

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

Année Universitaire 2023-2024

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

MEMOIRE de M1

**La pliométrie basse a-t-elle un impact sur l'évolution de l'agilité
avec et sans ballon des jeunes footballeurs élites ?**

Présenté par : Matéo NAJJAR

Sous la direction de : Philippe Campillo

Soutenu le : 23/05/2024



« 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 tiens tout d'abord à remercier Monsieur Jean-Michel VANDAMME, directeur du centre de formation, pour avoir accepté de pouvoir intervenir au sein du LOSC.

Je tiens également à remercier Monsieur Michel BACHELET, responsable du secteur éveil, Monsieur Lucas KIEBBE, préparateur physique de la formation ; ainsi que les autres éducateurs du LOSC d'avoir pu m'aider et autoriser de mettre en place la préparation athlétique au sein de l'éveil.

Pour finir, je tiens à remercier Monsieur Philippe Campillo, enseignant de la faculté des Sciences et du Sport et de l'Education Physique de Lille, pour son aide ainsi que sa disponibilité durant toute la réalisation du mémoire.

Sommaire

I)	Introduction.....	5
II)	Revue de littérature	6
	2.1) La coordination motrice.....	6
	2.2) L'entraînement pliométrique	8
	2.3) L'agilité.....	10
III)	Contexte de l'étude	13
	3.1) Lieu de stage	13
	3.2) Mes missions au sein du LOSC	14
	3.3) Organisation de 2 semaines types de la PA à l'éveil	15
IV)	Présentation de l'étude	16
	4.1) Etudes antérieures reliant la pliométrie basse et l'agilité.....	16
	4.2) Problématique et objectifs de l'étude.....	17
	4.3) Protocole	18
	4.4) Analyse des statistiques	20
V)	Résultats	22
	5.1) Sans ballon.....	22
	5.2) Avec ballon.....	25
VI)	Discussion	28
	6.1) Interprétation des résultats	28
VII)	Conclusion	30
	7.1) Limites de l'étude	30
	7.2) Perspectives de l'étude.....	30
	7.3) Tableau récapitulatif des résultats de l'étude.....	31
VIII)	Bibliographie.....	32
IX)	Annexes.....	35

Glossaire

U (7-8-9-12...) : Under (âge de l'individu)

PA : Préparation athlétique

GC (1,2,3,4) : Groupe contrôle

GT (1,2,3,4): Groupe test

CER : Cycle étirement-raccourcissement

m : mètre

kg: kilogramme

s: seconde

PHV: peak height velocity

H1, H0: Hypothèse 1, Hypothèse 0

I) Introduction

Le football se définit comme 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 (**Mombaerts, 1999**). Le football est donc une opposition de 2 équipes qui va durer 90 minutes. L'équipe qui marque le plus de buts va donc remporter le match. Le football pour les enfants désigne les différentes formes de pratique dans les catégories de jeunes, des U6 aux U13. Il se joue en effectifs réduits à 3, 4, 5 ou 8, avec un même temps de jeu pour tous. La dimension des terrains, celle des buts et la taille des ballons varient selon la tranche d'âge. Ce football adapté permet au jeune joueur et à la jeune joueuse de s'initier individuellement à la pratique, au sein d'un collectif, sur le mode du plaisir et de l'expression. La compétition n'existe pas mais plusieurs rendez-vous viennent rythmer la saison : plateaux, critères, Interclubs. Il est donc important à prendre en compte la taille du terrain pour chaque catégorie, les efforts réalisés et l'avancement physique des enfants. De ce fait, les joueurs vont jouer dans un espace réduit et vont donc être soumis à de nombreux stimuli qui se présentent à eux (mouvement du ballon, mouvement de l'adversaire et des coéquipiers). Le jeune footballeur élite doit donc être capable d'être réactif, de prendre rapidement les décisions et surtout de devoir s'adapter le plus rapidement possible à la situation. La coordination motrice va donc devoir s'appliquer avec vitesse à la suite des différents stimuli. L'agilité est une qualité physique qui relie la coordination motrice et la vitesse d'exécution des mouvements. Selon les études de **Reilly (2007)** et **Trecroci et al. (2018)**, les joueurs ayant un profil d'agilité élevé sont plus enclins à performer lors d'actions répétitives à grande vitesse et à prendre des décisions rapidement dans les moments cruciaux du jeu. L'objectif de cette étude est donc de pouvoir apprécier l'évolution de l'agilité avec et sans ballon des jeunes joueurs de football élite grâce à une programmation de pliométrie basse durant 6 semaines. Nous allons comparer cette évolution via les résultats avant et après du test ICODT-Ball avec et sans ballon. Cette étude comporte un groupe contrôle (n=45) ne réalisant aucun exercice de motricité sans ballon pendant 6 semaines entre les tests, à un groupe test (n=41) réalisant la programmation entre les tests. En moyenne, le groupe contrôle est âgé de 9,58 ($\pm 1,15$) ans avec un IMC moyen de 16,15 ($\pm 3,34$). Concernant le groupe test, la moyenne d'âge est de 9,53 ($\pm 1,12$) avec un IMC moyen de 16,52 ($\pm 1,79$).

A la suite de cette introduction, nous pouvons retrouver la revue de littérature définissant la coordination motrice et ses différentes composantes, pour ensuite parler de l'agilité. Nous parlerons également de la pliométrie avec ses différentes formes d'application ainsi que les études réalisées alliant pliométrie et agilité. Ensuite, nous pourrions voir le contexte ainsi que la présentation de l'étude. La dernière partie de cette étude sera composée de la présentation des résultats de l'étude, la discussion et pour finir la conclusion.

II) Revue de littérature

2.1) La coordination motrice

2.1.1) Définitions

Comme nous pouvons le voir dans le livre numérique de **Ferre et Leroux (2009)**, la coordination motrice correspond à la capacité de l'organisme à réaliser un mouvement par l'action simultanée et harmonieuse du système nerveux et des muscles squelettiques concernés. **Franck (2006)** rajoute que le mouvement réalisé doit être intentionnel et précis. Le mouvement doit être réalisé avec vitesse, efficacité et fiabilité. Dans l'article de revue de **Abdelmalek (2016)**, il définit la coordination motrice comme la capacité permettant l'acquisition d'actions motrices complexes avec aisance, efficacité et rapidité. Selon lui, c'est un élément incontournable du contrôle et guidage des mouvements, de l'apprentissage moteur et de l'adaptation motrice. La coordination motrice correspond donc à la synergie du système nerveux et des muscles à réaliser des mouvements précis et intentionnels. Elle nous permet de contrôler, guider ou encore d'apprendre un mouvement. Dans le livre *Football préparation physique spécifique* de **Caballero (2021)**, il définit la coordination comme la capacité à effectuer une action motrice « mécanisée » (apprise ou répétée) ou spontanée, mais efficace et énergétiquement économique.

2.1.2) Ses composantes

Selon **Ferre, Leroux et Hotz (1986)**, il existe 5 facteurs de la coordination motrice :

- La capacité de réaction : réagir vite à des signaux de différentes formes
- La capacité de différenciation kinesthésique : prise en compte des paramètres spatiotemporels et dynamiques de la motricité
- La capacité d'orientation : modifier les comportements de son corps dans le temps et l'espace
- La capacité de rythme : réaliser un mouvement de manière rythmée ou à saisir un rythme imposé
- La capacité d'équilibre : maintenir son corps en position d'équilibre, à l'arrêt et en mouvement

On peut également voir que **Weineck (1997)** sépare la coordination motrice en 2 sous-catégories : capacité de contrôle et capacité d'adaptation.

Les capacités de contrôle sont composées de 4 composantes et les capacités d'adaptation sont composées de 5 composantes. Le schéma de **Weineck** présente donc 8 composantes de la coordination motrice.

Structuration de la coordination

Capacités de contrôle Capacités d'adaptation

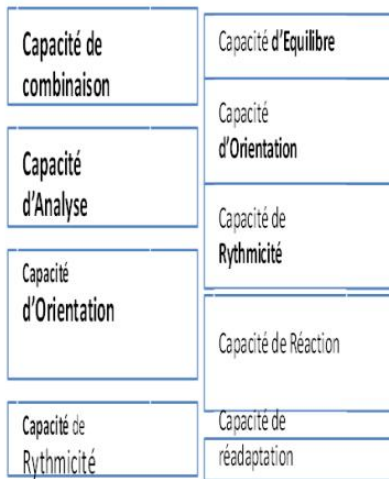


Figure 1: Schéma de Weineck représentant la structure de la coordination

2.1.3) Maturation biologique et coordination motrice

Dans le chapitre 1 du livre numérique de **Ratel et Martin (2014)**, **Doré et Van Praagh** ont défini la maturation biologique comme une progression de la fonction d'un organe ou d'un système biologique jusqu'à son état de maturité, qui correspond au fonctionnement adulte. Il est à noter que la maturation suit à un rythme différent d'un système à l'autre. Issus du livre « Préparation physique du jeune sportif » de **Ratel (2018)**, voici ci-dessous (Figure 2) un graphique montrant la courbe de croissances systémiques des différents systèmes d'un individu :

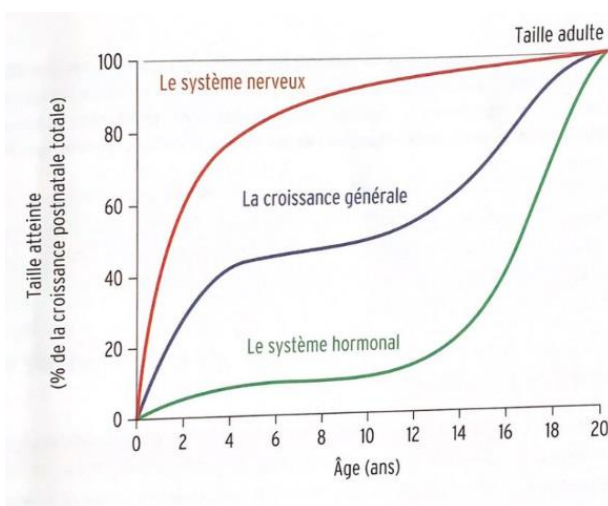


Figure 2: courbe de croissances systémiques

que les enfants entre 6 et 10 ont un système nerveux qui est développé à 80% par rapport à sa maturation adulte. Les enfants peuvent voir leur système nerveux progresser d'environ 10%.

On peut voir que les composantes citées par Ferre, Leroux et Hotz permettraient à l'individu de s'adapter à l'environnement. Selon lui, la capacité d'orientation et de rythmicité a une double fonction. Il est donc important pour le jeune footballeur de savoir modifier les comportements de son corps pour s'adapter à l'environnement mais également pour être capable de maîtriser une nouvelle situation. La notion d'environnement est donc importante à prendre en compte dans l'apprentissage d'un mouvement.

Dans la préparation athlétique du jeune footballeur, nous pourrions faire évoluer la capacité de rythmicité, la capacité de réaction et également la capacité d'équilibre.

Les sujets de notre étude ont entre 6 et 10 ans.

On peut observer que le système hormonal et la croissance générale évolue d'environ 5 à 10% par rapport à la maturation adulte des systèmes. On peut voir que le système hormonal des joueurs n'a pas encore été développé (- de 10% de la maturation postnatale totale). Pour la croissance générale, nous pouvons voir qu'entre 6 et 10 ans, les enfants ont déjà atteint 40% de leur croissance postnatale totale.

Pour le système nerveux, nous pouvons voir

Il est donc important de prendre en compte la maturation des individus pour l'évolution de la coordination motrice... Selon l'étude de **Kamen (2005)**, il existe 3 types de facteurs nerveux qui vont intervenir dans les efforts dynamiques ou explosifs :

- Le recrutement (spatial) des unités motrices (UM)
- La fréquence des impulsions (recrutements temporels des UM)
- La synchronisation des unités motrices

L'amélioration de ces 3 facteurs va permettre d'avoir une activation plus rapide des motoneurones durant les efforts explosifs, tels que des changements de directions courts et intenses. Les fonctions nerveuses jouent un rôle important dans la capacité de réaction et la capacité de rythme et donc la maturation du système nerveux va permettre aux joueurs d'améliorer leur coordination motrice.

2.1.4) Effets de l'entraînement sur les facteurs nerveux

Dans le livre « *Mechanism of muscle motor unit adaptation to explosive power training* » de **Paavo et Komi (2003)** un entraînement dynamique va permettre de diminuer le temps d'atteinte de force maximale de 9%. Les unités motrices vont être recruter dans un temps plus court. Le recrutement spatial des unités motrices sera donc amélioré et la fréquence des impulsions sera également améliorée. L'entraînement va également permettre d'améliorer la synchronisation des unités motrices et selon l'étude de **Stemmler (2002)**, l'amélioration de cette composante va permettre d'améliorer la montée en force.

2.2) L'entraînement pliométrique

2.2.1) Définitions de la pliométrie

Selon Cometti (2004), la pliométrie peut se définir de la façon suivante : « On parle d'une action musculaire pliométrique lorsqu'un muscle qui se trouve dans un état de tension est d'abord soumis à un allongement (on parle d'une phase excentrique) et qu'ensuite il se contracte en se raccourcissant (on parle alors de phase concentrique) ». Il y a mise en jeu de ce que les physiologistes appelle "the stretch-shortening cycle (le cycle étirement-raccourcissement) ». La pliométrie vise à faire travailler en puissance et en explosivité un ou plusieurs muscles du corps. Elle a pour objectif d'améliorer la capacité à restituer l'énergie élastique qui est emmagasinée lors de l'étirement du muscle et de ses tendons, au moment de la phase de contraction maximale concentrique (au moment de l'impulsion). L'application des forces va se faire de manière horizontale ou verticale. Le temps entre la phase excentrique et la phase concentrique doit être très court (0,1-0,2 seconde).

2.2.2) Hauteur de pliométrie

Le cycle étirement raccourcissement correspond à un mode de fonctionnement du système neuromusculaire. Le muscle ainsi que leurs tendons vont s'étirer (phase excentrique) puis les fibres musculaires par la suite vont subir une contraction (phase concentrique) automatique. Les muscles

réagissent à leur étirement grâce au réflexe myotatique. **Schmidtbleicher (1986)** va distinguer un CER lent ou rapide. Dans le domaine de la pliométrie, le CER sera rapide pour des sauts à hauteur des tibias et avec une certaine rapidité. Le CER sera lent pour des sauts à hauteur des genoux voir plus haut. Il y a donc plusieurs manières de travailler son CER avec des exercices de pliométrie différents. Au football, le CER rapide est souvent sollicité sur des reprises d'appuis, des sprints ou autre. Le CER lent est plus sollicité sur les duels aériens. On va donc caractériser la pliométrie « basse » comme l'utilisation d'exercices avec un CER rapide (tels que l'utilisation de l'échelle de rythme, le changement d'appuis très courts...) avec un temps de contact au sol situé entre 100 et 200 ms au sol. La hauteur des appuis ne va pas dépasser la limite des tibias. Comme exemple d'exercices, nous avons la répétition d'appuis très courts et dynamiques, les changements de direction, l'échelle de rythme, les sauts dans les cerceaux avec un temps très court de l'appui au sol ou encore la marelle...

2.3.3) Effets de l'entraînement pliométrique sur l'organisme

L'entraînement pliométrique va avoir des avantages sur le plan musculo-tendineux. En effet, dans la « nouvelle Bible de la préparation physique » de **Reiss (2020)**, il nous propose une synthèse des avantages du mode pliométrique :

- Diminution du temps de couplage excentrique-concentrique
- Augmentation de la raideur active
- Amélioration de la coordination intermusculaires
- Pas d'effets sur le volume musculaire
- Augmente la sensibilité des fuseaux neuromusculaires (FNM)

Les tendons vont donc s'adapter à la suite d'un effort pliométrique et vont se renforcer grâce à l'augmentation de la raideur active.

2.3.4) La pliométrie chez les jeunes enfants

Il existe des préjugés sur l'impact de la pliométrie sur la croissance osseuse des enfants. Dans le livre de Ratel, on peut voir dans l'intitulé « Comment aborder la pliométrie au cours de la croissance » qu'il n'existe aucune étude scientifique qui démontre des dommages importants au niveau osseux à la suite d'une programmation de pliométrie. Dans l'étude « How young is too young » rédigée par **Myer et al. (2013)**, il est dit qu'il est nécessaire pour un enfant en cours de développement, d'avoir une adaptation neuromusculaire pour éviter un déconditionnement qui augmenterait le risque de blessures. Comme vu précédemment, la pliométrie basse permet de renforcer le système nerveux et les structures osseuses. Il est donc important de réaliser des exercices de pliométrie pour la santé osseuse et également pour avoir une adaptation nerveuse durant la maturation du système nerveux de l'enfant.

2.3.4) La pliométrie et la performance du jeune footballeur

- Impact sur les performances neuromusculaires à l'âge adulte

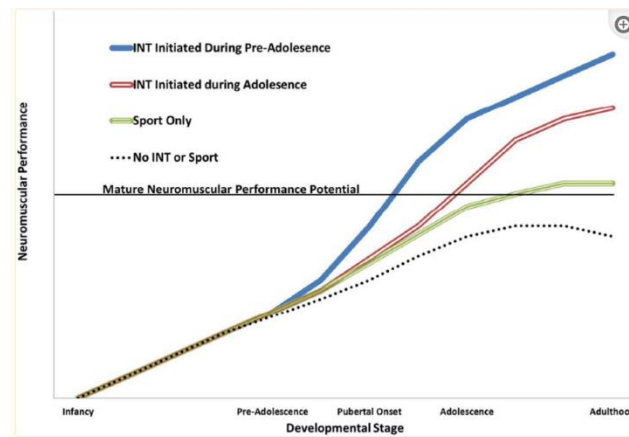


Figure 3: Graphique issu de l'étude "how young is too young" (Myer et al. , 2013) représentant l'impact d'un entraînement neuromusculaire intégratif sur les performances à l'âge adulte, durant les différentes phases de développement de l'individu

Comme nous pouvons le voir sur le graphique ci-dessus (Figure 3) issus de l'étude « How young is too young », la performance neuromusculaire est plus élevée à l'âge adulte pour les individus ayant réalisé des entraînements neuromusculaires intégratifs à la période de la préadolescence. Il est à noter que les entraînements sont maintenus durant l'adolescence jusqu'à l'âge adulte. On peut donc dire que l'entraînement pliométrique permettra aux joueurs de football d'atteindre leur plein potentiel neuromusculaire à l'âge adulte. S'il n'est pas mis en place, cela peut être un frein pour atteindre le haut niveau.

- Impact sur les qualités physiques

Selon l'étude de **Michailidis (2013)**, l'entraînement de pliométrie associé à la discipline sportive apporte une majoration des gains de performance par rapport à un entraînement de la discipline sportive sans pliométrie. Dans cette étude, il a été montré chez des footballeurs de 10-11 ans qu'associer de la pliométrie à un programme spécifique au football de 12 semaines augmente plus significativement les qualités de vitesse, de puissance, d'adresse, d'équilibre et de la coordination motrice par rapport aux joueurs n'ayant pas réalisé de pliométrie.

2.3) L'agilité

2.3.1) Définition

L'agilité a pu être définie en 2006 grâce à une revue de **Sheppard**. Selon lui, l'agilité est un mouvement rapide de tout le corps avec un changement de vitesse ou de direction en réponse à un stimulus. Elle est liée à des qualités physiques pouvant être entraînées telle que la force ou encore la puissance ou la technique. Voici une définition de l'agilité selon **Trecroci et al. (2022)** : "skills and abilities needed

to change direction, velocity or mode in response to a stimulus”¹. L'agilité peut donc se faire suite à différents stimulus et elle va donc être utilisée dans différentes situations. L'individu va donc utiliser son agilité en fonction de son environnement. Selon Nygaard Falch et al. (2019), la capacité à changer de direction va dépendre de 3 facteurs : Technique (qualité des appuis), vitesse de sprint en ligne droite et la qualité musculaire des membres inférieurs (la force, puissance et l'explosivité). Étant donné que nous avons une population de sujets âgés entre 7 et 11 ans, leur capacité à changer de direction va beaucoup dépendre de la technique (qualité des appuis) mais également de leur explosivité, fortement liée à leur système nerveux qui est le facteur le plus important à cet âge-là.

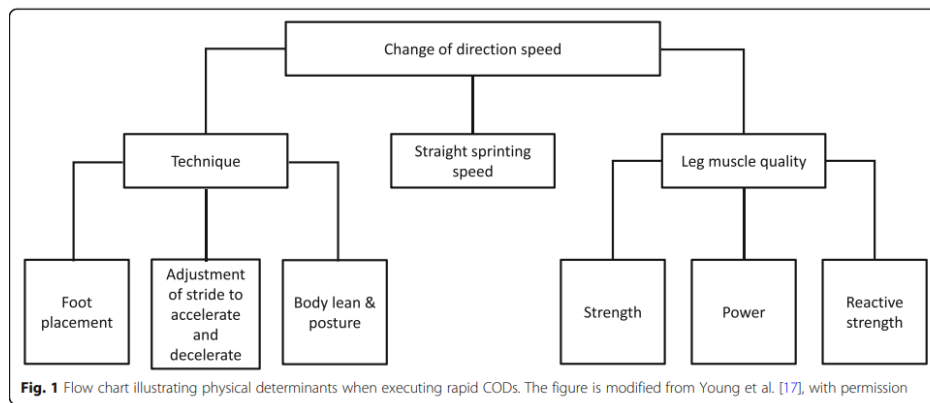


Figure 4: Composantes de la vitesse de changement de direction (Selon le schéma de Young et al. repris par Nygaard Falch et ses collaborateurs)

Comme le dit Grosgeorges dans son podcast en 2019, « ce qui fait la richesse de jeu, c'est la capacité à changer de directions, au bon moment, dans la bonne intensité, avec de la fluidité ou pas... ».

Selon lui, l'agilité va être caractérisée par la situation à venir :

Agilité planifiée : Habileté dite « fermée » dans laquelle les mouvements à réaliser sont connus à l'avance dans un environnement « standardisé » et réalisés en diminuant la marge d'erreurs, en allant le plus vite possible.

Agilité réactive : Habileté dite « ouverte » qui va être utilisée dans un environnement connu mais l'individu ne connaît ni le point de départ, ni le point d'arrivée.

Grosgeorges nous dit dans son podcast que nous allons utiliser les 2 habiletés de l'agilité durant le mouvement et qu'il faut être capable de savoir adapter et contrôler les paramètres du mouvement (habileté fermée) pendant une situation nouvelle.

2.3.2) Agilité et Coordination motrice

Comme vu précédemment, la coordination motrice regroupe plusieurs composantes. Nous pouvons voir que la définition de l'agilité regroupe des points importants que l'on retrouve dans la définition de la coordination motrice. En effet, nous retrouvons les composantes de la coordination motrice dans le

¹ Traduction : les compétences et les capacités nécessaires pour changer de direction, de vitesse ou de mode en réponse à un stimulus.

concept d'agilité. L'agilité est la compétence d'adaptation (à savoir la vitesse d'adaptation) à la suite d'un stimulus. Nous allons donc retrouver toutes les composantes d'adaptation (équilibre, rythmicité, orientation, réaction et réadaptation) mais également toutes les composantes de contrôle permettant de diriger le mouvement et de réguler son intensité. Cependant, si l'on observe les différentes définitions de l'agilité, on peut y apercevoir l'importance du concept de la vitesse des mouvements à la suite des différents stimuli (accélérer ou ralentir son mouvement en fonction du stimulus). En effet, si l'on prend le schéma des différentes sollicitations des qualités physiques en football dans le livre football préparation physique spécifique de **Caballero (2021)**, l'agilité correspond au mélange de la vitesse et de la coordination motrice. Les dribbles seraient donc un mélange de coordination et de vitesse et il est possible de tester l'agilité d'un joueur via un test de dribble.

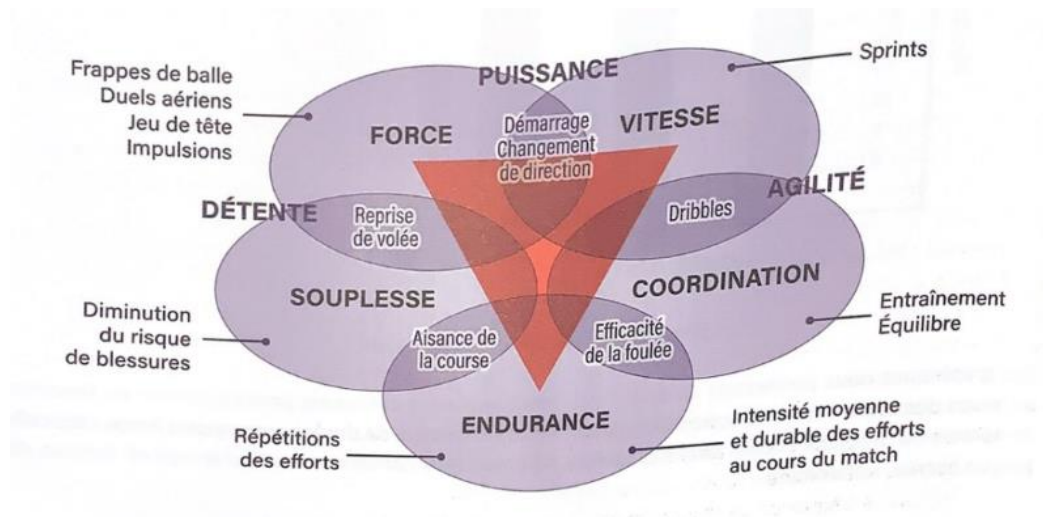


Figure 5: schéma des sollicitations des qualités physiques en football (issu du livre football préparation physique spécifique (p.22) de Caballero (2021))

2.3.3) développement de l'agilité du jeune footballeur

Pour développer l'agilité, il est important de comprendre ses différentes composantes. Comme vu auparavant, elle est dépendante de la vitesse et de la coordination. On peut donc chercher à développer l'agilité en utilisant des méthodes permettant d'améliorer ces qualités physiques et de voir s'il y a une corrélation entre l'amélioration des différentes qualités physiques et l'amélioration de l'agilité. Le footballeur va développer son agilité planifiée en utilisant les différentes qualités physiques pour réguler ses mouvements durant l'exercice connu. Il va développer son agilité réactive grâce à la spécificité du football et également aux exercices de vitesse de réaction.

Comme vu auparavant, la pliométrie basse (CER rapide) est une méthode permettant d'améliorer les qualités physiques qui composent l'agilité. La pliométrie basse peut donc être un moyen d'améliorer les performances d'agilité planifiée et réactive des jeunes footballeurs.

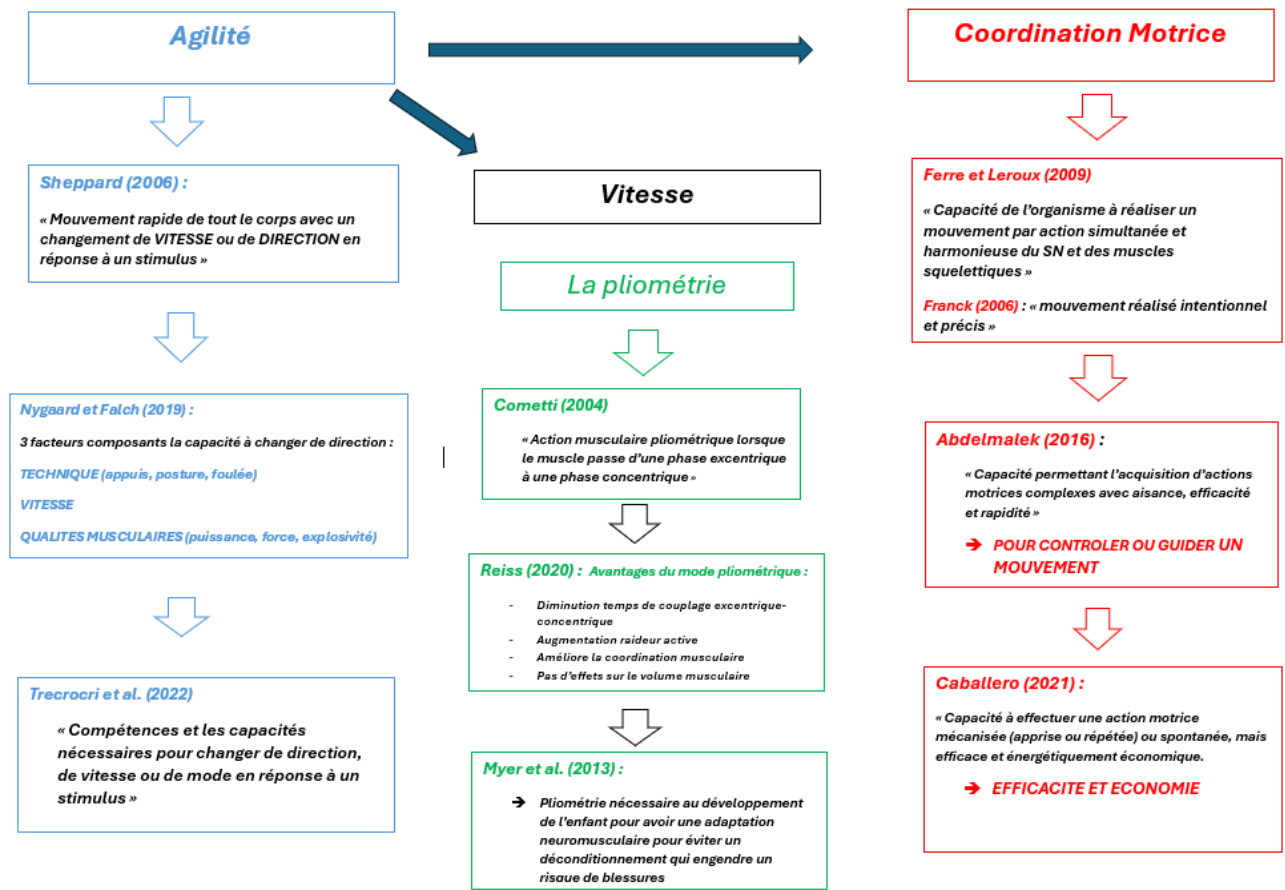


Figure 6: Schéma résumant les termes de la revue

III) Contexte de l'étude

3.1) Lieu de stage

3.1.1) Organisation de l'effectif à l'éveil

J'ai réalisé mon stage en tant que préparateur athlétique au sein de l'éveil du LOSC. La saison a commencé en août 2023 et j'ai commencé en étant éducateur de l'équipe U8 avec un autre éducateur. Je suis passé éducateur U9 depuis décembre 2023. Il est à noter qu'il y a 2 éducateurs actuellement en U8, 2 éducateurs en U9, 1 éducateur en U10 et 2 éducateurs en U11. Nous sommes tous encadrés par un coordinateur qui gère notre équipe, organise tout le côté administratif et nous donne les directives techniques.



Figure 7: effectif U8 du LOSC

3.1.2) Organisation des entraînements

Nous réalisons nos entraînements dans les infrastructures du Kipstadium à Tourcoing. Nous avons à disposition le matériel du Kipstadium ainsi qu'un terrain synthétique et une salle de footsalle à disposition. Chaque catégorie s'entraîne 3 fois par semaine. Chaque équipe réalise un entraînement en salle par semaine et 2 entraînements sur terrain.

3.2) Mes missions au sein du LOSC

Pour commencer, l'objectif primaire de ce stage est d'encadrer les joueurs et de favoriser la créativité de l'enfant pour l'amener au collectif et ainsi réaliser une performance collective. Les joueurs doivent sortir des catégories U8-U9 en ayant peu de lacunes avec les pieds pour pouvoir par la suite se concentrer sur les aspects technico-tactique sur les catégories supérieures. Selon **Lambertin (2000)**, l'optimisation de l'aspect technico-tactique ne peut se faire sans avoir préconstruit à cet état de fait dans les conditions motrices spécifiques propres au football. En ce qui concerne les objectifs physiques des joueurs de l'éveil, voici ce que j'ai pu déterminer comme objectifs avec le préparateur physique de la formation :

- Développement de la coordination motrice
- Apprentissage des gestes « moteurs » ou « habiletés motrices » (**Quintana, 2019**)

Au LOSC, nous recherchons à développer ces qualités physiques en réalisant de la préparation physique intégrée. Il est important d'apprendre les différents mouvements sans le ballon mais il est nécessaire de rester spécifique au football en réalisant les exercices de motricité avec ballon intégré. Pour cela, la pédagogie d'enseignement est importante et il faut se baser sur les différentes théories de l'apprentissage moteur :

- Théorie des contraintes de **Newell (1986)**

Selon lui, l'apprentissage de la motricité va se faire en prenant en compte les 3 contraintes du mouvement : l'individu, la tâche et l'environnement. L'objectif est donc d'incorporer dans nos exercices

des consignes amenant au bon geste. Par exemple, nous demandions aux joueurs d'accélérer avec le ballon dès que nous disions « TGV ». La consigne de la tâche permet aux joueurs d'avoir un stimulus permettant de conditionner l'intensité de leur gestuelle avec leur ballon. L'environnement est également adapté. Les joueurs sont dans un espace réduit et doivent changer de direction avec le ballon pour ne pas se heurter avec un partenaire. Les joueurs ont donc pu travailler leur technique, tout en réalisant des changements de direction à haute intensité. Cela permet de travailler l'accélération/décélération lors des changements de direction.

En plus de mes missions d'éducateurs avec les U8/U9, j'avais des objectifs en tant que préparateur athlétique de l'éveil :

- Mettre en place une programmation (en *Annexe 1*) de PA sur la saison ayant pour objectif d'améliorer la coordination motrice et l'apprentissage moteur des joueurs
- Proposer et animer des exercices d'apprentissage moteur ou des exercices de coordination en raccord avec le thème travaillé par l'éducateur
- Adapter le volume et l'intensité des exercices en fonction des matchs de la semaine et également en fonction de la séance proposée par l'éducateur.
- Mettre en place une structuration d'échauffement pour les équipes de l'éveil

Il est à noter que les U8/U9 réalisent la même programmation athlétique et les mêmes exercices (sauf si exercice trop difficile à comprendre ou trop technique pour les U8). Les U10/U11 travaillent également ensemble pour la préparation athlétique.

3.3) Organisation de 2 semaines types de la PA à l'éveil

Pour la préparation athlétique, nous avons fonctionné avec un « mouvement patron » (apprentissage moteur) travaillé sur 2 semaines. L'objectif était de retrouver ce mouvement en le travailler sur des intensités différentes, des directions différentes ainsi que des situations différentes (avec et sans ballon). Les exercices de pliométrie avec appuis courts peuvent se faire sur les différents gestes moteurs à travailler (courir, sauter, reculer, gestuelle de $\frac{3}{4}$, tirer/passé...).

- S1 (U8/U9) / S2 (U10/U11)

Thème : fixer/ Renverser

Gestuelle : position $\frac{3}{4}$ -> orienter, garder le ballon dos au jeu

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Samedi
U8/U9 : 18h-18h15 : Apprentissage moteur (j'interviens)	U8/U9 : 18h-18h20 : exercices motricité en salle	Match ou non	U8/U9 : - Vitesse de réaction	Match
U10/U11 : Exercice technique échauffement	U10/U11 : 18h-18h20 : exercices motricité terrain	Match ou non	U10/U11 : - Vitesse de réaction	Match

Tableau 1: Semaine 1 type de mes interventions sur la PA

- S2 (U8/U9) / S1 (U10/U11)

Même thème et même gestuelle

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Samedi
U8/U9 : <i>18h-18h15 : Exercice technique échauffement</i>	U8/U9 : <i>18h-18h20 : exercices motricité en salle</i>	Match ou non	U8/U9 : - <i>Vitesse de réaction</i>	Match
U10/U11 : <i>Apprentissage moteur (j'interviens)</i>	U10/U11 : <i>18h-18h20 : exercices motricité terrain</i>	Match ou non	U10/U11 : - <i>Vitesse de réaction</i>	Match

Tableau 2: Semaine 2 type de mes interventions sur la PA

IV) Présentation de l'étude

4.1) Etudes antérieures reliant la pliométrie basse et l'agilité

- La méta-analyse de **Firmsansyah et al. (2024)**

Cette revue récente a regroupé les résultats de 13 articles réalisés de 2012 à 2022 corrélant la pliométrie et l'agilité. Selon les auteurs de cette revue, une programmation de 6 à 10 semaines incluant 2 à 3 entraînements de pliométrie par semaine permettrait une amélioration de l'agilité ainsi que d'autres qualités physiques. Cette méta-analyse a regroupé les études incluant des sujets de 10 à 50 ans pratiquant le football régulièrement.

- Intensité, volume et prescription de la charge d'entraînement

Dans cette méta-analyse, nous avons un intitulé nommé « Intensité et volume des exercices pliométriques ». Selon les études de **Chelly et al. (2015)** et **Thaqi et al. (2020)**, Il est nécessaire de réaliser entre 40 à 135 sauts par semaine. Le volume d'entraînement sur la semaine doit donc être progressif sur les 6 à 10 semaines. Etant donné que nous avons des sujets allant de 6 à 10 ans, il est préférable de commencer avec un volume élevé de sauts dans la semaine (environ 120 à 135) avec une intensité moyenne qui est faible sur la semaine, pour ensuite diminuer le volume d'entraînement et augmenter l'intensité des efforts durant l'avancement de la programmation. Cela permettra d'avoir une charge de travail qui est progressive, de pouvoir corriger les postures et également de les intégrer sur la première et 2^{ème} semaine et également d'éviter une grosse fatigue nerveuse, impactant les prises de décision sur les aspects technicotactique des autres exercices.

Il convient de noter que les exercices pliométriques horizontaux (CER rapide) sont à favoriser pour améliorer les performances de sprint selon l'étude de **Rodrigo-Ramirez (2014)** mais il n'est pas précisé pour améliorer les performances d'agilité.

- Etude **Padron-Cabo et al. (2021)**

Cette étude a évalué l'efficacité d'une programmation de pliométrie avec échelle d'agilité sur l'amélioration des qualités physiques. Un groupe témoin (n=10) a été comparé à un groupe test (n=10) composé de joueurs âgés de 13 ans. Les joueurs du groupe Test ont réalisé une programmation de 6 semaines incluant 2 entraînements par semaine avec échelle d'agilité (un type d'exercice de pliométrie basse). Le groupe d'entraînement pliométrique n'a pas montré d'amélioration significative sur le test d'agilité mais il a montré des améliorations significatives sur le test de dribble en slalom. Selon Padron-Cabo et ses collaborateurs, ces résultats « contradictoires » pourraient être dus à des différences dans les charges d'entraînements de pliométrie basse liées à : l'intensité, le type d'exercice, la fréquence, la durée, la progression de la charge d'entraînement et à la période de la saison. De plus, dans cette étude, il n'est pas précisé quel test d'agilité a été utilisé.

Nous allons donc établir une programmation de pliométrie basse (incluant des exercices avec échelle d'agilité) en réalisant une surcharge progressive des paramètres et observer si nous arrivons à obtenir une différence significative sur l'évolution de l'agilité du groupe Test, réalisant une programmation de pliométrie basse. Nous évaluerons l'agilité avec et sans ballon sur le test Illinois (ICODT-BALL) qui a été validé scientifiquement récemment (2022).

4.2) Problématique et objectifs de l'étude

À la suite des différentes études vues auparavant, nous pouvons nous demander :

La pliométrie basse a-t-elle un impact sur l'évolution de l'agilité avec et sans ballon du jeune footballeur élite ?

Pour répondre à cette problématique, il est important d'avoir un groupe contrôle qui ne réalise aucun exercice de pliométrie basse et un groupe test qui a une programmation de pliométrie basse associée aux exercices spécifiques au football. C'est pour cela que j'ai décidé de réaliser des tests avec l'éveil du club de l'US Lesquin, club partenaire du LOSC. Le groupe test (GT) sera les catégories U8 (GT1), U9 (GT2), U10 (GT3) et U11 (GT4) du LOSC.

- *Pourquoi l'US Lesquin en tant que groupe contrôle (GC) ?*

Après avoir affronté leur équipe U8 (et avoir perdu 2-1), avoir entendu de bons échos concernant l'organisation à l'éveil et de l'animation de leurs séances, j'ai décidé de prendre comme groupe contrôle les catégories U8 (GC1), U9 (GC2), U10 (GC3) et U11 (GC4) de l'US Lesquin. De plus, je cherchais un club amateur qui réalisait au minimum 2 entraînements par semaine par catégorie (aucun club amateur réalise 3 entraînements par semaine comme le fait le LOSC). De plus, Lesquin réalise des détectations pour choisir les joueurs composant leurs équipes.

Objectifs de l'étude :

Cette étude aura comme premier objectif de comparer les moyennes d'évolution de l'agilité avec et sans ballon du groupe éveil de l'US Lesquin (GC dans l'étude) et du groupe éveil du LOSC (GT dans l'étude).

Ensuite, l'objectif sera d'observer s'il y a une différence significative entre le groupe test et le groupe contrôle pour observer si la programmation de pliométrie basse de 6 semaines a un effet sur la performance d'agilité. On pourra apprécier cette différence entre les différentes catégories (U8,U9,U10 et U11) des 2 groupes pour observer si la pliométrie basse peut avoir un impact sur la performance d'agilité à différents âges. La comparaison se fera uniquement entre la totalité des 2 groupes et également entre chaque catégorie (on ne va pas comparer les U8 du LOSC avec les U9 de Lesquin).

Comme dernier objectif, il sera possible d'observer s'il y a une différence significative au sein des catégories du groupe contrôle et du groupe test. On pourra donc observer si l'âge est un facteur déterminant dans l'évolution de l'agilité sur 6 semaines.

3.4.3) Caractéristiques des sujets

GROUPES	ÂGE (EN ANNEES)	TAILLE (m)	POIDS (kg)	IMC
GC	9,58±1,15	1,37±0,07	31,21±5,41	16,15±3,34
GC1	7,9±0,34	1,32±0,05	28,52±6,76	16,32±2,87
GC2	8,89±0,25	1,34±0,03	29,83±4,58	16,46±1,86
GC3	9,8±0,3	1,39±0,07	32,03±3,15	16,51±0,74
GC4	10,91±0,27	1,41±0,06	34,05±6,19	15,28±6,04
GT	9,53±1,12	1,38±0,09	31,42±5,9	16,52±1,79
GT1	7,26±0,25	1,28±0,05	25,24±3,37	15,46±1,58
GT2	8,03,26±0,18	1,32±0,06	29,24±4,96	16,70±1,81
GT3	9,91±0,27	1,45±0,04	34,59±3,6	16,66±1,94
GT4	11,02±0,28	1,45±0,05	36,11±4,74	17,07±1,63

Tableau 3: caractéristiques des sujets

4.3) Protocole

4.3.1) Les tests réalisés

- ICODT-BALL avec et sans ballon

Notre protocole va se baser sur la méta-analyse vue auparavant. Nous allons donc tester les groupes à la même période et dans les mêmes conditions. Nous réaliserons le test après le même échauffement (*cf*: *Annexe 2*), en début de séance pour éviter des interférences dues à la fatigue cognitive et également sur la même surface de jeu (terrain synthétique) Nous réaliserons un test validé scientifiquement par la littérature pour tester l'agilité avec et sans ballon des joueurs. Nous utiliserons donc le test Illinois avec changements de directions (COD), appelé ICODT-BALL dans la littérature. Ce test est considéré comme valide et fiable pour évaluer la capacité à changer rapidement de direction tout en dribblant le ballon chez les jeunes joueurs de football (**Makhlouf et al., 2022**). Les joueurs réaliseront 2 passages sans ballon et 2 passages avec ballon. Le meilleur temps sera conservé. Nous pouvons retrouver les schémas de l'ICODT-BALL ainsi que son protocole dans *l'annexe 3*.

4.3.2) Matériels utilisés

Pour l'ICODT-BALL, nous utiliserons 6 cônes et un ballon pour le mettre en place. Nous prendrons les mesures grâce aux capteurs du LOSC. Les capteurs seront disposés au début du test et au dernier cône pour avoir des mesures précises sur le temps. Pour mesurer les distances, nous utiliserons une « Measuring well » achetée sur Amazon. Pour la précision des temps de passage sur les tests, nous utiliserons les cellules photoélectriques sans fil Witty Gate. En *Annexe 4* se trouvera la manière dont ils ont été utilisés ainsi que les photos des différents outils utilisés.

4.3.3) Déroulé de l'étude

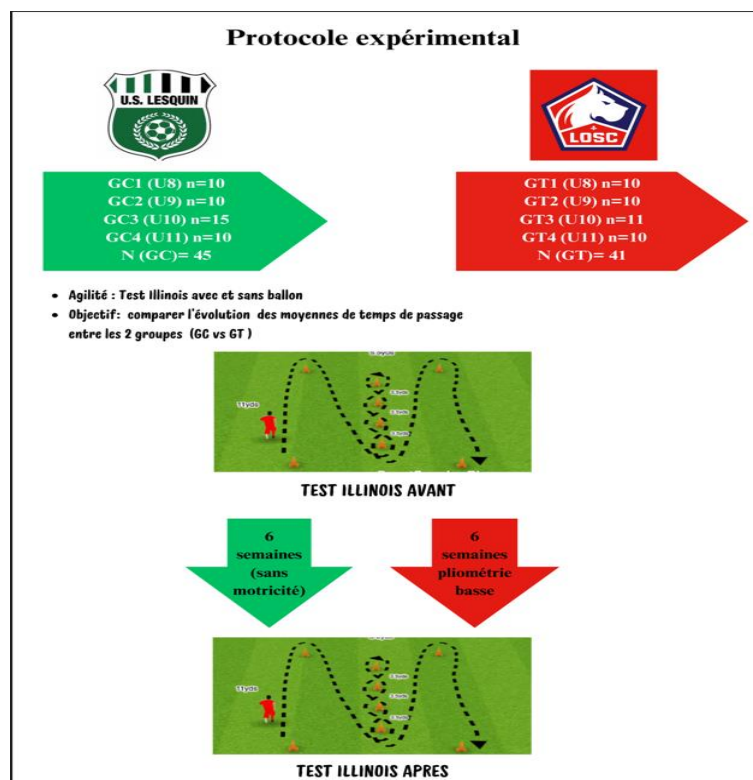


Figure 8: protocole expérimental de l'étude

Après avoir testé l'entièreté des 4 groupes Tests (GT1, GT2, GT3, GT4) nous débuterons la programmation de pliométrie basse. Les Groupes Tests réaliseront 3 entraînements de pliométrie par semaine. La programmation va durer 6 semaines, le volume des exercices de pliométrie basse sera dégressif en termes de distance/nombre de sauts. En *annexe 5* sera détaillée l'évolution des paramètres pour chaque semaine. L'intensité des sauts sera croissante tout au long de la programmation. Nous commencerons avec une intensité légère/moyenne (distance peu élevée, peu de changements de direction...) sur les 2 premières semaines puis nous augmenterons l'intensité des sauts sur la séance du mardi (moyenne/élevée) sur la S3 et la S4. L'entraînement du mardi étant dédié à une intensité plus élevée avec des exercices de motricité, c'est pour cela que nous allons augmenter l'intensité

progressivement sur cette séance. Sur la S5 et S6, nous augmenterons l'intensité sur la séance du jeudi (vitesse de réaction) avec des exercices intégrés durant les jeux ou mise en place tactique.

A la fin des 6 semaines, nous retesterons les 4 groupes Tests et les 4 groupes Contrôles.

4.4) Analyse des statistiques

Pour réaliser les différentes statistiques, nous utiliserons le logiciel Excel pour obtenir les données et nous utiliserons les différents tests d'Anastats et du logiciel R pour pouvoir comparer les données.

4.4.1) Statistiques réalisées comparant les moyennes d'évolution (%) du GC et du GT

- Delta des temps de passage avant/après

Nous allons dans un premier temps calculer le « delta » entre le temps de passage avant et après pour chaque joueur. Nous mettrons le delta en pourcentages (%). Ensuite nous ferons la moyenne et l'écart-type de tous les deltas pour le GC (48 deltas) et le GT (48 deltas). Nous pourrions également réaliser la moyenne et l'écart-type des deltas des différents sous-groupes (GC1, GC2 [...] GT3, GT4). Nous pourrions donc voir l'évolution de l'agilité des 2 groupes et observer s'il y a une évolution significative de l'agilité grâce à la pliométrie basse. Nous allons réaliser ces tests avec les deltas obtenus avec les tests ICODT-BALL, étant le test évaluant l'agilité. Nous pouvons voir dans les tableaux ci-dessous un exemple de valeurs qui pourraient être obtenues à la suite des tests réalisés avec un groupe contrôle ou un groupe test. Les valeurs dans le tableau ont été remplies au hasard et ne sont pas les vraies valeurs obtenues. Les deltas surlignés en vert représentent une amélioration et ceux en rouge représentent une évolution du temps de passage.

= (D3/E3*100)-100				
B	C	D	E	F
GC	Sujets	temps avant (s)	temps après (s)	Delta (%) évolution
GC1	Sujet 1	20,2	20,4	-0,98
	Sujet 2	20,8	19,2	8,33
	Sujet 3	19,2	20,3	-5,42
	Sujet 4	21	21,7	-3,23
Moyenne		20,30	20,40	-0,32
ET		0,81	1,02	6,05
GC2	Sujet 5	24,2	22	10,00
	Sujet 6	22,9	24,3	-5,76
	Sujet 7	23,8	24,3	-2,06
	Sujet 8	21	29,2	-28,08
		22,98	24,95	-6,48
		1,42	3,03	15,90
GC3	Sujet 9	23,3	25	-6,80
	Sujet 10	20,8	28,2	-26,24
	Sujet 11	21,7	21,8	-0,46
	Sujet 12	22	22,5	-2,22
Moyenne		21,95	24,38	-8,93
ET				11,85
GC4	Sujet 13	23,3	21,5	8,37
	Sujet 14	25,5	21	21,43
	Sujet 15	20	20,1	-0,50
	Sujet 16	21,1	21,5	-1,86
Moyenne		22,48	21,03	6,86
ET		2,439091361	0,660176744	10,71928477

=MOYENNE(F3:F6;F9:F12;F15:F18;F21:F24)									
D	E	F	G	H	I	J	K		
ps avant (s)	temps après (s)	Delta (%) évolution						Moyenne	ET
20,2	20,4	-0,98						GC	-2,22
20,8	19,2	8,33							12,1943661

Tableau 4: Exemple de données pouvant être recueillie

- Test de normalité : Test de Shapiro-Wilk

Ensuite, nous pouvons tester la normalité des différents groupes.

H0 : La distribution des séries ne suit pas une loi normale ($p > 0,05$) -> Test non paramétrique

H1 : La distribution des séries suit une loi normale ($p < 0,05$) -> Test de Levene pour comparer les variances

- Observer une différence significative sur l'ICODT-BALL

Pour observer une différence significative entre nos différents groupes (par paires ou plus), nous allons devoir dans un premier temps tester l'homogénéité des variances des groupes (si la normalité est vérifiée)

H0 : Les variances des groupes sont significativement hétérogènes ($p < 0,05$), nous utiliserons un test non paramétrique

H1 : Les variances des groupes ne sont pas significativement hétérogènes ($p > 0,05$), nous utiliserons un test non paramétrique

- Hypothèses : comparaison entre la moyenne d'évolution de 2 groupes

Nous réaliserons ces comparaisons pour comparer la moyenne d'évolution au sein de l'éveil de Lesquin (GC) et du LOSC (GT). Le test paramétrique utilisé sera le test de Student non apparié et le test non paramétrique sera celui de Mann et Whitney (étant donné que nous comparons uniquement des groupes indépendants)

Nous pourrions également comparer la moyenne d'évolution entre 2 sous-groupes (exemple : GC1/GT1) s'il y a une différence significative observée lors de l'ANOVA (*cf : comparaison entre la moyenne d'évolution de plusieurs groupes*). Nous réaliserons une comparaison par paires en utilisant les 2 tests vus précédemment.

H0 : il n'y a pas de différence significative entre les moyennes d'évolution ($p > 0,05$), la programmation de pliométrie basse n'a pas eu d'impact sur l'évolution de l'agilité des joueurs.

H1 : Il y a une différence significative entre les moyennes d'évolution ($p < 0,05$), la programmation de pliométrie basse a eu un impact sur l'évolution de l'agilité des joueurs.

- Hypothèses : comparaison entre les moyennes d'évolution de plusieurs groupes (ici 8 groupes)

H0 : il n'y a pas de différence significative entre les moyennes d'évolution de chaque groupe ($p > 0,05$), la programmation de pliométrie basse n'a pas permis une amélioration significative sur l'évolution de l'agilité des joueurs

H1 : Il y a une différence significative entre les moyennes d'évolution de plusieurs groupes ($p < 0,05$), il y a au minimum un groupe avec une moyenne significativement différente d'un/plusieurs autre(s) groupe(s).

4.4.2) Comparaison intra-groupes

Nous réaliserons également des comparaisons de moyennes au sein du groupe Contrôle (GC1/GC2 [...] GC3/GC4) pour observer si l'âge influence l'évolution de l'agilité sur une période de 6 semaines.

Nous procéderons avec les mêmes méthodes vues précédemment. Voici les hypothèses finales pouvant être obtenues :

H0 : il n'y a pas de différence significative entre les moyennes d'évolution ($p > 0,05$). L'âge n'influence pas l'évolution de l'agilité sur 6 semaines (inclusion du programme de pliométrie ou non).

H1 : il y a une différence significative entre les moyennes d'évolution ($p < 0,05$). L'âge influence l'évolution de l'agilité sur 6 semaines (inclusion du programme de pliométrie ou non).

V) Résultats

5.1) Sans ballon

5.1.1) Différence d'évolution entre GC et GT

Catégories	Groupes	Moyennes temps (s) avant	Moyennes temps (s) après	Moyennes d'évolution (%) d'agilité sans ballon	Normalité (Pvalue)	*: différence significative
U8	GC1	20,27 ± 0,97	20,47 ± 1,10	-0,89 ± 4,33	0,03	
	GT1	19,61 ± 1,52	19,73 ± 1,88	-0,42 ± 3,85	0,07	
U9	GC2	19,87 ± 0,86	20,02 ± 1,11	-0,79 ± 1,69	0,86	
	GT2	18,58 ± 0,75	18,59 ± 0,73	-0,02 ± 2,74	0,85	
U10	GC3	18,42 ± 0,93	18,22 ± 1,32	1,34 ± 5,97	0,03	
	GT3	18,07 ± 0,72	17,53 ± 0,79	2,96* ± 5,87	0,72	
U11	GC4	17,40 ± 0,78	17,26 ± 0,53	-0,10 ± 2,62	0,42	
	GT4	17,17 ± 0,67	16,80 ± 0,66	1,38* ± 3,77	0,14	

Tableau 5: Moyennes et normalité par catégories

On peut observer dans le **tableau 5** ci-dessus, les moyennes de temps avant et après 6 semaines ainsi que la moyenne d'évolution de l'agilité sans ballon (en pourcentages) de chaque groupe. La normalité a pu être vérifiée dans chaque groupe et on peut voir qu'il y a 2 groupes qui ne sont pas normaux.

En considérant les moyennes d'évolution, on peut observer une amélioration significative des groupes U10 et U11 du groupe test (GT3 et GT4). Cependant, on ne peut pas savoir si cette évolution est liée à la programmation.

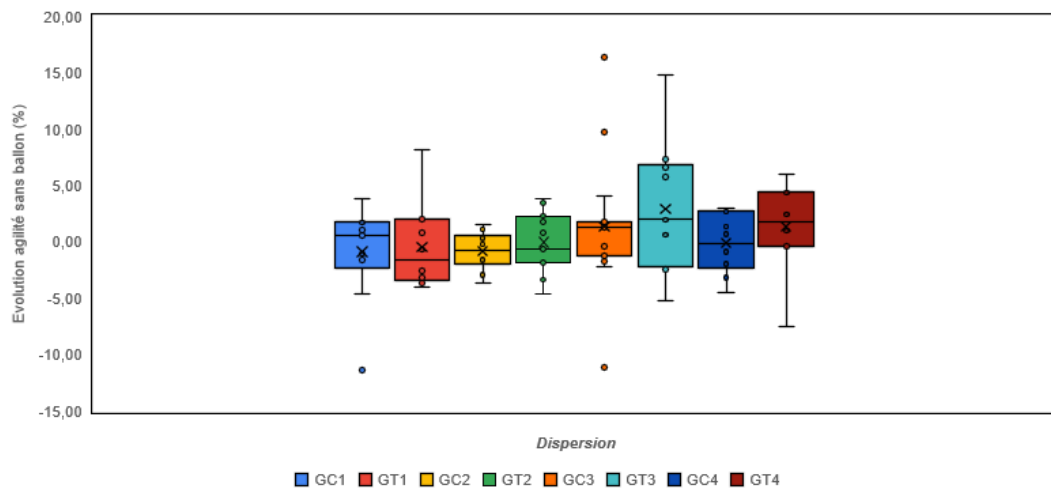


Figure 9: Boîtes à moustaches représentant la dispersion de l'évolution (%) de l'agilité sans ballon des groupes

Si l'on observe la dispersion de l'évolution de l'agilité sans ballon des groupes, on peut voir que la dispersion est plus élevée dans le GT3. Cela signifie que le groupe a connu une évolution qui n'est pas homogène.

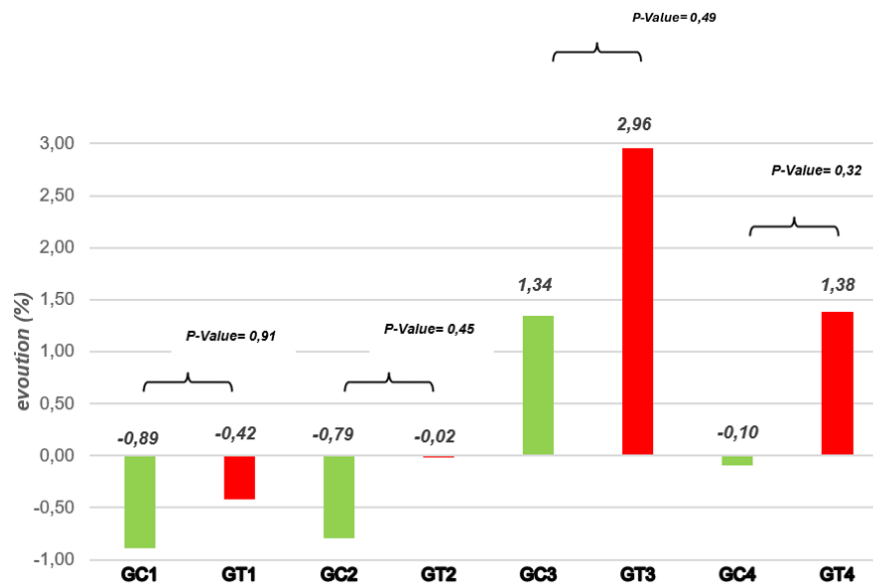


Figure 10: Moyennes de l'évolution (%) de l'agilité sans ballon des groupes

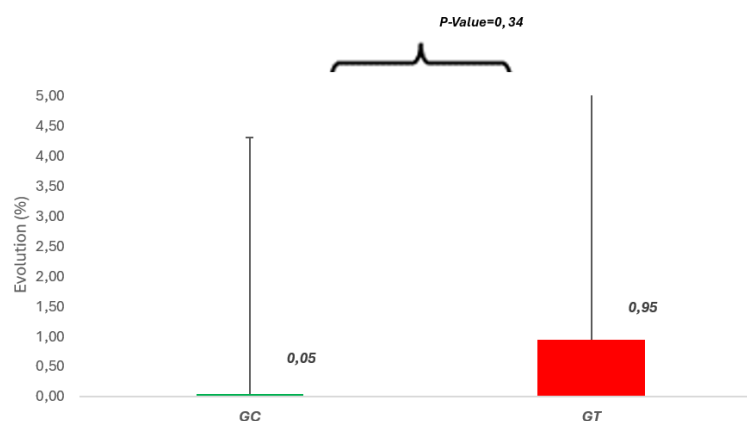


Figure 11: Moyenne de l'évolution (%) d'agilité sans ballon du GC et du GT

COMPARAISON GC (N=45) VS GT (N=41)	TEST UTILISE	PVALUE	HYPOTHESES VALIDEES	DIFFERENCE ENTRE LES MOYENNES D'EVOLUTION (%)
GC (N=45) / GT(N=41)	Mann et Whitney	0,34	H0	Non significative
GC / GT (DIFFERENCES ENTRE LES SOUS-GROUPES)	ANOVA Kruskal et Walis	0,39	H0	Non significative
GC1/GT1	Mann et Whitney	0,91	H0	Non significative
GC2/GT2	Student	0,45	H0	Non significative
GC3/GT3	Mann et Whitney	0,49	H0	Non significative
GC4/GT4	Student	0,32	H0	Non significative

Figure 12: Tableaux de comparaison des moyennes d'évolution de l'agilité sans ballon des différents groupes

En premier lieu, nous pouvons voir qu'il n'y a pas de différence significative entre le GC et le GT entre les moyennes d'évolution (%) de l'agilité sans ballon. On peut noter que les p-values sont toutes supérieures à 0,05, ce qui signifie que la programmation de pliométrie basse n'a pas permis d'avoir une évolution significative de l'agilité sans ballon entre le groupe contrôle et le groupe test, que ce soit au sein des sous-groupes (U8, U9, U10, U11) ou au sein de l'entièreté des groupes (GC et GT)

5.1.2) Différences intra-groupes

Groupes	Test utilisé	P (value)	Hypothèses validées	Différence
GC	Kruskal et Walis	0,51	H0	Non significative
GT	ANOVA paramétrique	0,27	H0	Non significative

Tableau 6: tableau de comparaison des moyennes intra-groupes

En réalisant les ANOVA au sein du groupe test et du groupe contrôle, contenant toutes les catégories U8 à U11, on peut voir qu'il n'y a pas de différence significative car les Pvalue sont supérieures à 0,05. Cela signifie que l'on valide H0 et donc qu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes d'évolution (%) d'agilité sans ballon au sein des groupes du groupe contrôle et du Groupe test. L'âge ne semble pas influencer l'évolution de l'agilité sans ballon sur 6 semaines.

5.2) Avec ballon

5.2.1) Différence entre GC et GT

Catégories	Groupes	Moyennes temps (s) avant	Moyennes temps (s) après	Moyennes d'évolution (%) d'agilité avec ballon	Normalité (Pvalue)	*: différence significative
U8	GC1	34,70 ±6,11	32,36 ±4,72	7,00* ±1,73	0,25	
	GT1	27,20 ±2,12	26,88 ±2,33	1,35 ±3,89	0,77	
U9	GC2	28,43 ±1,81	28,74 ±2,03	-0,94 ±4,29	0,13	
	GT2	24,18 ±0,93	23,82 ±0,95	1,58 ±2,87	0,88	
U10	GC3	24,30 ±1,78	24,01 ±1,94	0,22 ±0,35	0,5	
	GT3	22,73 ±1,48	22,08 ±0,82	3,12 ±1,22	0,49	
U11	GC4	22,30 ±1,38	22,50 ± 0,97	-0,91 ±3,45	0,99	
	GT4	22,42 ±1,53	21,87 ±1,64	2,44 ±3,22	0,69	

Tableau 7: Moyennes et normalités par catégories

Dans le **tableau 7** ci-dessus, on peut voir les moyennes de temps (en secondes) avant et après le protocole expérimental. On peut voir également les moyennes d'évolution (en pourcentages) de l'agilité avec ballon des groupes. On peut constater une amélioration significative au niveau des U8 du groupe contrôle (GC1) . La normalité a pu être vérifiée et chaque distribution suit une loi normale.

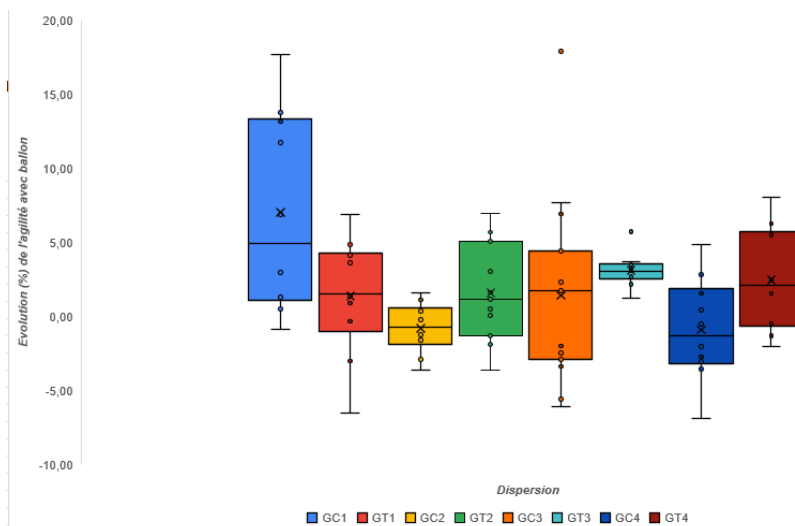


Figure 13: Boîtes à moustaches représentant la dispersion de l'évolution (%) de l'agilité sans ballon des groupes

Nous pouvons constater ci-dessus la dispersion de chaque groupe. On peut voir que la dispersion est la plus importante au sein des U8 du groupe contrôle mais elle est également élevée au sein des U10 et U11 du groupe contrôle. La dispersion est également élevée au sein des U8, U9 et U11 du groupe test. Cela signifie que les groupes ont connu une évolution hétérogène.

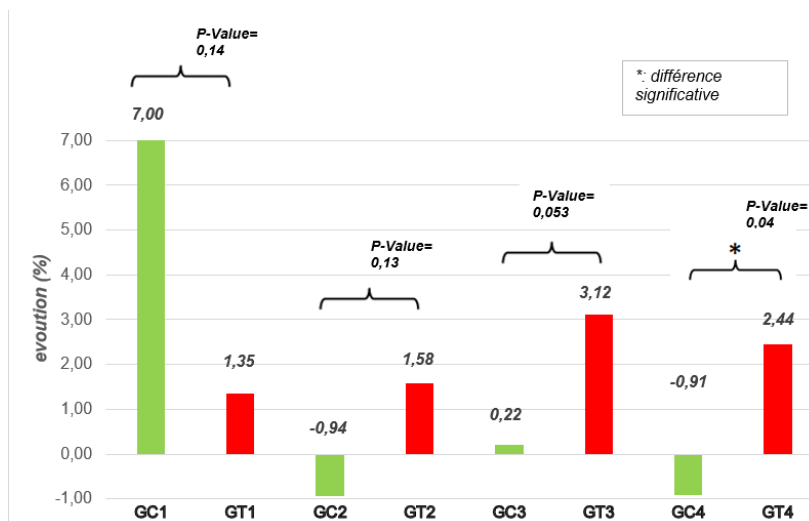


Figure 14: Moyenne d'évolution (%) d'agilité avec ballon des groupes

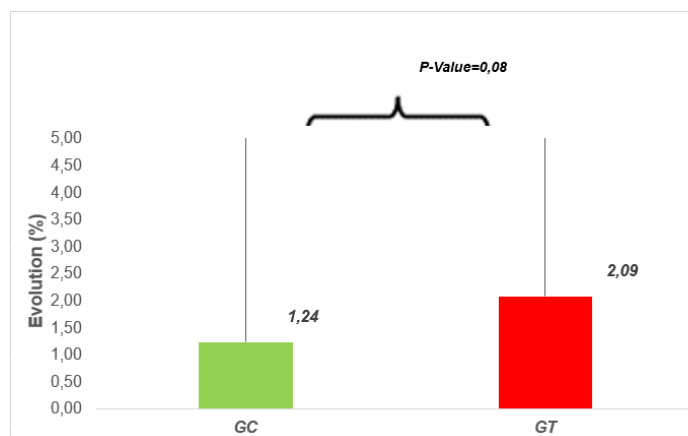


Figure 15: Moyenne d'évolution (%) de l'agilité avec ballon du GC et du GT

Dans un premier temps, on peut voir que la moyenne d'évolution de l'agilité avec ballon est plus élevée au sein du groupe test (2,09% contre 1,24%). Si l'on observe les moyennes de chaque sous-groupe, la moyenne d'évolution la plus importante est celle des U8 du groupe contrôle (7% d'évolution). Cependant, si l'on observe les autres moyennes du groupe contrôle, elles sont neutres voir négatives. Les moyennes du groupe test sont toutes positives avec un pic de 3,12% pour la catégorie U10.

COMPARAISON GC (N=45) VS GT (N=41)	TEST UTILISE	PVALUE	HYPOTHESES VALIDEES	DIFFERENCE ENTRE LES MOYENNES D'EVOLUTION (%)
GC (N=45) / GT(N=41)	Mann et Whitney	0,08	H0	Non significative
GC / GT (DIFFERENCES ENTRE LES SOUS- GROUPES)	ANOVA Kruskal et Walis	0,018	H1	Significative
GC1/GT1	Mann et Whitney	0,14	H0	Non significative
GC2/GT2	Student	0,13	H0	Non significative
GC3/GT3	Mann et Whitney	0,053	H0	Non significative
GC4/GT4	Student	0,04	H1	Significative

Tableau 8: comparaison des moyennes d'évolution (%) d'agilité avec ballon entre les différents groupes

Dans le **tableau 8 ci-dessus**, nous pouvons observer les différentes comparaisons des moyennes d'évolution (en pourcentage) entre les différents groupes.

On peut voir qu'il n'y a pas de différence significative ($p=0,08$) entre les moyennes d'évolution des 2 groupes rassemblés. L'hypothèse H_0 est donc validée et la programmation de pliométrie n'a pas permis d'avoir une amélioration significative entre les 2 groupes rassemblés.

Si l'on observe les différences de moyennes entre les sous-groupes, on peut constater une différence significative ($p=0,018$). Cela signifie qu'il y a au minimum une différence significative entre la moyenne d'évolution d'un groupe et un/plusieurs autre(s) groupe(s). Les tests post-hoc ont donc été réalisés pour comparer les moyennes d'évolution entre chaque catégorie du groupe contrôle et du groupe test. On peut apercevoir une différence significative ($p=0,04$) entre la moyenne d'évolution du groupe contrôle U11 (GC4) et du groupe test U11(GT4). Cela signifie qu'on valide H_1 et que la programmation a permis une amélioration significative de l'agilité avec ballon des U11 du LOSC.

5.2.2) Différences intra-groupes

Groupes	Test utilisé	P (value)	Hypothèses validées	Différence entre les moyennes d'évolution (%)
GC	Kruskal et Wallis	0,017	H_1	Significative
GC1/GC2	Post-Hoc Student	0,004	H_1	Significative
GC1/GC3	Post-Hoc Student	0,04	H_1	Significative
GC1/GC4	Post-Hoc Mann et Whitney	0,004	H_1	Significative
GC2/GC3	Post-Hoc Student	0,29	H_0	Non significative
GC2/GC4	Post-Hoc Student	1	H_0	Non significative
GC4/GC3	Post-Hoc Student	0,29	H_0	Non significative
GT	ANOVA paramétrique	0,57	H_0	Non significative

Tableau 9: Comparaison entre les moyennes d'évolution (%) de l'agilité avec ballon au sein du GC et du GT

Le **tableau 9** ci-dessus représente la comparaison des moyennes d'évolution (en pourcentage) de l'agilité avec ballon au sein du groupe contrôle et du groupe test. On peut noter une différence significative ($p=0,017$) au sein du groupe contrôle. Cela signifie qu'on valide H_1 et qu'il y a au minimum une différence significative entre la moyenne d'évolution d'un groupe et un/ou autre(s) groupe(s).

Il y a une différence significative entre la moyenne d'évolution du groupe contrôle U8 (GC1) et celle des groupes contrôles U9 (GC2), U10 (GC3) et U11 (GC4). Cela signifie qu'on valide H_1 et qu'il semble que les joueurs évoluent plus rapidement à 8 ans en termes d'agilité avec ballon, sans motricité incluse pendant 6 semaines (évolution de 7%).

Si l'on observe la comparaison entre les moyennes d'évolution (%) de l'agilité avec ballon au sein du groupe test, on peut voir qu'il n'y a pas de différence significative ($p=0,57$). H_0 est donc validée et il semblerait que l'âge n'influence pas l'agilité des joueurs avec ballon durant 6 semaines, ayant réalisé une programmation de pliométrie basse durant cette période.

VI) Discussion

6.1) Interprétation des résultats

6.1.1) différences sur l'évolution de l'agilité sans ballon entre GC et GT

Nous avons pu voir via les tests statistiques qu'il n'y a pas de différence significative entre la moyenne d'évolution de l'agilité sans ballon de l'éveil groupe contrôle (GC) et l'éveil groupe test (GT). Il en est de même entre la moyenne de l'évolution de l'agilité sans ballon des différents sous-groupes (tous les p-values sont supérieures à 0,05). La programmation de pliométrie basse n'a pas permis d'avoir une amélioration significative du groupe Test. Nous observons des moyennes d'évolution neutres pour les U8 et U9 et des moyennes d'évolution positives pour les U10 et U11. Cependant, les différences ne sont pas significatives, ce qui peut être expliqué par la variabilité des performances des sujets, le temps de programmation qui est court (6 à 10 semaines, cf : **Firmansyah et al. 2024**), la fatigue nerveuse des sujets accumulée lors de la saison (facteurs nerveux importants dans la performance d'agilité, cf : **Barilli S. 2015**), ou encore la technique concernant la qualité des appuis, l'ajustement de la foulée et la posture corporelle durant les tests (cf : **Nygaard Falch H. et al. 2019**).

6.1.2) différences non significatives de l'évolution de l'agilité sans ballon intra-groupe

Il n'y a aucune différence significative entre la moyenne d'évolution des catégories au sein des 2 groupes. Cela nous montre que l'âge ne va pas influencer l'évolution de l'agilité sans ballon sur 6 semaines. En effet, comme vu précédemment ((cf : **Maturation biologique et coordination motrice**), si l'on se réfère au schéma du développement de la croissance générale et du système hormonal proposé par Ratel, on peut observer une évolution allant de 5 à 10% de ces systèmes entre 7 et 11 ans. Les différences non significatives intra-groupe s'expliquent par une maturation des qualités musculaires (facteurs d'agilité, cf : étude rugby) qui est faible durant cette période.

6.1.3) Différences sur l'évolution de l'agilité avec ballon entre GC et GT

- Différences non significatives entre GC/GT

En premier lieu, nous pouvons constater une dispersion ainsi qu'une moyenne d'évolution importante (7%) de la catégorie U8 du groupe contrôle (GC1). Cela est explicable par le niveau technique initial qui était inférieur à la catégorie U8 du groupe test (GT1). Si l'on observe les moyennes de temps (en seconde) lors du test initial avec ballon, on peut apercevoir une différence de 7 secondes entre les 2 groupes (GC1=34,7 s, GT1=27,2 s).

Cette différence exerce une influence majeure sur la comparaison des moyennes d'évolution de l'agilité avec ballon entre le groupe éveil contrôle de Lesquin (GC) et le groupe éveil test du LOSC (GT). Si l'on observe la p-value obtenue en comparant l'évolution avec ballon du GC et du GT ($p=0,08$), on peut constater que la p-value se rapproche de 0,05 et qu'il y a une différence presque significative. Sachant que la dispersion du GC1 entraîne une moyenne d'évolution élevée, ceci empêche d'avoir une différence significative avec la catégorie U8 du groupe contrôle (GT1). Pour observer s'il y a une différence significative entre les groupes, on peut tester en excluant les résultats des U8.

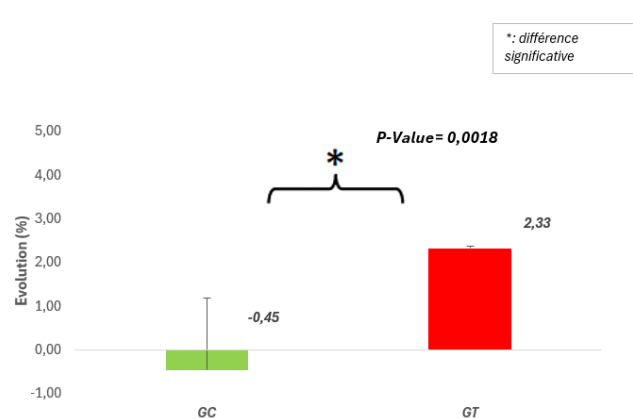


Figure 16: Différence entre les moyennes d'évolution (%) de l'agilité avec ballon du GC et du GT (sans inclure le GC1 et GT1)

En enlevant les U8 de notre étude, on peut apercevoir qu'une différence significative se crée entre l'éveil de Lesquin (GC) et l'éveil du LOSC (GT). H1 est donc validée ($p<0,05$) et on peut donc dire que la programmation de pliométrie basse a permis d'avoir une évolution de l'agilité du groupe éveil test du LOSC (GT) sur 6 semaines.

6.1.4) Différences entre les moyennes d'évolution de l'agilité sans ballon des sous-groupes

Si l'on observe les p-values permettant d'apprécier la différence entre les moyennes des catégories U9, U10 de chaque groupe (*exemple : GC2/GT2*), on peut observer que les p-values sont supérieures à 0,05 (*0,14 GC2/GT2 et 0,053 GC3/GT3*) mais qu'elles s'en rapprochent fortement. On peut donc dire que cette différence aurait probablement pu s'accroître avec une programmation plus longue (8 semaines). En ce qui concerne la catégorie U11, on peut constater qu'il y a une différence significative entre le groupe contrôle et le groupe test ($p=0,04$). Les U11 du groupe contrôle (GC4) ont une moyenne d'évolution quasiment neutre (-1% environ) tandis qu'une amélioration moyenne de 2% a pu être observée sur l'agilité avec ballon des U11 du groupe test (GT4). Il semblerait que l'absence de motricité pourrait entraîner une stagnation voire une légère régression avec le temps de l'agilité avec ballon. Une programmation de pliométrie basse sur 6 semaines permettrait donc de pouvoir conserver son niveau d'agilité avec ballon, voire même de l'améliorer.

6.1.5) Différences sur l'évolution de l'agilité avec ballon intra-groupe

On peut constater une différence significative entre la moyenne d'agilité avec ballon de la catégorie U8 du groupe contrôle (GC1) et la moyenne d'agilité avec ballon des autres groupes. Cependant, il n'y a pas de différences significatives au sein du groupe test (GT). Cette différence, comme expliquée auparavant, est liée au niveau de départ des U8 du groupe contrôle qui était bien inférieure par rapport aux autres groupes. Si on se fie aux résultats au sein du groupe Test, l'âge ne semblerait pas influencer l'évolution de l'agilité avec ballon entre 7 et 11 ans.

VII) Conclusion

7.1) Limites de l'étude

Pour commencer, la principale limite est le niveau initial des joueurs sur l'ICODT-ball. Les U8 du groupe contrôle (GC1) ont montré une amélioration significative de leur agilité par rapport aux autres groupes. Il est donc difficile d'évaluer l'agilité avec ballon de manière pertinente à l'âge de 7 ans. Cette évaluation peut se faire uniquement avec des sujets pratiquant le football depuis 3 ans au minimum (ce qui est le cas en U9).

La deuxième limite est la variabilité des résultats. Les sujets sont des enfants et nous ne connaissons pas leurs activités au sein de la journée. Ils peuvent avoir joué au foot durant toute la journée et éprouvés une fatigue physique et cognitive le jour des tests.

Comme troisième limite, nous pouvons dire qu'une programmation de 6 semaines est trop courte pour pouvoir obtenir une amélioration significative de l'agilité sans ballon. Si l'on regarde la méta analyse de **Firmsansyah et al. (2024)**, il faudrait une période entre 6 et 10 semaines. Cependant, une période de 6 semaines ne semble pas être assez longue si l'on observe l'étude de **Padron-Cabo et al (2021)**. La pliométrie basse doit donc être intégrée de manière progressive sur une période minimale de 7 semaines pour espérer avoir une différence significative sur l'agilité sans ballon des joueurs de football élite âgés de 7 à 11 ans.

La dernière limite de cette étude est le manque de données sur l'âge biologique des enfants et l'évaluation de la fatigue nerveuse des enfants. L'âge biologique permettrait d'avoir des informations plus précises sur la maturation individuelle des différents systèmes de l'organisme (telle que la maturation du système nerveux). Certains enfants peuvent être capables d'avoir une meilleure résistance aux adaptations nerveuses provoquées par l'entraînement, grâce à une maturation nerveuse plus avancée.

7.2) Perspectives de l'étude

Comme perspectives, nous pouvons envisager de réaliser une étude similaire avec une programmation de 12 semaines, de pouvoir comparer l'évolution sur l'agilité sur une année complète (test initial, test intermédiaire et test finale) en évaluant quelle est la période la plus adaptée pour réaliser de la pliométrie

basse et de permettre une évolution significative de l'agilité avec et sans ballon. De plus, il pourrait être intéressant d'évaluer la forme du jour des sujets pour pouvoir mieux interpréter les résultats.

Il est également possible de réaliser cette étude à partir de la catégorie U9 jusqu'à U13 pour pouvoir observer des différences grâce à l'entraînement et non grâce au PHV.

Pour finir, l'observation de l'impact des périodes de trêve sur l'agilité avec et sans ballon pourrait également être réalisée en complément de cette étude.

7.3) Tableau récapitulatif des résultats de l'étude

Différences d'évolution sur 6 semaines GC : Groupe contrôle sans pliométrie basse GT : Groupe test avec pliométrie basse	Agilité sans ballon	Agilité avec ballon
GC/GT n=45 / n=41	✗	✗ AVEC UB (GC1 et GT1) ✓ SANS UB (GC1 et GT1)
GC1/GT1 n=10 / n=10	✗	✗
GC2/GT2 n=10 / n=11	✗	✗
GC3/GT3 n=15 / n=10	✗	✗ / ✓
GC4/GT4 n=10 / n=10	✗	✓
Facteur âge	✗	✗



Evolution non significative entre les groupes



Evolution non significative entre les groupes

Tableau 10: tableau récapitulatif de l'étude

VIII) Bibliographie

Abdelmalek M. « Variation de la coordination motrice spécifique chez des footballeurs de 11 à 16 ans en fonction des niveaux de maturation biologique ». *R4S*. 5(1), 1-6.

Barilli, S. (2015). Effets d'un entraînement pliométrique sur la qualité des appuis, la vitesse de course chez des footballeurs amateurs. Disponible sur https://folia.unifr.ch/documents/304498/files/Barilli_Stephane.pdf

Caballero (2021) Chapitre 3 : Quelles sont les qualités physiques à développer chez le footballeur ? In *Football préparation physique spécifique* (p.22) Paris : Amphora

Caballero (2021) Chapitre 3 : Quelles sont les qualités physiques à développer chez le footballeur ? In *Football préparation physique spécifique* (p.27) Paris : Amphora

Chelly, M. S., Hermassi, S., & Shephard, R. J. (2015). Effects of In-Season Short-term Plyometric Training Program on Sprint and Jump Performance of Young Male Track Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(8), 2128–2136. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000860>

Cometti G. (2004) *LA DETENTE et LA PLIOMETRIE*. Centre d'Expertise de la Performance, UFR STAPS Dijon, 2, 1-9, Disponible sur : [http://hthiry.free.fr/volley/Utile/Sections/volley/Preparation%20physique/Pliomtrie%20\(G.%20COMETTTI\).pdf](http://hthiry.free.fr/volley/Utile/Sections/volley/Preparation%20physique/Pliomtrie%20(G.%20COMETTTI).pdf)

Doré É., Van Praagh E. (2014) « Croissance et maturation de l'enfant ». In S. Ratel, V. Martin (Coord.), *L'enfant et l'activité physique* (pp. 32-34) Paris : DésIris Disponible sur : [L'enfant et l'activité physique : de la théorie à la pratique \(numilog.com\)](http://numilog.com/L'enfant-et-l'activite-physique-de-la-theorie-a-la-pratique)

Ferré J., Leroux P. Préparation aux diplômes d'éducateur sportif : Bases anatomiques et physiologiques de l'exercice musculaire et méthodologie de l'entraînement. [s.l.] : Editions Amphora, 2009. 564 p. ISBN : 978-2-85180-770-0

Firmansyah A., Preasetya M. R. A., Al Ardha M. A., Ayubi N., Putro A. B., Mutohir T. C., García-Jiménez J. V., Hanief Y. N. « The Football Players on Plyometric Exercise: A Systematic Review ». *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*. 2024. n°51, p. 442-448.

Kamen G. « Aging, Resistance Training, and Motor Unit Discharge Behavior ». *Can. J. Appl. Physiol.* [En ligne]. juin 2005. Vol. 30, n°3, p. 341-351. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1139/h05-126> >

Komi P.V. (2003) Stretch-shortening Cycle. *Strength and Power in Sport*/Paavo V. Komi (ed.), Osney Mead, Oxford: Blackwell Science Limited, 2003. 184-202s – ISBN 0-632-05911-7

Lambertin, F. Football : préparation physique intégrée. Editions Amphora, 2000. Isbn 2-85180-549-5, p9

Makhlouf I., Tayech A., Mejri M. A., Haddad M., Behm D. G., Granacher U., Chaouachi A. « Reliability and validity of a modified Illinois change-of-direction test with ball dribbling speed in young soccer players ». *Biol Sport* [En ligne]. mars 2022. Vol. 39, n°2, p. 295-306. Disponible sur : < <https://doi.org/10.5114/biolsport.2022.104917> >

Michailidis Y., Fatouros I. G., Primpa E., Michailidis C., Avloniti A., Chatzinikolaou A., Barbero-Álvarez J. C., Tsoukas D., Douroudos I. I., Draganidis D., Leontsini D., Margonis K., Berberidou F., Kambas A. « Plyometrics' trainability in preadolescent soccer athletes ». *J Strength Cond Res* [En ligne]. janvier 2013. Vol. 27, n°1, p. 38-49. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182541ec6> >

Moonbaerts E. (1999) *Pédagogie du football, apprendre à jouer ensemble par la pratique du jeu* (p.13) Vigot

Myer G. D., Lloyd R. S., Brent J. L., Faigenbaum A. D. « How Young is “Too Young” to Start Training? » *ACSMs Health Fit J* [En ligne]. 2013. Vol. 17, n°5, p. 14-23. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1249/FIT.0b013e3182a06c59> >

Newell KM. (1986). Constraints on the development of coordination. In: Wade MG, Whiting HTA, editors. *Motor development in children: aspects of coordination and control*. Boston: Martinus Nijhoff Publishers;. pp. 340–60.

Nygaard Falch H., Guldteig Rædergård H., Van den Tillaar R. « Effect of Different Physical Training Forms on Change of Direction Ability: a Systematic Review and Meta-analysis ». *Sports Medicine - Open* [En ligne]. 19 décembre 2019. Vol. 5, n°1, p. 53. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0223-y> >

Padrón-Cabo A., Lorenzo-Martínez M., Pérez-Ferreirós A., Costa P. B., Rey E. « Effects of Plyometric Training with Agility Ladder on Physical Fitness in Youth Soccer Players ». *Int J Sports Med* [En ligne]. septembre 2021. Vol. 42, n°10, p. 896-904. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1055/a-1308-3316> >

Quintana S. (2019) *Efectos de diversas modalidades de feedback en el aprendizaje de una tarea motora compleja en el fútbol*, Thèse de doctorat, Université de psychologie, des sciences de l'éducation et de l'Esport de Blanquerna, Blanquerna

Ratel S. (2018) Chapitre 2 : Est-il nécessaire d'évaluer la maturation biologique ? *Préparation physique du jeune sportif* (p.31) Paris : Amphora

Reiss (2020) Chapitre 6 : Développer sa force maximale *La nouvelle BIBLE de la préparation physique* (p.287) Barcelone : Amphora

Schmidtbleicher D. (1986) Zur Praxis des Sprungkrafttrainings In CARL K., SCHIFFER J., (Eds.) *Neurophysiologische Aspekte der Sprungkrafttrainings, Berichte und Materialien des Bundesinstituts fuer Sportwissenschaft* (p.56-72) Cologne : Sport & Buch StrauB

Semmler J. G. « Motor unit synchronization and neuromuscular performance ». *Exerc Sport Sci Rev* [En ligne]. janvier 2002. Vol. 30, n°1, p. 8-14. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1097/00003677-200201000-00003> >

Sheppard J. M., Young W. B. « Agility literature review: Classifications, training and testing ». *Journal of Sports Sciences* [En ligne]. 1 septembre 2006. Vol. 24, n°9, p. 919-932. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1080/02640410500457109> >

Thaqi A., Berisha M., Hoxha S. « The effect of plyometric training on the power-related factors of children aged 16 years-old: Plyometric training ». *Progr Nutr* [En ligne]. 25 septembre 2020. Vol. 22, n°2-S, p. e2020004-e2020004. Disponible sur : < <https://doi.org/10.23751/pn.v22i2-S.10441> >

Trecroci A., Cavaggioni L., Rossi A., Moriondo A., Merati G., Nobari H., Ardigò L. P., Formenti D. « Effects of speed, agility and quickness training programme on cognitive and physical performance in preadolescent soccer players ». *PLOS ONE* [En ligne]. 1 décembre 2022. Vol. 17, n°12, p. e0277683. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277683> >

Trecroci A., Milanović Z., Frontini M., Iaia F. M., Alberti G. « Physical Performance Comparison between Under 15 Elite and Sub-Elite Soccer Players ». *J Hum Kinet* [En ligne]. 23 mars 2018. Vol. 61, p. 209-216. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0126> >

Weineck J. Manuel d'entraînement. Paris : VIGOT, 1997. P401. Isbn 2-7114-1298
« L'agilité en préparation physique - PODCAST ABD - B. Grosgeorges ». [s.l.] : [s.n.], [s.d.].
Disponible sur : < <https://www.broussal-derval.com/2019/12/14/lagilite-en-preparation-physique/> > (consulté le 16 janvier 2024)

IX) Annexes

9.1) Annexe 1 : Programmation de PA de septembre à janvier

a) Programmation U8/U9

Dates	Coordination motrice	Mouvements "Patrons"	Volume d'entraînement (min)			
04-sept		/				
11-sept	Linéaire	Course (accélééré)	10	15	5	30
18-sept	Linéaire + chgts	Course (accélééré)	5	15	5	25
25-sept	Linéaire + chgts	Course (décélééré)	5	15	5	25
02-oct	Chgts + appuis lat	Course + appuis latéraux	5	15	10	30
09-oct		3/4 avant	5	15	10	30
16-oct	3 quarts avant/arrière	3/4 arrière	10	15	10	35
23-oct		3/4 avant + arrière	10	15	10	35
30-oct	Linéaire	Course (accélééré)	10	15	10	35
06-nov	Linéaire + chgts	Course (accélééré)	10	15	10	35
13-nov		Course (décélééré)	10	15	10	35
20-nov	Chgts + appuis lat	Course + appuis latéraux	10	15	10	35
27-nov		3/4 avant	10	15	10	35
04-déc	3 quarts avant/arrière	3/4 arrière	10	15	10	35
11-déc			10	15	10	35
18-déc		3/4 avant+ arrière	10	15	10	35

Fréquence gestuelle

Dissociation intersegmentaire

b) Programmation U10/U11



Dates	Coordination motrice	Mouvements "Patrons"	Fréquence entraînement (jours)	Volume d'entraînement (min)			
04-sept	Linéaire	Course (accélééré)	1 (hors tests)	5	15	0	20
11-sept	Linéaire	Course (décélééré)	1	0	15	0	15
18-sept	Linéaire + chgts	Course chgts	1	0	15	0	15
25-sept	Chgts+ 3 quarts avant	3 quarts avant	2	15	15	0	30
02-oct	Chgts + 3 quarts arrière	3 quarts arrière	2	15	15	0	30
09-oct	3 quarts avant/arrière	3/4 avant + arrière	2 (hors tests)	20	15	0	35
16-oct		Course (accélééré)	1 (hors tests)	5	15	0	20
23-oct		Course (décélééré)	1	0	15	0	15
30-oct	Dissociation intersegmentaire	Course + appuis latéraux	1,5	7	15	0	22
06-nov		3 quarts	2	15	15	0	30
13-nov		3 quarts	2	20	15	0	35
20-nov	équilibre statique	Jeu de pieds statique	1 (hors tests)	5	15	0	20
27-nov		Jeu de pieds + tête	2	15	15	0	30
04-déc	Equilibre statique vers dyna	Jeu de pieds + sauts	2	15	15	0	30
11-déc			2	15	15	0	30
18-déc	Equilibre dynamique	Jeu de pieds/tête + sauts	2	15	15	0	30

Fréquence gestuelle

Dissociation intersegmentaire

Equilibre unipodal

9.2) Annexe 2 : Protocole d'échauffement avant l'ICODT-BALL

L'échauffement va être utilisé pour échauffer les sujets sur le plan technique et cognitif (concentration, vigilance...). Il est donc important de rester dans un échauffement à dominante technique en orientant les joueurs sur les bons gestes à réaliser pour optimiser leur temps.

Les sujets seront tous avec un ballon dans un carré de 15m² environ. Cela permet d'avoir de la place pour réaliser sa conduite de balle dans de bonnes conditions mais également de devoir éviter les autres joueurs avec des changements de direction.

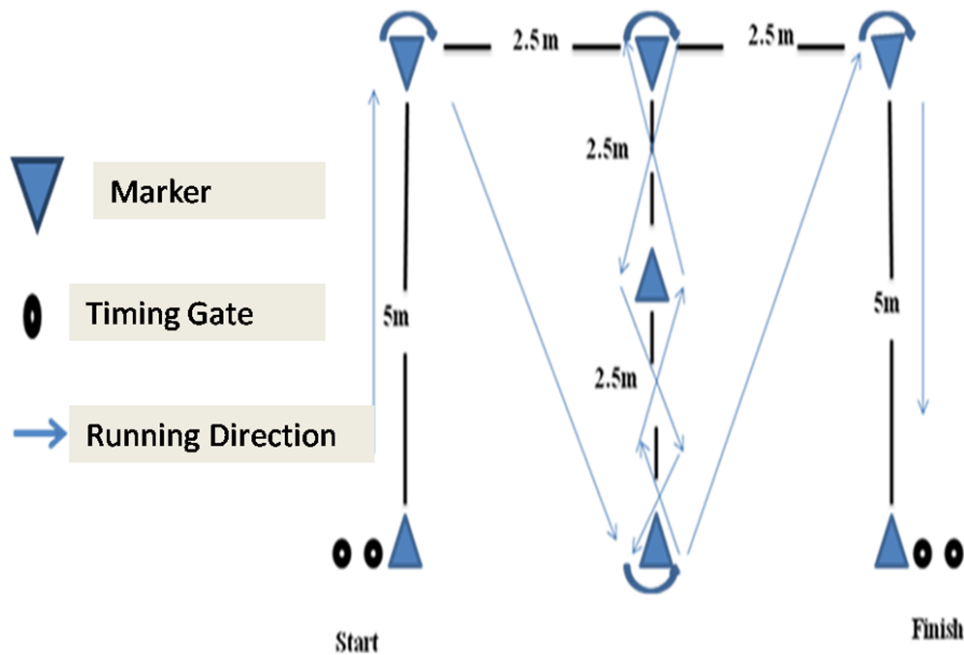
Voici les différentes étapes de l'échauffement :

- 1) Conduite pied fort (45''), Conduite pied faible (45'), Conduite des 2 pieds (45')
- 2) Intérieur des 2 pieds sur place, accélérer en conduite au top (1' au total), tourner autour de son ballon avec des appuis courts et dynamiques (15') accélérer en conduite au top (1' au total)
- 3) Diviser le groupe en 2 (généralement par couleur), les sujets conduisent le ballon dans la surface et à l'annonce de leur couleur, ils sortent de la surface en conduite de balle en sprintant sur 5-10m environ (3 passages ligne droite + 3 passages avec des changements de direction)
- 4) Initiation au parcours, les sujets se mettent en file indienne avec chacun un ballon, ils suivent le préparateur physique qui démontre le parcours (2' environ). 2 tours de parcours

L'échauffement dure environ 10 minutes au total.

9.3) Annexe 3 : protocole de l'ICODT avec et sans ballon

- Schéma de l'ICODT avec et sans ballon



- Protocole

Les résultats des tests ICODT ont été enregistrés à l'aide d'un système de chronométrage électronique (Microgate Witty-Gate). Deux paires de capteurs du système de chronométrage électronique montés sur des trépieds étaient placées à hauteur de hanche par rapport aux sujets. Elles sont positionnées à 3 m l'une de l'autre de chaque côté des lignes de départ et d'arrivée. Pour éviter une mise en marche induite du système de chronométrage, les participants devaient positionner le pied avant immédiatement avant une ligne placée à 0,20 m du faisceau de la cellule photoélectrique pour éviter que le chronométrage se lance avant le départ du joueur (avec la main qui passe le faisceau par exemple).

Le parcours a été réalisé avec des cônes et non des constri-foot (manque de moyens).

Les sujets réalisaient le test ICODT sans ballon (2 passages) dans un ordre précis. Le sujet réalise son passage et va avoir environ 2 à 3 minutes de récupération, qui correspond au temps d'attente entre les passages des autres sujets de la catégorie. Les sujets ont réalisé l'ICODT-ball une fois que tous les sujets sont passés sur l'ICODT sans ballon.

Il est à noter qu'aucun conseil technique n'a été fourni durant les tests quant à la technique de mouvement la plus efficace. L'objectif était d'aller le plus rapidement possible et d'essayer de faire le meilleur temps de la catégorie. Ils ont reçu l'ordre de ne pas toucher les cônes avec la main et de

reproduire exactement le bon parcours. Si un sujet ne le faisait pas, l'essai était arrêté et retenté après la période de récupération requise.

Nombre d'essais par test : 2 par sujets

Récupération : environ 2-3' entre les 2 passages

9.4) Annexe 4 : Photos du parcours et du matériel



9.5) Annexe 5 : détails des séances de la programmation

Semaine 1:

volume: 2 x 7'30''

recupération: 1' entre les séries

A

2'30''

B

2'30''

→ le joueur doit toucher l'autre joueur tout en gardant le ballon

C

2'30''

○ = joueur
● = ballon
○ = cercueurs
A: plots

↳ le joueur fait 3 pas dans le cercueurs et appuie - remise avec le joueur en face

Semaine 2:

volume: 2 x 7'30''

A

2'30''

B

2'30''

→ même exercice que S1, les joueurs sans ballon esquivent UNIQUEMENT avec des PAS LATÉRAUX

C (même que S1)

2'30''

○ = joueur
● = ballon
○ = cercueurs
A: plots

Séance 3:

Volume: 4 x 2' (x 2)

→ 16 minutes dans la séance

récupération entre les exercices: 1'30"

A

2' 2m

B

5m

→ même exercice que S2

C

2'

→ contrôle ballon avec appuis courts dynamiques entre les Δ.

○ = joueurs
○ = joueurs qui travaillent
Δ = cônes

Séance 4:

mêmes exercices que S3

B

10 m

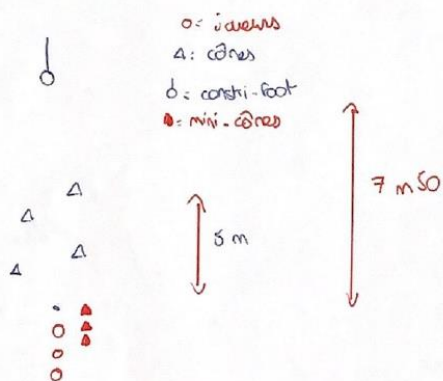
→ carré + grand
→ touche-touche sans ballon

Semaine 5:

Volume: 2 x 6 (x 2)

↳ environ 12 passages

Récupération: 1'30" entre les passages



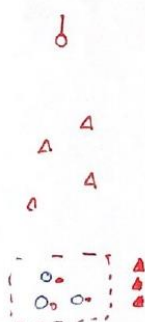
consignes:

- jeu de relais
- slalom aller-retour
- prendre Δ, slalom, le poser sur b et revenir en slalom
- première équipe qui ramène tous les Δ gagne

- 1) 3 passages: sans ballon
- 2) 3 passages: sans ballon par 2
- 3) 3 passages: avec ballon
- 4) 3 passages: avec ballon par 2

Semaine 6:

→ même jeu mais cocher dans le carré, chaque joueur a un numéro (1, 2, 3) - on appelle le numéro qui doit faire le parcours



variantes:

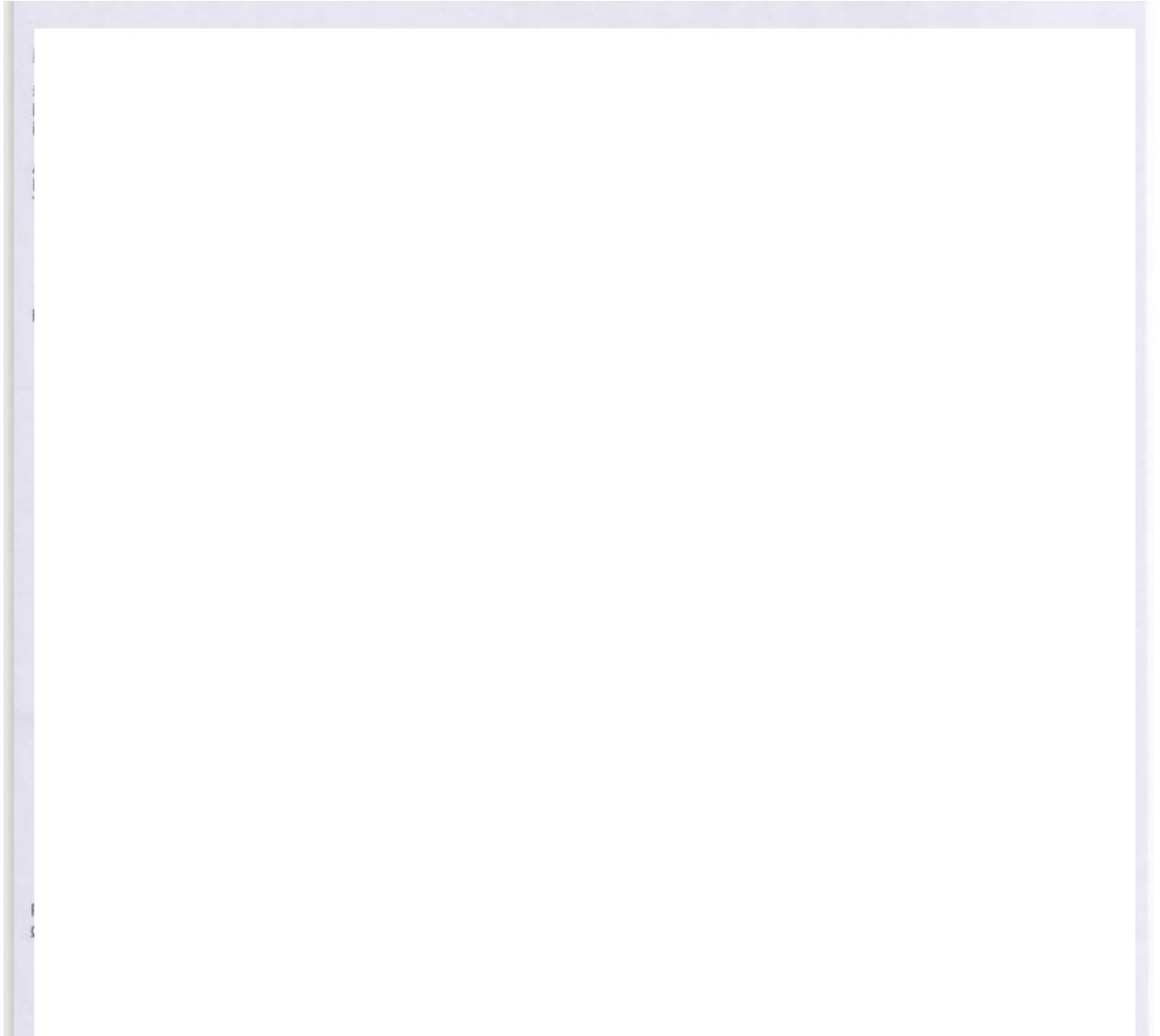
→ 1 numéro, 2 numéros, 3 numéros

9.6) Convention de stage

LL Université de Lille

Convention de stage n° 12034
entre

ufr3s



ABSTRACT

Objectif : Le but de cette étude est de montrer l'impact d'une programmation de 6 semaines de pliométrie basse sur l'évolution de l'agilité avec et sans ballon des jeunes footballeurs élites, âgés de 7 à 11 ans.

Matériel et Méthodes : 41 jeunes joueurs âgés de 7 à 11 ans issus du centre de formation du Lille Olympique Sporting Club ont été comparés à 45 joueurs âgés de 7 à 11 ans issus de l'US Lesquin. Les joueurs du LOSC formant le groupe test (GT) sont répartis dans des sous-groupes par catégorie d'âge. Les U8 forment le GT1 (n=10), les U9 le GT2 (n=11), les U10 le GT3 (n=10) et les U11 le GT4 (n=10). Il en est de même pour les joueurs issus de l'US Lesquin formant le groupe contrôle (GC) et divisés en sous-groupes par catégorie d'âge. Les U8 forment le GC1 (n=10), les U9 le GC2 (n=10), les U10 le GC3 (n=15) et les U11 le GC4 (n=10). En moyenne, le groupe test est âgé de 9,53 ($\pm 1,12$) avec un IMC de 16,52 ($\pm 3,34$). L'âge moyen du groupe contrôle est de 9,58 ($\pm 1,15$) avec un IMC de 16,15 ($\pm 3,34$). Nous avons pu évaluer l'agilité avec et sans ballon de chaque sous-groupe via le test de l'ICODT-BALL avec et sans ballon (**Makhlouf et al., 2022**). Les sujets ont réalisé 2 essais par test avec ballon et sans ballon. Ils ont réalisé les tests après un échauffement standardisé. Chaque passage était séparé par 2 à 3 minutes de temps de récupération.

Le groupe test a réalisé une programmation de pliométrie basse durant 6 semaines et le groupe contrôle n'a pas réalisé d'exercices sans ballon durant 6 semaines. L'objectif est de comparer l'évolution de l'agilité entre le groupe contrôle (n=41) et le groupe test (n=45), entre chaque catégorie d'âge des 2 groupes (GC1/GT1, GC2/GT2, GC3/GT3, GC4/GT4) et également au sein des 2 groupes avec le facteur âge.

Résultats : Les tests statistiques non paramétriques ont pu être utilisés pour comparer l'évolution entre les 2 groupes et sous-groupe. Concernant l'évolution de l'agilité sans ballon, il n'y a pas eu de différence significative entre les différents groupes ni au sein des groupes. Pour l'agilité avec ballon, il y a une différence significative entre le groupe contrôle et le groupe test dans la catégorie U11. Il y a également une différence significative entre le groupe contrôle et le groupe test si l'on enlève la catégorie U8 de l'étude. Concernant le facteur âge au sein des groupes, il n'y a pas eu de différence significative sur l'évolution de l'agilité des joueurs entre les différentes catégories.

Conclusion : La programmation de pliométrie basse de 6 semaines a permis d'avoir uniquement une évolution significative de l'agilité avec ballon du jeune joueur de football élite. La période d'âge entre 7 et 11 ans ne semblerait pas influencer l'évolution de l'agilité du jeune joueur de football élite.

Mots-clés : Agilité, jeunes footballeurs, pliométrie, ICODT-BALL, évolution

Compétences acquises : analyser les différents résultats afin de constater une évolution durant une période d'entraînement, optimiser l'évaluation des facteurs de la performance pour améliorer les conceptions de l'entraînement, concevoir une programmation annuelle précisant les objectifs sportifs et les moyens nécessaires pour les atteindre

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to show the impact of a 6-week low plyometric programme on the development of agility with and without the ball in elite young footballers aged 7 to 11 years.

Materials and methods: 41 young players aged 7 to 11 years from the Lille Olympique Sporting Club training centre were compared with 45 players aged 7 to 11 years from US Lesquin. The LOSC players forming the test group (GT) were divided into sub-groups by age category. The U8s formed GT1 (n=10), the U9s GT2 (n=11), the U10s GT3 (n=10) and the U11s GT4 (n=10). The same applies to the players from US Lesquin, who form the control group (CG) and are divided into sub-groups by age category. The U8s formed the GC1 (n=10), the U9s the GC2 (n=10), the U10s the GC3 (n=15) and the U11s the GC4 (n=10). The average age of the test group was 9.53 (± 1.12) with a BMI of 16.52 (± 3.34). The average age of the control group was 9.58 (± 1.15) with a BMI of 16.15 (± 3.34).

We were able to assess agility with and without a ball in each subgroup using the ICODT-BALL test with and without a ball (Makhlouf et al., 2022). Subjects performed 2 trials per test with and without a ball. They performed the tests after a standardised warm-up. Each run was separated by 2 to 3 minutes of recovery time.

The test group performed low plyometric programming for 6 weeks and the control group did not perform any exercises without a ball for 6 weeks. The aim was to compare changes in agility between the control group (n=41) and the test group (n=45), between each age category of the 2 groups (GC1/GT1, GC2/GT2, GC3/GT3, GC4/GT4) and also within the 2 groups with the age factor.

Results: Non-parametric statistical tests were used to compare changes between the 2 groups and subgroups. Concerning the evolution of agility without a ball, there was no significant difference between the different groups or within groups. For agility with a ball, there was a significant difference between the control group and the test group in the U11 category. There was also a significant difference between the control group and the test group if the U8 category was removed from the study. With regard to the age factor within the groups, there was no significant difference in the evolution of players' agility between the different categories.

Conclusion: The 6-week low plyometric programme only resulted in a significant change in agility with the ball in young elite football players. The age period between 7 and 11 years does not seem to influence the development of agility in young elite football players.

Key words: Agility, young footballers, plyometrics, ICODT-BALL, development

Skills acquired: analysing the various results in order to observe changes over a training period, optimising the evaluation of performance factors in order to improve training designs, designing an annual programme specifying sporting objectives and the resources needed to achieve them.