueurs.

Hypothèse :

On peut émettre plusieurs hypothèses :

- H0 est validé : si aucun résultat n'apparaît pour les deux entraînements
- H1 est validé : si les deux entraînements génèrent des améliorations de performances sans différence significative
- H2 est validé : si les deux entraînements génèrent des améliorations de performances mais l'entraînement combiné (haltérophilie et pliométrie) à des différences significatives par rapport à l'entraînement composé seulement d'haltérophilie.

Protocole :

Milieu professionnel :

J'interviens en tant que préparateur physique pour les Vikings de Villeneuve d'Ascq qui est un club implanté dans la région depuis 1986. Mes missions d'interventions se font pour les seniors qui évolue en 2ème division national mais également les juniors comprenant des U17 et des U20. J'ai à ma disposition une salle de musculation au CREPS ayant suffisamment de matériel pour mettre en place le protocole que je souhaite réaliser.

Population :

Les joueurs qui ont réalisé ce protocole sont des séniors qui ont entre 20 et 30 ans avec une moyenne de 177cm ($\pm 6,8$) pour en moyenne 79 kg (± 13). Il n'y a pas eu pas de sélection dans les postes pour

ce protocole, il y a donc des DL, des LB, DB, WR et RB. Ce qui a un impact sur l'hétérogénéité des morphologies et notamment sur le poids

Les tests :

Les tests que nous allons utiliser seront des tests qui permet d'évaluer les qualités physiques requises pour le FA. Une étude a conclu que les combines avec les tests 225-lb (102 kg) bench press test, 10-yd dash, 20-yd dash, 40-yd dash, 20-yd proagility shuttle, 60-yd shuttle, 3-cone drill, broad jump, and vertical jump peuvent être utilisés pour prédire avec précision le niveau des RB, WR et DB (Mcgee, Burkett. 2003). Les équations peuvent également être utilisées comme estimation pour d'autres positions (Mcgee, Burkett. 2003). De plus, il a été démontré que les plus grandes différences spécifiques sur les mesures lors des combines, entre les joueurs de FA d'âge secondaire et d'élite de niveau universitaire étaient la masse musculaire et la puissance. On peut en conclure que les préparateurs physiques peuvent mettre l'accent sur l'augmentation de la masse musculaire et de la puissance développé dans les programmes de force et de conditionnement (Gillen & al. 2019). C'est pourquoi nous allons utiliser certains de ces tests pour évaluer les capacités physiques des joueurs en lien avec la pliométrie et l'haltérophilie, mais aussi en fonction des qualités physiques nécessaires et mettant l'accent sur les différences entre les joueurs de FA.

Le Broad Jump :

Le premier test que nous allons utiliser pour ce protocole est le broad jump (BJ) (voir annexe illustration 6). Ce test est utilisé lors des NFL Combine (sélection des joueurs pour les équipes de la NFL). C'est un test réalisant un saut horizontal sans élan. Il va permettre de mesurer la puissance horizontale des membres inférieurs avec notamment la triple extension que nous retrouvons dans l'haltérophilie mais aussi sur un sprint, un bloc et placage au FA. J'ai choisi un BJ plutôt qu'un squat jump (SJ) puisque le BJ va être dans un plan horizontal comme au FA. Alors que le SJ est dans un plan vertical et c'est un plan que l'on retrouve que très rarement dans le FA. C'est un test utilisé lors des NFL Combine et il a été démontré que c'est un test fiable et valide (Gillen & al. 2018)

Pour l'exécution du mouvement, les athlètes pourront utiliser leur bras pour s'élancer, cela fera preuve de coordination entre le haut et le bas du corps. C'est une qualité que nous retrouvons dans l'haltérophilie. Pour la réalisation, un mètre sera disposé sur le côté. Après leur saut, les athlètes devront ne plus bouger afin de prendre la mesure au niveau de leur talon le plus en arrière s'ils ne sont pas parallèles. Si l'athlète est amené à perdre l'équilibre, le saut ne sera pas comptabilisé.

Le 20 yards shuttle :

Ensuite, nous aurons le 20 yards shuttle (voir annexe illustration 7) ou appelé le 5-10-5 shuttle. Ce test fait également partie du NFL Combine. Il permet d'évaluer les capacités d'agilités avec des changements de directions. Il évalue aussi la capacité d'accélération du joueur et donc de l'explosivité. Puisque le joueur exercera le plus de force en le minimum de temps. Ce sont des capacités importantes pour permettre de surpasser son adversaire et prendre l'avantage sur lui. Il a été démontré que sur des joueurs de tennis, le test de 20 yards shuttle est fiable et valide (Eriksson & al. 2015).

Le 20 yards sprint :

Pour mesurer les capacités d'explosivité linéaire et donc la capacité d'accélération que nous pouvons retrouver dans le FA notamment pour les WR, RB et DB afin de prendre l'avantage sur son adversaire dès le départ de l'action, nous allons réaliser un test de 20 yards (voir annexe illustration 8). De plus, la pliométrie permettrait d'avoir des améliorations significatives pour les vitesses de sprint de 5, 10 et 20 m, mais pas pour 30 m. Cela n'est pas le cas de l'haltérophilie (Berton & al. 2022). Nous allons utiliser des cellules photoélectriques pour mesurer avec précision, le temps effectué par les athlètes. Cela permettra d'avoir de précisions supérieures sur le temps, puisque le chronométrage manuel produit des temps de sprint plus rapides que le chronométrage électronique chez les joueurs de football universitaire, indépendamment de l'expérience du chronomètre sur des sprints de 40 yards (Mann & al. 2015). Malgré que les essais répétés de sprint de 40 yards ont une fiabilité relative élevée, quelle que soit la méthode de chronométrage (Mann & al. 2015). On peut supposer que les résultats de cette étude sur le chronométrage sur 40 yards peuvent être en corrélation sur un sprint de 20 yards. Ensuite, Gillen & al. en 2018 ont démontré que le test de 20 yards sprint est un test fiable et valide sur des joueurs de FA masculins de 6 à 15 ans.

Test de force max en squat

Pour finir, nous terminerons par un test de force maximale au back squat (voir annexe illustration 9) afin de mesurer la force des membres inférieurs. En effet, au vu de la littérature, l'haltérophilie augmente la force maximale isométrique et le taux de développement de la force contractile. De plus, la pliométrie permet de développer des forces supérieures à la force maximale volontaire. On peut donc se poser la question de savoir si le protocole que nous allons mettre en place permet d'augmenter la force maximale des membres inférieurs lors d'un back squat. Pour cela, nous allons effectuer une répétition à 80 % du RM en utilisant un accéléromètre, puis déduire la force exercée en pré et post-entraînement avec la même charge afin de vérifier si la force développée augmente. Certains sportifs connaissent leur RM au squat, ce qui nous permet de déterminer facilement la charge. En revanche,

d'autres sportifs n'ont jamais réalisé de test maximal au squat, ce qui signifie qu'ils ne connaissent pas leur 1 RM. Dans ce cas, nous procéderons à une estimation du 1 RM en effectuant une évaluation indirecte. Pour ce faire, nous utiliserons le tableau de Brzycki (1993). Les sportifs devront choisir une charge pour laquelle ils ne peuvent pas dépasser 10 répétitions. Le tableau de Brzycki (voir annexe tableau 5) a été choisi car il s'avère précis pour une charge sous-maximale inférieure à 10 répétitions (Mayhew & al., 1995). Par la suite, nous obtiendrons une vitesse (m/s-1) et nous aurons également la puissance (Watt) à l'aide de l'accéléromètre qui sera fixé sur la barre. Il permettra de mesurer, en trois dimensions, les accélérations linéaires d'un objet. Avec ces informations, nous pourrons déduire la force à l'aide de la formule : Puissance (W) = Force (N) x Vitesse (m/s-1). Ce qui nous donnera la force : Force (N) = Puissance (W) / Vitesse (m/s-1)

Nous voulons voir s'il y a une amélioration de la force musculaire puisque c'est une qualité physique importante dans le FA pour diverses raisons (les accélérations, les placages, les blocs...)

Matériel :

Pour le matériel, nous utiliserons des cellules photoélectriques pour les sprints de 20 yards qui permettent d'avoir un temps précis. Ce sont des capteurs photosensibles et elles s'activent (démarré le chronomètre) et se désactivent (arrête le chronomètre) lorsque le rayonnement lumineux est coupé.

Ensuite nous utiliserons un mètre qui sera posé au sol pour le BJ pour ainsi évaluer la distance de saut des joueurs. Nous prendrons la mesure au niveau du talon le plus reculé.

Programme d'entraînement :

Pour le protocole d'entraînement, les joueurs seront répartis aléatoirement en 3 groupes distincts. Un groupe réalisant le protocole d'entraînement combiné (Haltérophilie+ Pliométrie). Un autre groupe réalisant seulement de l'haltérophilie et le dernier groupe qui sera le groupe témoin qui continuera les entraînements de musculation traditionnel.

L'échauffement sera commun pour chaque groupe, il comportera un déverrouillage articulaire avec de la mobilisation et de la mobilité. Ensuite on aura une activation musculaire dans le but d'échauffer l'appareil musculo-squelettique puis de l'intégration des exercices comprenant des sauts et des mouvements avec la triple extension (cheville, genou, hanche) pour activer le système cardiovasculaire pour augmenter le débit sanguin dans les muscles. Puisque le saut vertical est fortement associé à la capacité d'haltérophilie (Carlock & al. 2004) De plus, il comportera des mouvements unilatéraux puisque l'asymétrie des variations unilatérales des mouvements d'haltérophilie peut fournir un stimulus d'entraînement différent aux athlètes. (Mike & Jason. 2008).

Nous allons réaliser ce programme (voir annexe tableau 3) deux fois par semaine, ce qui correspond à nos créneaux en salle de musculation, et ce, pendant huit semaines pour optimiser l'apparition de résultats. Les exercices d'haltérophilie comprenant le jerk (jeté) ne seront pas utilisés, car ils sollicitent principalement les épaules et les trapèzes, alors que nous cherchons à développer d'autres muscles des membres supérieurs.

Justification du choix des exercices :

Pour le choix des exercices, il a été démontré que les pratiquants doivent mettre l'accent sur le mouvement de triple extension au cours du deuxième tirage qui est caractéristique des mouvements d'haltérophilie, le tirage lourd d'épaulé/d'arraché, le tirage haut d'épaule/arraché peuvent être des exemples. Ils sont notamment utilisés dans la progression pédagogique des mouvements complets d'haltérophilie et sont donc moins complexes en ce qui concerne la technique d'exercice. De plus, ils peuvent fournir un stimulus d'entraînement aussi bon, voir meilleur, que les mouvements d'haltérophilie (Suchomel & al. 2015). Pour accentuer cet argument, un programme d'entraînement en résistance de 10 semaines avec des dérivés de tirages en haltérophilie utilisant des charges sous-maximales ou spécifiques à la phase ont donné des adaptations positives en termes de force, de vitesse et de puissance sur le CMJ ainsi que la génération rapide de force sur la traction isométrique à mi-cuisse. En revanche, les performances de CMJ et sur la traction isométrique à mi-cuisse sur les phases dites de « CATCH » (Passage sous la barre) ne montrent que des changements insignifiants et des baisses négligeables, respectivement. De plus, pour les groupes utilisant seulement des variantes sur le tirage et des phases spécifiques, les changements sur les courbes force-vitesse étaient de manière significative pour les 2 méthodes. (Suchomel & al.2015)

En conclusion, il est préférable d'utiliser des mouvements semi-techniques comprenant la triple extension (cheville, genou, hanche) dans la programmation et le protocole plutôt que les mouvements complets d'épaulé-jeté et d'arraché. (Suchomel & al.2022)

Détermination de la charge de travail :

Pour déterminer les charges, il y a plusieurs options et cela dépend de ce que l'on veut travailler. En effet, l'utilisation du pourcentage de la masse comme référence pour déterminer le pic de puissance peut être une alternative simple et pratique. Cette approche prend moins de temps et permet de déterminer la charge optimale dans chaque exercice spécifique qui sera inclus dans le programme d'entraînement. Cependant, pour une utilisation correcte du pourcentage de masse, il est nécessaire d'effectuer des tests individuels qui peuvent être un profil force-vitesse afin de déterminer le pic de puissance. Le pic de puissance a été trouvé à 20% de la masse et il n'y a pas de différence à 40 ou

60% (Lopes Do Santos & al. 2021) mais cela va dépendre principalement du profil force-vitesse, or je n'ai pas pu faire un profil force-vitesse. Par conséquent je n'ai pas choisi cette méthode pour déterminer la charge.

On peut utiliser l'échelle RPE (rating of perceived exertion) pour quantifier la charge de travail, il est souvent associé au RIR qui sont les « repetitions in reserve » (répétitions en réserve). Puisqu'il a été démontré que l'intégration du RIR et de RPE comme prédicteurs de la charge relative ainsi que de la vitesse de déplacement dans une régression linéaire multiple s'est avérée fournir de meilleures estimations du %1RM que l'utilisation d'une relation linéaire charge-vitesse. (Balsalobre-Fernández & al. 2021). On peut supposer que l'utilisation de RPE et RIR sont des méthodes simples et efficaces pour déterminer la charge et sera plus individualisé que le % de masse de l'individu. Le RPE peut être un outil utile pour prescrire l'intensité du squat, du développé couché et du soulevé de terre chez les haltérophiles, en plus des méthodes traditionnelles telles que le pourcentage de 1RM (Helms & al. 2017). De plus Lagally & al. ont montré en 2009 que l'échelle d'exercice OMNI-Resistance peut être utilisé pour sélectionner avec précision et fiabilité les intensités appropriées pour améliorer la condition musculaire. Le terme OMNI est une contraction contemporaine du mot *omnibus*. Utilisé dans le contexte des mesures d'effort perçues, OMNI signifie une échelle RPE ayant des propriétés largement généralisables. L'échelle comporte des descripteurs picturaux verbaux et un descriptif de l'effort allant de 0 (extrêmement facile) à 10 (extrêmement difficile). Autrement dit, l'échelle RPE peut être utilisé pour remplacer les % de charges tout en étant précis pour atteindre les objectifs souhaités.

Les dérivés des phases de tirages effectués avec des charges sous-maximales ou spécifiques à une phase permettent aux athlètes d'améliorer leurs caractéristiques de génération de force (magnitude et taux). Il est conseillé de travailler sur différentes phases et avec des charges différentes pour atteindre les objectifs visés. Par exemple, les dérivés des tirages qui permettent l'utilisation de charges supramaximales (tirage suspension haute, tirage départ sol) peuvent être utilisés pendant les phases de force générale ou absolue pour augmenter la production de force maximale de l'athlète. De plus, des dérivés des tirages peuvent être utilisés à des charges plus légères pendant les phases force-vitesse et vitesse-force qui se concentrent sur le développement rapide de la force et de la production de puissance.

Par conséquent, c'est pourquoi dans le protocole d'entraînement il y a des semi-techniques pour travailler les mouvements de tirages et notamment le 2^{ème} tirage qui comprend la triple extension sans se préoccuper du passage de la barre et les phases qui suivent. Au vu des études scientifiques pour la justification de la charge et notamment Lagally & al.(2009), il y aura des charges lourdes notamment avec du tirage lourd d'épaulé où la charge est supramaximale ce qui permet de travailler la force qui sera accompagnée d'un RPE 9 qui aura pour un pourcentage de théorique d'environ 90%. Et il y aura

aussi un exercice de tirage haut d'épaulé départ en suspension pour travailler cette triple extension en ayant des charges sous-maximale avec un RPE 4 ce qui se rapproche de 54% de RM, tout en restant dans la spécificité du FA avec la position de départ qui se rapproche de celle du FA.

Statistique :

Pour savoir si notre protocole d'entraînement a permis d'améliorer les qualités physiques de nos joueurs, nous allons utiliser des statistiques à l'aide des résultats récoltés pré et post entraînement. Au cours de ce travail, les données ont été calculées avec le logiciel "Microsoft Excel". Nous avons calculé la moyenne et l'écart type pour les trois groupes et chaque test. Les groupes protocoles et témoins étant constitués de sujets différents réalisant le même test, ils ont été considérés comme indépendants. Il y a également le facteur temps à mesures répétées.

Nous avons utilisé dans un premier temps le test de Shapiro-Wilk afin de vérifier si les résultats suivent une loi normale et on peut conclure que les résultats des tests de 20 yards sprint, 20 yards shuttle suivent une loi normale ($p > 0,05$), alors que les résultats du test de broad jump et de force max ne suivent pas une loi normale ($p < 0,05$). Ensuite, nous avons vérifié l'homogénéité des variances avec le test de Levene. Les variances sont homogènes pour tous les tests ($p > 0,05$). Donc, les résultats des tests suivent une loi normale et sont homogènes pour les tests de 20 yards sprint et du 20 yards shuttle. Nous utiliserons donc des tests dits paramétriques pour ceux-là, et un test non paramétrique pour le test de broad jump et le test de force max.

Grâce aux résultats des tests de Shapiro-Wilk et du test de Levene, nous utiliserons une ANOVA à plusieurs dimensions (facteur groupe et facteur temps) pour les données qui sont paramétriques, ainsi qu'un test T de Student. Pour le test de broad jump et le test de force max, nous utiliserons les tests de Kruskal-Wallis et de Wilcoxon respectivement. Nous ferons aussi la correction de Bonferroni avant d'être plus précis quant à la significativité. Nous allons donc diviser le seuil de significativité par le nombre de comparaisons possibles.

Par la suite, nous utiliserons le D de Cohen pour reconnaître la taille de l'effet de chaque test. Il nous permet de déterminer la force de l'effet observé et nous aide à voir l'effet du protocole sur les résultats. Le D de Cohen sera calculé par le site de Kristoffer Magnusson. Il peut également être calculé par la formule suivante :

$$ES = \sqrt{\frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{SD_{Control}}}$$

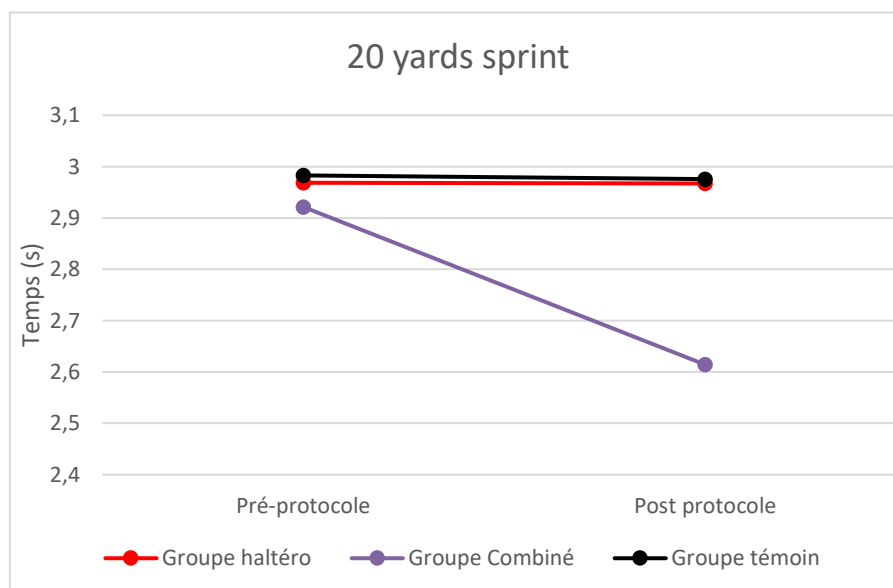
Avec les résultats, nous regarderons la table d'interprétation afin de déterminer l'ampleur des changements des situations pour chaque test (voir annexe tableau 4).

Présentation des résultats:

ANOVA à 2 dimensions:

L'ANOVA nous a permis de faire une analyse des variances à 2 dimensions, une dimension indépendantes (facteurs groupes) et une dimension dépendantes (facteurs temps) qui est une mesure répétées sur les mêmes individus.

Sur le test de sprint de 20 yards, l'analyse de variance (ANOVA) ne révèle aucune différence significative entre les groupes ($p = 0,08$, $p > 0,05$), mais une tendance à l'amélioration est suggérée car $p < 0,10$. Cependant, une différence significative est observée pour le facteur temps ($p < 0,05$), ainsi que pour les interactions entre le facteur groupe et le facteur temps ($p < 0,05$) (voir annexe graphique 1). Les temps demeurent les mêmes pour le groupe haltéro et le groupe contrôle, avec respectivement $2,97s \pm 0,14$ et $2,98s \pm 0,20$. En revanche, le groupe combiné présente une moyenne passant de $2,92s \pm 0,22$ à $2,61s \pm 0,16$.



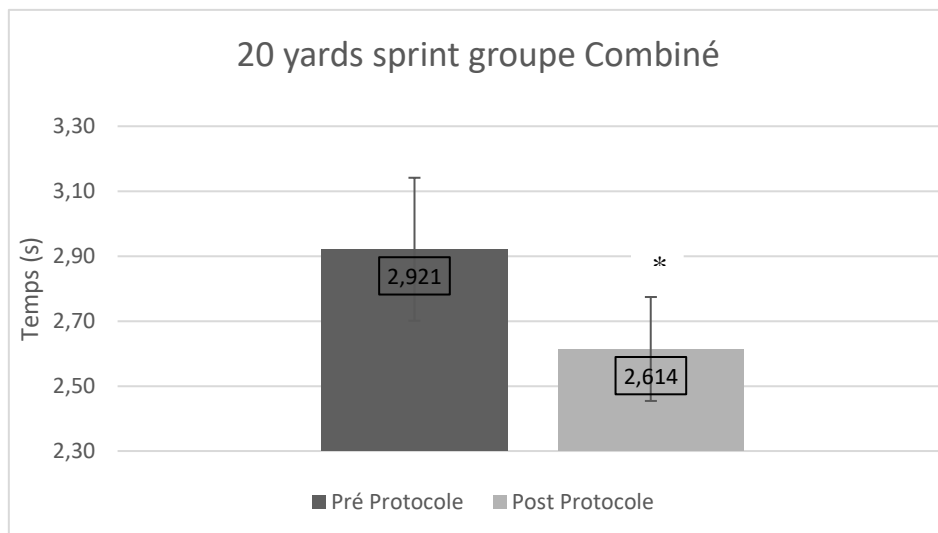
Graphique 1: Résultats sur les différences entre le groupe contrôle, le groupe haltérophilie et le groupe combiné pré et post protocole sur le test du 20 yards sprint.

Pour le test de "20 yards shuttle", l'ANOVA suggère une différence significative entre les groupes indépendants ($p = 0,04$, $p < 0,05$). Cependant, aucune différence significative n'est observée pour le facteur temps ($p = 0,42$, $p > 0,05$) ni pour l'interaction entre le facteur groupe et le facteur temps ($p = 0,64$, $p > 0,05$) (voir annexe graphique 2). En ce qui concerne les temps, ils passent de $4,38s \pm 0,19$ à $4,37s \pm 0,19$ pour le groupe haltéro, de $4,61s \pm 0,38$ à $4,65s \pm 0,41$ pour le groupe combiné, et de $4,82s \pm 0,34$ à $4,84s \pm 0,29$ pour le groupe contrôle.

Test T Student:

Le test T de Student a été utilisé pour effectuer une comparaison paramétrique entre les moyennes, en utilisant les résultats de l'ANOVA pour le facteur temps. Nous avons réalisé le test T de Student pour le test de sprint de 20 yards, car il est le seul à montrer une significativité pour le facteur temps.

Ainsi, pour le groupe haltéro sur le test de sprint de 20 yards, nous obtenons un $p = 0,90$ ($p > 0,05$), ce qui indique l'absence de significativité entre les résultats pré et post-protocole. En revanche, pour le groupe combiné, un p de $7,4E-05$ ($p < 0,05$) est obtenu, ce qui confirme une significativité entre les résultats pré et post-protocole. Enfin, pour le groupe contrôle, un p de $0,71$ est obtenu, ce qui indique l'absence de significativité entre les résultats pré et post-protocole. Après correction de Bonferroni, le seuil de significativité du test T de Student passe de $0,05$ à $0,008$. Malgré un $p = 0,008$, le résultat reste significatif car $p < 0,008$ (voir annexe graphique 5, 6, 7).



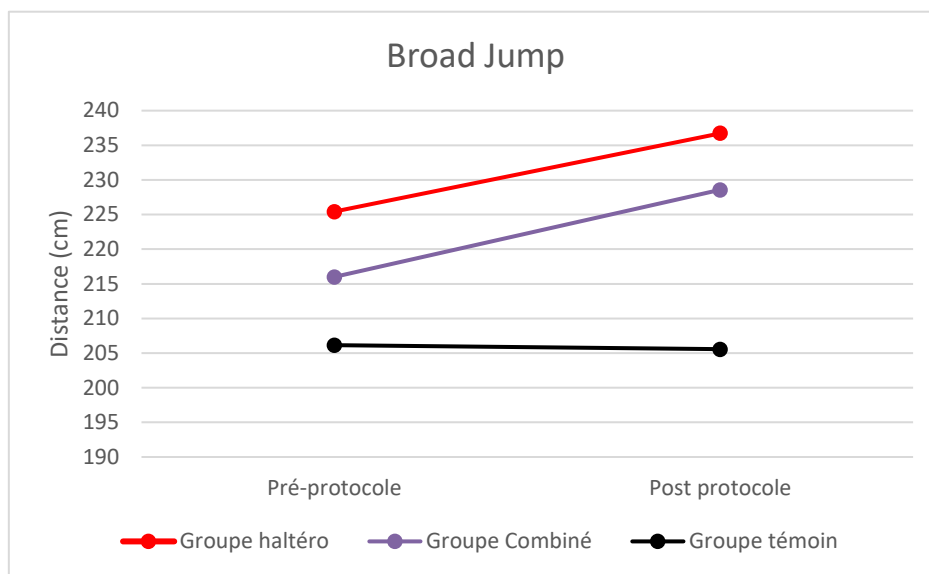
Graphique 5: Résultat de comparaison des moyennes du test sur 20 yards pré et post protocole pour le groupe combiné. * Résultat significatif

Test de Kruskal & Wallis :

Ce test non paramétrique permet de faire la comparaison entre des échantillons indépendants et donc de voir s'il y a des différences. Pour réaliser la comparaison nous avons réalisé le delta entre les test pré protocole et post protocole sur le test de broad jump et le test de force max pour ainsi avoir une comparaison sur les différences des résultats du protocole sur les groupes.

Pour le test de broad Jump, l'analyse démontre qu'il y a une différence entre le groupe haltéro et le groupe contrôle ainsi qu'entre le groupe combiné et le groupe contrôle. En revanche, on n'observe pas de différence significative entre le groupe haltéro et le groupe combiné.

En revanche pour le test de force max, nous n'avons pas de différence significative entre tous les groupes. Ce qui signifie qu'il n'y a pas eu d'effet (Cf. annexe graphique 4).

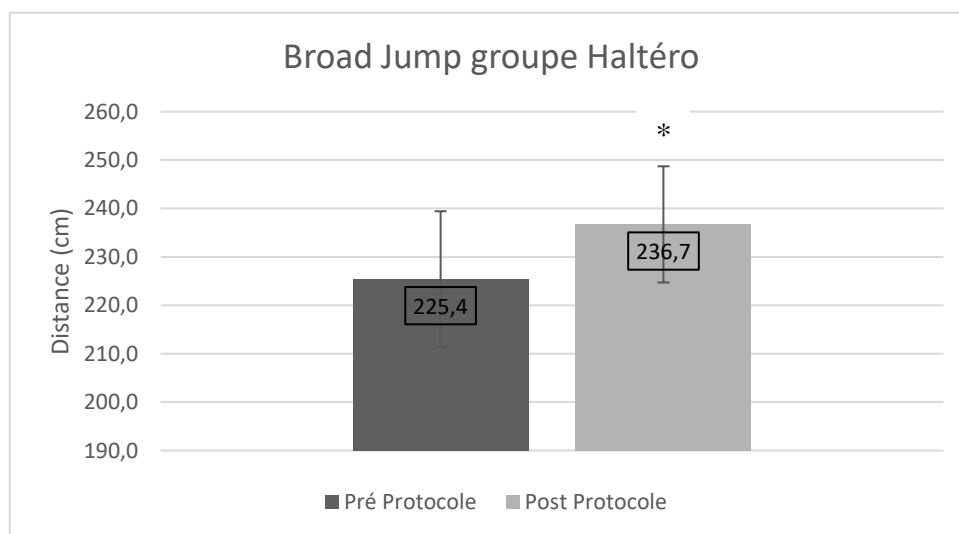


Graphique 3: Résultats sur les différences entre le groupe contrôle, le groupe haltérophilie et le groupe combiné pré et post protocole sur le test de broad jump.

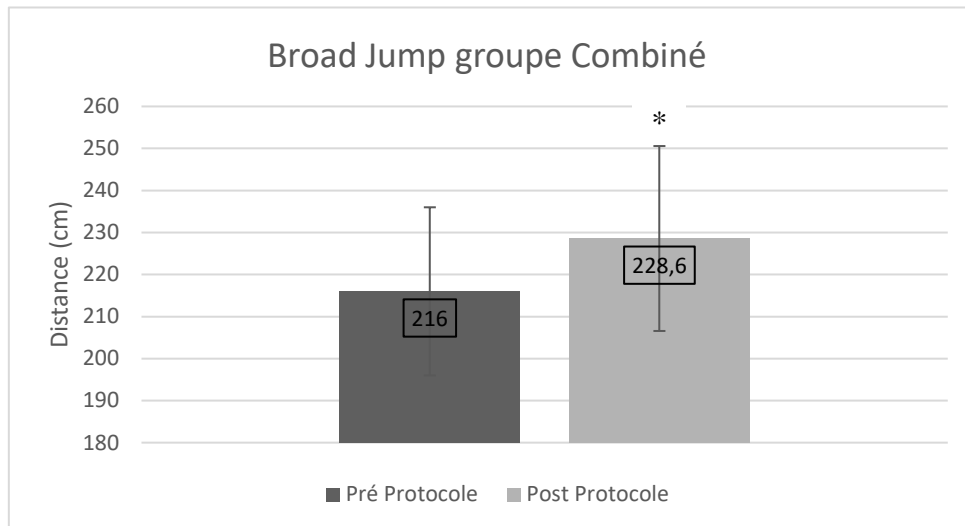
Test de Wilcoxon :

Le test de Wilcoxon, qui permet de comparer des valeurs appariées au sein du même groupe, a été utilisé avec un niveau de risque de 1%.

Une différence significative est observée pour les groupes haltéro et combiné sur le broad jump entre les valeurs pré et post-protocole avec des résultats passant de 225,4 cm \pm 14 à 236,7 cm \pm 12 et de 216 cm \pm 20 à 228,6 cm \pm 22 respectivement. En revanche, aucune différence significative n'est observée pour le groupe contrôle (Cf. graphique ci-dessous et annexe graphique 13).



Graphique 11: Résultat de comparaison des moyennes du test de broad jump pré et post protocole pour le groupe haltérophilie. *résultat significatif



Graphique 12: Résultat de comparaison des moyennes du test de broad jump pré et post protocole pour le groupe combiné. * Résultat significatif

Test D de Cohen:

En utilisant le test de D de Cohen, nous avons évalué la taille de l'effet pour déterminer les véritables effets du protocole sur les mesures pour les résultats où il y a des résultats significatifs.

Pour le test de sprint de 20 yards, le groupe haltéro et le groupe contrôle présentent un D de Cohen de 0, ce qui correspond à un effet "faible" indiquant qu'aucun individu n'a une valeur supérieure à la moyenne pré-protocole. En revanche, le groupe combiné présente un D de Cohen de 1,6, ce qui se situe entre les seuils "très élevé" (1,20) et "immense" (2). Cela signifie que 94,5% des individus après le protocole ont une valeur supérieure à la moyenne pré-protocole.

Enfin sur le test de broad jump, on a un D de Cohen à 0,8 pour le groupe haltéro ce qui correspond à un seuil « élevé ». Cela signifie également que 78,8% des individus ont une valeur supérieur en post protocole à la moyenne pré protocole. Puis on a un D de Cohen pour le groupe combiné à 0,56 ce qui est entre le seuil « moyen » et « élevé ». Cette fois 71,2% des individus ont une valeur supérieur en post protocole à la moyenne pré protocole. Pour finir, le groupe contrôle obtient un D de Cohen de -0,03 ce qui est un seuil « faible » voir nul.

En résumé, d'après l'analyse statistique, nous pouvons conclure qu'il y a une amélioration significative pour le sprint de 20 yards en post-protocole, mais seulement pour le groupe combiné. Nous observons également une amélioration significative pour le broad jump dans le groupe combiné, ainsi que dans le groupe haltéro. En revanche, nous ne constatons aucune amélioration de la force lors du squat, ni de réduction significative du temps lors du test de "20 yards shuttle". À la lumière de l'ensemble des résultats, nous pouvons valider l'hypothèse H2.

Discussion :

Notre étude avait pour objectif de déterminer si un entraînement combinant l'haltérophilie et la pliométrie entraînait des améliorations, à la fois par rapport à un groupe témoin ne pratiquant que des entraînements en force et afin de comparer les effets avec un entraînement uniquement basé sur la résistance, composé d'haltérophilie.

Dans les résultats du sprint de 20 yards, seuls les participants du groupe d'entraînement combiné ont montré des améliorations, suggérant un effet supplémentaire de l'entraînement pliométrique par rapport à l'entraînement composé uniquement d'haltérophilie. La littérature scientifique abonde en études montrant les effets positifs de la pliométrie sur l'explosivité, notamment en sprint. Par exemple, Saèz de Villareal et al. (2015) ont observé des améliorations des performances de sprint de 10 mètres chez des footballeurs suite à un entraînement pliométrique. Des résultats similaires ont été obtenus par Beato et al. (2018) chez de jeunes joueurs de football élite, avec des améliorations notées lors des sprints de 10 et 30 mètres. En ce qui concerne l'haltérophilie, nos résultats sont en accord avec la littérature scientifique. Plusieurs études ont indiqué que l'haltérophilie ne permettait pas d'améliorer les performances de sprint par rapport à la pliométrie (Berton & al., 2022). Cependant, certaines études ont montré des améliorations des performances de sprint sur différentes distances chez les joueurs de handball pratiquant l'haltérophilie (Hermassi & al., 2019). Il n'y a donc pas de consensus sur les bénéfices de l'haltérophilie pour les performances de sprint. L'analyse de nos résultats suggère que les améliorations observées dans les sprints peuvent être expliquées par des adaptations neuronales, telles que le recrutement des unités motrices et le réflexe de Hoffman (Markovic & al., 2010). Ces adaptations neuronales sont associées à une amélioration de la contraction maximale volontaire, de la coordination intermusculaire, de l'excitabilité des réflexes d'étirement et des changements dans les stratégies d'activation musculaire des jambes (Markovic & al., 2010). De plus, l'utilisation du régime de contraction excentrique lors de la pliométrie peut entraîner des réponses aiguës différentes de l'exercice concentrique seul, principalement associé à l'haltérophilie, ce qui entraîne un niveau de force plus élevé lors des contractions d'allongement (Douglas & al., 2017). Les avantages qui peuvent résulter d'un entraînement pliométrique et qui peuvent avoir un impact sur la performance incluent, par exemple, une réduction du temps de contact au sol (Laurent & al., 2020)

En ce qui concerne le test de 20 yards shuttle, aucun des groupes n'a montré d'amélioration par rapport au groupe témoin. Ce test met l'accent sur l'agilité, qui est définie comme la capacité à changer rapidement de direction, selon Serpell & al. (2011). La littérature scientifique souligne que la vitesse, la puissance et l'équilibre doivent être entraînés pour améliorer l'agilité (Sekulic & al., 2013). Plus

précisément, l'équilibre est considéré comme un facteur prédictif potentiel de l'agilité chez les hommes adultes entraînés (Sekulic & al., 2013) L'agilité est un concept complexe, et il a été constaté que les qualités physiques telles que la vitesse et la force de sprint n'expliquent que 57 % de la variance associée à la performance des changements de direction (Young & al., 2015). Notre protocole visait principalement à améliorer la puissance et l'explosivité, ce qui pourrait expliquer l'absence de résultats positifs dans ce test. De plus, dans une méta-analyse réalisée par Morris & al. (2022) sur l'haltérophilie, la pliométrie et l'entraînement contre résistance traditionnel, il a été observé que malgré des améliorations importantes de la force et de la performance au saut en longueur, on ne constate que des améliorations modérées de la vitesse de sprint et des améliorations non significatives et modérées pour les changements de direction chez des sujets non entraînés. Ces résultats soutiennent l'idée que chez les haltérophiles moins expérimentés, les effets de l'entraînement en haltérophilie peuvent prendre du temps à se manifester, de sorte qu'une durée d'entraînement de 6 à 8 semaines peut ne pas suffire pour développer les qualités de force nécessaires aux tâches de vitesse plus élevée, telles que le saut en longueur et le sprint, qui sont souvent utilisées pour évaluer la performance athlétique. Dans notre protocole, qui durait 8 semaines, les participants avaient des niveaux d'expérience variables en haltérophilie et en entraînement physique général. Cela pourrait également expliquer l'absence de résultats positifs dans ce test résultats.

Ensuite, aucun résultat significatif n'a été observé pour les tests de force dans tous les groupes suite au protocole. La littérature scientifique présente différents discours à ce sujet. Une étude a montré que l'entraînement en haltérophilie n'a entraîné que des améliorations insignifiantes et des gains inférieurs par rapport à d'autres formes d'entraînement, tels que l'entraînement motorisé et de musculation, ainsi que l'entraînement de force et de puissance en poids libre pour les tests de CMJ, SJ, Drop Jump et 1 RM (Helland & al., 2017). En revanche, d'autres études ont démontré que l'haltérophilie améliorerait la force par rapport à un groupe témoin (Morris & al., 2022). Cependant, il est important de noter que les programmes d'haltérophilie incluent souvent des exercices "traditionnels" tels que le squat et le soulevé de terre, qui peuvent influencer les résultats. En effet, il a été démontré que les exercices traditionnels étaient corrélés au 1 RM sur ces mêmes exercices et aux exercices d'haltérophilie (Zecchin & al., 2023). Le manque d'effet dans le groupe d'entraînement composé uniquement d'haltérophilie peut s'expliquer par le fait que les exercices d'haltérophilie combinent à la fois une grande force et une grande vitesse, nécessitant une accélération continue tout au long du mouvement. En comparaison, l'entraînement contre résistance traditionnel utilise généralement des charges plus lourdes et comporte une composante naturelle de décélération (Morris & al., 2022). En ce qui concerne la pliométrie et la force maximale, une étude de Markovic & al. (2007) n'a pas signalé d'effets significatifs de l'entraînement pliométrique sur la performance de

résistance en force isométrique maximale lors du squat. De plus, une autre étude a montré que les résultats de la force maximale présentaient une amélioration significative uniquement dans le groupe soumis à un entraînement contre résistance traditionnel par rapport à un groupe avec un entraînement pliométrique et un groupe témoin (Negra & al., 2020). Ils ajoutent également qu'une augmentation de force d'environ 30% est généralement attendue après un programme contre résistance traditionnel d'une durée de 8 à 20 semaines chez les enfants et les adolescents (Negra & al., 2020).

Ces résultats peuvent être expliqués par les régimes de contractions. Les gains de force sont plus importants lors des mouvements à faible vitesse pendant la phase excentrique, qui sont davantage présents dans un entraînement contre résistance traditionnel contrairement à l'haltérophilie qui sont absent. De plus, les programmes pliométriques impliquent des mouvements à grande vitesse avec des phases concentriques et excentriques (Negra & al., 2020)

Pour conclure l'évaluation du broad jump, les résultats ont été positifs dans le groupe combiné et le groupe d'haltérophilie par rapport au groupe témoin sans amélioration. Ces résultats sont cohérents avec la littérature scientifique. Une étude de Chouachi & al. (2014) a montré que l'haltérophilie et la pliométrie étaient plus efficaces que le groupe témoin pour les enfants de 10 à 12 ans. L'entraînement en haltérophilie olympique a été particulièrement efficace, produisant des améliorations significatives dans le contre-mouvement sauté, le broad jump et les temps de sprint sur 5 et 20 mètres. Une autre étude de Yanci & al. (2016) a examiné les effets de la pliométrie horizontale sur les joueurs de football, révélant des améliorations modérées des performances de saut à contre-mouvement horizontal. Ces améliorations peuvent s'expliquer par des mécanismes adaptatifs tels qu'un recrutement accru des unités motrices, une meilleure coordination musculaire, une stimulation neuronale accrue des muscles agonistes et une utilisation accrue du cycle d'étirement-raccourcissement (Markovic & al., 2010). Des études ont également montré que la pliométrie pouvait modifier la rigidité des composants élastiques du complexe muscle-tendon des fléchisseurs plantaires chez les athlètes et les non-athlètes. Un entraînement pliométrique à court terme (6 à 12 semaines) améliore la force, la puissance et la fonction musculaire du cycle d'étirement-raccourcissement des membres inférieurs chez les individus en bonne santé. Ces adaptations sont probablement le résultat d'une augmentation de la stimulation neuronale des muscles agonistes et de changements dans les stratégies d'activation musculaire, tels qu'une amélioration de la coordination intermusculaire (Markovic & al., 2010). Enfin, il y a également des modifications des caractéristiques mécaniques du complexe muscle-tendon des fléchisseurs plantaires, des changements de taille et/ou d'architecture musculaire, ainsi que des altérations de la mécanique des fibres musculaires isolées (Markovic & al., 2010).

Les limites :

Lors de notre protocole, nous avons pris en compte plusieurs limites et contraintes pouvant influencer les résultats. Pour évaluer les sportifs physiquement, nous avons identifié des facteurs limitants importants.

Tout d'abord, le matériel de la salle de musculation était défectueux, ce qui a compromis la précision et la fiabilité de nos mesures. Par exemple, des poids défectueux ont introduit des biais dans l'interprétation des données, nécessitant une attention particulière lors de l'analyse des résultats.

Une autre limite est l'hétérogénéité des niveaux de musculation des sportifs. Chaque individu possède un niveau de condition physique différent, ce qui peut influencer les performances lors des tests. La présence d'athlètes plus expérimentés ou plus entraînés en musculation peut fausser les comparaisons et affecter les conclusions de notre étude.

De plus, la période de réalisation des tests peut être un facteur limitant. Les premiers tests ont été effectués en cours de saison, tandis que les derniers ont eu lieu en fin de saison. Cette variation temporelle peut introduire des variations dues à la fatigue accumulée ou aux adaptations physiologiques. Il est important de tenir compte de ces fluctuations pour une interprétation correcte des résultats.

Ensuite, les sportifs occupaient différents postes, ce qui peut entraîner des différences dans les qualités physiques requises. Les exigences en termes de puissance, d'explosivité ou de force peuvent varier selon les postes. Regrouper tous les sportifs dans une seule évaluation physique peut masquer ces spécificités et introduire des biais dans les résultats.

Enfin, il est essentiel de reconnaître ces limites pour éviter des conclusions erronées ou trop générales. Une approche plus précise et nuancée est nécessaire pour interpréter les résultats en tenant compte de ces limitations, afin de fournir des recommandations adaptées à la population étudiée.

Les perspectives :

Tout d'abord, la première perspective d'amélioration de l'étude consiste à augmenter le nombre de sujets participants à l'étude. En effet en élargissant l'échantillon, les résultats obtenus seront plus représentatifs. Cela permettra également de mieux comprendre les variations individuelles.

Une autre amélioration possible à l'étude serait de mettre en place un programme d'entraînement d'haltérophilie avant les tests et le début du protocole. Cela permettrait de standardiser les niveaux de performance initiaux des sujets par conséquent d'homogénéiser le niveau d'entraînement des sujets et ainsi de réduire les facteurs confondants liés aux capacités préexistantes. Étant donné que l'haltérophilie est une discipline exigeant une importante composante technique, qui peut nécessiter une durée d'assimilation conséquente.

Egalement, pour une étude plus approfondie et nuancée, il serait pertinent de constituer des groupes en fonction des postes sur le terrain. Les rôles spécifiques occupés par les sportifs peuvent influencer leurs qualités physiques et donc les résultats des tests.

Enfin, il est possible de mettre en place un protocole utilisant des méthodes différentes de pliométrie ou d'haltérophilie afin de comparer divers mouvements, régimes de contraction et angles

Conclusion :

En conclusion, cette étude a mis en évidence des différences significatives entre un groupe ayant suivi un entraînement combiné (haltérophilie et pliométrie) et un groupe d'haltérophilie seul. Les résultats ont montré que le groupe combiné a obtenu des effets significatifs sur le test de sprint sur 20 yards, tandis que le groupe haltérophilie n'a pas présenté d'amélioration significative. Toutefois, les deux groupes ont obtenu des résultats similaires dans le test de broad jump, mais n'ont pas montré d'amélioration significative dans les tests de force maximale et de 20 yards shuttle par rapport à un groupe contrôle. Ces résultats soulignent l'importance d'envisager des programmes d'entraînement combiné pour maximiser les performances sportives, en particulier dans des aspects spécifiques tels que la vitesse.

Bibliographie :

Adams, K., O'shea, J. P., O'shea, K. L., and Climstein, M. . *The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production*. 1992. *J. Strength Cond. Res.* 6, 36–41. doi: 10.1519/00124278-199202000-00006 [The Effect of Six Weeks of Squat, Plyometric and Squat-Plyometric Training on Power Production | Semantic Scholar](#)

Adam Storey, Heather K Smith. *Unique aspects of competitive weightlifting: performance, training and physiology*. *Sports Med.* 2012 Sep 1;42(9):769-90. doi: 10.1007/BF03262294. [Unique aspects of competitive weightlifting: performance, training and physiology - PubMed \(nih.gov\)](#)

Anis Chaouachi, Raouf Hammami, Sofiene Kaabi, Karim Chamari, Eric J Drinkwater, David G Behm. *Olympic weightlifting and plyometric training with children provides similar or greater performance improvements than traditional resistance training*. *J Strength Cond Res.* 2014 Jun;28(6):1483-96. [Olympic weightlifting and plyometric training with children provides similar or greater performance improvements than traditional resistance training - PubMed \(nih.gov\)](#)

Arthur Zecchin, Enrico F Puggina, Tibor Hortobágyi, Urs Granacher. *Association Between Foundation Strength and Weightlifting Exercises in Highly Trained Weightlifters: Support for a General Strength Component*. *J Strength Cond Res.* 2023 Jan 18. [Association Between Foundation Strength and Weightlifting Exercises in Highly Trained Weightlifters: Support for a General Strength Component - PubMed \(nih.gov\)](#)

Benjamin G Serpell , Warren B Young, Matthew Ford . *Are the perceptual and decision-making components of agility trainable? A preliminary investigation*. *Affiliations expand J Strength Cond Res.* 2011 May. [Are the perceptual and decision-making components of agility trainable? A preliminary investigation - PubMed \(nih.gov\)](#)

Bosco C. (1985) *L'effetto del pre-stiramento sul comportamento del muscolo scheletrico e considerazioni fisiologiche sulla forza esplosiva*. In *Atleticastudi jan-fev . 7-117* traduction Insep n° 6447 [L'effetto del pre-stiramento sul comportamento del muscolo scheletrico e considerazioni fisiologiche sulla forza esplosiva. \(fidal.it\)](#)

Carlock JM, Smith SL, Hartman MJ, Morris RT, Ciroslan DA, Pierce KC, Newton RU, Harman EA, Sands WA, Stone MH. *The relationship between vertical jump power estimates weightlifting ability:*

A field-test approach. J Strength Cond Res 18: 534–539, 2004. [The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: a field-test approach - PubMed \(nih.gov\)](#)

Carlos Balsalobre-Fernández, Mario Muñoz-López, David Marchante, Amador García-Ramos. *Repetitions in Reserve and Rate of Perceived Exertion Increase the Prediction Capabilities of the Load-Velocity Relationship.* J Strength Cond Res 2021 Mar 1;35(3):724-730. doi: 10.1519/JSC.0000000000002818. [Repetitions in Reserve and Rate of Perceived Exertion Increase the Prediction Capabilities of the Load-Velocity Relationship - PubMed \(nih.gov\)](#)

Cédric Laurent, Stéphane Baudry, Jacques Duchateau. *Comparison of Plyometric Training With Two Different Jumping Techniques on Achilles Tendon Properties and Jump Performances.* J Strength Cond Res. 2020 Jun;34(6):1503-1510. [Comparison of Plyometric Training With Two Different Jumping Techniques on Achilles Tendon Properties and Jump Performances - PubMed \(nih.gov\)](#)

Cometti G. (1987) *La Pliométrie*. Université de Bourgogne

Cometti.G. *La détente et la pliométrie*. Centre d'expertise de la performance. UFR STAPS de Dijon [Microsoft Word - Pliométrie.doc \(free.fr\)](#)

Damir Sekulic¹, Miodrag Spasic, Dragan Mirkov, Mile Cavar, Tine Sattler. *Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance.* J Strength Cond Res. 2013 Mar;27(3):802-11 [Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance - PubMed \(nih.gov\)](#)

Daniel Hackett, Tim Davies, Najeebullah Soomro, Mark Halaki. *Olympic weightlifting training improves vertical jump height in sportspeople: a systematic review with meta-analysis.* Br J Sports Med 2016 Jul;50(14):865-72. doi: 10.1136/bjsports-2015-094951. Epub 2015 Nov 30. [Hackett D - Search Results - PubMed \(nih.gov\)](#)

Douglas J, Pearson S, Ross A, McGuigan M. *Eccentric exercise: Physiological characteristics and acute responses.* Sport Med 47: 663–675, 2017. [Eccentric Exercise: Physiological Characteristics and Acute Responses - PubMed \(nih.gov\)](#)

Eduardo Sáez de Villarreal, Bernardo Requena, Mikel Izquierdo, Juan José Gonzalez-Badillo. *Enhancing sprint and strength performance: combined versus maximal power, traditional heavy-resistance and plyometric training*. J Sci Med Sport. 2013 Mar;16(2):146-50. doi: 10.1016/j.jsams.2012.05.007. Epub 2012 Jun 21 [Enhancing sprint and strength performance: combined versus maximal power, traditional heavy-resistance and plyometric training - PubMed \(nih.gov\)](#)

Eduardo Sáez de Villarreal, Mikel Izquierdo, Juan J Gonzalez-Badillo. *Enhancing jump performance after combined vs. maximal power, heavy-resistance, and plyometric training alone*. J Strength Cond Res. 2011 Dec;25(12):3274-81. [Enhancing jump performance after combined vs. maximal power, heavy-resistance, and plyometric training alone - PubMed \(nih.gov\)](#)

Eduardo Sáez de Villarreal, Luis Suarez-Arrones, Bernardo Requena, Gregory G Haff, Carlos Ferrete. *Effects of Plyometric and Sprint Training on Physical and Technical Skill Performance in Adolescent Soccer Players*. J Strength Cond Res. 2015 Jul;29(7):1894-903. [Effects of Plyometric and Sprint Training on Physical and Technical Skill Performance in Adolescent Soccer Players - PubMed \(nih.gov\)](#)

Eric R Helms, Adam Storey, Matt R Cross, Scott R. Brown, Seth Lenetsky, Hamish Ramsay, Caroline Dillen, Michael C Zourdos. *RPE and Velocity Relationships for the Back Squat, Bench Press, and Deadlift in Powerlifters*. J Strength Cond Res. 2017 Feb;31(2):292-297. doi: 10.1519/JSC.0000000000001517. [RPE and Velocity Relationships for the Back Squat, Bench Press, and Deadlift in Powerlifters - PubMed \(nih.gov\)](#)

Eriksson A, Fredrik R Johansson, Maria Bäck. *Reliability and criterion-related validity of the 20-yard shuttle test in competitive junior tennis players*. Open Access J Sports Med 2015 Aug 14;6:269-76. [Reliability and criterion-related validity of the 20-yard shuttle test in competitive junior tennis players - PubMed \(nih.gov\)](#)

Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N., et al. *Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength*. 2000. J. Strength Cond. Res. 14, 470–476. doi: 10.1519/00124278-200011000-00016 [\(PDF\) Evaluation of Plyometric Exercise Training, Weight Training, and Their Combination on Vertical Jumping Performance and Leg Strength \(researchgate.net\)](#)

Firas Zghal, Serge S Colson, Grégory Blain, David G Behm, Urs Granacher, Anis Chaouachi *Combined Resistance and Plyometric Training Is More Effective Than Plyometric Training Alone for Improving Physical Fitness of Pubertal Soccer Players* Front Physiol . 2019 Aug 7;10:1026. doi: 10.3389/fphys.2019.01026. eCollection 2019. [Combined Resistance and Plyometric Training Is More Effective Than Plyometric Training Alone for Improving Physical Fitness of Pubertal Soccer Players - PubMed \(nih.gov\)](#)

Fotini Arabatzi, Eleftherios Kellis, Eduardo Saèz-Saez De Villarreal. *Vertical jump biomechanics after plyometric, weight lifting, and combined (weight lifting + plyometric) training.* J Strength Cond Res 2010 Sep;24(9):2440-8 [Vertical jump biomechanics after plyometric, weight lifting, and combined \(weight lifting + plyometric\) training - PubMed \(nih.gov\)](#)

Fox EL, Matthews D. *Interval training: conditioning for sports and general fitness.* Orlando: Saunders College/Harcourt Brace Jovanovich, 1974

Souhail Hermassi¹, René Schwesig², Gaith Aloui³, Roy J Shephard⁴, Mohamed Souhail Chelly. *Effects of Short-Term In-Season Weightlifting Training on the Muscle Strength, Peak Power, Sprint Performance, and Ball-Throwing Velocity of Male Handball Players.* J Strength Cond Res. 2019 Dec;33(12):3309-3321. [Effects of Short-Term In-Season Weightlifting Training on the Muscle Strength, Peak Power, Sprint Performance, and Ball-Throwing Velocity of Male Handball Players - PubMed \(nih.gov\)](#)

Hugh Fullagar, Robert McCunn, Murray Andrew, *Updated Review of the Applied Physiology of American College Football: Physical Demands, Strength and Conditioning, Nutrition, and Injury Characteristics of America's Favorite Game*, 2017 March [Updated Review of the Applied Physiology of American College Football: Physical Demands, Strength and Conditioning, Nutrition, and Injury Characteristics of America's Favorite Game - PubMed \(nih.gov\)](#)

Javier Yanci, Asier Los Arcos, Jesús Camara, Daniel Castillo, Alberto García , Carlo Castagna. *Effects of horizontal plyometric training volume on soccer players' performance.* Res Sports Med. 2016 Oct-Dec;24(4):308-319. [Effects of horizontal plyometric training volume on soccer players' performance - PubMed \(nih.gov\)](#)

J Bryan Mann 1, Pat J Ivey, William F Brechue, Jerry L Mayhew. *Validity and reliability of hand and electronic timing for 40-yd sprint in college football players.* J Strength Cond Res. 2015 Jun;29(6):1509-14. [Validity and reliability of hand and electronic timing for 40-yd sprint in college football players - PubMed \(nih.gov\)](#)

J L Mayhew, J L Prinster, J S Ware, D L Zimmer, J R Arabas, M G Bembem. *Muscular endurance repetitions to predict bench press strength in men of different training levels.* J Sports Med Phys Fitness. 1995 Jun;35(2):108-13. [Muscular endurance repetitions to predict bench press strength in men of different training levels - PubMed \(nih.gov\)](#)

Kristen M Lagally, Anthony J Amorose, Brandi Rock. *Selection of resistance exercise intensity using ratings of perceived exertion from the OMNI-RES.* Percept Mot Skills. 2009 Apr;108(2):573-86. [Selection of resistance exercise intensity using ratings of perceived exertion from the OMNI-RES - PubMed \(nih.gov\)](#)

M A Collins, K J Cureton, D W Hill, C A Ray. *Relation of plasma volume change to intensity of weight lifting.* Med Sci Sports Exerc. 1989 Apr;21(2):178-85. [Relation of plasma volume change to intensity of weight lifting - PubMed \(nih.gov\)](#)

M A Collins, K J Cureton, D W Hill, C A Ray. *Relationship of heart rate to oxygen uptake during weight lifting exercise.* Med Sci Sports Exerc. 1991 May;23(5):636-40. [Relationship of heart rate to oxygen uptake during weight lifting exercise - PubMed \(nih.gov\)](#)

Magnusson, K. (2022). *Interpreting Cohen's d effect size: An interactive visualization* (Version 2.6.0) [Web App]. R Psychologist. [Interpréter le d de Cohen | R Psychologist](#)

Marc Schryburt, Sébastien Morin, Tony Addona, Sonny Wolfe, Robert Riopel, Jean-François Boisvert. *Modèle du développement à long terme de l'athlète en football au québec.* Mai 2017 [MODÈLE DU DÉVELOPPEMENT À LONG TERME DE L'ATHLÈTE EN ...footballquebec.com/wp-content/uploads/2017/06/MDLTA2017.pdf](#) · [Le modèle du développement à long terme de l'athlète - \[PDF Document\] \(fdocuments.net\)](#)

Marcel Lopes dos Santos^{1,2}, Adam Jagodinsky¹, Kristen M. Lagally¹, Valmor Tricoli³ and Ricardo Berton³. *Determining the Peak Power Output for Weightlifting Derivatives Using Body Mass Percentage: A Practical Approach* *Front. Sports Act. Living*, 20 April 2021 Sec. Elite Sports and Performance Enhancement

[Frontières | Détermination de la puissance de crête pour les dérivés d'haltérophilie à l'aide du pourcentage de masse corporelle: une approche pratique \(frontiersin.org\)](https://www.frontiersin.org)

Marco Beato, Mattia Bianchi, Giuseppe Coratella, Michele Merlini, Barry Drust. *Effects of Plyometric and Directional Training on Speed and Jump Performance in Elite Youth Soccer Players*. *J Strength Cond Res*. 2018 Feb;32(2):289-296. [Effects of Plyometric and Directional Training on Speed and Jump Performance in Elite Youth Soccer Players - PubMed \(nih.gov\)](#)

Markovic G, Mikulic P. *Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training*. *Sports Med* 40: 859–895, 2010 [Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training - PubMed \(nih.gov\)](#)

Mcgee KJ, Burkett LN. *The national football league combine: A reliable predictor of draft status?* *J Strength Cond Res* 17: 6–11, 2003. [The National Football League combine: a reliable predictor of draft status? - PubMed \(nih.gov\)](#)

M H Stone, G D Wilson, D Blessing, R Rozenek. *Cardiovascular responses to short-term olympic style weight-training in young men*. *Can J Appl Sport Sci* 1983 Sep;8(3):134-9. [Réponses cardiovasculaires à la musculation de style olympique à court terme chez les jeunes hommes - PubMed \(nih.gov\)](#)

Miller C, Thépaut-Mathieu C, Quièvre J (1997): *Entraînement de la force: spécificité et planification*. Les Cahiers de l'INSEP, Actes du 1er stage international de formation continue pour entraîneurs de sportifs de haut-niveau. Eurathlon 95. [Les Cahiers de l'INSEP, n°21, 1997. Entraînement de la force. Spécificité et planification. Stage de formation professionnelle continue pour entraîneurs des élites sportives. Eurathlon du 3 au 7 avril 1995, sous la direction de Chantalle Thépaut-Mathieu, Christian Miller et Jacques Quièvre. - Persée \(persee.fr\)](#)

Pincivero D, Bompa T. *A physiological review of American football*. *Sports Med*. 1997 [A physiological review of American football - PubMed \(nih.gov\)](#)

Ricardo Berton, Demostenys David da Silva, Marcel Lopes Dos Santos, Claudio Machado Pinto E Silva, Valmor Tricoli. *Weightlifting derivatives vs. plyometric exercises: Effects on unloaded and loaded vertical jumps and sprint performance* PLoS One 2022 Sep 22;17(9):e0274962. doi: 10.1371/journal.pone.0274962. eCollection 2022. [Weightlifting derivatives vs. plyometric exercises: Effects on unloaded and loaded vertical jumps and sprint performance - PubMed \(nih.gov\)](#)

Roland van den Tillaar¹ and Gertjan Ettema. *A Comparison of Muscle Activity in Concentric and Counter Movement Maximum Bench Press*. Journal List J Hum Kinet v.38; 2013 Sep 30 PMC3827767 [A Comparison of Muscle Activity in Concentric and Counter Movement Maximum Bench Press - PMC \(nih.gov\)](#)

Schmidtbleicher D. *L'entraînement de force; 1ère partie: classification des méthodes*. Sciences du sport août 1985

Shaffer, Joseph D. *The effects of a six-week land-based and aquatic-based plyometric training program on power, peak torque, agility, and muscle soreness*. 2007. Graduate Theses, Dissertations, and Problem Reports. 10989. <https://researchrepository.wvu.edu/etd/10989>

Stephanie J Morris, Jon L Oliver, Jason S Pedley, G Gregory Haff, Rhodri S Lloyd. *Comparison of Weightlifting, Traditional Resistance Training and Plyometrics on Strength, Power and Speed: A Systematic Review with Meta-Analysis*. Sports Med. 2022 Jul;52(7):1533-1554. [Comparison of Weightlifting, Traditional Resistance Training and Plyometrics on Strength, Power and Speed: A Systematic Review with Meta-Analysis - PubMed \(nih.gov\)](#)

Timothy J Suchomel, Paul Comfort, Michael H Stone *Weightlifting pulling derivatives: rationale for implementation and application*. Sports Med . 2015 Jun;45(6):823-39 [Weightlifting pulling derivatives: rationale for implementation and application - PubMed \(nih.gov\)](#)

Timothy J. Suchomel^{1,4}, Shana M. McKeever², Justin D. Nolen³, Paul Comfo. *Muscle Architectural and Force-Velocity Curve Adaptations following 10 Weeks of Training with Weightlifting Catching and Pulling Derivatives*. ©Journal of Sports Science and Medicine (2022) 21, 504 – 516 [Training With Weightlifting Derivatives: The Effects of Force and Velocity Overload Stimuli - PubMed \(nih.gov\)](#)

W J Kraemer, A C Fry, B J Warren, M H Stone, S J Fleck, J T Kearney, B P Conroy, C M Maresh, C A Weseman, N T Triplett, et al. *Acute hormonal responses in elite junior weightlifters*. Int J Sports Med. 1992 Feb;13(2):103-9. doi: 10.1055/s-2007-1021240. [Acute hormonal responses in elite junior weightlifters - PubMed \(nih.gov\)](#)

W Taube, C Leukel, A. Gollhofer. *How neurons make us jump: The neural control of stretch-shortening cycle movements*. Exerc Sport Sci Rev, 40 (2012), pp. 106-115. [How Neurons Make Us Jump: The Neural Control of Stretch-Shor... : Exercise and Sport Sciences Reviews \(Iww.com\)](#)

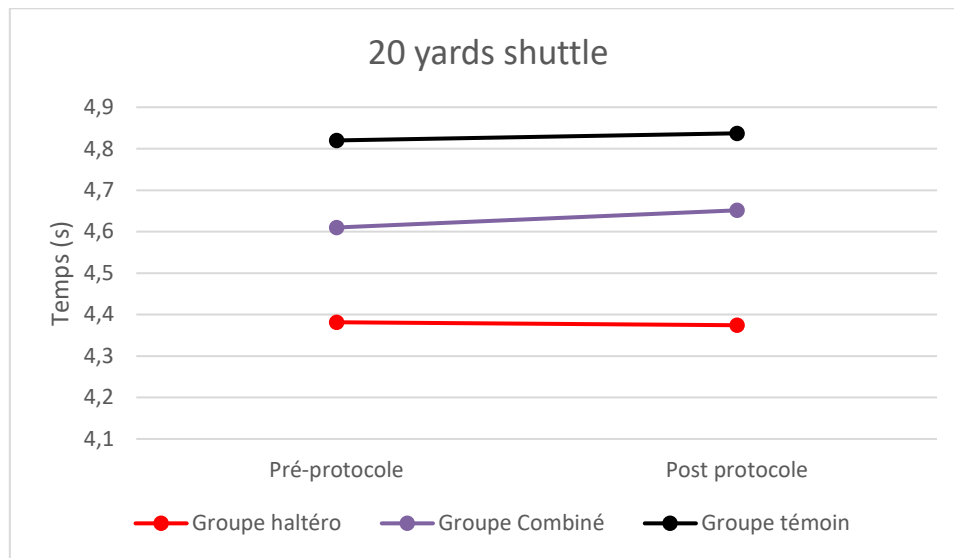
Yassine Negra, Helmi Chaabene, Thomas Stöggl, Mehréz Hammami, Mohamed Souhail Chelly, Younés Hachana. *Effectiveness and time-course adaptation of resistance training vs. plyometric training in prepubertal soccer players*. J Sport Health Sci. 2020 Dec;9(6):620-627. [Effectiveness and time-course adaptation of resistance training vs. plyometric training in prepubertal soccer players - PubMed \(nih.gov\)](#)

Young WB, Miller IR, Talpey SW. *Physical qualities predict change-of-direction speed but not defensive agility in Australian rules football*. J Strength Cond Res. 2015;29(1):206–12. [Les qualités physiques prédisent la vitesse de changement de direction mais pas l'agilité défensive dans le football australien - PubMed \(nih.gov\)](#)

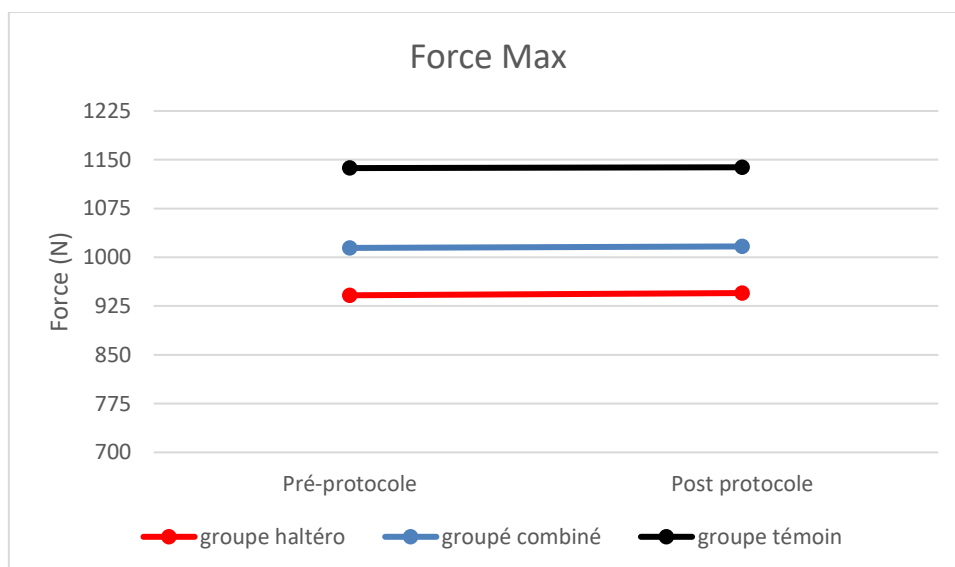
Zachary M Gillen, Amelia A Miramonti, Brianna D McKay, Todd J Leutzinger, Joel T Cramer. *Test-Retest Reliability and Concurrent Validity of Athletic Performance Combine Tests in 6-15-Year-Old Male Athletes*. J Strength Cond Res. 2018 Oct;32(10):2783-2794. [Test-Retest Reliability and Concurrent Validity of Athletic Performance Combine Tests in 6-15-Year-Old Male Athletes - PubMed \(nih.gov\)](#)

Zachary M Gillen¹, Marni E Cordonnier¹, Brianna D McKay¹, Joel T Cramer. *Performance Differences between National Football League and High School American Football Combine Participants*. Res Q Exerc Sport. 2019 Jun;90(2):227233.doi:10.1080/02701367.2019.1571679. [Performance Differences between National Football League and High School American Football Combine Participants - PubMed \(nih.gov\)](#)

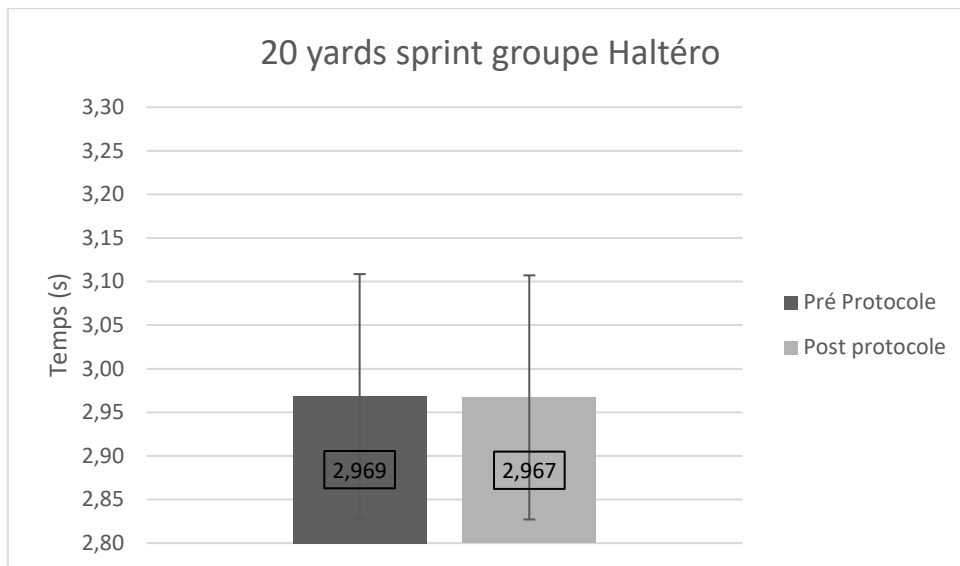
Annexe :



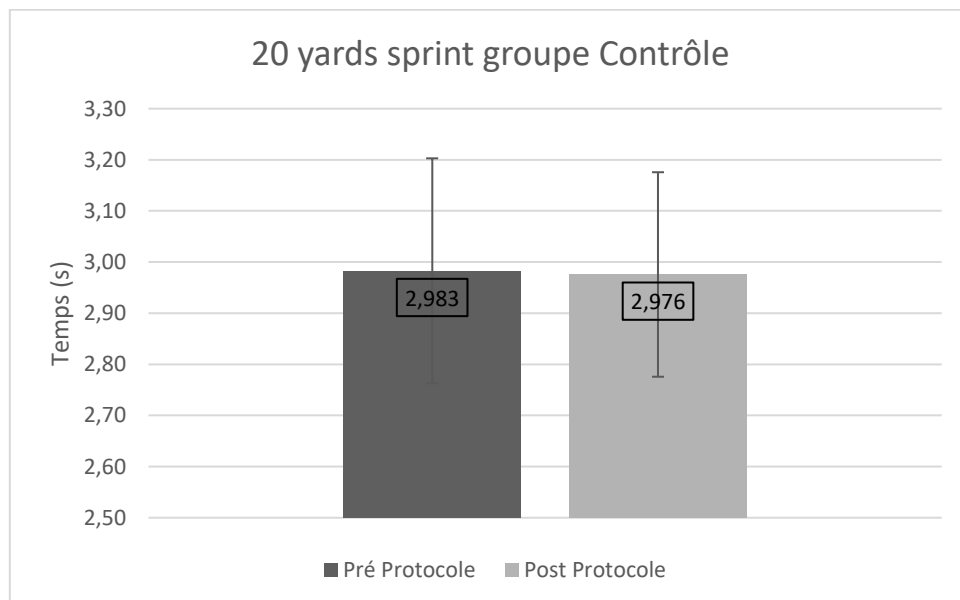
Graphique 2: Résultats sur les différences entre le groupe contrôle, le groupe haltérophilie et le groupe combiné pré et post protocole sur le test du 20 yards shuttle.



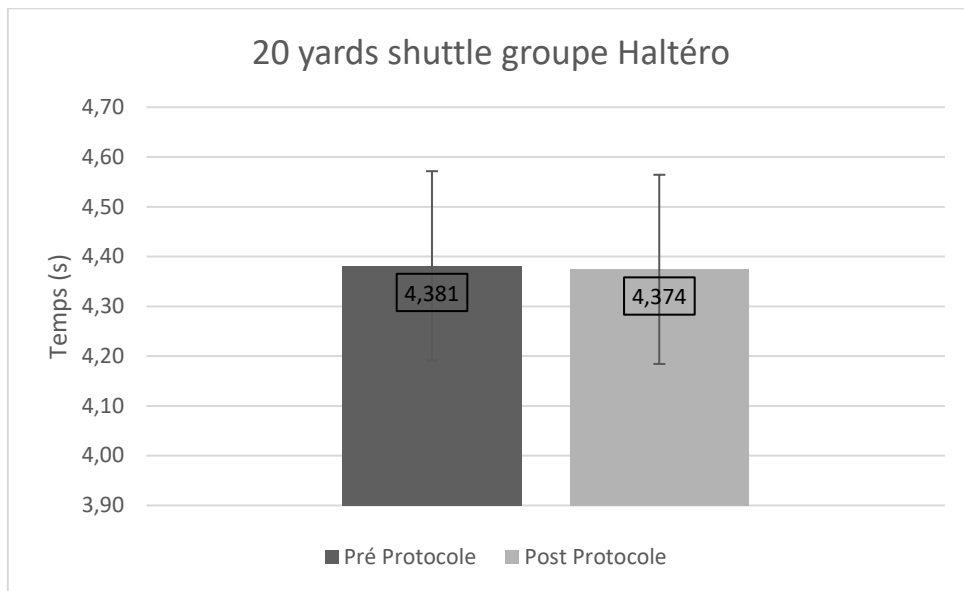
Graphique 4: Résultats sur les différences entre le groupe contrôle, le groupe haltérophilie et le groupe combiné pré et post protocole sur le test de force max au back squat.



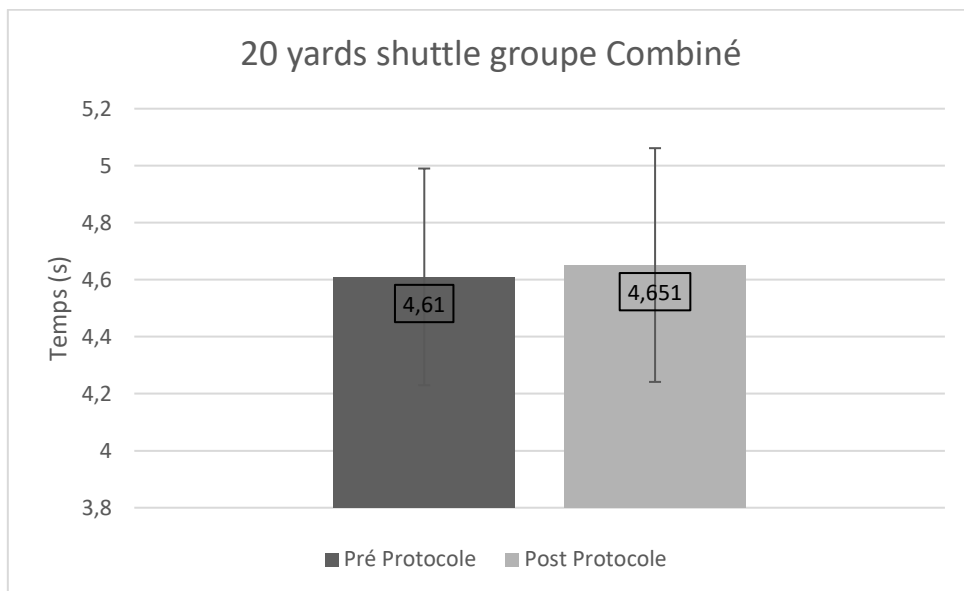
Graphique 6: Résultat de comparaison des moyennes du test sur 20 yards pré et post protocole pour le groupe haltérophilie.



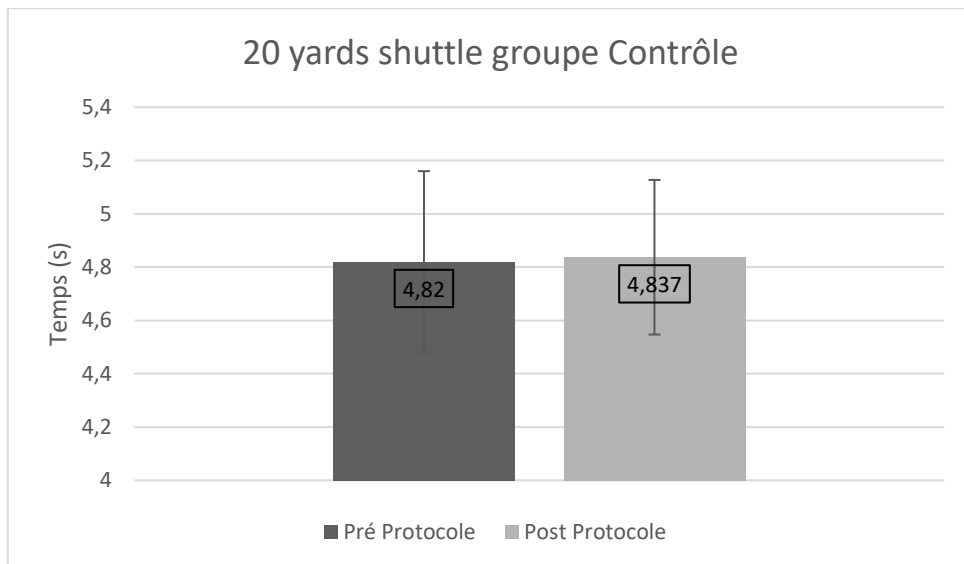
Graphique 7: Résultat de comparaison des moyennes du test sur 20 yards pré et post protocole pour le groupe contrôle.



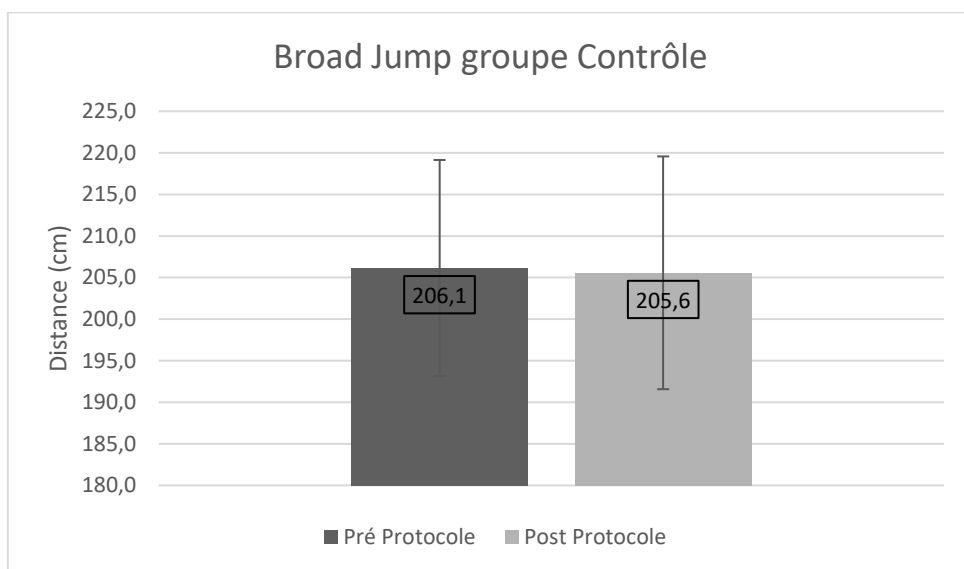
Graphique 8: Résultat de comparaison des moyennes du test sur 20 yards shuttle pré et post protocole pour le groupe haltérophilie.



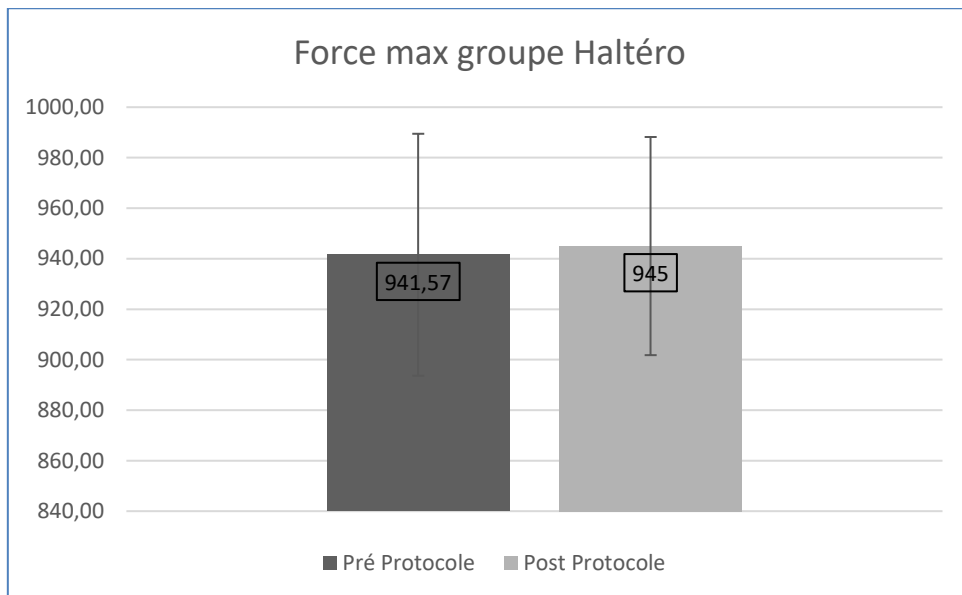
Graphique 9: Résultat de comparaison des moyennes du test sur le 20 yards shuttle pré et post protocole pour le groupe combiné.



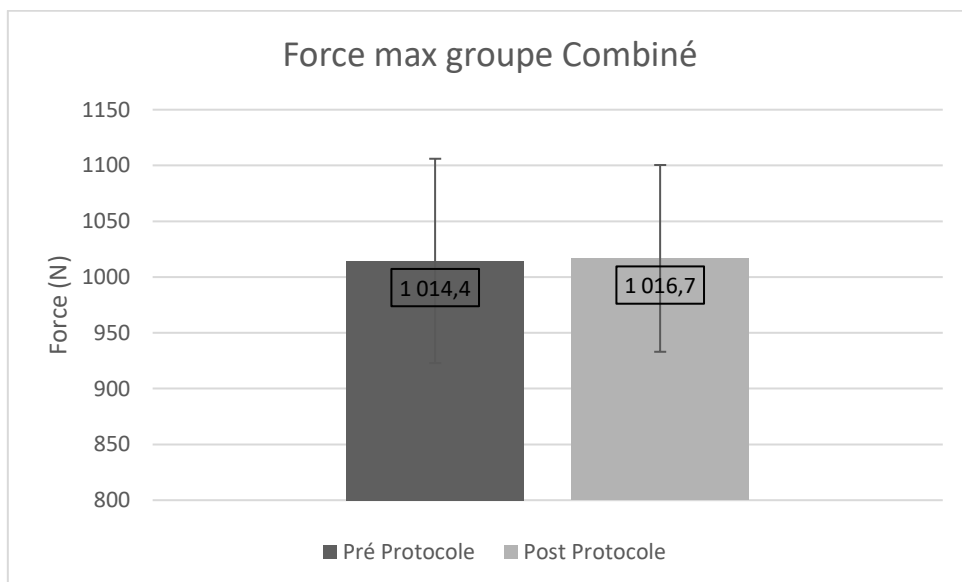
Graphique 10: Résultat de comparaison des moyennes du test sur le 20 yards shuttle pré et post protocole pour le groupe contrôle.



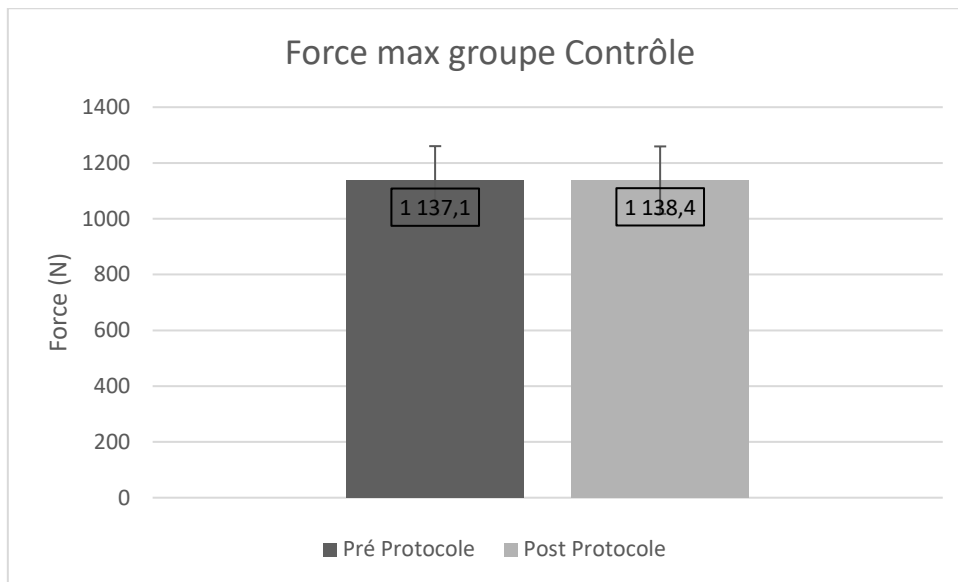
Graphique 13: Résultat de comparaison des moyennes du test de broad jump pré et post protocole pour le groupe contrôle



Graphique 14: Résultat de comparaison des moyennes du test de force max pré et post protocole pour le groupe haltérophilie



Graphique 15: Résultat de comparaison des moyennes du test de force max pré et post protocole pour le groupe combiné



Graphique 16: Résultat de comparaison des moyennes du test de force max pré et post protocole pour le groupe contrôle

Seuil (en valeur absolue)	Interprétation
0,20	Faible
0,50	Moyen
0,80	Elevé
1,20	Très élevé
2,00	Immense

Tableau 4 : Représentation des seuils pour la taille d'effet

Objectif	Développement des qualités physiques du joueur de football américain par l'intermédiaire d'un entraînement combiné (haltérophilie + pliométrie)						
Différentes phases	Exercice	Répétitions	Séries	Charge/RPE	Tempo	Récupération	Consignes / intention / orientation
Dévrouillage articulaire	RACs épaule	5 / sens / épaule	1	PDC	Très lent	1'	X
	Ouverture thoracique	5 / bras					
	Mobilité rachis	10 A / R					
	Mobilité de hanche (flexion / extension / RI - RE)	10					
	RACs genoux	5 / sens / genou					
	Automassages voûte plantaire	5 aller / retour					
	RACs chevilles	5 / sens / pied					
	Dorsiflexion chevilles	5 / cheville					
Musculaire	Pull apart	10	2	élastique	Lent	1'	X
	Travail du CORE anti-déformation	30"		PDC	X		
	Nordic inversé	10		PDC			
	Shoulder bridge	10		PDC	Lent		
Cardiovasculaire (circuit)	Box jump	12	3	PDC	Explosif	Enchaîner et tours	X
	Russian swing	10		KB 12 - 20 kg			
	OH squat	6		Barre à vide (10 ou 20 kg)	Lent et contrôlé		
	Arraché unilatéral KB	3 / bras		KB 12 kg	Explosif		
Corps de séance : entraînement combiné							
A1	Tirage lourd d'épaulé	3 + 6	4	9	Explosif	3'	Pieds largeur de bassin, fixation des scapula, dos droit, épaules en avant de la barre, explosivité maximale lors de la triple extension
A2	Tirage haut d'épaulé suspension			4			
B1	Drop jump to box jump	6	4	PDC	Explosif	3'	Chercher la détente maximale
C1	Bondissements haies moyennes (30cm)	8	4	PDC	Explosif	3'	Chercher à avoir un temps de contact le plus faible au sol et la plus grande hauteur possible

Tableau 3 : Séance d'entraînement

TR.M	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CHARGES INDICATIVES (arrondies au kilogramme supérieur)														
150	146	143	141	139	138	137	136	135	134	133	132	131	130	129
147.5	144	141	139	138	137	136	135	134	133	132	131	130	129	128
145	141	137	133	129	125	121	117	113	109	105	101	97	93	89
142.5	139	135	131	127	123	119	115	111	107	103	99	95	91	87
140	136	132	128	124	121	117	113	109	105	101	97	93	89	86
137.5	134	130	126	122	118	115	111	107	103	99	95	92	88	84
135	131	127	124	120	116	112	109	105	101	97	94	90	86	82
132.5	129	125	121	118	114	110	107	103	99	96	92	88	85	81
130	126	123	119	116	112	108	105	101	97	94	90	87	83	79
127.5	124	120	117	115	110	106	103	99	96	92	89	85	81	78
125	122	118	115	111	108	104	101	97	94	90	87	83	80	76
122.5	119	116	112	109	105	102	99	95	92	88	85	82	78	75
120	117	113	110	107	103	100	97	93	90	87	83	80	77	73
117.5	114	111	108	104	101	98	95	91	88	85	82	78	75	72
115	112	109	105	102	99	96	93	89	86	83	80	77	73	70
112.5	109	106	103	100	97	94	91	87	84	81	78	75	72	69
110	107	104	101	98	95	92	89	86	83	79	76	73	70	67
107.5	105	102	99	96	93	90	87	84	81	78	75	72	69	66
105	102	99	96	93	90	87	85	82	79	76	73	70	67	64
102.5	100	97	94	91	88	85	83	80	77	74	71	68	65	63
100	97	94	91	89	86	83	81	78	75	72	69	76	64	61
97.5	95	92	89	87	84	81	79	76	73	70	68	65	62	60
95	92	89	87	84	82	79	77	74	71	69	66	63	61	58
92.5	90	87	85	82	80	77	74	72	69	67	64	62	59	56
90	87	85	82	80	77	75	72	70	67	65	62	60	57	55
87.5	85	83	80	78	75	73	70	68	66	63	61	58	56	53
85	83	80	78	76	73	71	68	66	64	61	59	57	54	52
82.5	80	78	76	73	71	69	66	64	62	60	57	55	53	50
80	78	76	73	71	69	67	64	62	60	58	56	53	51	49
77.5	75	73	71	69	67	65	62	60	58	56	54	52	49	47
75	73	71	69	67	65	62	60	58	56	54	52	50	48	46
72.5	70	68	66	64	62	60	58	56	54	52	50	48	46	44
70	68	66	64	62	60	58	56	54	52	51	49	47	45	43
67.5	66	64	62	60	58	56	54	52	51	49	47	45	43	41
65	63	61	60	58	56	54	52	51	49	47	45	43	42	40
62.5	61	59	57	56	54	52	50	49	47	45	43	42	40	38
60	58	57	55	53	52	50	48	47	45	43	42	40	38	37
57.5	56	54	53	51	50	48	46	45	43	42	40	38	37	35
55	53	52	50	49	47	46	44	43	41	40	38	37	35	34
52.5	51	50	48	47	45	44	42	41	39	38	36	35	34	32
50	49	47	46	44	43	42	40	39	37	36	35	33	32	31
47.5	46	45	44	42	41	40	39	37	36	34	33	32	30	29
45	44	42	41	40	39	37	36	35	34	32	31	30	29	27
42.5	41	40	39	38	37	35	34	33	32	31	30	28	27	26
40	39	38	37	36	34	33	32	31	30	29	28	27	26	24
37.5	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23
35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
32.5	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	20	19	18
30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
27.5	27	26	25	24	24	23	22	21	21	20	19	18	18	17
25	24	24	23	22	22	21	20	19	19	18	17	17	16	15
22.5	22	21	21	20	19	19	18	17	17	16	16	15	14	14
20	19	19	18	18	17	17	16	16	15	14	14	13	13	12

Tableau 5 : Tableau de Brzycki

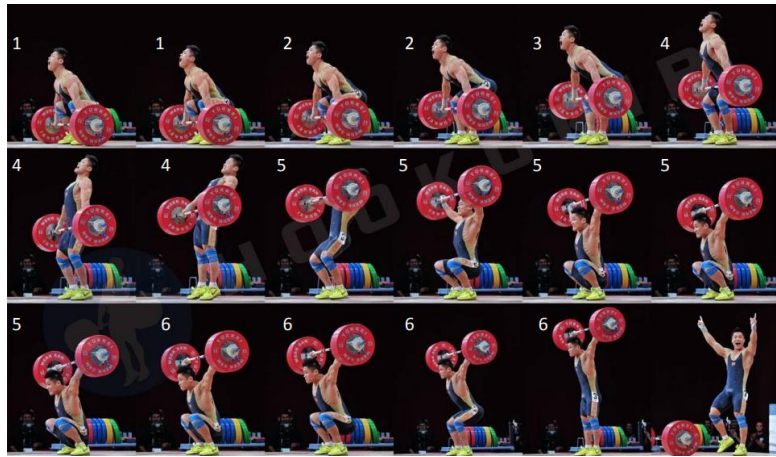


Illustration 2 : Décomposition du mouvement d'arraché, étape par étape



Illustration 3 : Décomposition du mouvement d'épaulé-jeté, étape par étape

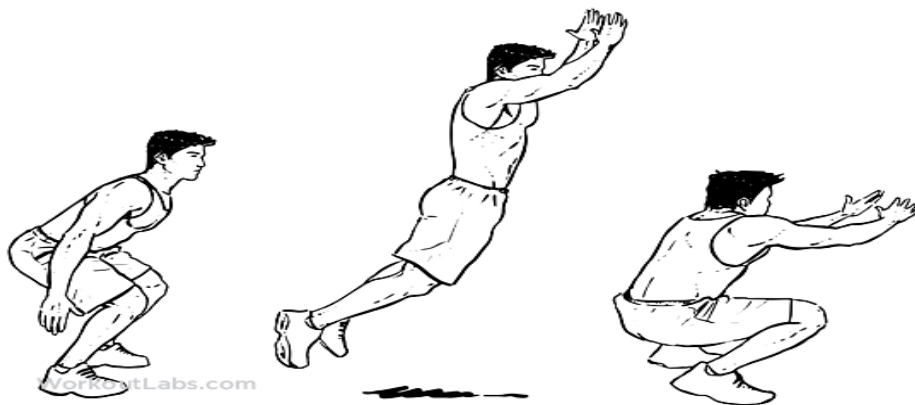


Illustration 6 : Représentation du broad Jump

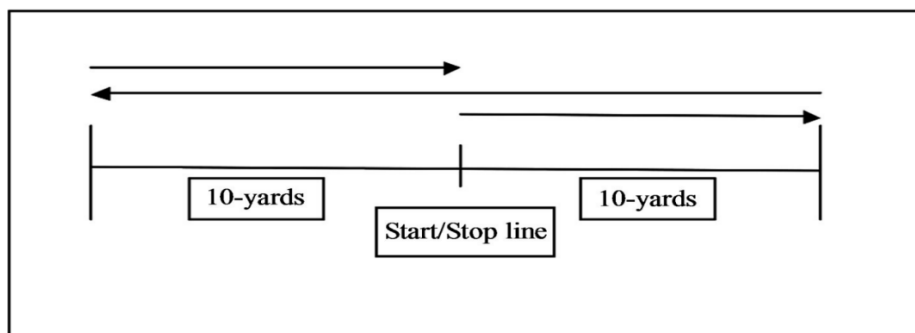


Illustration 7 : Représentation du 20 yards shuttle

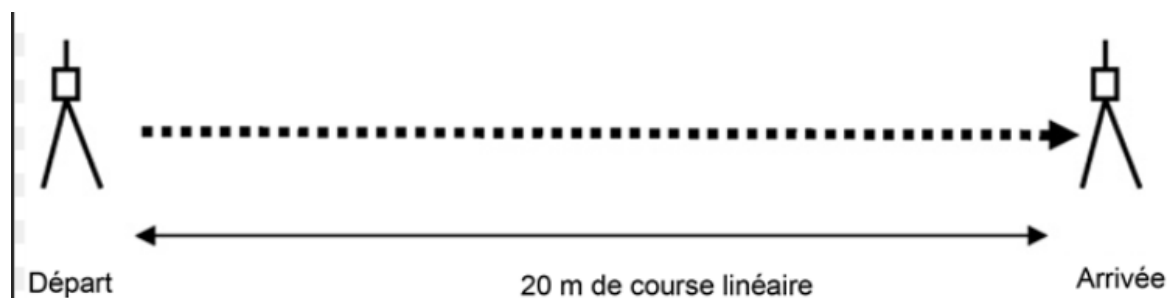


Illustration 8 : Représentation du sprint de 20 yards

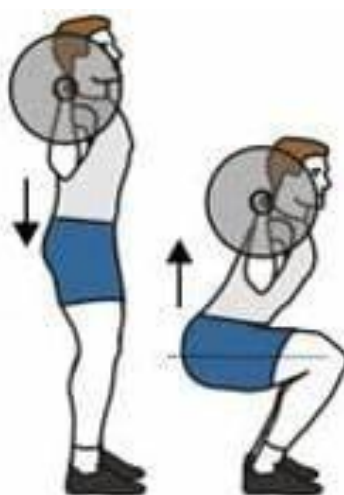


Illustration 9 : Représentation d'un squat

Compétences acquises pendant l'alternance:

Pendant cette année universitaire, j'ai eu l'occasion de développer et de renforcer de nombreuses compétences, en particulier lors de mon alternance où j'ai pu mettre en pratique le protocole de recherche et rédiger ce mémoire.

Au cours de cette année en alternance, j'ai eu l'occasion de m'immerger davantage dans le monde sportif et associatif de mon club, ce qui m'a permis de m'investir davantage dans l'animation, l'entraînement et la préparation physique.

J'ai pu **concevoir** une planification, une programmation et des méthodes pour optimiser le potentiel des athlètes avec un travail en salle de musculation.

Sur le terrain en tant que préparateur physique et entraîneur, j'ai dû **mettre en œuvre et adapter** les séances d'entraînement en anticipant les conditions favorables à la sécurité et à la santé des sportifs seniors et juniors.

En tant qu'entraîneur adjoint sur une équipe juniors, j'ai dû **construire** un cadre éthique et en assurer la diffusion et le respect. Afin que le groupe travaille dans de bonne condition tout en allant vers le même chemin.

Et avec le mémoire, j'ai pu **concevoir** un protocole de mesure adapté pour l'entraînement et la performance dans le cadre du projet sportif.

Pour conclure, cette année d'alternance m'a offert l'opportunité de développer mes compétences dans divers domaines liés au monde sportif, ce qui me satisfait grandement.

Résumé et mots-clés :

Objectifs : L'objectif de cette étude était de comparer les effets d'un entraînement combinant l'haltérophilie et la pliométrie à un entraînement se concentrant uniquement sur l'haltérophilie, chez des joueurs de football américain seniors.

Méthode : Un protocole de 8 semaines, comprenant 2 séances par semaine, a été mis en place. Vingt-et-un sujets ont participé aux tests, répartis en trois groupes distincts (combiné, haltérophilie et contrôle). Les tests effectués comprenaient le sprint sur 20 yards pour évaluer l'explosivité, le 20 yards shuttle pour mesurer l'explosivité avec des changements de direction, le broad jump pour évaluer la puissance des membres inférieurs, ainsi qu'un test de force maximale au back squat. Le protocole d'entraînement consistait en une séance d'haltérophilie comprenant des exercices semi-techniques d'épaulé, tandis que le groupe combiné ajoutait des exercices pliométriques tels que le drop jump et les bondissements de haies.

Résultat : Les résultats ont montré une amélioration significative de l'explosivité lors du sprint sur 20 yards dans le groupe combiné ($p < 0,05$) passant de $2,92s \pm 0,22$ à $2,61s \pm 0,16$, mais on n'en retrouve pas dans le groupe haltérophilie. Les deux groupes, haltérophilie et combiné, ont présenté une amélioration significative du broad jump par rapport au groupe contrôle ($p < 0,05$) avec des valeurs passant $225,4 \text{ cm} \pm 14$ à $236,7 \text{ cm} \pm 12$ et de $216 \text{ cm} \pm 20$ à $228,6 \text{ cm} \pm 22$ respectivement, démontrant ainsi une amélioration de la puissance des membres inférieurs. En revanche, aucune amélioration significative n'a été observée dans le test du 20 yards shuttle ni dans le test de force maximale au back squat, pour aucun des groupes.

Conclusion : Ces résultats indiquent qu'après une période d'intervention de 8 semaines, le groupe combiné présente de meilleurs résultats que le groupe haltérophilie en termes d'explosivité lors du sprint sur 20 yards. Toutefois, il est important de noter que les deux groupes ont montré une amélioration significative de la puissance des membres inférieurs, mesurée par le test du broad jump.

Abstract and keywords

Objectives: The aim of this study was to compare the effects of training combining weightlifting and plyometrics with training focusing solely on weightlifting, in senior American football players.

Method: An 8-week protocol, including 2 sessions per week, was set up. Twenty-one subjects took part in the tests, divided into three distinct groups (combined, weightlifting and control). The tests performed included the 20-yard sprint to assess explosiveness, the 20-yard shuttle to measure explosiveness with changes in direction, the broad jump to assess lower-limb power, and a test of maximum strength in the back squat. The training protocol consisted of a weightlifting session including semi-technical shoulder exercises, while the combined group added plyometric exercises such as the drop jump and hurdle leaps.

Results: The results showed a significant improvement in explosiveness during the 20-yard sprint in the combined group ($p < 0.05$) from $2.92s \pm 0.22$ to $2.61s \pm 0.16$, but not in the weightlifting group. Both the weightlifting and combined groups showed a significant improvement in broad jump compared with the control group ($p < 0.05$), with values rising from $225.4cm \pm 14$ to $236.7cm \pm 12$ and from $216cm \pm 20$ to $228.6cm \pm 22$ respectively, demonstrating an improvement in lower-limb power. On the other hand, no significant improvement was observed in the 20-yard shuttle test or in the maximum strength back squat test, for either group.

Conclusion: These results indicate that, after an 8-week intervention period, the combined group performed better than the weightlifting group in terms of explosiveness during the 20-yard sprint. However, it is important to note that both groups showed a significant improvement in lower limb power, measured by the broad jump test.