

Année universitaire 2024-2025

Master 2<sup>ème</sup> année

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

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

## MÉMOIRE

**TITRE :** Effets de l'initiation à l'haltérophilie sur la capacité à changer de direction chez le jeune joueur de football (U19)

Par : Max FAUVART

Sous la direction de : François-Xavier GAMELIN



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

## Remerciements

Je remercie le club du LOSC de m'avoir offert l'opportunité d'encadrer et d'intervenir auprès des joueurs en formation au Domaine de Luchin.

Merci à l'ensemble du staff médical pour sa collaboration.

Merci au staff chargé de la préparation physique pour tous les échanges enrichissants et l'aide apportée.

Je remercie également François-Xavier GAMELIN, mon tuteur de mémoire, pour son accompagnement dans la réalisation de ce travail.

# Sommaire

<b>1. Introduction.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Revue de littérature.....</b>	<b>8</b>
1. L'haltérophilie.....	8
2. Le football.....	10
3. Le ligament croisé antérieur.....	12
<b>3. Problématique, objectif(s), hypothèse(s).....</b>	<b>14</b>
3.1. Problématique.....	14
3.2. Objectif(s).....	14
3.3. Hypothèse(s).....	14
<b>4. Stage.....</b>	<b>15</b>
4.1 Milieu professionnel.....	15
4.2 Sujets.....	15
4.3 Protocole.....	15
4.4 Matériel et technique de mesure.....	16
4.5 Analyse statistique.....	18
<b>5. Résultats.....</b>	<b>19</b>
<b>6. Discussion.....</b>	<b>23</b>
6.1 Interprétation.....	23
6.2 Limites.....	24
6.3 Applications sur le terrain.....	24
6.4 Perspectives.....	24
<b>7. Conclusion.....</b>	<b>25</b>
<b>8. Références bibliographiques.....</b>	<b>26</b>
<b>9. Annexes.....</b>	<b>28</b>
<b>10. Résumé.....</b>	<b>34</b>
<b>11. Abstract.....</b>	<b>35</b>

## Glossaire

COD = change of direction

CMAS = cutting movement assessment score

LCA = ligament croisé antérieur

YBT = Y balance test

CS = composite score

# 1. Introduction

La résilience est la capacité d'un système donné, de surmonter les altérations provoquées par un ou des éléments perturbateurs, pour retrouver son état initial et/ou un fonctionnement normal. Cette capacité de résilience détermine en réalité tout le processus de longévité et de performance que va pouvoir montrer un sportif au cours d'une carrière. L'expression du potentiel maximal d'un individu se fait dans des conditions optimales, psychologiques, environnementales mais également physiques. En ce sens, le préparateur physique a pour rôle majeur celui de la prévention. Un sportif, aussi performant qu'il soit, ne sera jamais plus inutile que lorsqu'une blessure se déclare.

La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) est l'une des blessures les plus tristement célèbres lorsque l'on parle de sport collectif sur grand espace (Grimm, N. L et collaborateurs, 2015). Elle survient lorsque la capacité de résilience du ligament n'est pas suffisante face à la charge qui lui est imposée (Dos Santos, T et al, 2021). La charge pouvant être interne (fatigue excessive) ou externe (lors d'un changement de direction) avec bien souvent l'exposition à un valgus dynamique, augmentant de façon significative le risque de rupture des ligaments (Shin et al, 2011). Les outils technologiques nous permettent d'analyser le comportement et la technicité d'un sportif lorsqu'il effectue un changement de direction. De plus, il est possible d'évaluer cette compétence à l'aide d'un test d'observation et d'analyse, il s'agit du cutting movement assessment score (CMAS). Plusieurs paramètres permettent de déterminer ce score, ils seront détaillés plus tard dans ce document.

Le choix des exercices constitue donc un facteur déterminant dans la prévention de ce type de blessure. L'utilisation de l'haltérophilie semble être un outil pertinent car il permet de développer l'explosivité, la coordination ainsi que la résistance aux charges externes (Suchomel et al, 2014), notamment par l'implication forte des muscles rotateurs externes de la hanche. Dans cette étude, nous verrons dans un premier temps les qualités développées ainsi que les muscles mis en action en haltérophilie. Ensuite, nous donnerons quelques éléments de contexte concernant la pratique du football en portant notre attention sur les changements de direction. Enfin, nous parlerons des blessures, plus particulièrement celle du LCA.

## 2. Revue de littérature

### 1. L'haltérophilie

#### 1.1. Définition

Hori et al (2005) définissent l'haltérophilie comme un sport dans lequel l'athlète doit performer sur deux mouvements, l'arraché et l'épaulé jeté. La somme de ces deux mouvements donne ainsi à l'athlète un total, qui une fois opposé aux autres athlètes, permet de déterminer le classement de la compétition.

L'haltérophilie est l'un des rares sports à avoir figuré dans le programme des premiers jeux olympiques de l'ère moderne d'Athènes 1896. A l'origine, les mouvements s'effectuent à l'aide d'une technique rudimentaire et la force seule primait sur le reste. Les meilleurs athlètes étaient donc ceux ayant le niveau de force le plus élevé.

La Fédération Française d'Haltérophilie et de Musculation (FFHM) nous donne une définition de ces deux mouvements :

“L'arraché démarre avec la barre placée horizontalement devant les jambes de l'athlète. Celui-ci doit l'agripper, les mains en pronation et la tirer d'un seul mouvement, du plateau jusqu'au bout des bras tendus au-dessus de la tête. Le mouvement s'effectue, soit en fléchissant ou en fendant les jambes. La barre doit longer le corps d'un mouvement ininterrompu, sans qu'aucune autre partie que les pieds touche le plateau. Le poids soulevé doit être maintenu immobile, bras et jambes tendus, pieds alignés, jusqu'au signal de replacer la barre sur le plateau. Le retournement des poignets ne doit s'effectuer que lorsque la barre a dépassé la tête de l'athlète. L'athlète se redresse aussitôt qu'il le peut, en plaçant les pieds perpendiculairement au tronc et à l'halter. Le signal doit être donné aussitôt que l'athlète est immobile de toutes les parties de son corps.”

“L'épaulé jeté démarre avec la barre placée horizontalement devant les jambes de l'athlète. Celui-ci doit l'agripper, les mains en pronation et la tirer d'un seul mouvement du plateau jusqu'aux épaules. Ce mouvement s'effectue, soit en fléchissant ou en fendant les jambes. Durant ce mouvement ininterrompu, il est permis que la barre glisse le long des cuisses, cependant elle ne doit pas toucher la poitrine avant la position finale, alors qu'elle repose sur les clavicules ou sur la poitrine au-dessus des mamelons ou sur les bras complètement repliés.

L'athlète se redresse dès qu'il le peut en plaçant les pieds alignés et perpendiculairement au tronc et à l'haltère.”

## **1.2. Une histoire de l'évolution technique**

A partir des années 1920, on remarque chez les haltérophiles l'apparition plus marquée de la triple extension, donnant ainsi lieu à plus de technicité dans la réalisation des gestes. L'entraînement évolue de la même manière que le geste technique évolue, c'est ainsi que plusieurs records furent battus.

En ce temps-là, le geste conventionnel veut que la réception se fasse en fente, loin de ce qu'on peut retrouver aujourd'hui dans l'haltérophilie “moderne” dont les patterns sont restés identiques mais avec bien plus d'optimisation.

Il faut attendre le début des années 1970 pour qu'un haltérophile allemand, pour la première fois dans la discipline, effectue un épaulé en réceptionnant la barre à l'aide d'une flexion et non pas d'une fente. Cette prouesse technique donnera un élan à la discipline qui se verra complètement remaniée, la flexion devenant ainsi le standard en matière d'apprentissage, beaucoup plus efficace et moins traumatisant pour les membres inférieurs.

## **1.3. Les qualités physiques et muscles sollicités**

Dans une étude de Suchomel et al (2015), les auteurs montrent la pertinence d'intégrer des mouvements d'haltérophilie dans le développement de la puissance des membres inférieurs, notamment grâce à la triple extension qu'implique constamment l'activité (Kipp et al, 2012). La triple extension met en action, comme son nom l'indique, les muscles extenseurs. On retrouve différents muscles extenseurs pour différentes parties du corps, ici nous centrons notre attention sur ceux situés au niveau de la hanche et du tronc. Nous retrouvons donc comme muscles extenseurs principaux, les muscles fessiers (petit, moyen et grand), les ischios-jambiers (semi-tendineux, semi-membraneux et biceps fémoral) pour la hanche et les muscles érecteurs du rachis (ilio-costal, longissimus et épineux) pour le tronc.

Si ces muscles sont principalement sollicités, ils ne sont pas pour autant les seuls impliqués dans les mouvements. Les quadriceps jouent un rôle essentiel dans la poussée verticale, lorsque le buste se redresse et que le centre de gravité de la barre se confond avec celui de l'haltérophile. En réception à l'arraché ou après avoir effectué un jeté, ce sont principalement

les muscles stabilisateurs des épaules (grand dentelé et trapèze) et de la hanche (moyen-fessier et adducteurs) qui permettent de maintenir la barre à bout de bras, avant que le signal ne soit donné pour la lâcher.

#### **1.4. Les gestes semi-techniques**

Dans le répertoire gestuel d'haltérophilie, on distingue plusieurs mouvements. D'abord les gestes techniques que sont l'arraché, l'épaulé et le jeté. Ensuite, des dérivés que l'on appelle "semi-techniques" ou "exercices de renforcement spécifique", déclinaisons des gestes techniques pour en isoler une partie technique ou renforcer une partie du corps.

Parmi ces dérivés, nous retrouvons les gestes semi-techniques dits "debout" qui se distinguent par une réception haute ; les hanches doivent être au-dessus du genou lors de la réception. La suppression de flexion exige un tirage plus haut en manipulant des charges plus légères et réduisant également la difficulté du geste.

On retrouve également une multitude de gestes en fente, soit par une position statique tel que le développé militaire en fente ou le passage de jeté, soit par un mouvement dynamique tel que le jeté départ nuque ou la chute de jeté. La particularité de ces gestes étant qu'ils créent une instabilité supérieure par rapport aux mouvements debout. En effet, dans le plan sagittal, les appuis au sol se retrouvent en diagonal l'un par rapport à l'autre lors de la réception ou lors du départ de l'exercice. Cette particularité exige à l'athlète de placer idéalement son centre de gravité entre ces deux appuis afin d'équilibrer son propre corps et la charge manipulée.

Ce placement implique notamment la suppression du valgus dynamique de genou (pour la jambe avant) par l'intervention des muscles fessiers (petit, moyen et grand) et du quadriceps. La jambe arrière est fléchie et implique plus spécifiquement la chaîne postérieure (mollet, ischio-jambier, fessier et lombaires).

## **2. Le football**

### **2.1. Définition**

Erick Mombaerts (Pédagogie du Football, Apprendre à jouer ensemble par la pratique du jeu, 1999) propose une définition du football comme étant « un affrontement collectif qui oppose

deux équipes dans un espace interpénétré, en vue de s'approcher d'un but protégé par des joueurs de champ et un gardien de but seul habilité à se servir des mains pour manipuler le ballon. Le ballon est joué avec le pied, la tête, toute surface de contact autre que les bras. Les contacts sont réglementés par les lois du jeu. ».

## 2.2. Les changements de direction

Wisløff et al (2004) donnent plusieurs facteurs de performance propre à l'activité du football (soccer) tels que le changement de direction (COD), le sprint et la capacité à changer de rythme rapidement. Lorsqu'on parle de performance, le changement de direction peut se définir comme suit : "Décélération brutale afin d'orienter le corps dans une autre direction, elle précède une phase de course à haute intensité et permet de prendre l'avantage dans des situations d'opposition.". Le changement de direction peut s'effectuer selon une angulation de 360° avec une vitesse allant de 3 à 7 m.s<sup>-1</sup> (Dos Santos et al, 2018).

Lors d'un match, on estime qu'un jeune joueur évoluant en division élite effectue  $350 \pm 50$  changements de direction sur l'ensemble du match, indépendamment du poste occupé (Morgan et al, 2021). Pour cette étude 77% des COD rapportés étaient de 90° d'angulation ou moins. Des COD plus rapides et plus marqués augmentent le risque de blessure en raison de la plus grande charge appliquée sur l'articulation du genou. Cependant, cette capacité à changer rapidement de direction et de façon très marquée est un gros facteur de performance. Il existe donc un conflit entre la performance et le risque associé à chaque COD.

Dans la littérature, il existe un moyen d'observer et d'analyser la qualité du changement de direction chez des joueurs de football. Il s'agit du cutting movement assessment score (CMAS). Le CMAS attribue une note allant de 0 à 11, plus la note est élevée et moins le changement de direction est considéré comme efficace. La note est spécifique à l'angulation choisie et également au membre sollicité lors du changement de direction. Le temps est mesuré lors du test afin d'y apporter une mesure qualitative à mesure des répétitions et également en tant que facteur motivationnel. Ce test est issu de l'étude proposée par Dos Santos et al en 2021 (testé et validé initialement en 2017). Au total, ce sont 9 critères qui sont retenus pour établir ce score et permettre d'apprécier la qualité du changement de direction (détaillés en Annexe 4).

### 3. Le ligament croisé antérieur

#### 3.1. Définition

Le ligament est un faisceau de tissu fibreux blanchâtre, très résistant, unissant les éléments (cartilages, os) d'une articulation. Le ligament croisé antérieur est situé dans la fosse intercondylienne du fémur. Dans la partie haute, il se fixe sur la face médiale du condyle latéral du fémur. Il descend en croisant dans les plans frontal et sagittal le ligament croisé postérieur.

Le LCA, situé à l'intérieur de l'articulation du genou, empêche le tibia de partir en avant et stabilise le genou. Il assure également une protection des ménisques.

#### 3.2. Principale cause de rupture

La rupture survient lorsque la charge externe excède la capacité du ligament à résister à cette charge (Dos Santos et al, 2021). Cependant, on peut observer un pattern en particulier qui mène à une contrainte excessive. Il s'agit du valgus dynamique du genou, accompagné de la rotation interne du tibia.



Le valgus dynamique du genou, illustré par le schéma ci-contre, se définit comme suit : un effondrement médial du genou associé à une adduction et une rotation interne de la hanche, une abduction tibiale et un déplacement médial du genou.

La somme de ces mouvements crée une torsion excessive au niveau du LCA, qui couplé à une force élevée (lors d'une décélération par exemple) présente un risque extrêmement élevé de rupture (Shin et al, 2011).

Le valgus dynamique du genou peut être lié à une combinaison d'un déséquilibre musculaire entre les abducteurs et les adducteurs de la hanche, les rotateurs externes et internes, et les pronateurs et supinateurs du pied. De plus, la diminution de l'équilibre dynamique et un mauvais contrôle neuromusculaire exposent davantage les athlètes aux risques de blessures des membres inférieurs. Il existe des moyens de déceler ces faiblesses, notamment via le test Y-Balance (YBT) qui est un test populaire et fiable utilisé par les athlètes pour évaluer l'équilibre dynamique (Gonzalez et al, 2022).

On comprend ainsi le risque associé à chacun des changements de direction que peut effectuer un joueur de football. En effet, la répétition d'un geste considéré à risque a pour effet d'augmenter la probabilité de se blesser. Étant donné le nombre de changements de direction effectués lors d'un match de football ( $350 \pm 50$  d'après Morgan et al, 2021), le préparateur physique qui souhaite préserver son athlète a tout intérêt à porter son attention sur la qualité d'exécution du changement de direction de ses joueurs.

Dans une étude de Besier et al en 2001, les auteurs mettent en évidence l'augmentation du risque de rupture du LCA lors des changements de direction, ce qui est également mis en avant dans l'étude de Dos Santos et al en 2021, soit 20 ans plus tard.

Ceci s'explique par la contrainte qui est imposée au corps lors de ce type de manœuvre. Neptune et al (1999), dans une étude portant sur la coordination musculaire lors des changements de direction, mettent en évidence deux phases. Une première phase de décélération durant laquelle les muscles extenseurs et rotateurs de la hanche vont permettre de freiner le corps. Dans une seconde phase, ils vont exprimer une réponse par le biais d'une phase concentrique. Ce qui permet à l'individu d'exprimer de la force pour s'orienter dans la direction souhaitée le plus rapidement possible. Ainsi, il apparaît nécessaire d'être attentif au valgus dynamique du genou et de le déceler chez les pratiquants de football.

### 3. Problématique, objectif(s), hypothèse(s)

#### 3.1. Problématique

En football, il existe une forte corrélation entre la rupture du LCA et le valgus dynamique du genou, notamment lors d'efforts dynamiques tels que les changements de direction. La technicité liée à ce type d'effort joue un rôle dans l'apparition de traumatismes plus ou moins importants mais les structures musculo-tendineuses environnantes peuvent être renforcées au préalable afin de réduire le risque. Cette étude me permet d'établir un lien positif entre l'initiation à l'haltérophilie et la qualité du changement de direction chez le jeune joueur de football.

#### 3.2. Objectif(s)

L'objectif de cette étude est de montrer les effets bénéfiques d'une initiation à l'haltérophilie sur la qualité du changement de direction chez de jeunes joueurs de football.

Nous en mesurerons les effets par la mise en place d'un protocole de 12 semaines, incluant la pratique de musculation classique et de gestes issus du répertoire haltérophile.

#### 3.3. Hypothèse(s)

La première hypothèse est qu'on obtiendra une amélioration significative du CMAS à l'aide des mouvements en fente.

La seconde hypothèse est qu'on obtiendra une amélioration significative du CMAS à l'aide des mouvements en debout.

La troisième hypothèse est qu'on obtiendra une amélioration significative du CMAS à l'aide des mouvements en fente et debout.

La quatrième hypothèse est qu'il n'y aura pas d'amélioration significative du CMAS quel que soit les mouvements utilisés.

## 4. Stage

### 4.1 Milieu professionnel

J'effectue mon stage au sein du club professionnel de football de Lille, le LOSC. Plus particulièrement au Domaine de Luchin qui marque l'implantation du centre de formation.

### 4.2 Sujets

La population étudiée est issue du centre de formation du Losc. Ce sont tous des joueurs de niveau national. Au total, 18 sujets seront retenus pour cette étude avec la constitution de 3 groupes. Chaque groupe est composé aléatoirement des joueurs évoluant dans la catégorie U19, sans y associer d'autres critères spécifiques. Les joueurs blessés, en retour de blessure ou n'étant pas disponible sur la durée totale du protocole ont été exclus.

Il y aura donc un groupe A (n=6) ayant pour caractéristiques ; âge 17,3 (0,9) ans ; taille 176 (4,1) cm ; masse 69,6 (4,5) kg ; un groupe B (n=6) ayant pour caractéristiques ; âge 18,1 (0,7) ans ; taille 178,1 (5,5) cm ; masse 70,7 (7,1) kg et un groupe C (n=6) ayant pour caractéristiques ; âge 17,5 (1,3) ans ; taille 175,1 (7,5) cm ; masse 70,3 (4,8) kg.

### 4.3 Protocole

Le protocole s'étend sur 12 semaines d'entraînement. Les entraînements sont composés de mouvements de musculation utilisant des charges libres (barres et haltères), de mouvements au poids du corps et de mouvements d'haltérophilie (semi-techniques et renforcement spécifique). Au total, les trois groupes effectuent 3 séances hebdomadaires. Ces 3 séances se répartissent avec 2 séances axées sur le renforcement du haut du corps et 1 séance est dédiée au renforcement du bas du corps. Tous les sujets suivent également un entraînement traditionnel de football avec des séances spécifiques de travail athlétique et compensatoire en fin de séance avec régime de contraction excentrique.

Chaque séance propose des exercices globaux pour lesquels l'apprentissage est déjà effectué et dont la progression se décline en différents blocs, faisant ainsi varier l'intensité et le volume des entraînements. Dans le contexte de l'étude, chaque séance restera identique durant les 12 semaines.

Chaque groupe n'aura pas les mêmes exercices à réaliser. Le groupe témoin sera le groupe pour lequel il n'y aura pas de mouvements issus du répertoire haltérophile. Les sujets réalisent donc des séances de musculation classique (cf. Annexe 1 et 2).

Le groupe Hal sera le groupe pratiquant des mouvements à réception bilatéral sur le même plan frontal (correspondant au terme technique “debout”) avec en addition des mouvements de musculation classique. Un minimum de 4 gestes issus du répertoire haltérophile sera inclus dans la programmation des séances (cf. Annexe 1 et 2).

Le groupe HalFen sera le groupe pratiquant des mouvements à réception en fente avec en addition des mouvements de musculation classique. Un minimum de 4 gestes issus du répertoire haltérophile sera inclus dans la programmation des séances (cf. Annexe 1 et 2).

#### **4.4 Matériel et technique de mesure**

##### **4.4.1 Matériel**

- Witty gate de chez microgate
- Plots de balisage pour quadriller les zones de tests
- Smartphone Pixel 4a et Pixel 7a pour la capture vidéo
- Kinovea pour l’analyse des vidéos
- Ruban adhésif
- Goniomètre
- Ruban mètre

##### **4.4.2 Méthode de mesure et consignes**

- 1) Le test de changement de direction (CMAS) ; à l'aide d'un balisage et de deux caméras, chaque sujet sera amené à effectuer 2 types de changement de direction : 70° ; 110°. L'entrée et la sortie de chaque répétition est matérialisée par des cellules photo électriques. Après une course en ligne droite de 5 mètres, le sujet devra orienter un changement de direction pour franchir la porte de sortie selon l'angle choisi parmi ceux cités précédemment. Chaque

répétition s'effectue d'un côté puis de l'autre. Il y a donc un total de 6 répétitions à effectuer correspondant au côté droit et gauche pour les 3 degrés de direction. Nous répéterons 3 fois la séquence pour chaque sujet et ainsi réaliser 12 changements de direction au total. C'est la séquence qui aura induit le plus faible score qui sera retenue (cf. Annexe 3).

Après avoir effectué les prises vidéos, chaque sujet fera l'objet d'un arrêt sur image et d'une capture d'écran au moment de la pose du pied (dernier appui avant le changement de direction), de face et de profil. Une capture d'écran est également effectuée au moment de la propulsion dans la direction souhaitée (lorsque l'appui va quitter le sol) de face et de profil. A l'aide du logiciel Kinovéa, il est possible d'identifier le degré de valgus et d'observer le comportement du membre inférieur à des moments spécifiques.

- 2) Le Y balance test (YBT) ; Pour effectuer le test, trois bandes de ruban adhésif sont placées sur le sol en forme de Y. Les angles entre la bande antérieure et les deux bandes postérieures sont de  $135^\circ$  avec  $45^\circ$  entre les deux bandes postérieures. Chaque sujet doit ensuite se positionner en station unipodale et atteindre avec la jambe opposée, la distance la plus longue sur chacune des branches matérialisées au sol par le ruban (antérieur, postéro-médial, postéro-latéral). Pour chaque appui, il y aura un total de 3 essais. L'essai est invalide si le talon se décolle, si les mains décollent des hanches, si le sujet chute et si il y a un transfert du poids de corps sur le pied libre. Une fois le test effectué, on détermine un score (composite score ou CS) exprimé en pourcentage. Ce score est calculé en additionnant la distance (en cm) atteinte pour chaque direction, divisé ensuite par trois fois la longueur du membre inférieur. On multipliera ensuite par 100 pour obtenir un résultat en pourcentage. Le calcul de longueur du membre inférieur est effectué en prenant deux points, l'épine iliaque-antéro supérieure et le point le plus distal de la malléole tibiale.

#### 4.4.3 Le choix des tests

Le YBT me permet d'apprécier la qualité de mobilité et d'évaluer l'équilibre postural dynamique de chaque sujet. Une amélioration à ce test après protocole voudrait dire qu'on a

gagné en amplitude de mouvement et en stabilité. Etant donné la similitude entre les muscles sollicités durant ce test et ceux sollicités lors d'un changement de direction, il peut y avoir des bénéfices communs à l'application de l'haltérophilie pour le développement du joueur.

Le test de changement de direction proposé par Dos Santos et al en 2021 (testé et validé initialement en 2017) me permet d'observer et d'analyser la qualité du changement de direction de chaque sujet. C'est un outil simple d'utilisation et qui ne nécessite pas beaucoup de matériel pour être mis en place. Il me permet également de faire passer chaque sujet sans trop de délai et s'inclut parfaitement dans une séance de préparation physique à la suite d'un échauffement spécifique.

#### **4.5 Analyse statistique**

Pour effectuer l'analyse des résultats que j'ai obtenus après avoir fait vivre mon protocole aux sujets, je les compare à ceux obtenus avant le protocole pour en déduire une amélioration ou non des performances.

Avant de sélectionner le test adéquat, je m'assure de la normalité de mes résultats avec le test de Shapiro-Wilk et de l'homogénéité de mes variances grâce au test de Levene. Voici les paramètres ayant été vérifiés :

- COD à 70° avant et après protocole ; normalité vérifiée et homogène.
- COD à 110° avant et après protocole ; normalité vérifiée et homogène.
- Score composite jambe droite avant et après protocole ; normalité vérifiée et homogène.
- Score composite jambe gauche avant et après protocole ; normalité vérifiée et homogène.

Je choisis le test ANOVA à deux voies pour comparer les résultats étant donné que j'ai plus de deux échantillons à comparer.

Les valeurs sont considérées significatives pour un  $p < 0,05$ . J'ai réalisé les statistiques à l'aide du site Anastats et du logiciel Excel.

## 5. Résultats

Le choix du test ANOVA me permet de déterminer trois éléments qui sont notifiés T1, T2 et T3 dans les tableaux ci-dessous.

T1 indique qu'il y a une différence entre les groupes pour une valeur significative de 1% correspondant à  $p < 0,01$ .

T2 indique s'il y a un effet temps, c'est-à-dire si on a une évolution entre les valeurs obtenues avant et celles obtenues après le protocole, pour une valeur significative à 5% correspondant à  $p < 0,05$ .

T3 indique la valeur d'interaction, c'est-à-dire l'évolution de chacun des groupes dans le temps, pour une valeur significative à 5% correspondant à  $p < 0,05$ .

70°		Groupe témoin		Groupe Hal		Groupe HalFen	
Gauche		Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
1	7	7	3	3	4	4	
2	5	5	3	4	3	3	
3	6	7	5	3	5	3	
4	4	3	2	4	2	2	
5	5	4	2	2	4	4	
6	5	3	2	2	3	3	
<b>Moy</b>	5,3	4,8	2,8	3,0	3,5	3,2	
<b>ET</b>	1,0	1,8	1,2	0,9	1,0	0,8	
<b>ANOVA</b>	<b>T1</b>		<b>T2</b>		<b>T3</b>		
<b>p-value</b>	0,006		0,39		0,55		

Pour le paramètre COD à 70° avec pour appui la jambe gauche, la seule valeur significative correspond à T1.

110°		Groupe témoin		Groupe Hal		Groupe HalFen	
Gauche		Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
1	6	5	3	3	3	3	
2	5	5	2	3	4	3	
3	6	6	5	5	5	4	
4	4	5	8	6	2	2	
5	4	5	4	4	2	2	
6	5	5	2	2	5	5	
<b>Moy</b>	5,0	5,2	4,0	3,8	3,5	3,2	
<b>ET</b>	0,9	0,4	2,3	1,5	1,4	1,2	
<b>ANOVA</b>	<b>T1</b>		<b>T2</b>		<b>T3</b>		
<b>p-value</b>	0,1		0,55		0,53		

Pour le paramètre COD à 110° avec pour appui la jambe gauche, nous n'avons aucune valeur significative de p.

70°	Groupe témoin		Groupe Hal		Groupe HalFen	
Droite	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
1	6	6	4	4	6	5
2	6	5	6	5	3	3
3	6	5	5	5	1	1
4	4	5	3	3	4	4
5	5	4	2	2	4	4
6	3	4	3	3	2	2
<b>Moy</b>	5,0	4,8	3,8	3,7	3,3	3,2
<b>ET</b>	1,3	0,8	1,5	1,2	1,8	1,5
<b>ANOVA</b>	<b>T1</b>		<b>T2</b>		<b>T3</b>	
<b>p-value</b>	0,11		0,29		1	

Pour le paramètre COD à 70° avec pour appui la jambe droite, nous n'avons aucune valeur significative de p.

110°	Groupe témoin		Groupe Hal		Groupe HalFen	
Droite	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
1	6	4	4	3	6	5
2	6	7	2	2	7	6
3	5	3	5	5	5	5
4	4	4	5	5	4	3
5	4	4	1	1	3	3,0
6	3	3	3	3	3	3
<b>Moy</b>	4,7	4,2	3,3	3,2	4,7	4,2
<b>ET</b>	1,2	1,5	1,6	1,6	1,6	1,3
<b>ANOVA</b>	<b>T1</b>		<b>T2</b>		<b>T3</b>	
<b>p-value</b>	0,29		0,06		0,72	

Pour le paramètre COD à 110° avec pour appui la jambe droite, nous n'avons aucune valeur significative de p.

CS	Groupe témoin		Groupe Hal		Groupe HalFen	
Droite	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
1	88	89	102	104	85	91
2	91	90	92	95	92	95
3	102	102	87	91	104	106
4	99	100	83	86	101	103
5	94	96	105	106	94	97
6	85	87	99	104	99	102
<b>Moy</b>	93,2	94,0	94,7	97,7	95,8	99,0
<b>ET</b>	6,5	6,2	8,7	8,2	6,9	5,6
<b>ANOVA</b>	<b>T1</b>		<b>T2</b>		<b>T3</b>	
<b>p-value</b>	0,64		0,000003		0,016	

Pour le paramètre CS de la jambe droite, nous avons une valeur significative pour T2 et T3.

CS	Groupe témoin		Groupe Hal		Groupe HalFen	
Gauche	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
1	90	89	104	106	87	94
2	91	92	89	95	95	98
3	100	101	84	89	102	105
4	103	101	85	91	99	100
5	96	99	107	108	95	102
6	87	88	97	98	100	105
<b>Moy</b>	94,5	95,0	94,3	97,8	96,3	100,7
<b>ET</b>	6,2	6,0	9,8	7,8	5,4	4,3
<b>ANOVA</b>	<b>T1</b>		<b>T2</b>		<b>T3</b>	
<b>p-value</b>	0,62		0,00009		0,022	

Pour le paramètre CS de la jambe gauche, nous avons une valeur significative pour T2 et T3.

À la suite du test ANOVA, on observe des valeurs significatives pour lesquelles nous ne pouvons pas encore situer les différences. On effectue alors un test T de Student afin de déterminer les différences entre les groupes.

Facteur T2 - CS Gauche			
	G1	G2	G3
<b>Avant-Après</b>	0,52	<b>0,015</b>	<b>0,007</b>
Facteur T3 - CS Gauche			
	G1 - G2	G1 - G3	G2 - G3
<b>Delta</b>	<b>0,034</b>	<b>0,01</b>	0,56

Le test de Student a révélé une valeur de p significative pour les groupes Hal et HalFen pour le facteur T2 sur le membre inférieur gauche.

Ce qui veut dire que le groupe Hal et HalFen se sont améliorés au YBT pour ce membre à l'issue du protocole.

Concernant le facteur T3, on constate une valeur significative de p pour le groupe Hal et HalFen. Ce qui veut dire que le groupe Hal et le groupe HalFen se sont améliorés de façon significative par rapport au groupe témoin à l'issue du protocole.

Facteur T2 - CS Droit			
	G1	G2	G3
<b>Avant-Après</b>	0,14	<b>0,0035</b>	<b>0,0032</b>
Facteur T3 - CS Droit			
	G1 - G2	G1 - G3	G2 - G3
<b>Delta</b>	<b>0,016</b>	<b>0,012</b>	0,84

Le test de Student a révélé une valeur de p significative pour les groupes Hal et HalFen pour le facteur T2 sur le membre inférieur droit.

Ce qui veut dire que le groupe Hal et HalFen se sont aussi améliorés au YBT pour ce membre à l'issue du protocole.

De la même manière que pour le côté gauche, on constate une valeur significative de p pour le groupe Hal et HalFen au facteur T3. Ce qui signifie qu'ils se sont améliorés de façon significative par rapport au groupe témoin à l'issue du protocole.

Enfin, j'utilise le  $d$  de Cohen pour mesurer la taille d'effet de mon entraînement sur la variable CS. Le  $d$  de Cohen est indépendant et n'a aucune relation avec la significativité des résultats obtenus aux tests ANOVA et Studen. Cependant, il me permet de lui attribuer une note pour laquelle, selon l'effet, on pourra en déduire une pertinence ou non dans l'entraînement.

Le groupe Hal obtient un score de 0,6 sur le côté gauche et 0,6 sur le côté droit. Ce qui correspond à un effet moyen.

Le groupe HalFen obtient un score de 0,7 sur le côté gauche et 0,9 sur le côté droit. Ce qui correspond respectivement à un effet moyen et un effet élevé.

## 6. Discussion

### 6.1 Interprétation

L'analyse statistique nous révèle qu'il n'y a pas d'augmentation significative de la qualité du changement de direction, quel que soit le groupe. L'hypothèse selon laquelle aucun geste ne permet d'améliorer le CMAS est ainsi vérifiée.

Cependant, on constate une amélioration significative du CS pour les groupes Hal et HalFen sur les deux côtés. L'analyse statistique met en évidence que les méthodes employées sur les groupes Hal et HalFen ont eu des effets bénéfiques sur la capacité des sujets à contrôler le membre inférieur. L'haltérophilie permet d'améliorer le contrôle moteur pour le mouvement de flexion du membre inférieur en station unipodale et ce, indépendamment des gestes semi-techniques utilisés (debout ou fente). En effet, il n'y a pas de différence significative entre le groupe Hal et le groupe HalFen dans l'amélioration du CS.

Ceci démontre l'intérêt de l'haltérophilie en addition d'un programme de musculation. Nous savons que le YBT permet d'évaluer l'équilibre dynamique des individus (Gonzalez et al, 2022) sur le membre inférieur et que ce paramètre est fortement corrélé à un risque de blessure sur le LCA. Outre la volonté d'améliorer la qualité du changement de direction, l'amélioration du contrôle moteur constitue un élément clé dans la préparation physique des joueurs de football. Il semble que l'haltérophilie a un rôle préventif sur le membre inférieur qui peut être lié à la coordination musculaire et le renforcement spécifique des muscles engagés dans la rotation externe du genou.

On peut également relativiser le CMAS et approfondir l'analyse. Nous savons que le CMAS est la somme de différentes variables mais qui ne sont pas toutes en relation direct avec le contrôle dynamique du membre inférieur. Une analyse supplémentaire a été réalisée à l'issue des résultats pour nuancer la non significativité obtenue au CMAS pour l'ensemble des groupes. La somme des moyennes de chaque sujet pour les critères 4 et 9 ont été réalisées et comparées entre elles avant et après.

Après analyse, il apparaît qu'il n'y a aucune modification pour les critères concernés, ce qui écarte totalement l'hypothèse d'une amélioration de la qualité du changement de direction par l'initiation à l'haltérophilie et ce quel que soit les gestes semi-techniques utilisés.

La qualité du changement de direction étant multifactorielle (Dos Santos et al, 2021), on suppose qu'un travail spécifique doit lui être dédié dans la volonté de le faire progresser.

## 6.2 Limites

Il a été difficile de mettre en place le protocole pour un large groupe. Le fait d'intervenir dans un milieu professionnel dans lequel il y a beaucoup d'enjeux économiques, a été un frein à cette étude. Initialement, les groupes devaient être composés de 10 à 12 sujets. Pour des raisons de santé ou de gestion, certains sujets ont été écartés de l'étude afin de ne pas nuire aux performances du club. De plus, pour les mêmes raisons, une partie des sujets n'a pas pu réaliser les tests finaux au même moment que les autres. La plupart des sujets ont fait partie du groupe témoin, ce qui a limité l'impact sur les résultats mais cela reste non négligeable.

## 6.3 Applications sur le terrain

Il y a bien des avantages à intégrer de l'haltérophilie dans la préparation physique des joueurs de football. Outre le développement de l'explosivité sur le membre inférieur (Hackett et al, 2016), on constate également une amélioration de la capacité à contrôler le membre inférieur comme lors du YBT. Pour le préparateur physique qui souhaite limiter les risques de blessure sur le LCA, je recommande d'intégrer un travail de musculation couplé à des gestes issus du répertoire haltérophile, ainsi qu'un travail spécifique sur le changement de direction.

Il peut s'agir de la répétition d'un schéma de course sécurisant et qui n'implique pas ou très peu de contrainte sur le membre inférieur lors de la décélération et de la transmission de force au sol. Ceci pouvant être mesuré par le CMAS par observation et analyse.

On peut également faire le parallèle de cet apprentissage avec la méthodologie employée en haltérophilie. Il y a d'abord un développement des schémas moteurs avec l'utilisation de tempo dans les exécutions (ralentir volontairement le déplacement). Une fois acquis, ces schémas sont reproduits à de plus grandes vitesses.

## 6.4 Perspectives

L'utilisation de l'électromyogramme peut être pertinente dans un but de mettre en évidence l'activation des muscles stabilisateurs du genou lors des gestes d'haltérophilie. Actuellement, on suppose que c'est le cas mais sans certitude.

## 7. Conclusion

L'haltérophilie est un outil qui permet de réduire le risque de blessure sur le LCA chez les joueurs de football. En effet, puisqu'il intervient directement sur l'une des causes de sa rupture, à savoir le valgus dynamique du genou. L'utilisation de mouvements semi-techniques avec une réception en fente est à priori le meilleur complément à un programme de musculation classique.

## 8. Références bibliographiques

Grimm, N. L., Jacobs, J. C., Jr, Kim, J., Denney, B. S., & Shea, K. G. (2015). Anterior Cruciate Ligament and Knee Injury Prevention Programs for Soccer Players: A Systematic Review and Meta-analysis. *The American journal of sports medicine*, 43(8), 2049–2056. <https://doi.org/10.1177/0363546514556737>

Dos Santos, T., Thomas, C., McBurnie, A., Donelon, T., Herrington, L., & Jones, P. A. (2021). The Cutting Movement Assessment Score (CMAS) Qualitative Screening Tool: Application to Mitigate Anterior Cruciate Ligament Injury Risk during Cutting. *Biomechanics*, 1(1), 83-101. <https://doi.org/10.3390/biomechanics1010007>

Suchomel, T. J., Wright, G. A., Kernozeck, T. W., & Kline, D. E. (2014). Kinetic comparison of the power development between power clean variations. *Journal of strength and conditioning research*, 28(2), 350–360. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31829a36a3>

Suchomel, T.J., Comfort, P. & Stone, M.H. Weightlifting Pulling Derivatives: Rationale for Implementation and Application. *Sports Med* 45, 823–839 (2015). <https://doi.org.ressources-electroniques.univ-lille.fr/10.1007/s40279-015-0314-y>

Kipp, Kristof1; Redden, Josh2; Sabick, Michelle B.3; Harris, Chad4. Weightlifting Performance Is Related to Kinematic and Kinetic Patterns of the Hip and Knee Joints. *Journal of Strength and Conditioning Research* 26(7):p 1838-1844, July 2012. | DOI: 10.1519/JSC.0b013e318239c1d2

Wislø U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Ho J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*. 2004 Jun;38(3):285-8. doi: 10.1136/bjsm.2002.002071. PMID: 15155427; PMCID: PMC1724821. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1724821/pdf/v038p00285.pdf>

Morgan, O. J., Drust, B., Ade, J. D., & Robinson, M. A. (2021). Change of direction frequency off the ball: new perspectives in elite youth soccer. *Science and Medicine in Football*, 6(4), 473–482. <https://doi.org/10.1080/24733938.2021.1986635>

Dos Santos, T., Thomas, C., Comfort, P. et al. The Effect of Angle and Velocity on Change of Direction Biomechanics: An Angle-Velocity Trade-Off. *Sports Med* 48, 2235–2253 (2018).  
<https://doi.org/10.1007/s40279-018-0968-3>

Shin, C. S., Chaudhari, A. M., & Andriacchi, T. P. (2011). Valgus plus internal rotation moments increase anterior cruciate ligament strain more than either alone. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(8), 1484–1491.  
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31820f8395>

González-Fernández, F. T., Martínez-Aranda, L. M., Falces-Prieto, M., Nobari, H., & Clemente, F. M. (2022). Exploring the Y-Balance-Test scores and inter-limb asymmetry in soccer players: differences between competitive level and field positions. *BMC sports science, medicine & réhabilitation*, 14(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00438-w>

Hackett D, Davies T, Soomro N, Halaki M. Olympic weightlifting training improves vertical jump height in sportspeople: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2016;50(14):865-872. doi:10.1136/bjsports-2015-094951

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/ressources-electroniques.univ-lille.fr/26626268/>

Besier, T. F., Lloyd, D. G., Cochrane, J. L., & Ackland, T. R. (2001). External loading of the knee joint during running and cutting maneuvers. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(7), 1168–1175. <https://doi.org/10.1097/00005768-200107000-00014>

Neptune, R. R., Wright, I. C., & van den Bogert, A. J. (1999). Muscle coordination and function during cutting movements. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(2), 294–302. <https://doi.org/10.1097/00005768-199902000-00014>

## 9. Annexes

### Annexe 1 ; séances haut du corps

Ci-dessous, les 6 séances pour le développement du haut du corps.

Exercice	Travail	Repos	Intensité
Tirage horizontal allongé	4 séries 6 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Tirage vertical à la poulie prise supination	4 séries 8 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Tirage menton avec kettlebell	4 séries 10 répétitions	1:00 min / série	RER = 4
Gainage hollow	4 séries 45 secondes	1:00 min / série	PDC
Palov press avec rotation du buste	4 séries 10 répétitions / côté	1:00 min / série	élastique

Tableau 1 ; Séance 1 haut du corps pour le groupe témoin durant le protocole.

Exercice	Travail	Repos	Intensité
Tirage horizontal allongé	4 séries 6 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Tirage vertical à la poulie prise supination	4 séries 8 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Tirage haut d'arraché départ suspension haute	4 séries 5 répétitions	1:00 min / série	RPE 7
Gainage hollow	4 séries 45 secondes	1:00 min / série	PDC
Palov press avec rotation du buste	4 séries 10 répétitions / côté	1:00 min / série	élastique

Tableau 2 ; Séance 1 haut du corps pour le groupe Hal durant le protocole.

Exercice	Travail	Repos	Intensité
Tirage horizontal allongé	4 séries 6 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Tirage vertical à la poulie prise supination	4 séries 8 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Jeté fente départ nuque	4 séries 5 répétitions (2 séries par jambe)	1:00 min / série	RPE 7
Gainage hollow	4 séries 45 secondes	1:00 min / série	PDC
Palov press avec rotation du buste	4 séries 10 répétitions / côté	1:00 min / série	élastique

Tableau 3 ; Séance 1 haut du corps pour le groupe HalFen durant le protocole.

Exercice	Travail	Repos	Intensité
Développé couché	4 séries 8 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Développé militaire assis aux haltères	4 séries 8 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Tirage bûcheron	4 séries 8 répétitions / côté	1:00 min / série	RER = 2
Triceps au front avec haltères	4 séries 10 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Rotation landmine	4 séries 10 répétitions	1:00 min / série	Barre olympique + 5kg

Tableau 4 ; Séance 2 haut du corps pour le groupe témoin durant le protocole.

Exercice	Travail	Repos	Intensité
Développé couché	4 séries 8 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Jeté force départ nuque	4 séries 8 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Tirage bûcheron	4 séries 8 répétitions / côté	1:00 min / série	RER = 2
Triceps au front avec haltères	4 séries 10 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Rotation landmine	4 séries 10 répétitions	1:00 min / série	Barre olympique + 5kg

Tableau 5 ; Séance 2 haut du corps pour le groupe Hal durant le protocole.

Exercice	Travail	Repos	Intensité
Développé couché	4 séries 8 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Passage de jeté	4 séries 5 répétitions (2 séries par jambe)	1:00 min / série	RPE 7
Tirage bûcheron	4 séries 8 répétitions / côté	1:00 min / série	RER = 2
Triceps au front avec haltères	4 séries 10 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Rotation landmine	4 séries 10 répétitions	1:00 min / série	Barre olympique + 5kg

Tableau 6 ; Séance 2 haut du corps pour le groupe HalFen durant le protocole.

## Annexe 2 ; séances bas du corps

Ci-dessous, les 6 séances pour le développement du bas du corps.

Exercice	Travail	Repos	Intensité
Back squat méthode lourd / léger	4 séries 2(1) + 4(2) répétitions	1:00 min / série	(1)RER = 1 (2)50% du lourd
Hip thrust à la barre	4 séries 5 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Fentes bulgares aux haltères	4 séries 8 répétitions / jambe	1:00 min / série	RPE 7
Farmer carry + Pogo unipodal	4 séries A/R sur 10 mètres 20 sec / pied	1:00 min / série	RPE 7 PDC

Tableau 7 ; Séance bas du corps pour le groupe témoin durant le protocole.

Exercice	Travail	Repos	Intensité
Back squat méthode lourd / léger	4 séries 2(1) + 4(2) répétitions	1:00 min / série	(1)RER = 1 (2)50% du lourd
Tirage lourd d'épaule	4 séries 5 répétitions	1:00 min / série	RPE 7
Passage d'épaule réception debout	4 séries 5 répétitions	1:00 min / série	RPE 7
Farmer carry + Pogo unipodal	4 séries A/R sur 10 mètres 20 sec / pied	1:00 min / série	RPE 7 PDC

Tableau 8 ; Séance bas du corps pour le groupe Hal durant le protocole.

Exercice	Travail	Repos	Intensité
Back squat méthode lourd / léger	4 séries 2(1) + 4(2) répétitions	1:00 min / série	(1)RER = 1 (2)50% du lourd
Tirage lourd d'épaule	4 séries 5 répétitions	1:00 min / série	RPE 7
Passage d'épaule réception en fente	4 séries 5 répétitions (2 séries par jambe)	1:00 min / série	RPE 7
Farmer carry + Pogo unipodal	4 séries A/R sur 10 mètres 20 sec / pied	1:00 min / série	RPE 7 PDC

Tableau 9 ; Séance bas du corps pour le groupe HalFen durant le protocole.

### Annexe 3

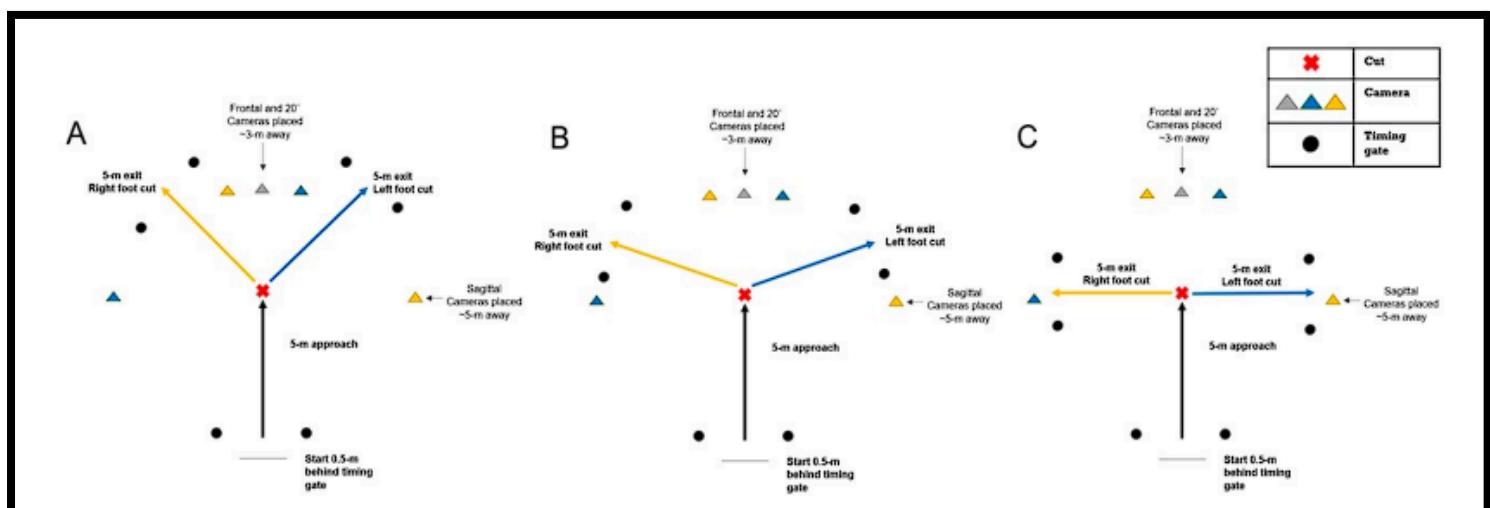


Schéma 1 ; illustration du test de changement de direction (CMAS).

## Annexe 4

Angle de caméra		Variable	Observation		Score	
Avant contact						
Profil / 20 - 45°	1	Stratégie de COD identifiée	Oui	Non	Oui = 0	Non = 1
Au contact						
Face / 20 - 45°	2	Distance latérale entre l'appui et le grand trochanter (à l'impact)	P / M / G		2 / 1 / 0	
Face / 20 - 45°	3	Hanche en rotation interne (à l'impact)	Oui	Non	Oui = 1	Non = 0
Face / 20 - 45°	4	Valgus du genou (à l'impact)	Oui	Non	Oui = 1	Non = 0
Face et profil	5	Position neutre du pied	Oui	Non	Oui = 1	Non = 0
Face / 20 - 45°	6	Position du tronc par rapport à la direction du COD	L / RT / D / M		2 / 2 / 0 / 1	
Profil / 20 - 45°	7	Tronc droit ou en arrière pendant le contact (à l'impact et pendant)	Oui	Non	Oui = 1	Non = 0
Profil / 20 - 45°	8	Flexion de genou limitée $\leq 30^\circ$ (pendant le COD)	Oui	Non	Oui = 1	Non = 0
Face / 20 - 45°	9	Valgus du genou excessif (pendant le COD)	Oui	Non	Oui = 1	Non = 0
Faible $\leq 3$		Modéré 4 / 6	Elevé $\geq 7$	Score		/11
COD = changement de direction ; P : proche ; M : modéré ; G : grande ; L : latéral ; RT : rotation du tronc ; D : droit ; M : médial						

Table 1 ; critères d'évaluation du CMAS.

## 10. Résumé

L'objectif de cette étude est de montrer les effets de l'initiation à l'haltérophilie sur la qualité du changement de direction chez des joueurs de football (U19). De la qualité du changement de direction, en découle le risque de blessure sur le LCA. On identifie 3 groupes répartis aléatoirement et suivant un programme de musculation classique. L'un des groupes aura en supplément des mouvements semi-techniques (issus de l'haltérophilie) en réception debout et un autre groupe en réception en fente. L'évaluation se fera au travers de deux tests, le CMAS et le YBT. Les résultats obtenus ont montré une amélioration significative au YBT mais pas pour le CMAS. Cela suggère une diminution du risque de blessure par l'amélioration de la capacité à contrôler le membre inférieur. L'haltérophilie est donc un outil pertinent dans la préparation physique du footballeur. En étant couplé à un programme de musculation et un travail spécifique sur le changement de direction, on peut attendre une réduction significative du risque de blessure et une amélioration de la qualité du changement de direction.

## 11. Abstract

The objective of this study is to demonstrate the effects of introducing weightlifting on the quality of change of direction in U19 football players. The quality of change of direction is directly related to the risk of ACL injury. Three groups were randomly assigned and followed a standard strength training program. One of the groups additionally performed semi-technical weightlifting movements with a standing reception, while another group performed the same movements with a lunge reception. Evaluation was conducted through two tests: the CMAS and the YBT. The results showed a significant improvement in the YBT, but not in the CMAS. This suggests a reduction in injury risk through improved lower limb control. Weightlifting is therefore a relevant tool in the physical preparation of football players. When combined with a strength training program and specific work on change of direction, a significant reduction in injury risk and an improvement in change of direction quality can be expected.

Mots clés : haltérophilie, football, changement de direction

Key words : weightlifting, soccer, change of direction

Compétences : planifier, initier et comparer.