

Master 1^{ère} année mention STAPS : EOPS

ENTRAINEMENT ET OPTIMISATION DE LA PERFORMANCE SPORTIVE

ANNEE UNIVERSITAIRE 2021-2022

MEMOIRE

TITRE : LE DEVELOPPEMENT DE L'EXPLOSIVITE, DE
LA FORCE ET DE LA VITESSE DANS LE FOOTBALL
CHEZ DES ADOLESCENTS DE 16-17 ANS.

PRESENTE PAR : MARTIN DESTANNES FROMENT

SOUS LA DIRECTION DE : PHILIPPE CAMPILLO

SOUTENU LE 28 / 06 / 2022

DEVANT LE JURY :

DUFOUR YANCY, DELERUE FLORENCE, VINCENT JORIS
ET CAMPILLO PHILIPPE

STAPS : EOPS (ENTRAINEMENT ET OPTIMISATION DE LA PERFORMANCE SPORTIVE)

« 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 :

Tout d'abord, merci au club de l'US Lesquin, à leurs dirigeants et à leurs éducateurs, de m'avoir accepté en stage au sein de la structure, de m'avoir intégré en tant qu'éducateur du club. Je les remercie m'accorder de nouveau leur confiance pour la saison prochaine. C'est une belle opportunité que de pouvoir encadrer une équipe de joueur de 17 ans (U17) en régional 2.

J'aimerai également remercier Mehdi AISSA, mon tuteur de stage avec lequel j'ai travaillé pour faire progresser notre équipe dans les meilleures conditions. Ce travail m'a permis de vivre une saison fantastique avec l'équipe, en étant récompensé par une belle 2^{ème} place au classement de Régional 2.

Par la suite, je remercie fortement les joueurs de l'équipe U17 de Lesquin pour leur écoute, leur compréhension et leur implication dans le bon déroulement du protocole expérimental et plus généralement des entrainements effectués durant toute la saison 2021-2022.

Je souhaite désormais remercier M. Philippe Campillo, d'avoir accepté de devenir mon directeur de mémoire alors que mon retard dans l'élaboration de ce dernier était conséquent. Son suivi, ses conseils et son aide m'ont été précieux.

Je remercie également mes amis pour leur avis et leur aide vis-à-vis de la situation dans laquelle je me trouvais. Merci également à eux pour leur relecture.

Enfin, je remercie tout particulièrement mes parents qui ont su me remotiver alors même que je traversais une période difficile dans ma vie. Avec leur accompagnement, leurs conseils et leurs relectures, ils m'ont constamment épaulé durant cette année.

Sommaire :

1. Introduction	7
2. Revue de littérature	8
2.1. Explosivité	8
2.1.1. Définition	8
2.1.2. Les méthodes de développement de l'explosivité	9
2.2. Vitesse	12
2.2.1. Définition	13
2.2.2. Temps de réaction	13
2.2.3. Accélération	14
2.3. Travail explosif et de vitesse chez l'adolescent	14
3. Problématique, objectifs et hypothèses	16
3.1. Problématique	16
3.2. Objectifs	16
3.3. Hypothèses	17
4. Le stage	18
4.1. Milieu professionnel	18
4.2. Sujets	19
4.3. Matériel et techniques de mesure	20
4.4. Protocole	21
4.5. Analyse statistique	24
5. Résultats	25
6. Discussion	29
7. Conclusion	32
Bibliographie :	33
Annexe :	35
Résumé et mots clés	41
Abstract and keywords	42
Compétences acquises	43

Glossaire :

US Lesquin (USL) : Union Sportive de Lesquin (club de football)

U17 : Under 17 years old (catégorie moins de 17 ans)

U13 : Under 13 years old (catégorie moins de 13 ans)

m : mètre

N : Newton

s : seconde

ms : milliseconde

km/h : kilomètre par heure

min : minute

CMJ : Counter Movement Jump

1. Introduction

Le football est un sport né en 1863 à l'université de Cambridge, suite à l'uniformisation des règles de jeu entre plusieurs écoles et la séparation avec le rugby. Il est désormais le sport le plus populaire au monde. Une équipe est composée de 11 joueurs placés à différents postes sur le terrain. Chaque poste nécessite des capacités physiques spécifiques. D'après Bangsbo (2006), ces différences individuelles dans les exigences physiques doivent être prises en compte lors de la planification des stratégies d'entraînements. En revanche, certaines capacités sont omniprésentes lors de la pratique pour chaque joueur d'une équipe, c'est le cas de la vitesse et de la force explosive (ou explosivité).

Le développement de la vitesse et de l'explosivité est un sujet central et récurrent en préparation physique et d'autant plus dans le football, car les joueurs sont perpétuellement en mouvement. En effet, l'explosivité et la vitesse sont très importants dans le football moderne, où le joueur doit être un athlète avant tout. Dans le jeu, les joueurs ne cessent de se déplacer à différentes allures ce qui amène à accélérer un grand nombre de fois dans un match. Ces capacités font partie intégrante de la pratique du football et doivent être des qualités, parmi de nombreuses autres, sur lesquelles les joueurs doivent s'appuyer. Elles sont utilisées au travers de nombreux mouvements présents dans ce sport comme les accélérations, les sprints, les changements de directions, les duels aériens, les frappes... Elles peuvent se travailler dès le plus jeune âge à différentes échelles (charge de travail), suivant la population (âge, gabarit, forme physique) et suivant la période (début, milieu ou fin de saison, période de compétition, espacement avec les matchs). Le développement de ces capacités peut amener à transformer positivement le jeu de l'équipe et de ses joueurs.

J'ai effectué mon stage dans le club de football de l'US Lesquin en tant qu'éducateur et préparateur physique auprès de l'équipe des U17 masculin du club. Durant la saison 2021/2022, j'ai travaillé en collaboration avec Mehdi AISSA, un autre éducateur de football, auprès de la même équipe. Les semaines étaient composées de trois entraînements (lundi, mercredi et jeudi) en temps normal et de deux (lundi et jeudi) lors de la période hivernale ainsi que d'un match chaque week-end. J'ai été amené à travailler avec cette équipe et ses joueurs à l'amélioration de la vitesse et de l'explosivité. J'ai choisi comme sujet d'étude : le développement de l'explosivité et de la vitesse dans le football chez les adolescents. Quelles sont les méthodes les plus efficaces pour parvenir à un résultat améliorant la performance ?

Ce mémoire, composé de sept parties, expose la démarche scientifique conduite durant ce stage. Tout d'abord, nous décrirons la thématique retenue et expliquerons la problématique avec les objectifs concrets de cette étude et les hypothèses de travail. Ensuite, nous exposerons la description du protocole complet avec les méthodes mises en place et le matériel utilisé. Pour finir, nous présenterons les résultats et leur analyse.

2. Revue de littérature

2.1. Explosivité

L'explosivité est une notion importante en football, elle sert à bondir pour un départ en sprint, à sauter à la suite d'une course (ou en étant à l'arrêt) ou encore à changer de direction brusquement (Ziane, 2016) Elle sert également à accélérer rapidement lorsqu'on est déjà en train de courir, pour un appel par exemple.

2.1.1. Définition

L'explosivité ou force explosive est la capacité du système à produire un maximum de force dans un laps de temps le plus petit possible (Miller et al., 1997). D'après Ziane (2016) l'explosivité est une forme d'expression de la puissance. « D'un point de vue physiologique, c'est la capacité à enclencher, en un temps court, une forte contraction musculaire, dans la pratique : c'est la capacité à produire un effort sur un temps très bref. »

L'expression de cette force explosive peut être représentée sur une courbe « Force-Temps ».

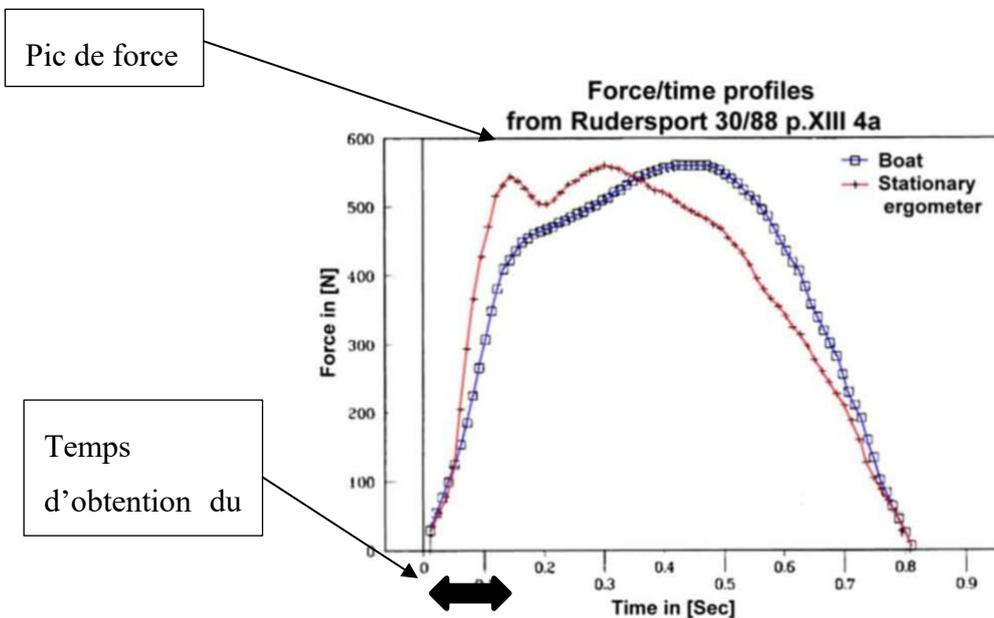


Figure 1 : Graphique Force-Temps (Extrait de « Le développement de la force explosive des membres inférieurs aux rugby à XV », p. 5, Schmitz, 2011)

Sur la Figure 1, on observe le développement de la force explosive (première partie de la courbe), c'est-à-dire l'obtention d'un pic de force sur un temps le plus court possible. On s'intéresse au temps de contraction du muscle pour obtenir une puissance maximale de celui-ci.

L'explosivité est également décrite par Miller et al. (1997) comme « la capacité du système neuromusculaire à augmenter le plus rapidement possible le niveau des forces qu'il exprime. » Toutes ces définitions mettent en valeur la notion de « force » qui est au centre du développement de l'explosivité. C'est pourquoi Cometti (2009) prouvera, par la suite, que le fait de soulever une charge lourde avant d'exécuter un test de saut (par ce fait, mettre en jeu la force explosive) permet d'augmenter la performance de ce saut, sans prendre en compte la fatigue musculaire. Il montre à travers cette étude que la force maximale joue un rôle important dans la production d'une force explosive.

C'est Gilles Cometti, dans les années 1990, qui a commencé à modifier la conception de la préparation physique en Football. Auparavant l'amélioration de la performance était majoritairement centrée sur l'endurance et seulement après, on travaillait la force et la vitesse. A l'époque, les entraîneurs et préparateurs physiques avaient prouvé qu'une très faible partie des efforts physiques fournis par le footballeur correspondait à un effort explosif. En revanche, Cometti (dans sa publication « Aspects nouveaux de la préparation physique en sports collectifs », 2012b) a démontré que c'est bien cette faible partie des efforts qui avait le plus d'influence sur le jeu et qui était la plus importante. Les efforts lents et moyens sont tout de même primordiaux mais moins impactants lors d'un match.

2.1.2. Les méthodes de développement de l'explosivité

La vitesse de réalisation d'un geste en football doit être la plus rapide possible, de manière à pouvoir surprendre l'adversaire en un contre un, ou d'exécuter une frappe en un minimum de temps. Il existe une autre notion importante dans ce sport : la répétition. En effet, il ne suffit pas de savoir-faire un seul mouvement de façon explosive, mais de savoir le répéter un maximum de fois. « *Les actions très intenses avoisinent aujourd'hui 15% du temps de jeu* » et « *80% des buts sont la résultante d'un sprint ou d'une course explosive* » (Faye, p. 19, 2009).

Ces répétitions doivent être exécutées en augmentant au minimum le temps pour atteindre la puissance maximale et en diminuant le moins possible cette même puissance. Il faut donc prendre en compte l'endurance musculaire dans le développement de l'explosivité pour le football.

Il existe plusieurs moyens pour développer la force explosive :

- La méthode « stato-dynamique » : c'est l'association de deux phases lors d'un même mouvement. Une phase concentrique ou excentrique (dynamique) suivie d'une phase isométrique (statique). Cette méthode est largement utilisée et efficace pour le travail de la force explosive. Pour l'exécuter correctement, il faut bloquer la position (contraction isométrique) pendant 5 à 7 secondes en respectant l'angulation souhaitée par l'athlète et initier de la façon la plus explosive possible un mouvement concentrique.

- Dans le football, le travail de départ en sprint arrêté (5-10 mètres maximum) est régulièrement utilisé dans les entraînements pour développer l'explosivité. Ce travail peut être très varié, ce qui apporte un poids à cette méthode car elle peut simuler de nombreuses situations présentes dans le football. On peut amener de la variation dans la position de départ (de face, de côté, de dos...), avec une résistance ou avec de l'aide (élastique) ou avec des obstacles au démarrage (une haie qui simule un tacle à éviter par exemple).

- La méthode la plus fréquemment utilisée est la pliométrie. Cette méthode d'entraînement améliore la vitesse et la force d'un groupe musculaire (Barilli, 2015). Dans le cadre du football, il a été prouvé que cette méthode permet d'accroître les vitesses de sprint et d'agilité. C'est en 1966 que Verkhoshansky, un entraîneur et physiologiste russe, développa cette méthode comme entraînement pour des triples-sauteurs. C'est une nouvelle fois Gilles Cometti (1987) qui explique parfaitement cette méthode. Il définit les termes de la pliométrie comme ceci (Cometti, p. 14, 1987) : « *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)* ». Plus tard, Cometti (2012a) et Dufour (2009) constatent que l'activité musculaire est plus importante lors d'un exercice pliométrique que lors d'un exercice de force maximale. La méthode de pliométrie travaille sur l'élasticité du muscle qui est soumis à un allongement puis se raccourcit immédiatement. Ce phénomène est très fréquent lors d'exercices d'impulsion, de sauts verticaux et horizontaux. En football il existe différents types d'exercices en pliométrie (Figure 2).

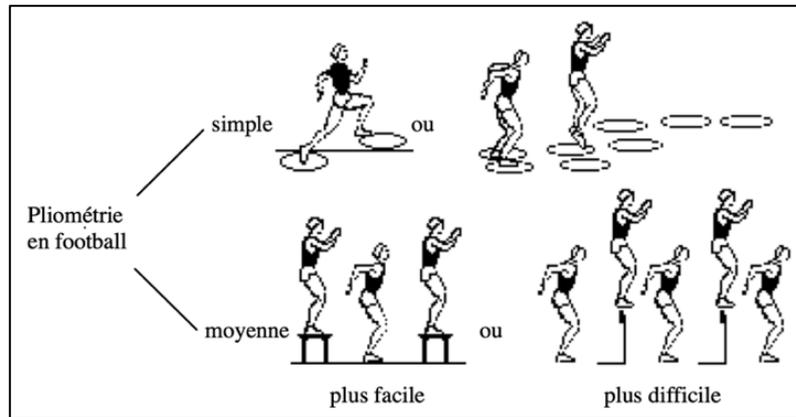


Figure 2 : Exemples de pliométrie dans le football (extrait de Cometti 2012b)

D'après Bosco (1985), la pliométrie élève le seuil des récepteurs de Golgi et diminue le temps de couplage entre les deux régimes de contraction (excentrique et concentrique). La capacité à inverser le régime de contraction et à restituer l'énergie élastique (accumulée lors de la phase excentrique), permet d'améliorer la vitesse de contraction des muscles (et donc la vitesse des membres inférieurs dans le cas du footballeur). D'après Pousson (1988), le travail de pliométrie engendre, chez le footballeur, l'amélioration de la sensibilité du fuseau neuromusculaire et l'augmentation de la raideur musculaire qui est propre à chaque athlète (elle diffère selon les personnes).

- Pour améliorer l'explosivité d'un joueur de foot, il faut majoritairement travailler la vitesse de la contraction mais aussi la puissance. Cometti (1989) cite Zatsiorski (1966) qui pense que le développement de la force implique de créer dans le muscle des tensions maximales. Sur le plan méthodologique, cet auteur envisage alors l'alternance dans deux directions (Figure 3) :
 - o Le développement de la force maximale.
 - o Le développement de la masse musculaire (inconvenient pour un joueur de football)

D'après lui, la force maximale théorique étant proportionnelle au volume musculaire, il s'agit ainsi d'alterner le développement de la capacité à mettre en action le maximum de fibres musculaires et le développement de leur volume (hypertrophie).

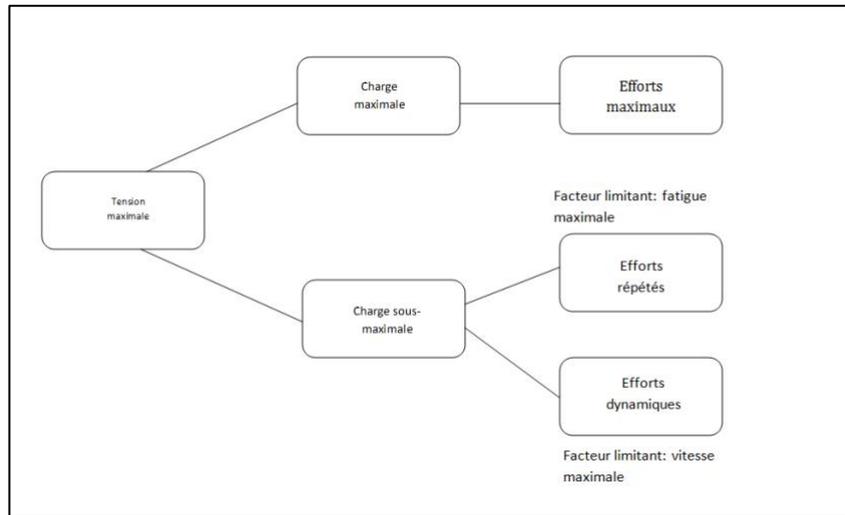


Figure 3 : Les méthodes de développement de la force selon Zatsiorski (1966)

Toutes ces méthodes de développement de la force explosive sont appuyées par des études mais certaines peuvent être plus adaptées à la population concernée et aux objectifs de l'équipe.

Dans le cas du footballeur, l'objectif est de développer la force maximale tout en limitant le développement de la masse musculaire. Le joueur de foot est avant tout un athlète, un coureur. Le fait de développer la masse musculaire à trop grande échelle va limiter la capacité de course et de déplacement. Il faut, par conséquent, trouver le juste équilibre entre le développement de la force et celui de la masse musculaire.

2.2. Vitesse

La vitesse est omniprésente dans un match de football, quel que soit le niveau ou la catégorie. Dans le football, on sait d'après Cometti (1990) que les efforts intenses, qui représentent uniquement 15% des efforts lors d'un match, sont les plus impactant sur le jeu. La vitesse appartient à cette catégorie d'effort. Elle est composée de différentes formes : « *Cette vitesse est multifactorielle et existe sous différentes formes : la vitesse gestuelle, la vitesse maximale, vitesse courte (accélération et démarrage), la vivacité, la vitesse-coordination, la vitesse-force, la survitesse et l'endurance-vitesse encore appelé capacité à répéter les sprints ou Repeated Sprint Ability (RSA)* » (Dellal, 2008).

La vitesse est primordiale sous toutes ses formes, comme la force-vitesse (ou force explosive/explosivité). Selon Carminati et al. (2003) la vitesse est influencée par la force développée. Cette qualité de force-vitesse est celle qui est la plus importante à maîtriser dans le football.

2.2.1. Définition

En sport, la vitesse, c'est le rapport entre la distance parcourue par un individu et la durée nécessaire à ce déplacement. Elle s'exprime en kilomètre par heure (km/h).

On travaille la vitesse de plusieurs manières en enchainant les sprints sur petite distance à chaque fois. Si la distance est trop grande l'amélioration de la vitesse sera moindre à cause de la fatigue musculaire. En football, on privilégie des courses de 5 à 20 mètres car elles représentent la majorité des sprints présents lors d'un match. Il n'y a pas de grande différence sur la distance moyenne de sprint entre les catégories séniors et les catégories adolescentes (U17 par exemple) car le terrain mesure la même taille et la qualité de jeu est très similaire. Ses sprints peuvent être rectiligne, courbé ou avec de multiples changements de direction (slalom par exemple).

Au football, nous considérons qu'un joueur atteint sa vitesse maximale aux alentours de 40 à 46 mètres (Bangsbo, 2008).

On peut ajouter à la vitesse pure, le temps de réaction qui précède l'accélération.

2.2.2. Temps de réaction

D'après Cordier (2017), le temps de réaction se définit comme étant la durée qui sépare une stimulation, quelle qu'elle soit, d'une réponse (musculaire dans notre cas). Il explique que le temps de réaction ne doit pas être confondu avec le réflexe : qui est un acte involontaire. La réaction est la réponse volontaire à la stimulation.

Ce temps résulte du parcours du message nerveux de la perception du message, à l'intégration et à l'élaboration d'une réponse. D'après Colakoglu (1993) le temps de réaction peut différer en fonction de certains facteurs tel que : l'âge, le sexe, l'état psychologique, la fatigue, l'altitude, l'alcool et l'utilisation de substances psychotropes.

Il existe 3 types de temps de réaction (Cordier, 2017) :

- Le temps de réaction simple, un seul choix possible, un seul stimulus
- Le temps de réaction de choix (complexe), avec plusieurs réponses possibles à différents stimulus
- Le temps de réaction de sélection (semi-complexe), plusieurs stimuli mais un seul nécessite une réponse.

Le temps de réaction peut être travaillé auprès des footballeurs. On peut imaginer des départs en sprints après un stimuli déclenché par le coach. Celui-ci peut être visuel, sonore, ou au toucher. La variation peut aussi être dans le type de temps de réaction (simple, complexe, semi-complexe).

2.2.3. Accélération

L'accélération est la capacité à pouvoir atteindre une vitesse maximale sur un temps très court (Gissis et al., 2006). C'est la vitesse atteinte sur les premières secondes lorsque l'athlète veut courir le plus rapidement possible.

Dans le football, l'accélération se caractérise par les premiers mètres lors d'un appel de balle en profondeur par exemple. Si le joueur est déjà en train de courir, l'accélération commence lorsque le joueur déclenche son appel et augmente sa vitesse de course.

Pour améliorer cette accélération on peut discerner deux méthodes (Touati et al., 2019) : la méthode en résistance et la méthode en force.

La méthode en résistance consiste à retenir le joueur lors d'un départ en sprint grâce à un élastique, de manière à augmenter la force à produire par l'athlète nécessaire pour augmenter sa vitesse.

La méthode en force consiste uniquement à renforcer les muscles qui servent à la poussée des membres inférieurs lors de l'accélération (extenseur et fléchisseur de hanche, quadriceps et ischio-jambiers).

2.3. Travail explosif et de vitesse chez l'adolescent

Pour une action explosive, on sait qu'il faut allier force maximale et vitesse de contraction. Or le travail de la force est souvent controversé quant à son utilisation pour certaines populations comme chez les enfants. Elle est souvent associée à une perte de croissance chez l'adolescent, idée communément admise jusqu'au début des années 2000, date à laquelle certaines études vont commencer à s'intéresser à ce sujet.

D'après une étude de Granacher et al. (2011), l'effet de la musculation chez les jeunes est bénéfique même s'il faut prendre une multitude de précautions pour prévenir des blessures. Ce sont Dupont et Bosquet (2007) qui affirment que la musculation, pratiquée dans de bonnes conditions, ne peut pas être dangereuse pour le jeune. Il est en revanche très important de savoir adapter le matériel et de leur apprendre les gestes et les postures de base afin de respecter au mieux le corps du sujet (Dupont et Bosquet, 2007). D'autres études ont traité de ce sujet en France et vont dans les mêmes sens, comme Pauly (2007) ou encore la référence dans le domaine : Van Praagh (2007).

Les adolescents peuvent développer des qualités de coordination et de vitesse maximale qui sollicitent de façon intense les articulations et les muscles.

La puberté est une période où il faut être particulièrement prudent en musculation et en préparation physique en général.

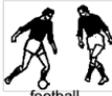
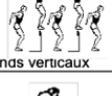
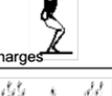
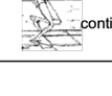
AGES		9-11 ans	12-13 ans	14-15 ans	16-17 ans	18-19 ans
FORCE	 football					
	 vitesse					
	 bonds horizontaux					
	 bonds verticaux					
	 charges			isométrie	stato-dyn.	concentrique
ENDURANCE	 intermittente					
	 continue					

Figure 4 : Les étapes du développement des qualités physiques chez le jeune footballeur (extrait de : « Aspects nouveaux de la préparation physique en sports collectifs », p.19, Cometti, 2012b)

D'après Cometti, la force est prioritaire chez le jeune footballeur. Il montre aussi à quel âge il est conseillé de commencer les différentes méthodes de renforcement.

Pour des joueurs U17 un travail de force en stato-dynamique et en isométrique serait à privilégier.

3. Problématique, objectifs et hypothèses

3.1. Problématique

La vitesse et l'explosivité sont des paramètres primordiaux dans la performance d'un footballeur. Ces deux capacités amènent systématiquement à un travail en force. Or il est difficile de mettre en place des méthodes d'entraînement avec charge chez les adolescents à cause du manque de moyens et de matériels dans la plupart des clubs amateur. L'entraînement avec charges est donc régulièrement négligé avec des équipes de jeunes, au profit de la pliométrie et du travail de sprint qui sont faciles à mettre en place.

Ma problématique est donc la suivante : un travail de force avec charges en complément de la pliométrie et d'un travail de vitesse change-t-il de manière significative les capacités d'explosivité et de vitesse chez l'adolescent ?

3.2. Objectifs

Les objectifs de cette étude sont d'abord de déterminer si le travail de force avec charge, en complément du travail de pliométrie et d'exercices de sprint, permet un meilleur développement de l'explosivité et de la vitesse chez les jeunes joueurs de football.

On pourra également déterminer si la pliométrie et les répétitions de sprints (programme sans charge) permettent d'augmenter significativement les qualités des joueurs.

Pour cela, dans le protocole, les joueurs ont été intégrés aléatoirement dans 3 groupes :

- **Le groupe témoin** : il effectue les entraînements habituels.
- **Le groupe expérimental n°1** : exercices de pliométrie et de sprints en parallèle des entraînements habituels.
- **Le groupe expérimental n°2** : exercices de travail en force avec charges + exercices de pliométrie et de sprint en parallèle des entraînements habituels.

Les groupes qui ont terminés les exercices qu'ils devaient effectuer avec moi pour le protocole, retournent auprès du deuxième entraîneur afin de continuer l'entraînement classique. Ils ne sont jamais seuls ou inactifs.

3.3. Hypothèses

Le sujet principal est l'amélioration de l'explosivité et de la vitesse avec le protocole mis en place. J'émet donc l'hypothèse que le groupe expérimental n°2 aura une progression plus rapide que les deux autres groupes (témoin et expérimental n°1) grâce à un travail complémentaire en force. La différence peut être faible en considérant le faible temps pour mettre en place le protocole mais significative pour une saison complète. On peut aussi imaginer que le groupe expérimental n°1 (uniquement pliométrie et sprints) aura également une progression plus conséquente que le groupe témoin.

Ma deuxième hypothèse est que le développement de l'explosivité et de la vitesse du groupe témoin ne sera pas significatif en 6 semaines.

4. Le stage

4.1. Milieu professionnel

Mon stage s'est déroulé dans le club de football de l'US Lesquin auprès de l'équipe U17 du club. Cette équipe évolue en R2, un niveau relativement élevé et exigeant pour les joueurs. Il y a 3 entraînements par semaine (le lundi, le mercredi et le jeudi) et un match tous les samedis. Le lieu des entraînements est le stade Jean Pierre Papin à Lesquin (sur une surface synthétique).

Le club est fondé en 1921 par Adolphe Papeghin et Léon Godefroy en compagnie de leurs amis. C'est un club qui n'a jamais atteint le niveau professionnel. L'équipe première évolue actuellement en R1. L'USL compte aujourd'hui plus de 600 licenciés avec de nombreuses équipes jeunes masculines et féminines.

Je suis arrivé au club en stage en 2020, d'abord comme éducateur U13 (football à 8) puis j'ai été pris pour un second stage au sein du club en tant qu'éducateur et préparateur physique de l'équipe U17. Je travaille avec Mehdi AISSA lui aussi éducateur de l'équipe.

Mon rôle au sein du club en tant qu'éducateur football est de planifier, organiser et animer des séances d'entraînements de football auprès d'un public jeune (qui ne joue pas en catégorie sénior). Ces séances doivent s'inscrire dans un programme saisonnier en tenant compte des matchs et des trêves durant celui-ci. Je dois m'assurer du bon déroulement des entraînements et des matchs tout en veillant à la sécurité des joueurs. Je dois transmettre les valeurs du sport et du football comme le fair-play et le respect. L'éducateur possède également le rôle de coach lors des matchs.

En tant que « préparateur physique », je veille sur la forme physique globale des joueurs en fonction de leur niveau et de leur âge. Je prépare des exercices physiques en tenant compte du jour de l'entraînement (espacement avec les matchs) et du placement de ce dernier au sein de l'entraînement. Certaines séances peuvent être consacrées au maintien ou à l'amélioration d'une capacité physique spécifique au football, par exemple la répétition de sprints, l'endurance fondamentale, la détente verticale... Lors des entraînements, ma mission principale est de corriger la réalisation des exercices auprès des joueurs et de les encourager. J'interviens lors des situations de jeu pour apporter mes connaissances du football.

4.2. Sujets

Dans le tableau ci-dessous, se trouve la liste des 17 joueurs de l'équipe U17 du club de Lesquin ayant participé aux tests et à l'expérience décrite dans ce mémoire.

Prénom (Initiale Nom)	Poste	Date de naissance (âge au 01/06/2022)	Taille (en cm)	Poids (en kg)	IMC	N° Groupe
Ilan A.	Latéral gauche	19/01/2005 (17)	178	60	18,9	1
Ugo A.	Ailier droit	07/02/2005 (17)	181	75	22,9	2
Théo B.	Ailier droit	24/12/2005 (16)	174	59	19,5	2
Tom B.	Défenseur central	14/09/2005 (16)	183	64	19,1	3
Martin C.	Milieu défensif	27/10/2005 (16)	175	60	19,6	2
El Amine D.	Ailier gauche	18/06/2005 (16)	169	60	21	2
Achille D.	Gardien	29/03/2005 (17)	184	74	21,9	3
Julien D.	Défenseur central	01/12/2005 (16)	184	65	19,2	3
Lamine D.	Latéral droit	15/09/2005 (16)	184	65	19,2	2
Anas E.	Ailier droit	21/07/2005 (16)	180	68	21	1
Yanis E.	Milieu axial	28/08/2005 (16)	174	57	18,8	3
Enzo F.	Défenseur central	17/03/2005 (17)	180	67	20,7	3
Clément M.	Milieu offensif	12/01/2005 (17)	169	66	23,1	1
Romain P.	Milieu axial	07/08/2005 (16)	176	60	19,4	1
Elyas R.	Ailier gauche	01/04/2005 (17)	178	63	19,9	1
Gabin S.	Latéral gauche	08/02/2005 (17)	170	60	20,8	2
Gabin T.	Avant-centre	09/08/2005 (16)	174	63	20,8	3

Tableau 1 : Liste des joueurs et de leurs caractéristiques anthropométriques

Groupe	Moyenne taille (cm)	Moyenne poids (kg)	Moyenne IMC
1	176,2	63,4	20,5
2	175,5	63,2	20,5
3	179,8	65	20,1

Tableau 2 : Moyenne des mesures anthropométriques de chaque groupe

4.3. Matériel et techniques de mesure

Je vais effectuer 4 tests qui permettent de mesurer l'évolution de l'explosivité, de la force et de la vitesse chez mes joueurs. Le test CMJ ou Counter Movement Jump renseigne sur l'explosivité du joueur et la force développée. Le saut horizontal permet de donner une indication supplémentaire sur l'explosivité : il montre l'évolution du déplacement maximum sur un saut pieds joints. Concernant la vitesse, le test Cazorla sur 20 mètres est très complet, il sera accompagné par un test de vitesse en ligne droite sur 20 mètres également afin de mesurer une vitesse proche de la vitesse maximale du joueur tout en restant en adéquation avec la pratique. En effet, dans le football il y a rarement des courses à très haute intensité de plus de 20 mètres.

Pour réaliser mes tests j'ai besoin d'un matériel adéquat. Les deux sauts seront mesurés à l'aide de l'application MyJump 2. Cette application est réputée dans le milieu de la préparation physique et reste un très bon outil car il est précis. Après avoir renseigné les profils anthropométriques des joueurs (taille, poids, longueur des jambes et hauteur à 90°), l'application est capable de déterminer la force (N) et la puissance (W) développées lors du saut ainsi que la vitesse (m/s) et le temps de vol (ms).

Les tests de Cazorla et de 20 mètres ligne droite nécessitent une installation précise. Le mètre ruban (20m) nous sert à mesurer les différentes distances que les joueurs doivent parcourir. Ces distances sont indiquées à l'aide de coupelles et de plots installés sur le terrain. La mesure du temps pour effectuer le parcours se doit d'être le plus précis possible, c'est pourquoi les joueurs sont filmés avec un téléphone lors du sprint. Le temps indiqué sur la vidéo (directement sur le téléphone ou avec un logiciel vidéo basique sur ordinateur) nous permet de mesurer précisément les départs et arrivées des joueurs. Plus il y a d'image par seconde sur la vidéo plus la mesure sera précise.

4.4. Protocole

Le protocole expérimental a été réalisé en 6 semaines. Les tests physiques, pour mesurer les résultats, (un test initial et un test final) ont été effectués avant le début du protocole et des exercices (à $T = 0$), puis à la fin du protocole ($T = 6$ semaines).

Afin de répondre à la problématique posée, j'ai séparé les joueurs aléatoirement dans 3 groupes :

- Un groupe témoin : il effectue les entraînements habituels.
- Un groupe expérimental n°1 : exercices de pliométrie et de sprints en parallèle des entraînements habituels.
- Un groupe expérimental n°2 : exercices de travail en force avec charges (stato-dynamique et isométrique) + exercices de pliométrie et de sprint en parallèle des entraînements habituels

Cela a pour résultat de pouvoir comparer l'effet d'un travail avec charge en stato-dynamique et en isométrique avec celui d'un travail sans charge (tous deux en travaillant la pliométrie). On peut également comparer un travail de pliométrie avec le groupe témoin qui n'a pas effectué d'entraînement spécifique pour améliorer la vitesse et l'explosivité.

Test n°1 :

Le premier test est le Counter Movement Jump (CMJ) mesuré à l'aide de l'application My Jump 2. Les joueurs ont eu pour consigne d'essayer un ou deux sauts afin de ne pas être surpris sur le saut qui sera mesuré. Une fois la prise en main du saut effectuée, ils ont été filmés pour intégrer la vidéo dans l'application de mesure. Les données récupérées sont la puissance développée (W), la force (N), le temps de vol (ms) et la vitesse du saut (m/s).

Le CMJ est un saut très spécifique, c'est un saut vertical qui commence en position debout avec les mains placées sur les hanches pour éviter tout mouvement de balancier avec les bras (qui permettrait de sauter plus haut). Le joueur doit effectuer un contre-mouvement vers le bas (une flexion des membres inférieurs avec les genoux à 90 degrés) immédiatement suivi d'une extension complète des membres inférieurs. Le saut doit être réalisé sur un sol dur. Lors de ce saut, le sujet a pour consigne de sauter le plus haut possible.

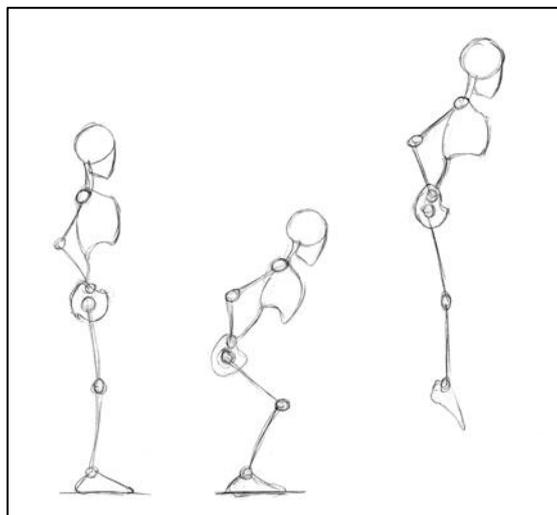


Figure 5 : Dessin du CMJ (extrait de Sciencesdusport.com)

L'inconvénient de ce test est qu'il repose sur des capacités physiques de saut vertical. Même s'il démontre l'amélioration ou non de l'explosivité et plus spécifiquement de la force, il est justifié de l'accompagner d'un saut horizontal en complément afin d'illustrer ces changements par une distance de saut concrète et plus en adéquation avec la pratique du football. Les joueurs ont donc également réalisé ce saut. Ce saut horizontal est réalisé sans élan et les pieds parallèles. Les joueurs ont pour consigne de sauter le plus loin possible en atterrissant avec les deux pieds simultanément. Le saut est mesuré par l'application My Jump 2. Il permet de se faire une idée de la progression des joueurs sur leur capacité explosive et sur leur force des membres inférieurs. En effet le résultat du saut est défini uniquement par la distance de celui-ci.

Test n°2 :

Le test de Cazorla vitesse – coordination, de course est un test répandu dans le monde de la préparation physique en football. Il sert à évaluer la vitesse d'un joueur lors d'une course avec changement de direction. La pratique d'un sport collectif avec ballon comme le football amène les joueurs à faire des courses non rectilignes. La qualité de ces changements de direction est déterminée en fonction de plusieurs capacités physiques : la vitesse (qualité et rapidité de la foulée et de la pose d'appuis entre autres), l'accélération (et réaccélération après un changement de direction à haute vitesse, ou vivacité) et l'explosivité au départ du sprint. En comptant les virages lors du parcours, le sprint mesure 20 mètres.

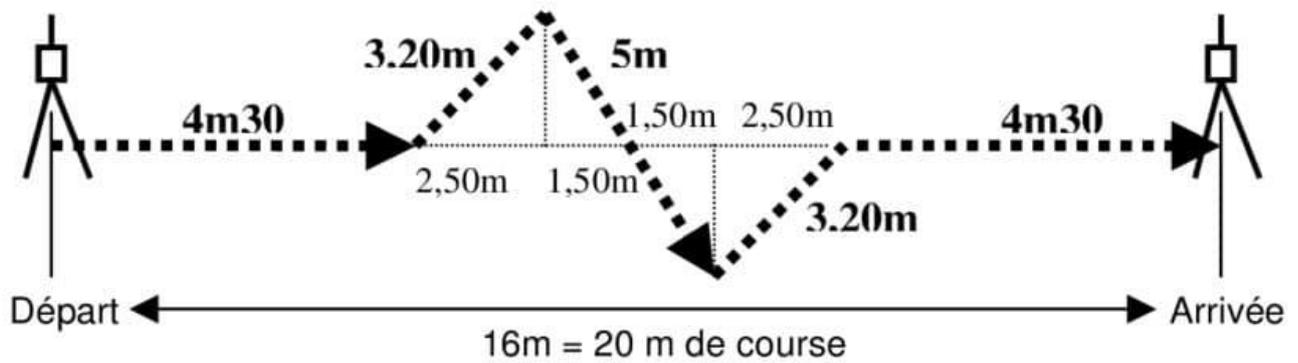


Figure 6 : Illustration du test de vitesse-coordination de Cazorla (Boussaidi, 2004)

La mesure du temps de parcours des joueurs doit être la plus précise possible. La méthode la plus sûre est l'utilisation de cellules photoélectriques au début et à la fin du parcours. Je n'ai pas réussi à me procurer ce matériel lors de la mise en place du test. J'ai donc choisi une autre méthode ; prendre en vidéo le joueur qui a pour consigne de partir quand il le souhaite. Une fois cette vidéo sur mon ordinateur, je peux sélectionner le moment précis du départ et de l'arrivée du joueur et regarder la différence de temps indiquée. Cette méthode reste extrêmement précise pour avoir le temps de parcours des joueurs.

Le test de Cazorla est très souvent comparé avec un test de vitesse en ligne droite (20m également). Cela permet de voir l'écart entre les deux courses et de déterminer les défaillances du joueur. Si l'écart est grand entre les deux tests, le joueur peut rencontrer des difficultés sur l'accélération, la vivacité ou la coordination des membres inférieurs.

La comparaison des résultats initiaux et finaux de ces deux derniers tests entre les différents groupes va nous informer sur l'efficacité des séances spécifiques en fonction de la vitesse et des autres critères énumérés auparavant.

Le protocole complet a duré 6 semaines à hauteur de deux exercices spécifiques par semaine. Les lundis, j'ai mis en place des exercices de pliométrie ou de sprint (certaines fois en alliant les deux dans un seul et même exercice) pour les deux groupes expérimentaux, et les mercredis ont été consacrés à l'entraînement de la force des membres inférieurs avec charge pour le groupe expérimental n°2. Ces entraînements ont été constitués d'exercices en isométrie et en stato-dynamique comme le préconise Cometti (*Aspects nouveaux de la préparation physique en sports collectifs*) pour des adolescents de 15-17 ans (Figure 4, p13). Lors des exercices, le groupe témoin a effectué de son côté un entraînement « classique football » avec l'autre entraîneur. Lorsque j'ai pris le groupe pour l'entraînement en force, le groupe expérimental n°1 a rejoint le groupe témoin.

4.5. Analyse statistique

Le but de cette étude est de comparer l'évolution des résultats des tests, du début à la fin de l'expérience, en fonction des trois différents groupes (groupes témoin, groupe expérimental 1 et groupe expérimental 2).

Nous comparons donc trois échantillons indépendants (les trois groupes) et deux échantillons appariés pour chaque groupe (tests initiaux et finaux). Les résultats sont présentés, sous forme de graphiques, en moyenne et en écart type.

Tout d'abord, avant de commencer, nous avons dû vérifier si les échantillons étaient normalement distribués et que les variances étaient homogènes. Pour cela, nous avons, dans un premier temps, effectué un test de normalité : le Shapiro-Wilk. Nous avons ensuite, dans un second temps, réalisé un test d'homogénéité des variances : le test Levene.

Le test Shapiro-wilk a été fait pour chaque échantillon (les trois groupes aux tests initiaux et finaux). Il a révélé que tous les échantillons étaient normalement distribués car le p-value est systématiquement supérieur à 0,05.

Le test Levene a été réalisé avec les trois échantillons, aux tests initiaux et finaux. Il révèle, qu'entre les échantillons, les variances sont homogènes pour tous les tests. En effet, le p-value est, une nouvelle fois, systématiquement supérieur à 0,05.

Un fois que la normalité des échantillons et que l'homogénéité des variances ont été prouvé, nous pouvons comparer les échantillons (deux par deux) grâce au test t student, afin de déterminer si les différences sont significatives entre les échantillons appariés (test initial et test final d'un même groupe) et entre les échantillons indépendants (groupes différents mais pour la même période de test).

Nous avons établi le seuil de significativité à 0,05 ($p < 0,05$). Si le résultat est supérieur à cette valeur, il n'y a aucune différence significative.

5. Résultats

En premier lieu, rappelons que :

- le « groupe 1 » est le groupe témoin n'ayant pas suivi de programme spécifique
- le « groupe 2 » ou groupe expérimental n°1 est le groupe qui a suivi des entraînements en pliométrie et en sprint
- le « groupe 3 » ou groupe expérimental n°2 est le groupe qui a suivi des entraînements composés d'exercices de force en complément des exercices de pliométrie et de sprint.

Voici les résultats initiaux et finaux pour le test du CMJ :

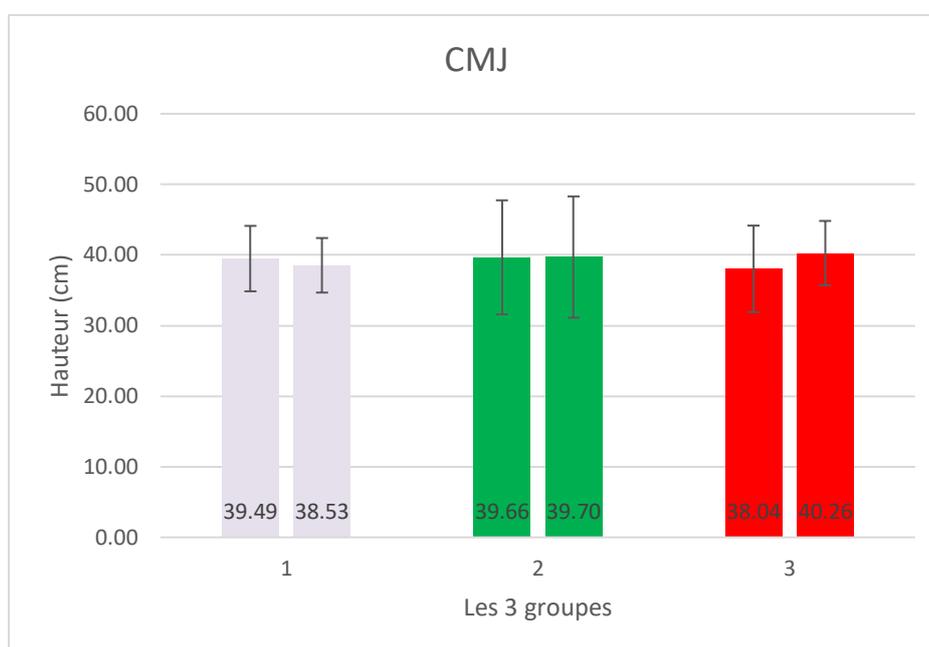


Figure 7 : Graphique représentant les résultats des tests initiaux et finaux du CMJ

Pour chaque groupe, la barre (et la valeur) de gauche représente le test initial et la barre de droite représente le test final. Pour le groupe expérimental n°1 (groupe 2), l'analyse statistique réalisée avec le test t student, montre qu'il n'y a pas de différence significative entre le test initial et le test final : $p=0,496$. Pour le groupe expérimental n°2 (groupe 3), l'analyse statistique montre qu'il n'y a également pas de différence significative entre le test initial et le test final : $p=0,245$.

Pour la comparaison entre le groupe témoin et le groupe expérimental n°1 (échantillons indépendants), il n'y a pas de différence significative : $p(\text{initial})=0,483$ et $p(\text{final})=0,393$.

Pour la comparaison entre le groupe expérimental n°1 et le groupe expérimental n°2, il n'y a pas de différence significative : $p(\text{initial})=0,351$ et $p(\text{final})=0,445$.

Pour la comparaison entre le groupe témoin et le groupe expérimental n°2, il n'y a toujours pas de différence significative : $p(\text{initial})=0,337$ et $p(\text{final})=0,260$.

En conclusion, on peut mentionner des différences de résultats, surtout dans l'amélioration de la hauteur de saut du groupe expérimental n°2 entre le test initial et le test final, mais on ne peut pas prouver que ces différences ne soient pas dues au hasard.

Le test du saut horizontal est un indice supplémentaire sur l'explosivité et la force. Il accompagne les résultats du CMJ, on peut imaginer avoir des résultats similaires :

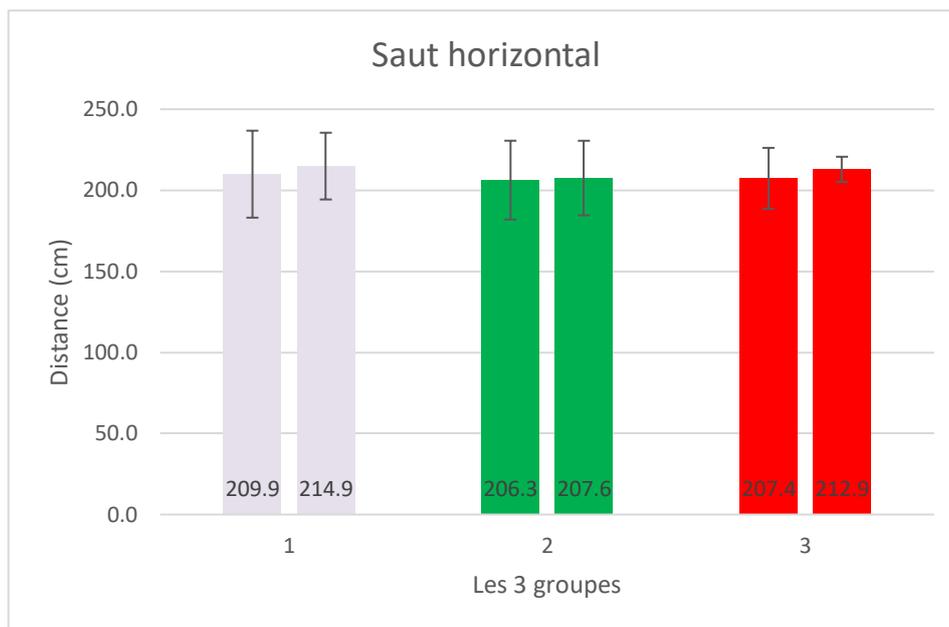


Figure 8 : Graphique représentant les résultats du saut horizontal

Une nouvelle fois, avec le test t student, nous cherchons à définir si les différences obtenues entre les groupes et entre les tests, sont significatives. Pour le groupe expérimental n°1, l'analyse statistique réalisée avec le test t student, montre qu'il n'y a pas de différence significative entre le test initial et le test final : $p=0,463$. Pour le groupe expérimental n°2, l'analyse statistique montre qu'il n'y a également pas de différence significative entre le test initial et le test final : $p=0,260$.

Pour la comparaison entre le groupe témoin et le groupe expérimental n°1 (échantillons indépendants), il n'y a pas de différence significative : $p(\text{initial})=0,408$ et $p(\text{final})=0,296$.

Pour la comparaison entre le groupe expérimental n°1 et le groupe expérimental n°2, il n'y a pas de différence significative : $p(\text{initial})=0,464$ et $p(\text{final})=0,299$.

Pour la comparaison entre le groupe témoin et le groupe expérimental n°2, il n'y a toujours pas de différence significative : $p(\text{initial})=0,428$ et $p(\text{final})=0,415$.

Le test Cazorla est une course, plus le temps est faible, meilleure est la performance. On observe que tous les groupes ont progressé, il faut désormais déterminer si ces différences de résultats sont dues au hasard (si elles sont significatives ou pas).

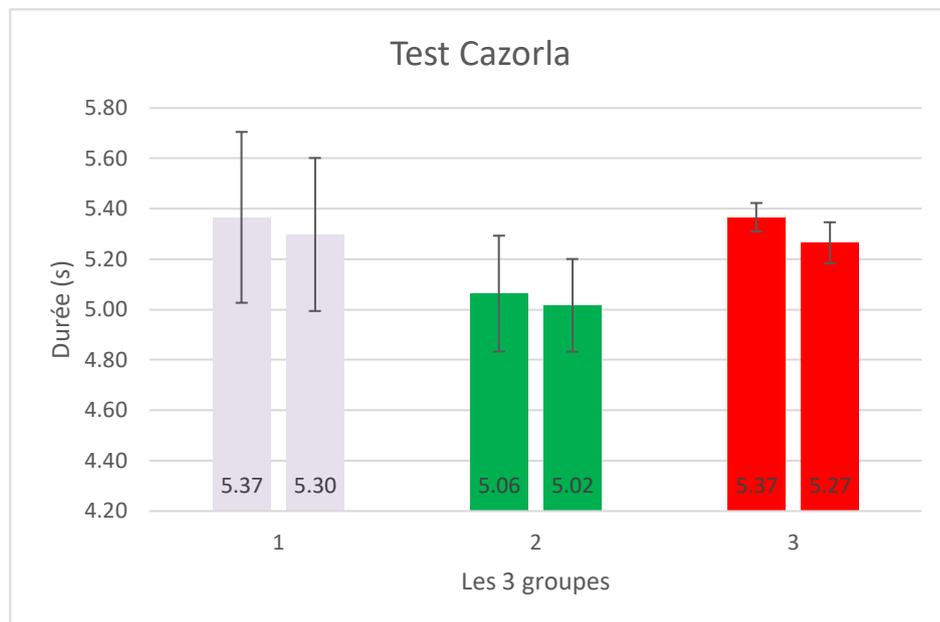


Figure 9 : Graphique représentant les résultats du test Cazorla sur 20m

Pour le groupe expérimental n°1, l'analyse statistique réalisée avec le test t student, montre qu'il n'y a pas de différence significative entre le test initial et le test final : $p=0,353$.

Pour le groupe expérimental n°2, l'analyse statistique montre qu'il y a une différence significative entre le test initial et le test final : $p=0,015$ ($p<0,05$). On peut donc imaginer que l'amélioration du temps de course pour le groupe expérimental n°2 n'est pas due au hasard mais bien à la spécificité des entraînements que le groupe a suivi.

Pour la comparaison entre le groupe témoin et le groupe expérimental n°1 (échantillons indépendants), il n'y a pas de différence significative pour le test initial : $p=0,056$. En revanche, pour le test final, il y a une différence significative : $p=0,045$.

Pour la comparaison entre le groupe expérimental n°1 et le groupe expérimental n°2, il y a des différences significatives pour les deux tests : $p(\text{initial})=0,005$ et $p(\text{final})=0,006$.

Pour la comparaison entre le groupe témoin et le groupe expérimental n°2, il n'y a pas de différence significative : $p(\text{initial})=0,498$ et $p(\text{final})=0,401$.

Le test 20 mètres en ligne droite est, tout comme le saut horizontal, un indice pour accompagner le test précédent, le test de Cazorla.

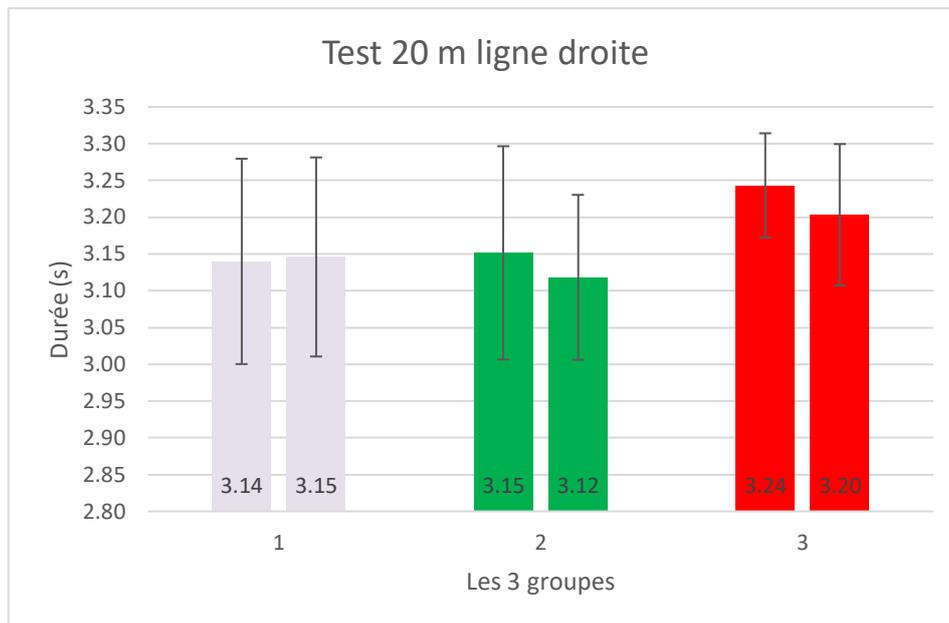


Figure 10 : Graphique représentant les résultats du test 20m en ligne droite

Pour le groupe expérimental n°1, l'analyse statistique réalisée avec le test t student, montre qu'il n'y a pas de différence significative entre le test initial et le test final : $p=0,333$. Pour le groupe expérimental n°2, l'analyse statistique montre qu'il n'y a également pas de différence significative entre le test initial et le test final : $p=0,290$.

Pour la comparaison entre le groupe témoin et le groupe expérimental n°1 (échantillons indépendants), il n'y a pas de différence significative : $p(\text{initial})=0,448$ et $p(\text{final})=0,360$.

Pour la comparaison entre le groupe expérimental n°1 et le groupe expérimental n°2, il n'y a pas de différence significative : $p(\text{initial})=0,097$ et $p(\text{final})=0,061$.

Pour la comparaison entre le groupe témoin et le groupe expérimental n°2, il n'y a toujours pas de différence significative : $p(\text{initial})=0,072$ et $p(\text{final})=0,163$.

6. Discussion

Cette étude a pour objectif principal de déterminer si le travail de force avec charge, en complément du travail de pliométrie et d'exercices de sprint, permet un meilleur développement de l'explosivité et de la vitesse chez les jeunes joueurs de football. Nous cherchons également à savoir si les entraînements de pliométrie et de sprints, suffisent à eux seuls à améliorer significativement l'explosivité et la vitesse des footballeurs de 16 à 17 ans.

Au cours de l'analyse des résultats, nous avons pu constater que la plupart des différences de résultats ne sont pas significatives entre le groupe témoin, le groupe expérimental n°1 et le groupe expérimental n°2, aux tests initiaux et finaux. En d'autres termes, lorsque le résultat de comparaison avec le test t student donne un « p » supérieur au seuil de significativité ($p < 0,05$), nous pouvons que l'écart entre les résultats peut être dû au hasard et non à la spécificité des entraînements qu'ont suivi les groupes. On peut donner pour raison à ces écarts de résultats, une différence de forme physique (fatigue en fin de saison) suivant les temps de jeu de chacun, une légère imprécision dans la mesure et la récolte des données, ou encore, la motivation intrinsèque des joueurs à réaliser les tests.

Les tests des deux sauts ne peuvent pas nous aider à valider ou non nos hypothèses (aucune différence significative). On peut même constater que certains groupes ont régressé par rapport au test initial. La fatigue musculaire accumulée lors de la saison est, certainement, à l'origine de cette diminution de performance.

Malgré tout, les résultats du test de Cazorla peuvent, peut-être, nous permettre de discuter sur nos hypothèses. Tous les groupes ont légèrement amélioré leur temps entre le test initial et le test final. En revanche, le groupe témoin et le groupe expérimental 1 n'ont pas eu de différence significative entre le test initial et le test final, contrairement au groupe expérimental n°2.

Nous pouvons expliquer que le groupe expérimental n°1 n'ait pas obtenu de différence significative, par le fait que ce groupe a eu de très bons résultats au test initial et que la marge de progression est, par conséquent, bien plus faible que l'est celle du groupe expérimental n°2. Ce dernier est passé d'une moyenne de 5,37 secondes à une moyenne de 5,27 secondes. Nous pouvons dire que le programme d'entraînement du groupe expérimental n°2, un entraînement en force en complément de pliométrie et sprint, a eu pour effet d'améliorer le temps de course lors du test Cazorla. Leur progression lors de ce test (ayant de multiples changements de directions et de réaccélérations) caractérise une amélioration des capacités physiques nécessaires à cette course : l'explosivité (et la force), la vitesse et l'accélération (ou réaccélération).

Le dernier test est la course en ligne droite sur 20 mètres. Dans le football, le joueur est amené à répéter ces types de courses. Pour le groupe témoin, il n'y a aucune amélioration et même une augmentation du

temps de course. Comme dit précédemment, le test final ayant été effectué en fin de saison, les joueurs n'ont pas forcément les mêmes capacités énergétiques qu'au début de l'expérience. Les groupes expérimentaux 1 et 2 ont, eux, diminué leur moyenne de temps de course : respectivement de 3,15 secondes à 3,12 secondes et de 3,24 secondes à 3,20 secondes. Ces différences sont notables par rapport aux résultats du groupe témoin, en revanche, elles ne sont pas significatives. Cela veut dire qu'elles peuvent être dû au hasard et non à l'entraînement. Nous ne pouvons donc pas valider d'hypothèses avec ces résultats. Nous pouvons seulement en conclure que les entraînements proposés aux groupes expérimentaux sur 6 semaines n'ont pas suffi à améliorer les capacités physiques des jeunes footballeurs pour la réalisation d'une course de 20 mètres.

À partir de cette analyse de résultats, il est très difficile de pouvoir confirmer une des hypothèses formulées au départ. Les tests ont montré une variation des résultats mais aucune différence significative appuyant nos hypothèses. Le seul résultat concluant est la comparaison du test initial et du test final pour le groupe expérimental n°2 sur le test Cazorla. Le groupe a diminué sa moyenne de temps de course d'un dixième. Le test « Cazorla vitesse-coordination » sert à évaluer la vitesse d'un joueur lors d'une course avec changement de direction. Comme expliqué dans le protocole, la qualité de ces changements de direction est déterminée en fonction de plusieurs capacités physiques : la vitesse (qualité et rapidité de la foulée et de la pose d'appuis entre autres), l'accélération (et réaccélération après un changement de direction à haute vitesse, ou vivacité) et l'explosivité au départ du sprint et à la reprise de vitesse après un changement de direction. Par conséquent, ces qualités ont été améliorées durant le programme d'entraînement en force avec charges en complément d'exercices de pliométrie et de sprint. Le groupe effectuant uniquement les exercices de pliométrie et de sprint n'est pas parvenu à améliorer significativement son temps respectif. Nous pouvons donc en déduire que pour le test de Cazorla et pour les qualités que sa réalisation implique, le complément d'entraînement en force a été utile et a permis une meilleure progression des jeunes joueurs.

Or, nous notons que ce groupe d'entraînement en force (groupe expérimental n°2) n'a eu aucune autre amélioration manifeste dans les autres tests. Nous pouvons alors nous demander quelles en sont les raisons ?

Lors de notre revue de littérature, nous avons pourtant apporté des publications scientifiques qui expliquaient les différentes manières d'amélioration de l'explosivité, de la force et de la vitesse. Notamment sur la pliométrie où Barilli (2015) explique qu'elle améliore la vitesse et la force d'un groupe musculaire, ou encore Pousson (1988) qui dit qu'elle engendre, chez le footballeur, l'amélioration de la sensibilité du fuseau neuromusculaire et l'augmentation de la raideur musculaire qui est propre à chaque

athlète. Nous avons également des publications (Cometti, 2012b) expliquant l'utilité d'un travail en force chez les adolescents afin d'améliorer leurs capacités de vitesse et d'explosivité (figure 4). Une étude de Gissis et al, (2006) a prouvé que des joueurs de la même tranche d'âge que les joueurs de mon étude, effectuant un travail de force maximale isométrique (exercices proposés au groupe expérimental n°2) et un travail de sprint sur 10 mètres (exercices proposés aux groupes expérimentaux 1 et 2), à hauteur de 2 fois par semaine pendant 10 semaines, avaient amélioré leurs capacités de force maximale (composante de l'explosivité) et de vitesse maximale. Les différences notables avec mon protocole sont la durée de ce dernier (10 semaines / 6 semaines) ainsi que le niveau des joueurs (des joueurs de « haut niveau » et de « niveau intermédiaire » / niveau régional).

Ces différences constituent peut-être les limites de mon étude. Il est légitime de se demander si un programme, du même type que celui effectué lors de cette saison, mais sur une durée plus importante, aurait permis une amélioration plus conséquente, plus visible et plus significative, des capacités physiques, qui constituent le sujet de cette étude.

Nous pouvons également nous poser la question de la pertinence et de la qualité du programme établi (pour la période entre le 25 avril et le 3 juin). La pliométrie a été effectuée le lundi et le sprint le mardi (pour les 2 groupes expérimentaux). Le travail de force a, lui, été effectué avant les sprints le mercredi (pour le groupe expérimental n°2). La programmation des jours d'entraînements est présente en annexe (Tableau 3).

La proximité de certains entraînements (le lundi) avec les matchs du week-end a pu altérer le bon déroulement des exercices et la qualité du travail effectué. La véracité des analyses peut être remise en cause par la programmation compliquée des exercices prévus lors de cette étude.

7. Conclusion

Nous avons cherché à déterminer, lors de cette étude, si l'explosivité (ou force explosive) et la vitesse des jeunes footballeurs de 16 à 17 ans, pouvaient être améliorés grâce à un travail en force en complément d'exercices de pliométrie et de sprint. Nous avons également voulu savoir s'il y avait une réelle différence avec un entraînement uniquement composé de pliométrie et de sprint et si cet entraînement suffisait pour améliorer correctement les capacités physiques concernées par cette étude.

L'hypothèse principale était que le groupe expérimental n°2 allait avoir une progression plus importante sur les tests (entre le test initial et le test final) que les deux autres groupes. Nous avons également imaginé que le groupe expérimental n°1 allait avoir une progression plus importante que le groupe témoin et que ce dernier n'allait tout simplement pas améliorer ses capacités de manière significative.

Les résultats obtenus et leur analyse ne nous permettent en aucun cas de valider notre hypothèse principale. Seul un test, répond à nos attentes : le résultat du test Cazorla pour l'évolution du groupe expérimental n°2 (entre le test initial et le test final). En effet, les joueurs de ce groupe ont amélioré significativement leur temps lors de la course du test Cazorla, prouvant par la même occasion l'utilité du protocole d'entraînement pour ce type de parcours avec des changements de direction réguliers. Rappelons que d'après Cazorla (2008), son test de vitesse-coordination correspond parfaitement aux capacités nécessaires pour un joueur de sport collectif et notamment de football.

En revanche, nous n'avons eu aucune autre différence significative, lors de l'analyse de nos résultats, pouvant participer à la validation d'une de nos hypothèses.

Nous pouvons donc imaginer que le protocole n'était pas correct pour améliorer l'explosivité et la vitesse avec une population adolescente : il peut s'agir d'un problème de durée du protocole d'entraînement ou d'une mauvaise qualité dans la réalisation des exercices (peut-être à cause d'un manque de motivation des joueurs). On peut également prendre en compte la programmation des séances : ces dernières pouvaient être trop proches des matchs pour que les jeunes joueurs puissent récupérer correctement. La plupart des exercices devaient solliciter une vitesse ou une force maximale. Avec la fatigue, les joueurs ont pu avoir du mal à l'atteindre.

Toutefois, le programme a permis de maintenir le niveau de la vitesse et de l'explosivité de chacun des groupes, avec même quelques belles progressions chez certains joueurs.

L'absence de résultats significatifs n'est pas synonyme d'échec de l'étude. Il n'est pas impossible que tous les exercices, suivis par ces jeunes adolescents, aient développé ou amélioré chez eux, au-delà des aptitudes musculaires, de nouvelles capacités cognitives et mentales tels que la perception de l'effort, la réactivité, la coordination ou encore l'attention.

Bibliographie :

- Bangsbo, J., Mohr, M., Krstrup, P. (2006) Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*. **7**. 665-674.
- Bangsbo, J., Marcello Iaia, F., Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. **1**, 37-51.
- Barilli, S. (2015). *Effets d'un entraînement pliométrique sur la qualité des appuis, la vitesse de course chez des footballeurs amateurs*. Fribourg : Université de Fribourg.
- Bosco, C. (1985). *Elasticita moscolare e forza esplosiva nelle attivita fisico sportive*. Rome : Società Stampa Sportiva.
- Carminati, Y., Di Salvo, V. (2003). *L'allenamento della velocita nel calciatore*. Perouse, Italie : Editions Calzetti Mariucci.
- Cazorla, G., Ezzeddine-Boussaidi, L.B., Maillot, J., Morlier, J. (2008). Qualités physiques requises pour la performance en sprint avec changements de directions types sports collectifs. *Science & Sports*, **23**, 19-21.
- Colakoğlu, M., Tiryaki, S., & Moralı, S. (1993). Konsantrasyon çalışmalarının reaksiyon zamanı üzerine etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*, **4**, 3–9.
- Cometti, G. (1987). *La pliométrie*, Dijon : Université de Bourgogne.
- Cometti, G. (1989). *Les méthodes modernes de musculation*. Dijon : UFR STAPS Dijon.
- Cometti, G. (1990). *Les méthodes modernes de musculation Tome 2*. Dijon : UFR STAPS Dijon.
- Cometti, G. (2009). *Intérêt des méthodes « par contraste » en préparation physique*. Dijon : Centre d'Expertise de la Performance.
- Cometti, G. (2012a). *L'entraînement de la vitesse*. Paris : Éditions Chiron.
- Cometti, G. (2012b). *Aspects nouveaux de la préparation physique en sports collectifs*. Dijon : UFR STAPS, Université de Bourgogne.
- Cordier, F. (2017). Le temps de réaction, qu'est-ce que c'est ? *Institut Français de l'Éducation*, **1**, 1-1.

- Dellal, A. (2008). Analyse de l'activité physique du footballeur et de ses conséquences dans l'orientation de l'entraînement : application spécifique aux exercices intermittents courses à haute intensité et jeux réduit. Strasbourg : UFR STAPS, Université de Strasbourg.
- Dufour, M. (2009). *Les diamants neuromusculaires, les qualités physique, Tome 1 : l'explosivité et la puissance musculaire*. Aigle, Suisse : Edition Volodalen.
- Dupont, G. et Bosquet L. (2007). *Méthodologie de l'entraînement*. Paris : Ellipse Edition Marketing S.A
- Faye, A (2009). *Étude comparative de l'évolution de la vitesse entre les jeunes footballeurs âgés de 16 à 17 ans et ceux âgés de 14 à 15 ans en centre de formation : cas des jeunes pensionnaires de l'Institut « Diambars »* Dakar : INSEPS, Université de Dakar.
- Gissis, I., Papadopoulos, C., Kalapotharakos, V., Sotiropoulos, A., Komsis, G., Manolopoulos, E. (2006). Strength and speed characteristics of elite, subelite, and recreational young soccer players. *Research in sports medicine*, **14**, 205-214.
- Granacher, U., Goesle, A., Roggo, K., Wischer, T., Fischer, S., Zuerny, C., Gollhofer, A., Kriemler, S. (2011). Effects and mechanisms of Strength training in children. *International journal of sports medicine*, **5**, 357-364.
- Miller, C., Thépaut-Mathieu, C., Quièvre, J. (1997). *Entraînement de la force, spécificité et planification*. Cahier de l'INSEP. Paris : INSEP.
- Pauly, O. (2007). *Musculation pour l'enfant et l'adolescent*. Paris : Éditions Amphora.
- Schmitz, A. (2011). Le développement de la force explosive des membres inférieurs au rugby à XV. *Université de Poitiers*. **1**, 1-1
- Touati, N., Frechaud, A. (2019). Comprendre l'accélération lors de la course chez les athlètes pour l'améliorer, *Neuroxtrain « La science au service des athlètes »*, **1**, 1-1.
- Van Praagh, E. (2007). *Physiologie du sport Enfant et adolescent*. Louvain-la-Neuve : Édition De Boeck Supérieur.
- Zatsiorski, V. M. (1966). *Les qualités physiques du sportif*. Moscou : Édition culture physique et sport.
- Ziane, R. (2016). Comment travailler et entretenir l'explosivité et l'efficacité dans le geste sportif?. *Val de Marne*. **1**, 1-1.

Annexe :

Jours d'entraînement	Types d'exercice	Groupe Témoin	Groupe Expérimental N°1	Groupe Expérimental N°2
Lundi 25 avril	Tests initiaux	V	V	V
	Pliométrie	X	V	V
Mercredi 27 avril	Sprint	X	V	V
	Force en stato-dynamique	X	X	V
Lundi 2 mai	Pliométrie	X	V	V
Mercredi 4 mai	Sprint	X	V	V
	Force en isométrique	X	X	V
Lundi 9 mai	Pliométrie	X	V	V
Mercredi 11 mai	Sprint	X	V	V
	Force en stato-dynamique	X	X	V
Lundi 16 mai	Pliométrie	X	V	V
Mercredi 18 mai	Sprint	X	V	V
	Force en stato-dynamique	X	X	V
Lundi 23 mai	Pliométrie	X	V	V
Mercredi 25 mai	Sprint	X	V	V
	Force en isométrique	X	X	V
Lundi 30 mai	Pliométrie	X	V	V
Mercredi 2 juin	Sprint	X	V	V
	Force en stato-dynamique	X	X	V
Jeudi 3 juin	Tests finaux	V	V	V

Tableau 3 : Programmation des séances d'entraînement en fonction différents des groupes

Précisions exercices du protocole :

Les entrainements en pliométrie et en sprint prenaient environ 20 minutes par séances (exemple sur les croquis en annexe).

Le groupe expérimental n°2 a effectué un travail de force en complément les mercredis. Ce travail pouvait être isométrique ou stato-dynamique (Figure 11). Nous avons travaillé les mouvements de squats, de fentes et d'extension de mollets afin de travailler la majorité des groupes musculaires des membres inférieurs.

Ces entrainements en force ne duraient que généralement 10 minutes. Les joueurs ont pris des charges de 60-70% de leur RM.

Pour le stato-dynamique : 3 x 6 répétitions (un seul type de mouvement par séance), avec 2 minutes de récupération entre les séries.

Pour l'isométrique : 3 répétitions jusqu'à épuisement (en fonction de l'exercice de la séance), avec 3 minutes de récupération entre les répétitions.



Photo 1 : Installation du test Cazorla et du test 20m ligne droite à Lesquin

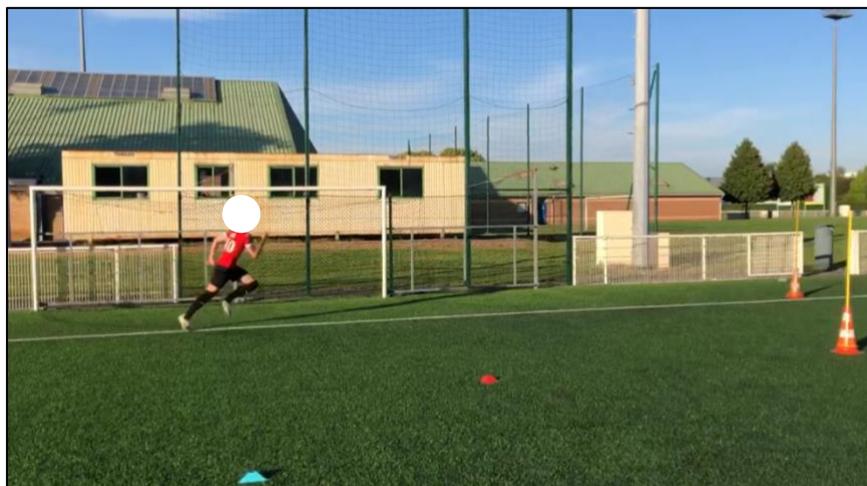


Photo 2 : Un joueur des U17 de l'US Lesquin effectuant une course de 20m en ligne droite



Photo 3 : Un joueur des U17 de l'US Lesquin effectuant le test Cazorla

Exercice 1 : répétitions de sprints sans ballon

0m
Départ

7.8m (plat bleu)

16m (plat vert)

25m (plat rouge)

Accélération jusqu'au plat bleu → retour en sprint plat rouge
 ↳ 3^{ème} sprints jusqu'au plat vert et décélération sur 5m.
 retour au départ en marchant (bien souffler) : ≈ 30 secondes de récup entre chaque passage.
 10 passages chacun.

Croquis 1 : Exercice de sprint proposé le 04/05/2022

Exercice 2 : sprints avec ballon

Départ

10 mètres

10 mètres

Arrivée

Slalom avec ballon sur 10 mètres (avec slalom serré pour le dernier) puis sprint avec ballon sur 10 mètres. ≈ 45 secondes de récup
 8 passages chacun

Croquis 2 : Exercice de sprint proposé le 11/05/2022

Exercice 4 : sprint départ spécifique

Départ

Arrivée

Départ derrière une grande haie soit avec un positionnement de côté soit de dos. → sprint sur 7 mètres environ et enchaînement d'un mini slalom très serré (les appuis juste à proximité des plats)

3 départs côté droit face à la haie (qu'il faut enjamber pour partir)
 3 " " gauche " "
 2 " " de dos.

Croquis 3 : Exercice de sprint proposé le 03/06/2022

Exercice 1: Pliométrie avec steps

2 équipes :

- steps (le plus haut possible) espacés de 1mètre
- départ au coup de sifflet (1us1)
- saut pieds joints sur lestep et pour le retour au sol → enchaînement en rebond
- sprint sur 7 mètres

↳ volonté de passer la ligne au premier tout en gardant une bonne exécution.

2 x 6 passages avec 2 min de repos entre les séries.

Croquis 4 : Exercice de pliométrie de la séance du 25/04/2022

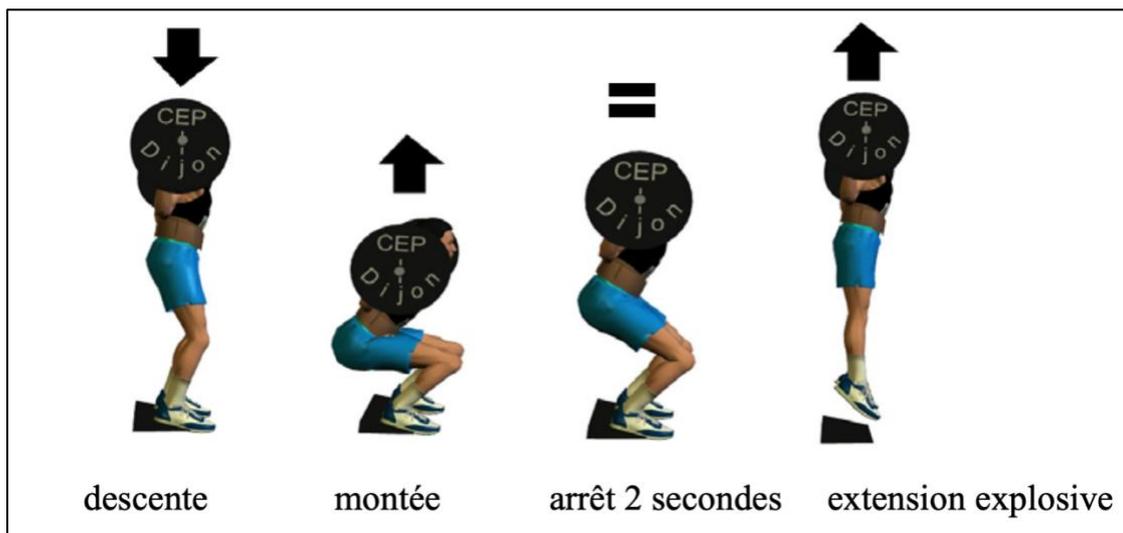


Figure 11 : Méthode de travail en force en stato-dynamique, utilisée durant le protocole expérimental (extrait de Cometti, 2012b)

Résumé et mots clés

Objectifs : Le but de cette étude est de déterminer si un travail en force en complément d'entraînements de pliométrie et de sprint, aide à améliorer les capacités d'explosivité et de vitesse chez des joueurs de football de 16 à 17 ans. Nous cherchons également à savoir si un programme uniquement constitué d'exercices de pliométrie et de sprint, suffit pour l'amélioration de ces mêmes capacités physiques.

Méthodes : Des tests évaluant l'explosivité et la vitesse, ont été réalisés au début et à la fin du protocole d'entraînements, sur 17 joueurs de l'équipe U17 Régional 2 de l'US Lesquin. Les joueurs ont été séparés en trois groupes : un groupe témoin, un groupe expérimental n°1 et un groupe expérimental n°2. Le groupe témoin a suivi les entraînements classiques. Le groupe expérimental n°1 a suivi, en plus des entraînements classiques, des exercices de pliométrie et de sprint. Le groupe expérimental n°2 a suivi les mêmes entraînements que le groupe précédent mais avec un travail supplémentaire en force.

Résultats : Les tests ont montré des stagnations mais aussi des améliorations pour la plupart des tests. En revanche, avec le test t student, ces différences de résultats ce sont révélées être non significatives. Seul l'amélioration du temps pour le test Cazorla et pour le groupe expérimental n°2 a été assez conséquente pour démontrer l'utilité du protocole mis en place.

Discussion et conclusion : L'hypothèse d'une meilleure amélioration de l'explosivité et de la vitesse pour un groupe qui a travaillé en force n'a pas pu être validé tant les évolutions dans les résultats sont faibles. Ces variations peuvent être simplement dues au hasard. Nous pouvons imaginer une défaillance dans la création, dans la mise en place ou dans la réalisation par les joueurs, du protocole établi. Toutefois, nous pouvons espérer que ce dernier a permis le développement d'autres habilités comme des capacités cognitives et mentales.

Mots clés : Pliométrie – Amélioration – Vitesse – Explosivité – Capacité physique

Abstract and keywords

Objectives : The aim of this study is to determine if strength work in addition to pliometry training helps to improve explosiveness and speed on 16 - 17 years old soccer player. We also investigated whether a program consisting solely of pliometry and sprint exercises is sufficient to improve the same physical abilities.

Methods : Tests assessing explosiveness and speed were performed at the beginning and end of the training protocol on 17 players from the U17 Regional 2 team of US Lesquin. The players were split into three groups : a control group, an experimental group n°1 and an experimental group n°2. The control group followed the classic training sessions. Experimental group n°1 was given plyometric and sprint exercises in addition to the standard training. Experimental group n°2 followed the same training as the previous group but with additional strength training.

Results : The tests showed stagnation but also improvements for most of the tests. However, with the Student's t-test, these differences in results were found to be insignificant. Only the improvement of time, for the Cazorla test and for experimental group n°2, was significant enough to demonstrate the usefulness of the protocol in place.

...

Discussion and conclusion : A better improvement's hypothesis in explosiveness and speed for a group that worked in strength could not be validated as the changes in the results were so small. These variations may simply be random. We can consider a failure in the creation, in the implementation or in the execution by the players of the established protocol. However, we can hope that the protocol has allowed the development of other skills such as cognitive and mental abilities.

Keywords : Pliometry – Improvement – Speed – Explosiveness – Physical ability

Compétences acquises

Lors de ce stage, j'ai développé mes compétences de **conception et d'élaboration d'un programme** et d'un protocole d'entraînement. J'ai amélioré mes **capacités organisationnelles** à travers la mise en place de ce protocole dans les meilleures conditions possibles.

Lors de cette étude, j'ai pu apprendre à **expérimenter**, à **modifier** mon travail et à **m'adapter** face aux contraintes rencontrées.

J'ai également acquis la **persévérance** dans le travail à fournir pour l'écriture de ce mémoire. Cela m'a permis de garder ma détermination et ma motivation à travailler sur ce type de projet.

Enfin, j'ai continué mon apprentissage constant dans **l'animation** de séances, dans **le partage** de connaissances et de valeurs et dans **la formation** d'un jeune public de joueurs de football.