

Année universitaire 2021-2022

Master 1^{ère} année Master 2^{ème} année

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

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

MEMOIRE

TITRE : Evaluation d'un cycle de travail proprioceptif et d'instabilité sur l'équilibre du jeune footballeur U12.

Par : FRETTE Hugo

Sous la direction de : Mr Campillo Philippe

Soutenu à la Faculté des Sciences du Sport et
de l'Éducation Physique le : 29/06/2022



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

REMERCIEMENTS

Pour arriver à l'aboutissement de ce travail, il m'a fallu solliciter le temps, les connaissances, la disponibilité de chaque personne citée ci-après.

Je remercie donc :

Mon maitre de stage, Mr Philippe Campillo pour son accompagnement, son expertise, son exigence et parfois sa patience.

Mr Hassan El Bagar, responsable de l'école de football de l'US Vimy, pour ses conseils et son écoute.

Mme Nathalie Cokenpot, présidente de l'US Vimy, pour sa disponibilité et sa confiance.

L'ensemble des joueurs U 12 de l'US Vimy pour leur sérieux et le plaisir qu'ils m'ont procuré cette saison.

L'ensemble des responsables de la faculté pour leur aide et implication.

Merci à ma famille pour le soutien apporté.

INTRODUCTION

1. LA PROPRIOCEPTION.....	9
1.1 Présentation	9
1.1.1 Histoire	9
1.1.2 Définitions	9
1.1.3 Les mécanismes.....	10
1.2 Les systèmes perceptifs.....	11
1.2.1 Le système somato sensoriel	12
1.2.2 Le système visuel	12
1.2.3 Le système vestibulaire	13
2. L'EQUILIBRE.....	14
2.1 Présentation	14
2.1.1 Définitions	14
2.1.2 Notions de biomécanique	14
2.1.3 Le contrôle postural et son évolution	15
2.2 Les mécanismes serviteurs de l'équilibre	15
2.2.1 L'anticipation.....	15
2.2.2 Le contexte	16
2.3 Intérêt du travail d'équilibre	16
2.3.1 Impact sur les qualités techniques.....	16
2.3.2 Amélioration de l'attention.....	17
3. L'ETUDE DU SUJET.....	17
3.1 Problématique, objectifs et hypothèses.....	17
3.1.1 Problématique.....	17
3.1.2 Objectifs	18
3.1.3 Hypothèses.....	18
3.2 Lieu de stage et population étudiée	
3.2.1 US Vimy	18
3.2.2 Caractéristique de la population	18

3.3 Le protocole.....	19
3.3.1 Choix des tests.....	19
3.3.2 Réflexion et Programmation mise en place	26
3.3.3 Détermination des deux groupes d'étude	27
4. ANALYSE STATISTIQUE.....	29
4.1 Méthodologie et résultats	29
4.1.1 Test Wii Fit en condition bipodale statique.....	29
4.1.2 Test posture de l'arbre en condition unipodale statique.....	30
4.1.3 SEBT test en condition unipodale stable.....	30
4.1.4 Test terrain en condition unipodale instable	31
4.1.5 Test d'hypothèse de corrélation	31
5. DISCUSSIONS ET LIMITES.....	33
6. CONCLUSION.....	36
 BIBLIOGRAPHIE	 37
ANNEXES.....	39

Glossaire

CG : Centre de gravité

CM : Centre de masse

CP : Centre de pression

FNM : Fuseaux neuro musculaire

GE : Groupe expert

GI : Groupe intermédiaire

PHV : Peak High Velocity : Pic de croissance

INDEX LEXICAL

Contrôle postural : Capacité de contracter ou relâcher volontairement la tension musculaire des diverses parties du corps afin d'exercer un contrôle efficace sur les paramètres du mouvement (vitesse, amplitude, précision...).

Otolithes : Capteurs du système vestibulaire qui détectent la gravité et donc l'inclinaison de la tête. Ce sont des accéléromètres et des inclinomètres.

Schéma corporel : Désigne une représentation plus ou moins consciente du corps, de sa position dans l'espace et la posture des différents segments corporels. Celui-ci n'est pas inné, il se construit au cours du développement.

Syncinésie : Contraction musculaire ou mouvement involontaire intervenant lors de la réalisation d'un geste volontaire et entraînant des tensions inutiles lors de la réalisation de ce dernier. On en distingue deux types : syncinésies toniques et cinétiques/d'imitations.

Syncinésie tonique : contraction musculaire lors de l'exécution d'un mouvement.

Syncinésie cinétique/ d'imitation : geste parasite qui accompagne l'exécution d'une action motrice.

INTRODUCTION

« *L'essentiel est invisible pour les yeux* » (Antoine de saint Exupéry, 1943, p. 83).

Dans de nombreux domaines notamment dans le sport, l'essentiel est souvent négligé. Ainsi en tant que futur professionnel de l'entraînement et de la performance, je reste sensible aux fondamentaux. Ces éléments basiques mais déterminants dans la formation sont très souvent des catalyseurs aux aptitudes physiques et techniques des sportifs.

Parce que mouvement et équilibre sont intimement liés et indissociables dans l'activité sportive (Paillard, 2017), parce que les mouvements techniques ne sont efficacement réalisables sans équilibre corporel adapté, omettre un travail sur l'équilibre dans la formation des jeunes n'est pas envisageable. Accompagner mes footballeurs U12 dans la construction de leur schéma corporel, en pleine mutation à cet âge, m'a paru primordial.

J'ai donc choisi, au cours de ce travail de fin d'études de confronter proprioception et équilibre pour proposer une évaluation d'un cycle de travail proprioceptif et d'instabilité sur l'équilibre du jeune footballeur.

Dans sa pratique le footballeur doit maintenir une activité posturale répondant à un environnement changeant et déstabilisant. Des dispositifs de compensation et de correction posturale constants sont mis en place comprenant des phases d'équilibre monopodales et bipodales.

La proprioception connue et reconnue pour ses vertus préventives viendra t'elle servir l'équilibre, aptitude physique déterminante de la performance ?

Une revue de littérature ciblée et les connaissances acquises lors de mon cursus me permettront de présenter, proposer et évaluer un protocole que j'ai voulu original et précurseur notamment avec l'utilisation de la Wii Fit de Nintendo.

1. LA PROPRIOCEPTION

1.1 Présentation

1.1.1 Histoire

C'est en mille neuf cent six que Charles Sherrington (1857-1952) introduit le concept de proprioception, ce nom complexe oppose rapidement deux questions : comment la détection du mouvement est-elle possible ? Comment l'exécution du mouvement est-elle contrôlée ? Deux théories naissent au dix-neuvième siècle au sujet du « sens du mouvement », la théorie de l'efférence (origine périphérique) et la théorie centraliste (origine centrale donc cérébrale). De ce fait, les indications relatives aux mouvements pourraient avoir deux origines, une cérébrale et une liée à l'excitation des récepteurs périphériques.

Ainsi dans l'histoire différents concepts émergent sur la proprioception s'opposent alors sensibilité générale et sensibilité spéciale mais aussi sensibilité diffuse et sensibilité élective. Dans l'ouvrage « The integrative action of the nervous system » le terme de « synapse » amené par Sherrington en 1897 viendra éclairer le questionnement sur la réponse motrice. A cette époque, selon lui : « *le sens musculaire est fondé sur un ensemble spécifique de sensations obtenues par des organes sensitifs spécifiques dans les muscles, les tendons, les articulations et tous les organes accessoires du mouvement* ».

Grâce aux travaux de Charles Bell sur les nerfs crâniens il sera établi que : « *sans un sens de la condition des muscles il est impossible de réguler leurs actions* ».

1.1.2 Définitions

D'une manière générale la proprioception est définie comme « *la connaissance globale de notre corps dans l'espace, la connaissance de la position (statesthésie) et des mouvements (kinesthésie) des différentes parties du corps, ainsi que la connaissance des tensions musculaires développées* » (Gasq et al., 2012).

Plus récemment, A. Broussal-Derval (2020) définit la proprioception comme « *la capacité à situer toutes parties de son corps en mouvement et en accélération dans l'espace sans contrôle visuel* ».

Le travail d'instabilité associé au travail proprioceptif sera un adjuvant de choix à l'amélioration de l'équilibre notamment par l'alternance d'exercices avec et sans contrôle visuel.

1.1.3 Les mécanismes

La proprioception est un système informatif représentant le versant sensoriel du contrôle moteur (Allain, 2017). Les différentes informations issues des différents propriocepteurs situés dans les muscles, les tendons, les ligaments, les articulations, les fascias et la peau sont transmises au système nerveux central et permettent la représentation des mouvements des membres entre eux.

Les travaux menés par Goldscheider (1889,1898) ont apporté des connaissances sur les mécanorécepteurs qui permettent de combiner une sensibilité statique et dynamique.

- Au niveau musculaire : les fuseaux neuro musculaires et les récepteurs de Golgi.
- Au niveau musculo articulaire : les corpuscules de Pacini et de Ruffini.

Wang et al. (2016) divisent les récepteurs en 2 parties :

- Les récepteurs lents : les corpuscules de Ruffini, les organes de Golgi et les fuseaux neuro musculaires (FNM) dont la fonction est de détecter les changements de position et le positionnement articulaire.
- Les récepteurs rapides : les corpuscules de Pacini capable de répondre dans un délai très court aux stimuli externes qui permettent de capter les paramètres d'accélération et de décélération (fin et début du mouvement).

Le schéma proposé (figure 1) résume l'ensemble des processus inhérents au contrôle postural et la place de la proprioception au sein de ce mécanisme.

Selon Berthoz (1991), ces mécanorécepteurs mesurent donc les mouvements des membres entre eux et constituent ainsi la proprioception.

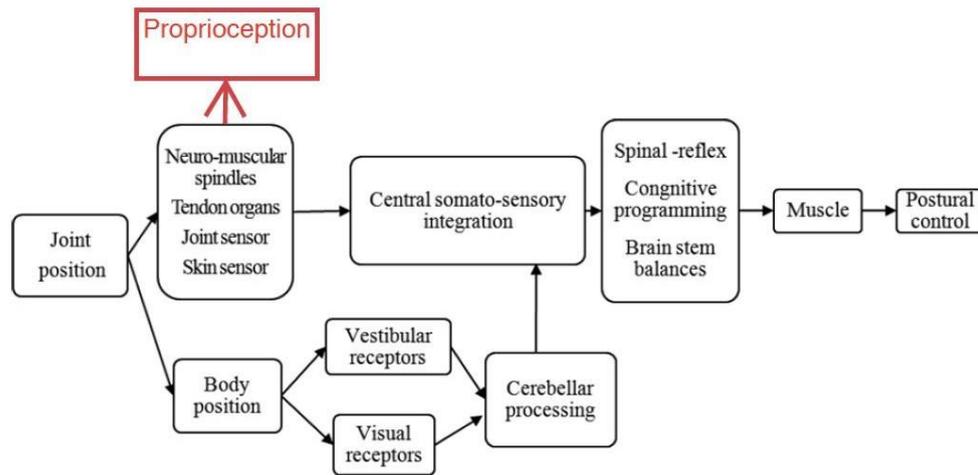


Figure 1 : Système de contrôle postural (Wang et al., 2016).

1.2 Les systèmes perceptifs

Selon Berthoz (1991), l'intégration des informations sur le mouvement sont transmises par trois systèmes sensoriels majeurs :

- Le système somato sensoriel
- Le système visuel
- Le système vestibulaire

Ces informations proprioceptives permettront un ajustement et une stabilisation de la posture par des commandes motrices adaptées.

Selon David Lee (1978), trois éléments sont à considérer :

- L'environnement (extéroception)
- Les parties internes du corps du sujet (proprioception)
- La mise en relation entre les deux (exproprioception)

Les capteurs de la proprioception mesurant les mouvements relatifs des masses corporelles sont insuffisants pour les mouvements complexes (courses, sauts, dribbles...). L'intervention de capteurs dits « inertiels » comme les capteurs vestibulaires sont alors incontournables. Néanmoins, il existe une ambiguïté des messages provenant du système vestibulaire liés aux

problèmes de différenciation gravito-inertielle. Ainsi, une coopération étroite entre le système vestibulaire et visuel est incontournable dans le maintien de l'équilibre.

1.2.1 Le système somatosensoriel

Les prédispositions individuelles

Au niveau sensoriel, les informations émanant des membres inférieurs et supérieurs seraient plus précises chez les athlètes d'élite que chez les athlètes de sous-élite indépendamment de la quantité d'entraînement (Han et al., 2015). Ainsi, les prédispositions individuelles auraient un impact supérieur sur la proprioception.

Niveau d'expertise

Au niveau de la composante centrale de la fonction posturale, Paillard et al. (2006) ont conclu que les joueurs de soccer d'élite connaissaient mieux l'orientation de l'axe corporel et la verticalité que les joueurs de soccer de sous-élite. Chez ces derniers, un contrôle visuel plus long lors de la manipulation du ballon entraîne une limitation de l'observation de l'environnement et par conséquent une moindre adaptation posturale. La spécificité du sport fait intervenir un système perceptif préférentiel (somatosensoriel pour les judokas et visuel pour les danseurs par exemple). Les footballeurs nationaux posséderaient une meilleure sensibilité des récepteurs sensoriels ou une meilleure intégration des informations (ou les deux) que les joueurs régionaux.

1.2.2 Le système visuel

Vision périphérique et centrale

Le système visuel apparaît comme le système leader dans le contrôle postural et l'apprentissage moteur (Barbu-Roth, 2005). Les deux champs visuels, central et périphérique, sont respectivement sollicités pour stabiliser la posture et utilisés par le sujet en déplacement.

L'utilisation de la vision périphérique libère la vision centrale qui peut servir pour l'exécution d'autres tâches motrices afin d'arriver à de nouvelles performances motrices (Schmuckler et

Gibson, 1989). Une régulation posturale réalisée sur une faible dépendance visuelle faciliterait l'expression technique et la motricité (Paillard, 2017).

La vision atténuée les oscillations posturales, en son absence, d'autres modalités comme le système vestibulaire et proprioceptif sont sollicitées (Vuillerne et al, 2001 ; Nagano et al, 2006).

Niveau d'expertise

L'étude menée par Paillard (2006) confrontant des joueurs de niveaux d'expertise et de pratiques sportives différents conclue que ces deux notions interviennent dans les stratégies d'équilibration. Dans un environnement instable comme le football, la contribution de l'information visuelle diminue à mesure que le niveau d'expertise augmente contrairement aux environnements stables (danse) (Thalassinos et al, 2018).

Concept de « vision aveugle »

Il s'agit de mécanismes sous corticaux de détection du mouvement et de prédiction visuelle de la trajectoire qui n'ont rien de conscient.

Cette perception inconsciente du mouvement rapide et de sa direction a été mise en avant lors d'une expérience auprès de basketteurs porteurs de trouble visuel constatant qu'il est impossible de déterminer les joueurs amblyopes (moins d'un dixième de vision) des joueurs à l'acuité visuelle normale.

1.2.3 Le système vestibulaire

Il assure la stabilité de la posture par déclenchement des voies réflexes vestibulo spinales provoquant des ajustements posturaux et intervient également dans la stabilisation perceptive par la liaison des capteurs vestibulaires aux muscles de l'œil.

La puissance anticipatrice de ses capteurs (otolithiques et canaux semi circulaires) provient du fait qu'ils mesurent l'accélération qui est maximale lors du début du déséquilibre. Les réflexes de redressement sont très rapides car ils sont déclenchés dès le début de la perturbation. Les capteurs vestibulaires sont donc des « détecteurs et déclencheurs » Berthoz (1997).

Chez les non experts une moindre dépendance de l'information vestibulaire entrainerait une contribution de la proprioception plus importante et permettrait moins de faire face à des tâches posturales plus complexes et déstabilisatrices (Paillard, 2017).

2 L'EQUILIBRE

2.1 Présentation

2.1.1 Définitions

L'équilibre postural représente la capacité à maintenir, à atteindre ou à rétablir un état d'équilibre pendant une posture ou une activité (Pollock et al, 2000).

Une stratégie posturale peut être définie sur la base de l'organisation spatiale et temporelle, l'apport des différents aspects sensoriels dans la régulation posturale est réel.

Le maintien de l'équilibre peut être considéré comme l'enchaînement d'une multitude de réflexes locaux : lorsque le corps s'incline, les capteurs musculaires, articulaires, vestibulaires ou même de la vision détectent cette inclinaison et induisent une contraction musculaire qui le redresse (Berthoz, 1997).

On distingue l'équilibre dynamique et l'équilibre statique. La corrélation entre ces deux types d'équilibre est floue (Karimi et Solomonidis, 2011). Néanmoins, le travail de Daneshjoo et al. (2012) souligne une évolution similaire entre équilibre statique et dynamique après mise en place de deux programmes d'échauffements (Fifa 11+ et HarmoKnee).

2.1.2 Notions de biomécanique

L'approche biomécanique nécessite une connaissance des termes spécifique à cette thématique (Noé, 2016). Ainsi, il est utile de déterminer les notions de centre de masse (CM), centre de pression (CP) et centre de gravité (CG). Le CM est le point théorique où la masse du corps est équitablement répartie. Il est confondu avec le CG quand le champ gravitationnel est uniforme, le CG étant le point d'application de la résultante des forces gravitationnelles sur notre corps.

Quant à lui, le CP représente le point d'application de la résultante des forces verticales appliquées sur la surface d'appui. En cas du non alignement de ces trois points la position d'équilibre est perdue.

Nos pieds délimitent une zone appelée polygone de sustentation, plus cette surface est importante et plus l'équilibre sera stable. C'est également le cas lorsque la projection du centre de gravité au sol se confond avec les pressions qu'exercent nos pieds sur le sol.

La condition bipodale demande moins de ressources (force, concentration, traitement de l'information sensorielle) que la position monopodale (Chaubet et Paillard, 2012).

2.1.3 Le contrôle postural et son évolution

L'évolution posturale de l'enfant jusqu'à l'âge adulte n'est pas linéaire. Assaiante et al. (1998) affirment que l'organisation de l'équilibre locomoteur est liée à la stabilisation du bassin. Au fur et à mesure des âges, 2 organisations dans le maintien de l'équilibre :

- Organisation ascendante (pieds ou bassin vers la tête).
- Organisation descendante (tête vers le bassin ou les pieds).

Vers l'âge de 7/8 ans, le contrôle postural bascule vers une organisation descendante et le contrôle vestibulaire prend l'ascendant sur le système visuel qui reprendra sa place vers 8/9 ans. La phase prépubères chez les garçons (9 à 13 ans) est une phase de stabilité motrice durant laquelle il sera judicieux d'améliorer un large panel d'habiletés motrices tels que l'équilibre et le contrôle postural. Les constats de Viel et al. (2009) sur l'utilisation moindre des informations proprioceptives dans le contrôle postural à l'adolescence montre que le travail proprioceptif doit être effectué en amont.

Chataigner et Mironnet (2020) ont étudié l'influence de la maturation biologique sur l'équilibre dynamique des jeunes footballeurs par le « Y Balance Test ». Chez les 27 joueurs en préformation (13/15 ans), le stade pubertaire, le « Peak High Velocity » (PHV) et l'équilibre dynamique ont été confrontés. Il en résulte une altération de l'équilibre chez les joueurs proche du PHV, probablement expliqué par l'allongement asynchrone des segments corporels.

2.2 Les mécanismes serviteurs de l'équilibre

2.2.1 L'anticipation

L'anticipation est indispensable pour la perception du mouvement, elle n'implique pas la vision mais le système otolithique. Grace à l'étude de certaines maladies neurologiques mais aussi grâce aux travaux de Paillard, des stratégies de gestion de l'équilibre ont été mises en avant. Le sportif doit continuellement rétablir son équilibre par des ajustements posturaux

compensatoires, les athlètes experts seraient plus enclins à proposer des ajustements posturaux anticipés dans un souci de régulation posturale (Paillard, 2017).

Craik (1943) émet l'hypothèse qu'il existe une représentation interne de modèles d'environnement prévisible, ainsi, le système acquiert une double fonction (prédictif et réactif).

Selon Paillard (1990), il existe deux boucles de régulation dans la gestion de la motricité, une prédictif et un réactif qui diffèrent par leurs natures de connexion. L'interaction de ces deux dispositifs devient intéressante dans le champ d'application des activités physiques et sportives.

2.2.2 Le contexte

La relation entre la performance sportive et la performance posturale n'est pas systématique lorsque les conditions posturales sont éloignées de celles de la pratique sportive (conditions posturales non écologiques). Le football étant considéré comme une pratique sportive asymétrique c'est-à-dire sollicitant plus une partie du corps qu'une autre, il existe un meilleur contrôle postural sur la jambe non dominante. A ce sujet, Guillou et al. (2007), ont comparé 10 footballeurs (asymétriques) et 7 danseurs (symétriques) et ont révélé une différence en termes de contrôle postural entre les deux jambes chez le groupe asymétrique. Ainsi, la spécificité du sport semble être déterminante dans le contrôle postural.

2.3 Intérêts du travail d'équilibre

2.3.1 Impact sur les qualités techniques

Des études ont conclu que les athlètes les plus performants (par rapport au niveau de compétition) ont les meilleures compétences posturales mais on ne sait pas si ceux qui ont les meilleures compétences posturales sont toujours les athlètes les plus performants. Il sera intéressant dans cette étude d'infirmier ou de confirmer cette hypothèse.

Bien qu'il existe des relations entre les habiletés posturales et les habiletés techniques (dribbles, passes, tirs), actuellement, le transfert des habiletés posturales vers les habiletés motrices reste à explorer par l'entraînement sportif selon Edis et al. (2016 ; 2017). La proprioception aura-t-elle alors un impact bénéfique ?

Les contraintes environnementales et les exigences techniques liées à la pratique amène le footballeur à adapter rapidement sa posture et contrôler son équilibre. Certains gestes techniques comme le tir dépendent de la capacité du joueur à adopter des positions corporelles adéquates et efficaces. Salot et al. (2020) concluent que l'amélioration de l'équilibre sous-entend l'amélioration des habiletés techniques. Doucet (2007) valide l'idée que la recherche de la force de frappe au profit de la technique chez les jeunes entraîne une posture inadaptée et par conséquent des syncinésies polluant le geste.

2.3.2 Amélioration de l'attention

Faude et al. (2005) ont émis l'hypothèse qu'un bon contrôle neuromusculaire au cours des habiletés propres au football pourrait permettre aux athlètes de mieux gérer le ballon et, par conséquent, d'avoir une plus grande capacité d'attention dans un souci de contrôle du mouvement.

3. L'ETUDE DU SUJET

3.1 Problématique, objectifs, hypothèses

3.1.1 La problématique

La revue de littérature confirme que la proprioception fait intervenir une pluralité de systèmes et de mécanismes propres à chacun. Reconnue pour son rôle dans la prévention des blessures, peu d'études font le lien entre proprioception et performance. Quant à lui, l'équilibre est influencé par le contexte et l'environnement. Ainsi, l'objectif dans ce mémoire sera de savoir si un cycle de travail proprioceptif et d'instabilité aura un impact sur l'équilibre du jeune footballeur ?

3.1.2 Les objectifs

L'objectif principal de cette étude sera d'évaluer l'impact sur l'équilibre d'un cycle de travail proprioceptif et d'instabilité de 8 semaines à raison de 30 minutes par semaine réparties sur les deux entraînements. La mise en place sera progressive et comprendra d'abord des phases

bipodales/statique et dynamique pour tendre vers des phases unipodale/ statique et dynamique sur des surfaces stables puis instables.

L'objectif secondaire sera de confirmer ou infirmer que les joueurs les plus performants ont les capacités d'équilibre les plus probantes.

3.1.3 Les hypothèses

- H1 : Le travail de proprioception et d'instabilité a un effet sur l'équilibre.
- H2 : Tous les sujets devraient progresser lors des post tests en fin de cycle.
- H3 : La progression sera plus importante sur les résultats du pied dominant (pied de frappe).

3.2 Le stage

3.2.1 l'US Vimy

L'US Vimy est un club de football fédéral, un des plus vieux de la région créé en 1932. Evoluant d'abord au niveau district avec peu de licenciés, le club de Vimy s'est peu à peu structuré grâce à l'investissement de plusieurs personnalités notamment Mr Patrick Fievet. D'abord en augmentant les effectifs et exigeant ensuite un certain niveau de pratique, l'US Vimy a su se faire une place respectable parmi les équipes de l'Artois. D'ailleurs, l'équipe Senior a connu plusieurs montées successives pour évoluer aujourd'hui en Nationale 3 et la majorité des équipes jeunes évoluent en ligue sous le regard attentif de Mr Hassan El Bagar, responsable de l'école de foot et foot à 11.

3.2.2 Caractéristique de la population

Un total de 14 joueurs a été sélectionné pour l'étude. Les traumatisés récents des membres inférieurs (< 6 mois) ont été exclus de cette dernière. L'âge moyen de cette population est de $11\pm 0,6$ ans, la taille moyenne évaluée à $148\pm 0,6$ cm et le poids moyen estimé à $38\pm 0,9$ kg (figure 2).

De plus, la latéralité de chaque joueur a été prise en compte afin de déterminer le pied d'appui et le pied de frappe des joueurs. Une hétérogénéité sur le plan de la latéralité a été soulignée avec une répartition de douze droitiers contre deux gauchers (Cf. annexe 1).

Cette équipe composée de 16 joueurs évoluant au niveau 1 en catégorie U12 est actuellement leader de son championnat sur un total de 8 équipes. Deux séances communes d'une durée de

1h30 minutes sont prévues le lundi et le mercredi avec un match le Week- end (Samedi). Pour six d'entre eux, des entrainements inclus dans leur scolarité (3 fois par semaine) viennent augmenter la charge d'entraînement. Néanmoins, aucune autre activité physique est pratiquée en parallèle.

Toutes ces caractéristiques ont permis la prise en compte des individus dans leur globalité et complexité afin de proposer une programmation adaptée au sens de l'étude.

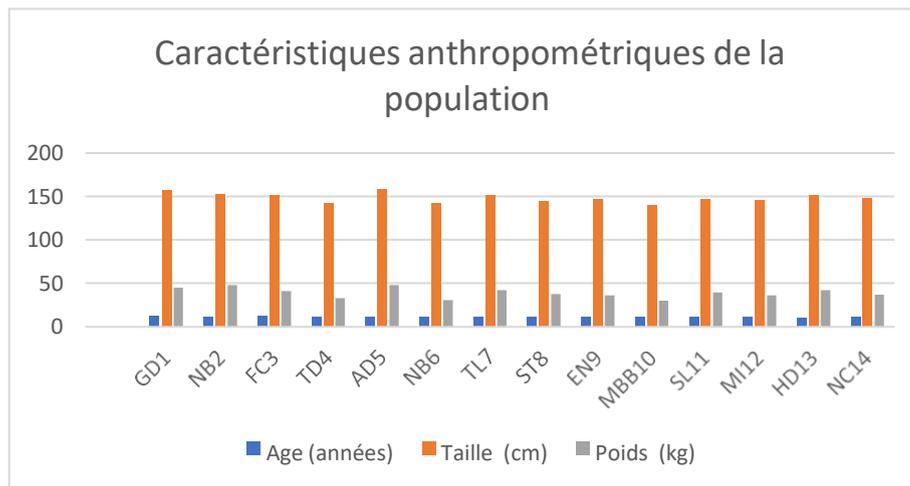


Figure 2 : Graphique présentant les caractéristiques anthropométriques de la population.

3.3 Le protocole

3.3.1 Choix des tests

Afin de se rapprocher de la réalité il m'a paru important de mettre les sportifs dans des conditions posturales non écologiques c'est-à-dire décontextualisées par rapport au sport pratiqué (SEBT, Wii Fit) et dans des conditions posturales écologiques c'est-à-dire lié au sport pratiqué (test terrain).

De plus, il était important de prendre en compte les notions d'équilibre statique (Wii Fit) et dynamique (SEBT et test terrain). En position statique, le polygone de sustentation n'est pas déformé tandis que lors d'un appui sur un seul pied, l'appareil locomoteur doit s'adapter à une déformation très importante de ce dernier, Monod & Golomer (1995).

L'alternance des cycles monopodaux et bipodaux induits par la pratique du football seront donc pris en compte dans le choix des tests. J'ai donc choisi de réaliser 4 tests.

WII BALANCE BOARD (Wii Fit)

Le jeu Wii Fit et la Wii Balance sont apparus en Europe en Avril 2008, mise au point par la société japonaise Nintendo.

La Wii Balance Board est un accessoire de la Wii composé de 4 capteurs d'équilibres permettant de calculer le poids, la pression de chaque jambe et le centre de gravité de l'individu (Cf. annexe 2). Cet accessoire doit être synchronisé avec la Wii et placé au sol.

Les capteurs traduisent les variations de pressions en un signal électrique, ces informations sont ensuite envoyées par Bluetooth à la Wii où elles sont traitées par le logiciel du Wii fit et transformées en un score. Ainsi, plus le centre des pressions a été stable et plus le score sur 100 obtenu est élevé.

Objectif du test :

- Détermination des groupes d'études (expert/non expert en termes de répartition du centre de gravité) (Cf. annexe 3).
- Evaluer l'équilibre bipodal dynamique.
- Mise en place des stratégies cognitives d'adaptation par la réalité virtuelle.
- Mesurer la pression entre chaque jambe et le centre de gravité.

Mise en place du premier test

Le sportif est en position bipodale et se doit de rectifier son déplacement par le biais de la visualisation. L'image du sportif est projetée sur l'écran grâce à une barre de détection de mouvement qui analyse dans un périmètre de 5 mètres et permettant un feedback pour le sportif (figure 3). L'aire motrice est stimulée par la simulation d'un environnement produisant des afférences sensorielles

L'objectif est de rester dans les « zones bleues » pendant une durée de 3 secondes par modification des appuis et de l'intensité. Par exemple sur la figure 3, le joueur exerce une pression plus importante sur sa jambe gauche tout en gardant sa jambe droite en appui. Les résultats sont exprimés en pourcentage représentant la répartition du centre de gravité du joueur (figure 4).

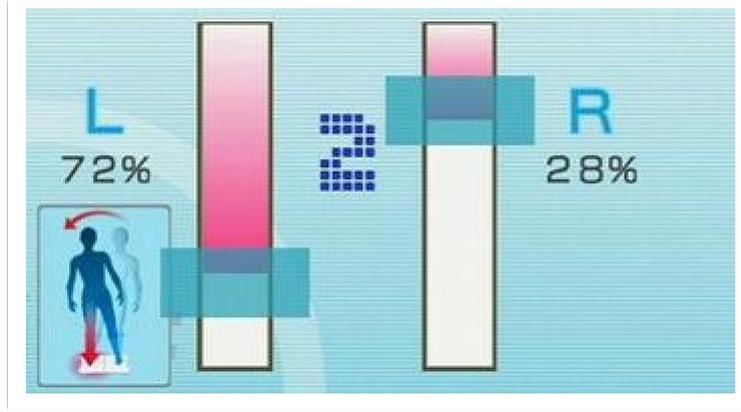


Figure 3 : exercice d'équilibre bipodal dynamique en Wii Fit.



Figure 4 : expression des résultats « équilibre bipodal dynamique »

STAR EXCURSION BALANCE TEST (SEBT)

Objectif du test :

- Evaluer la stabilité dynamique et le maintien en équilibre unipodal chez les jeunes joueurs de football.
- Evaluer la capacité du joueur à maintenir sa cheville dans une position de stabilité.
- Evaluer les capacités proprioceptives du sportif, les capacités sensori motrices dont le sportif dispose pour moduler efficacement une activité musculaire stabilisatrice de sa cheville.

La finalité de cet exercice est d'atteindre des distances de plus en plus importantes qui traduisent une augmentation du contrôle postural actif.

Mise en place du test :

Le sportif reste en appui unipodal au centre de la cible, mains sur les hanches et doit atteindre une marque graduée au sol avec le pied controlatéral dans diverses positions (Cf. annexe 4). Il est au centre d'une étoile à 8 branches où il réalise des séries de squats unipodaux tout en atteignant la distance maximale dans les 8 directions tracées au sol avec son membre inférieur controlatéral. Les 8 branches sont séparées de 45° et portent un nom en fonction de leur position et de celle du pied en appui.

Néanmoins, étant donné le caractère chronophage lié à la réalisation du test ainsi que les caractéristiques liées à la pratique du football, il m'a paru judicieux de réduire le nombre de directions à parcourir. Ainsi dans le cadre de ce travail, le SEBT sera simplifié à 4 directions pour chaque pied d'appui (figure 5).

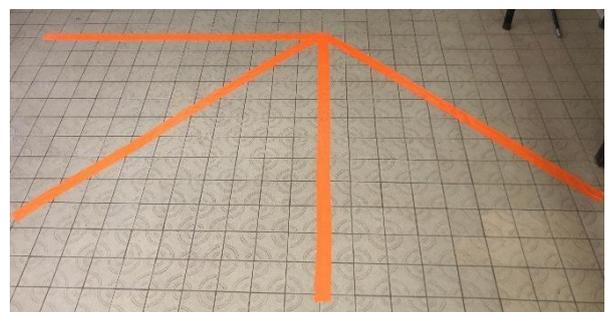
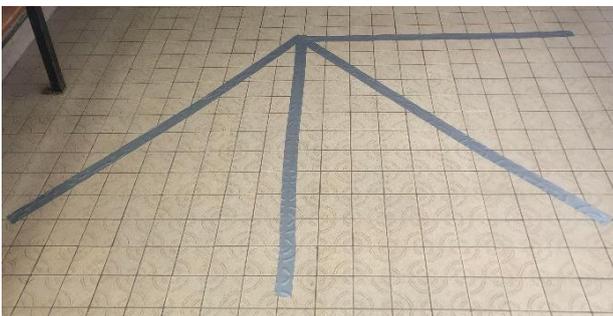
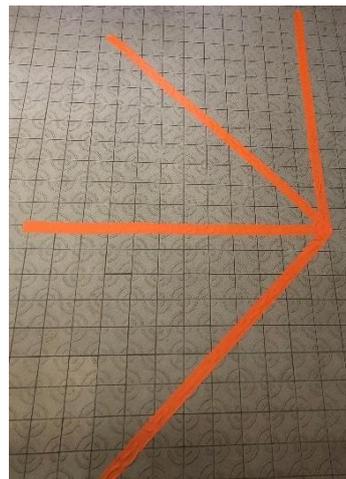
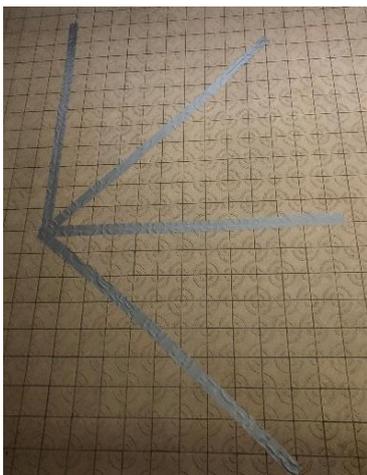


Figure 5 : Schématisation de la simplification du SEBT

Critères d'exclusion :

- Antécédents de blessures membre inférieur
- Troubles de l'équilibre

Consignes de réalisation :

- Pieds nus, hallux au centre de l'étoile et arche interne du pied sur la direction 0°-180°.
- Mains placées sur les hanches.
- Yeux fixés sur un point fixe devant eux.
- Contact avec le sol autorisé lors du déplacement du membre libre mais de manière contrôlée, sans transfert de poids.
- Maintien de la position au moins 3 secondes pour la prise de mesure.
- Afin de limiter l'impact d'une erreur de mesure lors de l'expérimentation, chaque sportif réalise donc 4 essais non-mesurés (surmonter l'effet d'apprentissage) par direction avant une prise de 3 mesures par direction. La moyenne des 3 mesures est ensuite calculée.
- Temps de récupération entre chaque série pour limiter l'effet de la fatigue sur le test.

La prise en compte de la longueur des membres inférieures est primordiale dans la mesure où les divergences anthropométriques pourraient fausser les comparaisons entre les sportifs (Cf. annexe 5). D'ailleurs Gribble et Hertel (2003) rapportent qu'il est nécessaire de normaliser la distance parcourue à la longueur des membres inférieurs afin de limiter l'impact de la taille des sujets.

Pour l'évaluation du pourcentage de la distance maximale (Cf. annexe 6), on propose la relation suivante :

$$\text{(Distance (cm)/longueur des jambes(cm)) *100}$$

Ainsi, la distance la plus élevée correspondra au meilleur équilibre dynamique

WII FIT : POSTURE DE L'ARBRE

J'ai choisi un exercice proposé par la Wii Fit appelée « la posture de l'arbre ». Mon étude se veut d'inclure une alternance bipodalité/unipodalité et statique/dynamique, cet exercice me semblait le plus intéressant et reproductible pour juger de l'équilibre unipodal statique.

Les consignes étaient les suivantes :

- Pieds ancrés sur la Wii Balance Board à la largeur des hanches.
- Transporter le poids du corps sur une jambe en amenant le pied opposé sur le genou.
- Fixer un point devant soi et amener les bras en prière au-dessus de la tête.
- Maintenir l'équilibre en conservant le centre de gravité dans la « zone jaune » affichée à l'écran.
- Réaliser le même exercice sur l'autre jambe.

Le contrôle de la posture est réalisé par mimétisme de « l'avatar » et par feedback visuel (Cf. annexe 7) de la projection du centre de gravité du sportif via la visualisation du point rouge dans la zone jaune (figure 6).



Figure 6 : exercice d'équilibre unipodal statique en Wii Fit (posture de l'arbre).

Les résultats des centres de gravité (droite et gauche) sont affichés visuellement par retraçage des oscillations posturales et sont exprimés « en points » afin d'avoir un score total évalué sur « 100 points » (figure 7).

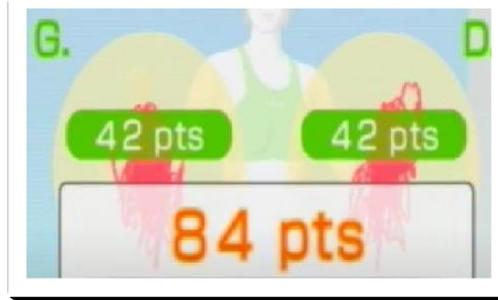


Figure 7 : expression des résultats de l'exercice « posture de l'arbre ».

L'ensemble des exercices de WII FIT permettent un travail sur :

- Transfert de poids pluridirectionnel.
- Travail dynamique avec déplacement des pieds.
- Mise en jeu des mouvements synergiques du tronc et des membres inférieurs.
- L'anticipation, l'adaptation avec les tâches cognitives.
- Phénomène de rétrocontrôle visuel.

L'aspect ludique apporté par le jeu et la réalité virtuelle m'a paru intéressant pour un public de cet âge (10/11ans) et a permis d'intégrer l'aspect motivationnel.

TEST TERRAIN

En appui unipodal sur un Waff, l'objectif sera pour les joueurs de réaliser un maximum de remises sans poser au sol le pied d'appui ou le pied de « frappe » (figure 8). Un ensemble de 3 essais sera réalisé et le meilleur score correspondant au plus grand nombre de remise sans contact du pied avec le sol sera pris en compte.

Il s'agit ici d'un test en unipodalité instable avec ballon dans un souci de se rapprocher le plus fidèlement possible de la pratique réelle et également d'amener une complexité croissante au cours des tests effectués (bipodale dynamique vers unipodale dynamique).



Figure 8 : Test terrain en condition unipodale instable.

3.3.2 Réflexion et programmation mise en place

Le programme proprioceptif et d'instabilité sera réalisé sur une période totale de huit semaines. Afin d'intégrer les notions de progressivité et spécificité liées à la pratique (figure 9), un total de quatre cycles a été nécessaire. Chaque cycle étant constitué de cinq séances sur une période de deux semaines soit un total de huit semaines basées sur la proprioception et l'instabilité (figure 10). Ainsi, vingt séances de quinze minutes chacune ont été accordées pour la mise en pratique (Cf. annexe 8). Cette chronologie a été influencée par l'étude de Giofdisidou et al. (2012) ayant démontré que l'équilibre était amélioré de manière similaire malgré des fréquences d'entraînements proprioceptifs différentes. Cependant, un minimum de dix-huit séances a été nécessaire pour observer les bienfaits du travail proprioceptif sur l'équilibre. L'objectif étant centré sur la recherche du contrôle postural et la maîtrise du mouvement, le travail s'orientera vers une part psychomotrice plus importante en incorporant progressivement des déstabilisateurs multifactorielles.

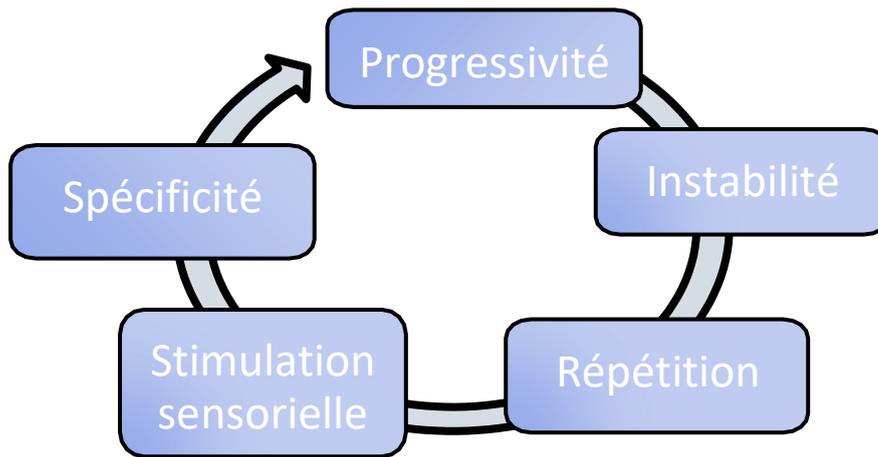


Figure 9 : Impératifs du travail proprioceptif.

Une alternance de travail pieds chaussés et pieds nus m’a paru intéressante étant donné que la peau de la voute plantaire joue un rôle perceptif important dans l’équilibration. Ces constats amenés par Linares. R, et al. (2012) ont notamment été étudiés chez des véliplanchistes de niveau olympique pour lesquels la mise en place d’exercices sur surface instable, avec des appuis unipodaux et des exercices décontextualisés ont permis d’adapter le système perceptif à des nouvelles stratégies d’équilibration.



Figure 10 : Programmation du travail de proprioception et d’instabilité.

3.3.3 Détermination des deux groupes d’étude

A partir des données relevées (Cf. annexe 9) sur la Wii fit concernant la différence de centres de pression en appui bipodale statique un calcul de moyennes et écarts type (figure 11) et une analyse statistique ont permis d’identifier les deux groupes.

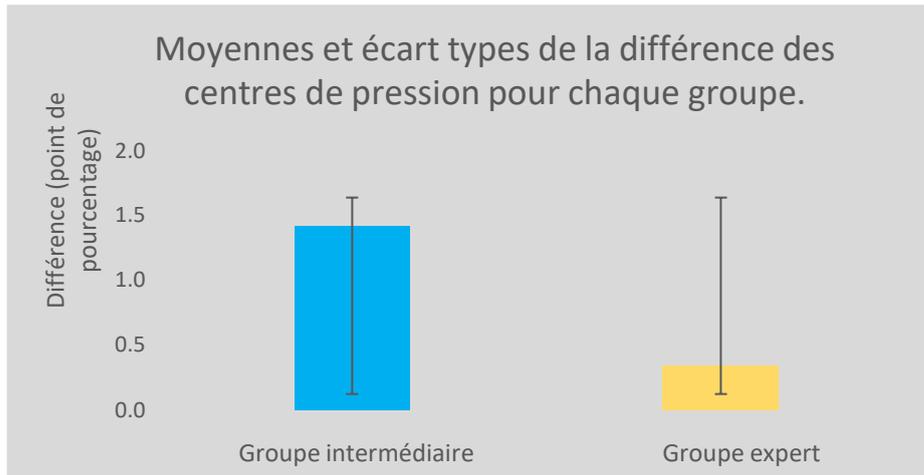


Figure 11 : Graphique présentant les moyennes et écarts type de la différence de centre de pression pour chaque groupe.

L'étude statistique a été réalisée en utilisant les sites anastats et excel.

Après vérification de la normalité (**test de Shapiro Wilk**) de la différence en point de pourcentage des centres de pression entre les deux jambes et la validation de l'homogénéité des variances (**test de Levene**). Pour comparer les deux groupes, nous avons utilisé le test T student pour échantillons non appariés (Cf. annexe 9). Les valeurs sont considérées comme significatives pour un $p < 0,05$. Avec un $p = 0,0008$ l'hypothèse H_0 est rejetée, il y a bien une différence entre le groupe intermédiaire et le groupe expert (figure 12).

	Valeurs groupe 1	Valeurs groupe 2	Paramètres des séries observées	Groupe 1	Groupe 2	Résultat du test
4						
5						
6	8,2	3,2	Effectif =	7	7	p-value = 0,00080417
7	9,8	4	Moyenne =	14,1	3,4	
8	26,4	3,6	Ecart-type =	6,18	1,53	
9	13,4	5,8	Coef. de variation =	43,8	44,6	
10	17,6	3,4	I.C. à 95%			
11	11,4	0,6	limite inf =	2,0	0,4	
12	12	3,4	limite sup =	26,2	6,4	
13						
14						

Figure 12 : Etude statistique T student pour comparer les deux groupes.

4. ANALYSE STATISTIQUE

4.1 Méthodologie

Pour l'analyse avant et après programmation de chacun des tests :

Une analyse statistique comparative avant et après programmation viendra affirmer ou réfuter les hypothèses H1, H2 et H3 pour chacun des 3 tests.

Ensuite, la vérification de la normalité (**test de Shapiro Wilk**) et de l'homogénéité (**test de Levene**) permettra de déterminer s'il s'agit de tests paramétriques ou non paramétriques.

S'agissant de deux variables appariées (avant et après programmation), j'utiliserai le **test T Student** pour échantillons appariés (paramétrique) ou le **test Wilcoxon** (non paramétrique).

Pour chaque condition et pour chaque groupe (expert/intermédiaire), les résultats (figures 13, 14, 15, 16, 17) seront comparés et analysés.

L'objectif étant d'observer un effet bénéfique de la proprioception et de l'instabilité sur l'équilibre, des résultats significatifs avec $p < 0,05$ seront attendus. Enfin, un calcul de la taille de l'effet avec le d de Cohen permettra de mesurer l'intensité de l'effet (faible, moyen élevé)

4.1.1 Test Wii Fit en condition bipodale statique

Bipodal stable	Groupe expert		Groupe intermédiaire	
	Avant	Après	Avant	Après
Effectif	7	7	7	7
Moyenne	3,4	4,1	14,1	10,3
Ecart Type	1,5	2,5	6,2	6,3
Test Statistique	T Student appariés		Wilcoxon	
Valeur du p	0,47		$p < 0,05$	
Taille de l'effet	Pas de différence		0,78 = effet élevé	

Figure 13 : Tableau présentant les résultats des pré et post tests en condition bipodale statique (Wii- Fit).

4.1.2 Test posture de l'arbre en condition unipodale statique

Unipodal stable	Groupe expert pied d'appui		Groupe expert pied de frappe	
	<i>Avant</i>	<i>Après</i>	<i>Avant</i>	<i>Après</i>
Effectif	7	7	7	7
Moyenne	32	31,8	24,3	10,3
Ecart Type	6,7	8,8	10,8	6,3
Test Statistique	T Student appariés		T Student appariés	
Valeur du p	0,93		0,12	
Taille de l'effet	Pas de différence		Pas de différence	

Figure 14 : Tableau présentant les résultats des pré et post tests en condition unipodale statique pour le groupe expert (posture de l'arbre).

Unipodal stable	Groupe intermédiaire pied d'appui		Groupe intermédiaire pied de frappe	
	<i>Avant</i>	<i>Après</i>	<i>Avant</i>	<i>Après</i>
Effectif	7	7	7	7
Moyenne	27,3	30,1	20,7	23,9
Ecart Type	11,5	10,3	9,1	9,1
Test Statistique	Wilcoxon		T Student appariés	
Valeur du p	p>0,05		0,005	
Taille de l'effet	Pas de différence		0,59= effet moyen	

Figure 15 : Tableau présentant les résultats des pré et post tests en condition unipodale statique pour le groupe intermédiaire (posture de l'arbre).

4.1.3 SEBT test en condition unipodale statique

Étant donné, que certaines variables ne suivaient pas une distribution normale, nous avons réalisé des statistiques non paramétriques, notamment les tests Mann-Whitney pour comparer les groupes indépendants GI et GE dans les phases de pré-test puis de post-test (Cf. annexe 10). Les variables spécifiques de chacun des groupes sont comparées également pour percevoir s'il existe une évolution avant et après le protocole d'entraînement par l'intermédiaire du test de Wilcoxon pour variables appariées.

Une recherche corrélationnelle sur les variables normées en fonction de la longueur de jambe des sujets (%) entre les variables depuis le test de rang de Spearman montre quelques filiations aussi bien avant qu'après le protocole (Cf annexe 10).

4.1.4 Test terrain en condition unipodale instable

Unipodal instable	Groupe intermédiaire pied d'appui		Groupe intermédiaire pied de frappe	
	Avant	Après	Avant	Après
Effectif	7	7	7	7
Moyenne	3,1	5	1,6	23,9
Ecart Type	1,5	1,6	0,5	9,1
Test Statistique	T Student appariés		Wilcoxon	
Valeur du p	0,044		p>0,05	
Taille de l'effet	1,14= effet élevé		Pas de différence	

Figure 16 : Tableau présentant les résultats des pré et post tests en condition unipodale instable pour le groupe intermédiaire (test terrain).

Unipodal instable	Groupe expert pied d'appui		Groupe expert pied de frappe	
	Avant	Après	Avant	Après
Effectif	7	7	7	7
Moyenne	4,1	4,3	1,8	3,1
Ecart Type	1,9	1,7	1,1	1,1
Test Statistique	T Student appariés		Wilcoxon	
Valeur du p	0,68		p<0,05	
Taille de l'effet	Pas de différence		1,09= effet élevé	

Figure 17 : Tableau présentant les résultats des pré et post tests en condition unipodale instable pour le groupe expert (test terrain).

4.1.5 Test d'hypothèse de corrélation

On pose H0 : pas de corrélation entre les paramètres et H1 : les deux paramètres sont corrélés.

Cette étude statistique vise à évaluer le bien-fondé d'une corrélation entre équilibre bipodal et unipodal. L'objectif étant de savoir si l'amélioration de l'équilibre bipodal aura un impact sur l'amélioration de l'équilibre unipodal ? Après vérification de la distribution des données et l'homogénéité des variances (Cf. annexe 11), un test non paramétrique de Spearman a été réalisé à partir des données de la Wii Fit.

On obtient des valeurs de $R\hat{\rho} = 0,286$ et $r = 0,5377$ (Cf. annexe 12), $R\hat{\rho} < r$ affirme que H0 est vraie, les paramètres ne sont donc pas corrélés. Ainsi, l'amélioration de l'équilibre bipodal n'a pas d'effet sur l'amélioration de l'équilibre unipodal et c'est pour cela que l'élaboration de la programmation a pris en compte une alternance de phases monopèdes et bipèdes.

Résultats

D'emblée, il est constaté que les experts possédaient une répartition plus homogène du centre de pression entre jambe droite et jambe gauche. L'étude montre une discordance des effets entre groupe expert et intermédiaire. Chez les intermédiaires, plusieurs conditions d'équilibration ont pu être améliorées contre une seule chez le groupe expert. Au sein du groupe intermédiaire, les améliorations relevées divergent d'une condition à une autre étant donné les tailles d'effets différentes.

En condition bipodale statique, seul le groupe intermédiaire a amélioré de manière significative sa performance d'équilibre. Concernant l'équilibre en position unipodale stable, il a été relevé un meilleur traçage des oscillations posturales après programmation lorsque les joueurs experts étaient en appui sur le pied de frappe. Néanmoins, aucune différence a été relevé pour le groupe intermédiaire.

L'effet le plus probant est enregistré en condition unipodale instable pour le groupe intermédiaire sur le pied d'appui alors qu'un effet élevé a été constaté chez les experts mais cette fois ci sur le pied de frappe.

Pour le test SEBT, on ne remarque pas de différence significative entre les groupes aussi bien pré-test que post test. D'autre part aucun des groupes ne présente de différence significative avant et après le protocole.

Ainsi, **H1** est validé c'est à dire que le travail proprioceptif et d'instabilité a un effet sur l'équilibre. L'hypothèse **H2** stipulant que tous les sujets devraient progresser est réfutée. Enfin, **H3** supposant que la marge de progression serait plus importante sur le pied dominant (pied de frappe) est vraie seulement pour le groupe expert.

5.DISCUSSION ET LIMITES

L'objectif de ce mémoire était de constater l'impact d'un cycle de travail proprioceptif et d'instabilité sur l'équilibre du jeune footballeur U12. Ce champ exploratoire a fait l'objet de nombreuses études concernant l'aspect préventif. Néanmoins, peu d'études ont fait le lien entre proprioception et équilibre spécifiquement chez les jeunes. La majorité des revues et références s'adressent à un public plus âgé. Les études réalisées grâce à la Wii Balance Board se sont adressés exclusivement à des sujets pathologiques ou âgés et très rarement à des sujets jeunes et sains.

Les résultats ressentis sur le travail d'équilibre sont beaucoup moins observables et mesurables que des résultats sur des qualités purement physiques comme la vitesse ou la force par exemple. Ayant constaté que le matériel proposé actuellement pour le développement proprioceptif demeure basique, il a fallu être innovant dans la proposition de pratique pour entretenir un aspect motivationnel tout au long du cycle de travail.

De plus quelques limites sont à évoquer comme la taille de l'échantillonnage assez petit qui n'est pas forcément représentatif. Cette étude menée sur une échelle plus grande viendrait-elle conforter les résultats ? Aussi, le test SEBT bien que facile à mettre en place me laisse interrogatif sur la potentialité d'erreurs lors des prises de mesures des membres inférieurs et des résultats enregistrés. Durant ce test le port de chaussures aurait rapproché la pratique des conditions écologiques, or l'intérêt était de mettre en avant un test en condition non écologique d'où l'intérêt de travailler pieds nus, afin également d'exacerber l'apport proprioceptif. Quant à lui, le travail yeux fermés avait pour objectif d'aider à ancrer le schéma corporel du joueur et sa position dans l'espace sans l'utilisation du contrôle visuel.

Concernant l'utilisation de la Wii fit, l'aspect ludique des tests réalisés était bien adapté au public, le caractère motivationnel était palpable lors de la réalisation des tests. La fréquence d'acquisition de cette dernière, située entre 30 et 50 Hertz a joué un rôle sur la qualité des prises de mesure. Ainsi, l'utilisation de la plateforme de force aurait amené des résultats plus précis. Etant donné son coût élevé, j'ai choisi d'acquérir la Wii. Les phénomènes de découverte et de non compréhension des tests Wii Fit ont dû altérer quelques résultats. Cependant, pour évaluer l'équilibre dynamique de manière plus précise, il existe des plateformes aux mouvements de translation et de rotation.

D'emblée il est constaté qu'en condition posturale non écologique, les experts n'obtiennent pas constamment les meilleurs résultats. La prise en compte des facteurs de force au niveau du membre inférieur aurait été une variable intéressante à relever étant donné son apport sur le contrôle postural et l'équilibre. Les tests étant plutôt décontextualisés de la pratique du football n'ont pas pris en compte l'adversité et le contact physique.

Concernant les résultats, les joueurs ayant le meilleur niveau de pratique sont ceux ayant révélé des résultats plus notables aux tests d'équilibres initiaux. Pour tous les joueurs, l'équilibre unipodal est meilleur sur la jambe non dominante représentant la jambe en appui lors d'un tir au football par exemple. Le travail sur la jambe dominante (jambe de frappe) en condition unipodale a amené une progression plus probante chez les experts étant donné que cette sollicitation intervient de manière moins significative lors de la pratique. De plus, l'utilisation de matériel proprioceptif (swiss ball, waff...) en créant des micromouvements permanents ont très probablement eu un impact sur le gainage et par conséquent influencé les stratégies d'équilibration. Les marges de progressions relevées ne sont pas linéaires c'est-à-dire que les progrès sont individuellement constatés. Une contribution visuelle, vestibulaire et somatosensorielle plus sollicitée chez les non experts souligne l'intérêt d'un entraînement aux nombreuses variables.

Les cadences d'entraînements différentes de la population étudiée sont un facteur à prendre en compte dans cette étude. De plus, la dispersion importante de l'âge relatif au sein du groupe a confronté l'étude à des niveaux de maturation physiologique significatif (Ratel, 2020). L'ensemble des pré et post tests réalisés n'ont pas pris en compte les facteurs de fatigue pouvant être ressentis après les matchs ou entraînements.

Le travail proprioceptif ne doit pas être négligé dans la formation du jeune joueur car il constituera un acquis fondamental pour le développement des habiletés motrices futures. D'ailleurs, selon Biec (2010) une pratique sportive précoce permet d'améliorer les seuils sensoriels et entraîne une meilleure anticipation ainsi qu'une moindre dépendance à l'attention nécessaire au contrôle postural. L'évaluation de l'équilibre lors d'un match de football aurait été relativement intéressante mais cependant très complexe à quantifier et mesurer. Il serait intéressant d'étudier à quel moment de la formation sportive les bénéfices du travail proprioceptif sur l'équilibre sont à leur paroxysme. Le peu de blessés au cours de cette saison m'amène à valider les bienfaits préventifs de la proprioception.

6 CONCLUSION

Ce mémoire atteste du lien indéniable entre proprioception et équilibre. Cette relation sera encore explorée scientifiquement dans les années à venir, c'est une certitude ! Selon Berthoz (1997), il existe un « sens du mouvement » nécessitant une étroite collaboration entre systèmes vestibulaire, visuel et sensorimoteur. La proprioception, par son versant sensitif viendra étayer la perception du corps dans l'espace, notamment dans la gestion de l'équilibre. Par son anatomie, le pied remplit à la fois une fonction mécanique et joue un rôle de capteur de par ses multiples afférences périphériques (Thoumie, 1999). Dans ce contexte, le crampon est l'un des facteurs extrinsèques susceptible d'influencer la posture et la sensibilité proprioceptive des joueurs de football. D'ailleurs, Blanchard et Behr (2020) avancent que la géométrie de la chaussure influence le confort et la posture au niveau du pied et de la colonne vertébrale pouvant entraîner ainsi une diminution du contrôle de l'équilibre statique et dynamique. Dans un avenir proche, le monde sportif pourra bénéficier de l'arrivée d'une « chaussure intelligente » capable de détecter et corriger des différences de pression au niveau du pied. Les hôpitaux universitaires de Genève en collaboration avec l'école polytechnique fédérale de Lausanne ont créé des prototypes prometteurs.

Il faudra alors que chacun trouve chaussure à son pied...

Pour conclure, je confirme comme en introduction qu'il ne faut pas négliger les fondamentaux dans l'entraînement sportif. J'aspire donc devenir un coach innovant aux réflexions holistiques pourquoi pas aux cotés de L'US Vimy, qui me propose de poursuivre notre collaboration. Mon objectif personnel à moyen terme est d'obtenir le Brevet d'entraîneur de football et d'intégrer un centre de formation.

BIBLIOGRAPHIE

Allain, O. (2017). Il était une fois la proprioception. *Sciences du sport.com*. Sciences du Sport | Il était une fois... la proprioception (Partie 1) (sci-sport.com).

Barbu-Roth, M., Lejeune, L., Anderson, D., Campos, J., Bui, M., Molina, M., Jouen, F. (2005). Apprendre à contrôler sa posture au début de la vie : rôle de la vision et de la locomotion. Dans C.Thinus-Blanc et J.Bullier, *agir dans l'espace*, 109-131.

Berthoz, A. (1997). *Le sens du mouvement*. Odile Jacob.

Blanchard, S., Behr, M., Bellaiche, L., Kulliberda, Z. (2022). Influence of footwear on posture and comfort in elite rugby players. *International journal of sports medicine*, 43, 269-277.

Biec, E. 2010. Postural control in 13-year-old soccer players. *Eur J Appl Physiol*, **110**, 703-708.

Broussal-derval, A. et Delacourt, L. (2015). *La proprioception : le développement des qualités neuromusculaires au service de l'équilibre*. Trainer.

Bruyneel, A-V. (2018). Evaluation de l'équilibre dynamique : test d'équilibre en Y. *Kinésithérapie, la Revue*, **18**, 19-20.

Chataigner, N., Mironnet, M., Mullenheim, P-Y., Desvaux, B., Congnard, F. (2020). « Influence de la maturation biologique sur l'équilibre dynamique de jeunes joueurs de football évalués par Y-Balance Test. » In *Congrès national de médecine et traumatologie du sport* (Vichy, 17-18-19 septembre 2020).

Cé, E., Longo, S., Paleari, E., Limonta, E., Riboli, A., Rampichini, S., Coratella, G. (2018). Evidence of balance training -induced improvement in soccer-specific skills in U11 soccer players. *Scandinavian journal of medicine and sciences in sports*, **28**, 2443-2456.

Daneshjoo, A., Yusof, A., Mokhtar, A., Rahnama, N. (2012). The effects of comprehensive warm-up programs on proprioception, static and dynamic balance on male soccer players. *Plos*, **7**, 1-10.

Doucet, C (2007). *Psychomotricité du jeune footballeur, de l'éveil à la pré formation*. Amphora.

Dritan, A. (2018). Proprioceptive exercise training in youth football players (a review). *European science review*, **11**, 118-122.

- Golomer, E. Monod, H. (1995). Equilibre dynamique spontané et pratique de la danse classique. *Cinésiologie*, **34**, 177-184.
- Han, J. Waddington, G. Anson, J. Adams R. (2015). Level of competitive success achieved by elite athletes and multi-joint proprioceptive ability. *Journal of science and medicine in sport*, **18**, 77–81.
- Jamal, K., Le Floch, F., Gallien, P. (2011). Intérêt de la Wii Fit dans la rééducation de l'équilibre debout. *Kinésithérapie, la revue*, 42-46 .
- Linares, R., Micallef, J-P., Marin, L. (2012). Proprioceptive training improves olympic windsurfers' balance. *Science et sports*, 283-292.
- Massion, J. (1998). Postural control system in development perspective. *Neurosciences biobehavioral*, **22**, 465-72
- Miniot, R. (2013). Etude sur l'utilisation du SEBTest dans le milieu du football professionnel [mémoire de fin d'études, Université de Lyon]. <http://bibnum.univ-lyon1.fr>.
- Paillard, T. (2019). Relationship between sport expertise and postural skills. *Frontiers in psychology*, **10** :1428.
- Paillard, T., Noé, F., Rivière, T., Marion, V., Montoya, R., Dupui, P. (2006). *Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition*. *Journal of athletic training*, **41**, 172-176.
- Paillard, T. (1990). Réactif et prédictif : deux modes de gestion de la motricité. Dans V. Nougier, J.P. Blanchi (Eds), *pratiques sportives et modélisation du geste*, 13-56.
- Reiss, D. et Prévost, P. (2017). *La bible de la préparation physique*. Amphora.
- Salot, C, Sathya, P. (2020). Effects of proprioceptive training on agility performance in male football players. *Indian journal of physiotherapy et occupational therapy*, **14** ,68-72.
- Thoumie, P. (1999). *Pied, posture et équilibre*. Encyclopédie Méd Chir (Elsevier, Paris), podologie, 27-020-A-10, 8p.
- Ucay, O., Teyssedre, F., Marchisone, J., Moretto, P. (2012). Analyse de 26 exercices de la Wii Fit plus de Nintendo pour faciliter la prescription dans la prise en charge rééducative des troubles de l'équilibre. *Annale de médecine physique et de réadaptation*, **55**, 1-37.

Wan, Y. et al. (2019). Effect of visual feedback on the performance of the star excursion balance test. *Journal of rehabilitation and assistive technologies engineering*, **6** :1-5.

Yelnick, A. et Hermann, P. (2021). *Troubles de l'équilibre : aspects sensoriels, de la physiologie à la rééducation*. Elsevier Masson.

WEBOGRAPHIE

Broussal-Derval, A. (2020). *Apprenez à coacher la proprioception facilement* [vidéo].
https://www.youtube.com/watch?v=v_2R4eI3SAg.

Ratel, S. (2020). *L'entraînement du jeune sportif* [communication orale]. L'entraînement du jeune sportif suivi d'une table ronde, CREPS Pays de la Loire.
<https://www.youtube.com/watch?v=igFxEWLPuzU&t=1228s>.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Caractéristiques anthropométriques de la population

ANNEXE 2 : Wii Balance Board

ANNEXE 3 : Répartition des centres de pression

ANNEXE 4 : Passation des tests sur le SEBT

ANNEXE 5 : Relevé des valeurs individuelles du SEBT

ANNEXE 6 : Pourcentage de distance maximale par individu

ANNEXE 7 : Posture de l'arbre

ANNEXE 8 : Tableau de programmation et exemples de mise en pratique

ANNEXE 9 : Etude statistique de comparaison

ANNEXE 10 : Statistique SEBT

ANNEXE 11 : Statistique de corrélation

ANNEXE 12 : Tests de Spearman

ANNEXE 1

<i>Joueur</i>	<i>Age (années)</i>	<i>Taille (cm)</i>	<i>Poids (kg)</i>	<i>Longueur membre inférieur (cm)</i>	<i>Latéralité</i>
GD1	11	157	45	82	Droitier
NB2	11	153	48	81,4	Droitier
FC3	11	152	41	80,7	Droitier
TD4	11	142	33	74,1	Droitier
AD5	11	158	48	84,3	Droitier
NB6	10	142	30,5	76,3	Gaucher
TL7	11	152	42	78,6	Droitier
ST8	11	145	37,6	78,2	Droitier
EN9	10	147	36	77,6	Droitier
MBB10	11	140	30	75,6	Droitier
SL11	11	147	39,5	80,2	Gaucher
MI12	11	146	36	79,1	Droitier
HD13	10	152	42	79,2	Droitier
NC14	11	148	37	75,7	Droitier

ANNEXE 2



ANNEXE 3

Joueur	% jambe gauche	% jambe droite	Différence (Point de pourcentage)	Latéralité	Poste préférentiel
GD1	45,9	54,1	8,2	Droitier	Gardien de but
NB2	51,6	48,4	3,2	Droitier	Défenseur
FC3	52	48	4	Droitier	Défenseur
TD4	54,9	45,1	9,8	Droitier	Défenseur
AD5	63,2	36,8	26,4	Droitier	Défenseur
NB6	48,2	51,8	3,6	Gaucher	Milieu de terrain
TL7	47,1	52,9	5,8	Droitier	Milieu de terrain
ST8	43,3	56,7	13,4	Droitier	Milieu de terrain
EN9	58,8	41,2	17,6	Droitier	Milieu de terrain
MBB10	44,3	55,7	11,4	Droitier	Milieu de terrain
SL11	56,5	44,5	12	Gaucher	Milieu de terrain
MI12	51,7	48,3	3,4	Droitier	Avant-centre
HD13	50,3	49,7	0,6	Droitier	Avant-centre
NC14	51,6	48,2	3,4	Droitier	Avant-centre

ANNEXE 4



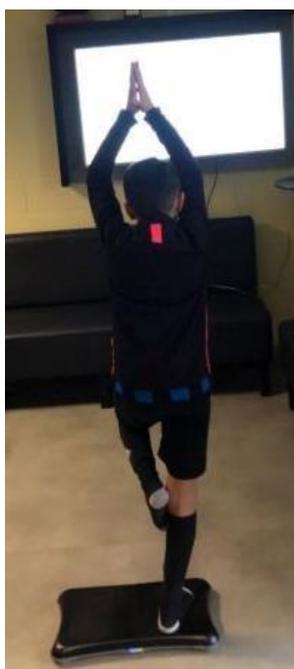
ANNEXE 5

		Droit				Gauche				VARIABLES				
		Directions (cm)												
		Antérieur	Antérolatéral	Latéral	Postérolatéral	Antérieur	Antérolatéral	Latéral	Postérolatéral					
1	Noms	Longueur membre inférieur (cm)								Taille (m)	Poids (kg)	Longueur membre inférieur (cm)	IMC	
2	GI													
3	GD1	82	92	92,4	88,8	84	70,2	78,3	94	87,6	1,57	45	82	18,26
4	TD4	74,1	65,4	67,8	70,3	69,4	66,5	68,1	71,3	70,6	1,42	33	74,1	16,37
5	AD5	84,3	72,6	78	116,6	94	77	105	112	113	1,58	48	84,3	19,23
6	ST8	78,2	68,6	74,6	92,1	84,6	69,3	77,1	92,4	85,7	1,45	37,6	78,2	17,88
7	EN9	77,6	77,2	110,8	113,4	102	82	96,5	98,2	80,5	1,47	36	77,6	16,66
8	MBB10	75,6	74,2	77	92	96,3	71	87,3	87,6	86,2	1,4	30	75,6	15,31
9	SL11	80,2	70,6	78,2	82,4	90,8	70,2	77,6	80,5	85,4	1,51	39,5	80,2	17,32
10	GE													
11	NB2	81,4	68,4	87,6	91,4	76,5	71,6	88,2	93,5	78,6	1,53	48	81,4	20,50
12	FC3	80,7	73,3	91	104	102,5	66,2	86,2	88,1	106	1,54	45	80,7	18,97
13	NB6	76,3	68,2	91,3	84	77	67	79	81	84	1,42	30,5	76,3	15,13
14	TL7	78,6	68,4	76,2	93,4	86,5	70,5	78,1	94,9	87	1,52	42	78,6	18,18
15	MI12	79,1	63,2	80,5	110	107	69,3	78,2	103,4	102	1,46	36	79,1	16,89
16	HD13	79,2	74,1	78,2	93,1	87,6	79,1	82,6	94,1	88,6	1,52	42	79,2	18,18
17	NC14	75,7	86,8	107,1	113	90,8	80	97	91,2	97	1,48	37	75,7	16,89

ANNEXE 6

		Droit				Gauche				
		Pourcentage de distance maximale: (Distance (cm)/ Longueur de jambes (cm))*100								
		Antérieur	Antérolatéral	Latéral	Postérolatéral	Antérieur	Antérolatéral	Latéral	Postérolatéral	
23	Noms	Longueur membre inférieur (cm)								
24	GI									
25	GD1	82	112,195122	112,682927	108,292683	102,4390244	85,6097561	95,4878049	114,634146	106,8292683
26	TD4	74,1	88,2591093	91,4979757	94,8717949	93,65721997	89,7435897	91,902834	96,2213225	95,27665317
27	AD5	84,3	86,1209964	92,5266904	138,31554	111,5065243	91,3404508	124,55516	132,858837	134,0450771
28	ST8	78,2	87,7237852	95,3964194	117,774936	108,1841432	88,6189258	98,5933504	118,158568	109,5907928
29	EN9	77,6	99,4845361	142,783505	146,134021	131,443299	105,670103	124,35567	126,546392	103,7371134
30	MBB10	75,6	98,1481481	101,851852	121,693122	127,3809524	93,9153439	115,47619	115,873016	114,021164
31	SL11	80,2	88,0299252	97,5062344	102,743142	106,8578554	87,5311721	96,7581047	100,374065	106,4837905
32	GE									
33	NB2	81,4	84,029484	107,616708	112,285012	93,98034398	87,960688	108,353808	114,864865	96,56019656
34	FC3	80,7	90,8302354	112,763321	128,872367	127,0136307	82,0322181	106,815366	109,169765	131,3506815
35	NB6	76,3	90,8302354	119,65924	110,091743	100,9174312	87,8112713	103,538663	106,159895	110,0917431
36	TL7	78,6	89,3840105	96,9465649	118,829517	110,0508906	89,6946565	99,3638677	120,737913	110,6870229
37	MI12	79,1	87,0229008	101,769912	139,064475	135,2718078	87,6106195	98,8621997	130,720607	128,9506953
38	HD13	79,2	79,8988622	98,7373737	117,550505	110,6060606	99,8737374	104,292929	118,813111	111,8686869
39	NC14	75,7	93,5606061	141,479524	149,273448	119,9471598	105,680317	128,137384	120,475561	128,1373844

ANNEXE 7



Annexe 8

BIPODALITE	Situations proposées	Statique	Dynamique
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> S T A B L E </div>	<ul style="list-style-type: none"> - 2 pieds au sol sans chaussures (YO puis YF). - Alternance pointe de pied et talon au sol (YO puis YF). - Travail postural en situation de coopération avec un Swiss Ball coincé à hauteur de poitrine et des déplacements multidirectionnels (YO puis YF). <div style="text-align: center;">  </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="font-size: 2em;">+</div> <div style="font-size: 2em;">+</div> <div style="font-size: 2em;">+</div> <div style="font-size: 2em;">+</div> </div>	<div style="font-size: 2em;">+</div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> I N S T A B L E </div>	<ul style="list-style-type: none"> - 1 pied sur chaque Waff, le joueur doit renvoyer le ballon avec la tête. - 2 pieds sur 2 Waff, le coéquipier amène une déstabilisation par l'intermédiaire d'une corde. Le joueur doit ainsi maintenir sa position pour garder un équilibre constant. <div style="text-align: center;">  </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="font-size: 2em;">+</div> <div style="font-size: 2em;">+</div> <div style="font-size: 2em;">+</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="font-size: 2em;">+</div> <div style="font-size: 2em;">+</div> </div>

UNIPODALITE	Situations proposées	Statique	Dynamique
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> S T A B L E </div>	<ul style="list-style-type: none"> - En position unipodale avec la jambe controlatérale qui forme un angle de 90° (YO puis YF). - Alternance du travail d'appui et blocage dans des cerceaux. - Travail sur échelle de rythme avec fréquence d'appuis unipodaux et blocage au niveau des coupelles. 	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; gap: 20px;"> <div style="font-size: 2em;">+</div> <div style="font-size: 2em;">+</div> <div style="font-size: 2em;">+</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; gap: 20px;"> <div style="font-size: 2em;">+</div> <div style="font-size: 2em;">+</div> <div style="font-size: 2em;">+</div> </div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> I N S T A B L E </div>	<ul style="list-style-type: none"> - Stabilisation unipodale sur Waff (YO puis YF). - Ajout de la composante cognitive avec déplacement de la jambe controlatérale (lien test SEBT) en fonction de la couleur des coupelles (stimulation auditive puis visuelle). - Stabilisation unipodale sur Waff avec manipulation du ballon au sol. - Travail de remise avec jambe d'appui sur le Waff (test terrain). 	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; gap: 20px;"> <div style="font-size: 2em;">+</div> <div style="font-size: 2em;">+</div> <div style="font-size: 2em;">+</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; gap: 20px;"> <div style="font-size: 2em;">+</div> <div style="font-size: 2em;">+</div> <div style="font-size: 2em;">+</div> </div>



ANNEXE 9

Index (i)	Data	Sorted	m _i	s _i
1	0,2	0,2	-1,3645	-0,6231
2	9,8	9,8	-0,7583	-0,3030
3	26,4	11,4	-0,3529	-0,1411
4	13,4	12	0,0000	0,0000
5	17,6	13,4	0,3529	0,1411
6	11,4	17,6	0,7583	0,3030
7	12	26,4	1,3645	0,6231

Statistiques descriptives

Taille d'échantillon (N): 7

Mesures de tendance centrale

Moyenne : 14,114 Médiane : 12,000

Mesures de dispersion

Ecart type : 6,178 Variance : 38,171
 Plage : 18,200 Q3 - Q1 : 4,900

Mesures de la forme de la distribution

Asymétrie : 1,563 Aplatissement : 2,471

Test de normalité de Shapiro-Wilk (Royston's Sign.)

H0: Les données sont normalement distribuées
 HA: Les données ne sont pas normalement distribuées

W Statistics: 0,85412
 p-value: 0,13400
 Level of significance: 0,05000
 Conclusion: Accept
 La distribution est normale

Index (i)	Data	Sorted	m _i	s _i
1	3,2	0,6	-1,3645	-0,6231
2	4	3,2	-0,7583	-0,3030
3	3,6	3,4	-0,3529	-0,1411
4	5,8	3,4	0,0000	0,0000
5	3,4	3,6	0,3529	0,1411
6	0,6	4	0,7583	0,3030
7	3,4	5,8	1,3645	0,6231

Statistiques descriptives

Taille d'échantillon (N): 7

Mesures de tendance centrale

Moyenne : 3,429 Médiane : 3,400

Mesures de dispersion

Ecart type : 1,529 Variance : 2,339
 Plage : 5,200 Q3 - Q1 : 0,500

Mesures de la forme de la distribution

Asymétrie : -0,595 Aplatissement : 2,767

Test de normalité de Shapiro-Wilk (Royston's Sign.)

H0: Les données sont normalement distribuées
 HA: Les données ne sont pas normalement distribuées

W Statistics: 0,87825
 p-value: 0,21891
 Level of significance: 0,05000
 Conclusion: Accept
 La distribution est normale

Test de LEVENE utilisant les écarts à la MEDIANE

Cette option, due à Brown et Forsythe, est conseillée en particulier si les distributions ne sont pas symétriques. Elle est plus robuste que la méthode utilisant les écarts aux moyennes.

Test de Levene sur les variances des groupes, utilisant les écarts à la médiane						
Sources	ddl	SCE	CM	F	p	F limite 5%
Traitements	1	33,94571	33,94571	2,60	0,1331	4,75
Résiduelle	12	156,8686	13,07238			9,33
Totale	13	190,8143				

Les variances ne sont pas significativement hétérogènes

Statistiques élémentaires							
	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot 6	Lot 7
Effectif	7	7					
Moyennes	14,11	3,43					
Médianes	12,00	3,40					
Ecart types	6,178	1,529					
Variances	38,171	2,339					
Min	8,20	0,60					
Max	26,40	5,80					
Asymétrie	1,563	-0,59454					



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Test de Student de comparaison de deux groupes non appariés								
2									
3									
4									
5	Valeurs groupe	Valeurs groupe		Paramètres des	Groupe 1	Groupe 2		Résultat du test	
6	1	2		séries observées				p-value = 0,00080417	
7	8,2	3,2		Effectif =	7	7			
8	9,8	4		Moyenne =	14,1	3,4			
9	26,4	3,6		Ecart-type =	6,18	1,53			
10	13,4	5,8		Coef. de variation =	43,8	44,6			
11	17,6	3,4		I.C. À 95%					
12	11,4	0,6		limite inf =	2,0	0,4			
13	12	3,4		limite sup =	26,2	6,4			
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									

ANNEXE 10

	A	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
	Noms	Pré-test. Direction (cm) Droite. Postéro-latéral	Pré-test. Direction (cm) Gauche. Antérieur	Pré-test. Direction (cm) Gauche. Antérolatéral	Pré-test. Direction (cm) Gauche. latéral	Pré-test. Direction (cm) Gauche. Postéro-latéral	Pré-test. Direction (%) Droite. Antérieur	Pré-test. Direction (%) Droite. Antérolatéral	Pré-test. Direction (%) Droite. latéral	Pré-test. Direction (%) Droite. Postéro-latéral	Pré-test. Direction (%) Gauche. Antérieur	Pré-test. Direction (%) Gauche. Antérolatéral	Pré-test. Direction (%) Gauche. latéral	Pré-test. Direction (%) Gauche. Postéro-latéral	Post-test. Direction (cm) Droite. Antérieur	Post-test. Direction (cm) Droite. Antérolatéral	Post-test. Direction (cm) Droite. latéral	Post-test. Direction (cm) Droite. Postéro-latéral
1																		
2	GD1	84,00	70,20	78,30	94,00	87,60	112,20	112,68	108,29	102,44	85,61	95,49	114,63	106,83	92,40	93,00	89,40	85,4
3	TD4	69,40	66,50	68,10	71,30	70,60	88,26	91,50	94,87	93,66	89,74	91,90	96,22	95,28	65,70	68,20	71,00	70,1
4	AD5	94,00	77,00	105,00	112,00	113,00	86,12	92,53	138,32	111,51	91,34	124,56	132,86	134,05	70,70	74,00	115,40	92,4
5	ST8	84,60	69,30	77,10	92,40	85,70	87,72	95,40	117,77	108,18	88,62	98,59	118,16	109,59	70,10	73,50	92,50	83,4
6	EN9	102,00	82,00	96,50	98,20	80,50	99,48	142,78	146,13	131,44	105,67	124,36	126,55	103,74	75,40	109,40	114,00	102,5
7	MBB10	96,30	71,00	87,30	87,60	86,20	98,15	101,85	121,69	127,38	93,92	115,48	115,87	114,02	73,40	77,60	93,10	94,7
8	SL11	85,70	70,20	77,60	80,50	85,40	88,03	97,51	102,74	106,86	87,53	96,76	100,37	106,48	71,50	80,60	84,50	86,4
9	NB2	76,50	71,60	88,20	93,50	78,60	84,03	107,62	112,29	93,98	87,96	108,35	114,86	96,56	67,20	88,00	92,50	76,1
10	FC3	102,50	86,20	86,20	88,10	106,00	90,83	112,76	128,87	127,01	82,03	106,82	109,17	131,35	74,50	90,40	101,00	99,4
11	NB6	77,00	67,00	79,00	81,00	84,00	90,83	119,66	110,09	100,92	87,81	103,54	106,16	110,09	71,50	93,80	88,40	77,4
12	TL7	86,50	70,50	78,10	94,90	87,00	89,38	96,95	118,83	110,05	89,69	99,36	120,74	110,69	68,20	77,00	93,00	86,7
13	MI12	107,00	69,30	78,20	103,40	102,00	87,02	101,77	139,06	135,27	87,61	98,86	130,72	128,95	63,20	80,10	109,50	105,4
14	HD13	87,60	79,10	82,60	94,10	88,60	79,90	98,74	117,55	110,61	99,87	104,29	118,81	111,87	73,50	78,10	92,10	87,8
15	NC14	90,80	80,00	97,00	91,20	97,00	93,56	141,48	149,27	119,95	105,68	128,14	120,48	128,14	87,00	105,40	111,90	91,4

Groupes=GI					
Descriptive Statistics (3 juin 22. Hugo Frete)					
Variable	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std. Dev.
Pré-test. Direction (%) Droite. Antérieur	7	94,2802	86,12100	112,1951	9,55571
Pré-test. Direction (%) Droite. Antérolatéral	7	104,8922	91,49798	142,7835	18,17839
Pré-test. Direction (%) Droite. latéral	7	118,5465	94,87179	146,1340	18,60896
Pré-test. Direction (%) Droite. Postéro-latéral	7	111,6384	93,65722	131,4433	13,43389
Pré-test. Direction (%) Gauche. Antérieur	7	91,7756	85,60976	105,6701	6,68271
Pré-test. Direction (%) Gauche. Antérolatéral	7	106,7327	91,90283	124,5552	14,24062
Pré-test. Direction (%) Gauche. latéral	7	114,9523	96,22132	132,8588	13,10007
Pré-test. Direction (%) Gauche. Postéro-latéral	7	109,9977	95,27665	134,0451	12,06179
Post-test. Direction (%) Droite. Antérieur	7	94,0376	83,86714	112,6829	9,50657
Post-test. Direction (%) Droite. Antérolatéral	7	104,4782	87,78173	140,9794	18,14265
Post-test. Direction (%) Droite. latéral	7	119,3480	95,81646	146,9072	17,97592
Post-test. Direction (%) Droite. Postéro-latéral	7	111,4413	94,60189	132,0876	12,87260
Post-test. Direction (%) Gauche. Antérieur	7	94,9405	88,49105	107,7320	6,77248
Post-test. Direction (%) Gauche. Antérolatéral	7	107,9578	94,87179	125,8600	14,26094
Post-test. Direction (%) Gauche. latéral	7	116,6060	96,49123	133,5706	13,27990
Post-test. Direction (%) Gauche. Postéro-latéral	7	109,9469	95,95142	133,4520	12,20493

Groupes=GE					
Descriptive Statistics (3 juin 22. Hugo Frete)					
Variable	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std. Dev.
Pré-test. Direction (%) Droite. Antérieur	7	87,9366	79,8989	93,5606	4,67576
Pré-test. Direction (%) Droite. Antérolatéral	7	111,2818	96,9466	141,4795	15,55126
Pré-test. Direction (%) Droite. latéral	7	125,1382	110,0917	149,2734	14,60233
Pré-test. Direction (%) Droite. Postéro-latéral	7	113,9696	93,9803	135,2718	14,46986
Pré-test. Direction (%) Gauche. Antérieur	7	91,5234	82,0322	105,6803	8,21945
Pré-test. Direction (%) Gauche. Antérolatéral	7	107,0520	98,8622	128,1374	9,93714
Pré-test. Direction (%) Gauche. latéral	7	117,2774	106,1599	130,7206	8,16940
Pré-test. Direction (%) Gauche. Postéro-latéral	7	116,8066	96,5602	131,3507	12,93725
Post-test. Direction (%) Droite. Antérieur	7	91,8542	79,8989	114,9273	11,49050
Post-test. Direction (%) Droite. Antérolatéral	7	111,4482	97,9644	139,2338	15,08755
Post-test. Direction (%) Droite. latéral	7	125,0730	113,6364	147,8203	13,13011
Post-test. Direction (%) Droite. Postéro-latéral	7	113,3222	93,4889	133,2491	13,53267
Post-test. Direction (%) Gauche. Antérieur	7	92,1492	82,8996	104,8877	7,83568
Post-test. Direction (%) Gauche. Antérolatéral	7	106,6069	98,6094	128,7979	10,27325
Post-test. Direction (%) Gauche. latéral	7	117,8230	106,6841	130,9735	8,99693
Post-test. Direction (%) Gauche. Postéro-latéral	7	115,9198	96,3145	128,1922	11,80593

ANNEXE 11

Index (i)	Data	Sorted	mi	ai
1	5,4	0,4	-1,7076	-0,5250
2	2,4	2,4	-1,2053	-0,3320
3	8	2,8	-0,8994	-0,2455
4	5,8	3,8	-0,6608	-0,1804
5	23,4	4,8	-0,4550	-0,1242
6	2,8	5,4	-0,2670	-0,0729
7	3,8	5,6	-0,0881	-0,0240
8	10,4	5,8	0,0881	0,0240
9	11	6,2	0,2670	0,0729
10	10,4	8	0,4550	0,1242
11	5,6	10,4	0,6608	0,1804
12	6,2	10,4	0,8994	0,2455
13	0,4	11	1,2053	0,3320
14	4,8	23,4	1,7076	0,5250

Statistiques descriptives	
Taille d'échantillon (N):	14
Mesures de tendance centrale	
Moyenne :	7,171
Médiane :	5,700
Mesures de dispersion	
Ecart type :	5,634
Variance :	31,747
Plage :	23,000
Q3 - Q1 :	5,750
Mesures de la forme de la distribution	
Asymétrie :	1,922
Aplatissement :	5,018
Test de normalité de Shapiro-Wilk (Royston's Sign.)	
HO:	Les données sont normalement distribuées
HA:	Les données ne sont pas normalement distribuées
W Statistics:	0,82458
p-value:	0,01022
Level of significance:	0,05000
Conclusion:	Reject
La distribution n'est pas normale	

ANNEXE 12

1 Test de corrélation des rangs de Spearman :		AnaStats	
2 N = 14		Rhô observé = 0,286	
3	4 pour alpha = 2,50%	(0.5%, 1%, 2.5%, 5%)	
5 Choisir une probabilité UNILATERALE			
6 Hypothèses du test de corrélation :			
7 H ₀ : les classements sont indépendants			
8 H ₁ : les classements sont corrélés			
9			
10 Pour le test unilatéral associé :		le seuil à alpha = 2,50%	est r = 0,5377
11			
12			
13 règle de décision au risque alpha :		2,50%	0-----o-----*****
14 le test est non significatif au risque 2,50% unilatéral			
15 Conclusion : on ne rejette pas l'hyp.H0 à ce risque			
16 les classements sont indépendants			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			

Résumé

Titre : Evaluation d'un cycle de travail proprioceptif et d'instabilité sur l'équilibre du jeune footballeur U12.

Objectifs : L'étude porte sur l'impact d'un programme de proprioception et d'instabilité sur l'équilibre du jeune footballeur U12.

Méthode : 14 joueurs U 12 niveau 1 de L'US Vimy sont répartis en deux groupes égaux, un expert et un intermédiaire pour lesquels 4 tests ont été réalisés. La prise en compte de la latéralité individuelle a permis de déterminer le pied d'appui et le pied de frappe. Pour répondre aux notions de progressivité et de spécificité, une planification de 8 semaines alternant les phases monopodales et bipodales, pieds nus et pieds chaussés, avec et sans contrôle visuel a été mise en place.

Une étude statistique avant et après programmation ainsi qu'une analyse multi corrélationnelle ont apporté des résultats sur les diverses conditions d'équilibration.

Résultats : Les effets du travail proprioceptif et d'instabilité sur l'équilibre ne sont pas linéaires, les plus probants sont relevés chez le groupe intermédiaire en condition unipodale instable sur le pied d'appui. Pour le groupe expert, on observe un effet élevé en condition unipodale instable mais cette fois ci sur le pied de frappe.

Conclusion et limites : Le travail proprioceptif et d'instabilité ne doit pas être négligé dans la formation du jeune joueur car il constituera un acquis fondamental pour le développement des habiletés motrices futures.

La dispersion importante de l'âge relatif au sein du groupe a confronté l'étude à des niveaux de maturation physiologique significatifs.

Compétences acquises : Adapter, améliorer, évaluer, programmer, sensibiliser.

Mots clés : équilibre, football, instabilité, jeunes, proprioception.

Abstract

Title : Evaluation of a proprioceptive and unstable work cycle on the balance of the young footballer U12.

Objectives : The study talks about the impact of a proprioception and instability program on the balance of the young footballer U12.

Method : 14 Players U 12 Level 1 of the US Vimy are divided into two equal groups, an expert and an intermediary for which 4 tests were carried out. Taking into account individual laterality made it possible to determine the support foot and the striking foot. To respond to the notions of progressiveness and specificity, an 8 -week planning alternating the single and bipotic phases, barefoot and wearing feet, with and without visual control has been put in place. A statistical study before and after programming as well as a multi correlational analysis brought results on the various balancing conditions.

Results : The effects of proprioceptive work and instability on balance are not linear, the most convincing are noted in the intermediate group in unipodal condition unstable on the support foot. For the expert group, there is a high effect in unusable unipodal condition but this time on the striking foot.

Conclusion and limits : Proprioceptive and instability work should not be overlooked in the training of the young player because it will constitute a fundamental achievement for the development of future motor skills. The significant dispersion of the relative age within the group faced the study at significant physiological maturation levels.

Skills acquired : adapt, improve, assess, program, raise awareness.

Keywords : balance, football, instability, young people, proprioception.