

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG, SUISSE  
FACULTÉ DES SCIENCES  
DÉPARTEMENT DE MÉDECINE

En collaboration avec la  
HAUTE ÉCOLE FÉDÉRALE DE SPORTS DE MACOLIN

Entraînement crossover sur le sprint unidirectionnel et  
multidirectionnel chez des footballeurs amateurs suisses durant la  
préparation physique hivernale.

Travail final pour l'obtention du Master en  
Sciences du Mouvement et du sport  
Option Enseignement

Conseiller: Dr. Urs MÄDER  
Co-conseiller-ère: Fabian LUETHI

*Damien GROSSENBACHER*  
*Fribourg, Juin, 2015*

## Résumé :

Le but de cette étude est de voir si un entraînement de la vitesse en ligne droite ou avec des changements de direction, lors de la préparation physique, est nécessaire chez des footballeurs amateurs et si cela modifie les paramètres de vitesse unidirectionnelle, multidirectionnelle et verticale. Trente-cinq footballeurs amateurs étaient répartis en trois groupes : le groupe de sprint 1 (LM;  $n = 14$ ), le groupe de sprint 1 (ML;  $n = 14$ ) et le groupe de contrôle (CON ;  $n = 13$ ). L'entraînement de la vitesse durait de 20 à 30 minutes; il variait selon le nombre de répétitions. Il était construit en deux phases, une unidirectionnelle et une autre multidirectionnelle. Pour les deux groupes sprint, le premier test a eu lieu avant le début des entraînements, le second au milieu de l'intervention et le dernier à la fin des sept semaines d'entraînement. Deux tests intermédiaires ont eu lieu pendant l'entraînement. Pour le groupe contrôle, deux tests ont eu lieu, espacés de huit semaines. Pour mesurer les performances, différents tests ont été utilisés. Les performances de la vitesse, sprint unidirectionnel, multidirectionnel (zigzag), multidirectionnel (stop and go) ont été mesurées à l'aide d'un « wireless training timer », soit des cellules photoélectriques. Les performances de la hauteur, le saut CMJ, ont été mesurées à l'aide de l'optojump, qui est un système de détection optique. Les résultats pour le sprint unidirectionnel, LM est significatif ( $p < 0.05$ ) au test 2 et hautement significatif ( $p < 0.01$ ) au test 3. CON est significatif ( $p < 0.05$ ) au test 3. Pour le sprint multidirectionnel, ML est hautement significatif ( $p < 0.01$ ) au test 2 et au test 3. LM est significatif au test 2. Pour le sprint stop and go, LM est hautement significatif ( $p < 0.01$ ) au test 2. Enfin pour le CMJ, ML est hautement significatif ( $p < 0.01$ ) au test 2 et au test 3. L'agilité et le sprint sont deux épreuves qui demandent des capacités techniques différentes l'une de l'autre. L'entraînement de l'une ne permet pas d'améliorer la vitesse de la seconde. L'entraînement de la vitesse horizontale ne permet pas d'amélioration de la vitesse verticale.

Mots clés : Football, vitesse, unidirectionnel, multidirectionnel, entraînement, amateur, préparation physique

## Table des matières

1. Introduction .....	4
2. Contexte et situation initiale .....	5
2.1. Système anaérobie alactique .....	6
2.2. Vitesse.....	8
2.2.1. Vitesse unidirectionnelle .....	12
2.2.2. Vitesse multidirectionnelle .....	15
2.2.3. Vitesse verticale.....	18
2.3. Effets de l'entraînement de la vitesse.....	19
2.4. Sprint dans le football .....	24
3. Question de recherche et hypothèses.....	29
4. Méthode .....	30
5. Résultats .....	38
6. Discussion.....	46
7. Conclusions .....	54
8. Remerciements .....	57
9. Bibliographie .....	58
10. Annexes .....	63

## 1. Introduction

Le football ou soccer est le sport le plus populaire au monde. La FIFA recense 270 millions de pratiquants dont 38 287 000 licenciés parmi lesquels se trouvent 113 000 joueurs professionnels. Elle compte 301 000 clubs. Le football possède le statut de sport numéro un dans la majorité des pays et même certains continents, comme l'Afrique, l'Amérique du Sud et l'Europe, qui sont presque entièrement dominés par cette discipline (Vigne, 2011). Les compétences techniques et tactiques, dans le football, sont considérées comme des facteurs prédominants, mais les capacités physiques doivent aussi être bien développées afin de devenir un bon joueur (Haugen et al., 2013). Le football est un sport composé de multitudes de courses différentes, marche, course et le sprint (Ferrari Bravo et al., 2008). Elles peuvent être courtes ou longues, unidirectionnelles ou multidirectionnelles, avec ballon ou sans ballon et à faible intensité ou haute intensité. La vitesse ainsi que l'agilité dans les sports d'équipe représentent des habiletés psychomotrices complexes (Verchoshansky, 1996, cité par Horička et al., 2014). Ça implique de bouger le corps aussi vite que possible, mais l'agilité a la dimension supplémentaire de changer de direction. La vitesse est, de manière classique, définie comme le plus court laps de temps nécessaire à un objet pour se déplacer le long d'une distance fixe, sans spécifier la direction (Harman et Garhammer, 2008, cité par Horička et al., 2014). Concrètement, il se réfère à la capacité à déplacer le corps aussi rapidement que possible sur une distance définie (Horička et al., 2014).

La performance en sprint direct est l'élément le plus important dans la phase offensive pour marquer un but. Dans le football, la plupart des sprints se font sans adversaire et sans balle (Pivovarniček et al., 2014). Le joueur est obligé d'utiliser différents types de courses dans le jeu (course en avant, course en arrière) à des intensités différentes, de faire des sauts verticaux et tomber, se relever après la chute, travailler avec le ballon et sans le ballon (Pivovarniček et al., 2014). Les activités d'un joueur de football couvrent une gamme d'intensités de faible à élevée en passant par modérée (Shalfawi et al., 2012) (Nikolaidis et al., 2014).

Les actions avec une haute intensité ne contribuent qu'à 11% de la distance totale parcourue. En fait, ils constituent les moments les plus cruciaux du jeu et contribuent directement à gagner la possession du ballon et marquer ou à encaisser un but

(Little et Williams, 2005). Les actions à haute intensité, pendant la compétition de football, peuvent être classées différemment : actions nécessitant une accélération, la vitesse maximale ou l'agilité (Little et Williams, 2005).

Cette étude est très novatrice, parce qu'aucun chercheur n'a encore proposé une étude avec un croisement d'entraînements (passer d'un entraînement unidirectionnel à multidirectionnel et l'inverse, avec le même groupe qui fait les deux). De plus, on trouve peu d'études sur cette thématique et encore moins sur le football amateur en relation avec l'entraînement de la vitesse. De plus, les conclusions des études scientifiques ne sont pas toujours en accord entre elles. C'est un domaine encore à éclaircir et à étudier.

Ce travail est divisé en deux parties principales. La première partie est consacrée à la théorie. J'y présente l'anaérobie alactique, la vitesse horizontale et verticale, l'importance de la vitesse dans le football et les effets d'un entraînement de la vitesse. La seconde partie traite de la partie pratique de l'étude. Elle est composée de la méthode avec les sujets, les tests et les entraînements réalisés lors de cette étude. Une présentation des résultats obtenus sera exposée. Dans la discussion, la question de recherche ainsi que les hypothèses seront affirmées ou non. Enfin, le travail se terminera par une conclusion.

## 2. Contexte et situation initiale

Cette partie est composée du système anaérobie alactique, qui est la filière utilisée lors des sprints, de la vitesse : les vitesses unidirectionnelle, multidirectionnelle et verticale sont présentées chacune individuellement et définies précisément. Ensuite, une présentation des effets qu'un entraînement de la vitesse peut avoir sur les personnes et le lien entre le sprint avec le monde du football sera proposée.

## 2.1. Système anaérobie alactique

Ce système, filière de la phosphocréatine (PCr), est le premier à intervenir dans la production d'énergie. Il fonctionne sans oxygène, d'où le nom anaérobie et sans production de lactate, d'où alactique. (Aubert et Choffin, 2007) Sa forte puissance bioénergétique, qui est la re-synthèse d'une grande quantité d'ATP par unité de temps, n'est utilisable que dans un laps de temps court, soit moins de 7 secondes pour un effort maximal, bien que la durée de sa capacité maximale de production d'énergie soit d'environ 20 secondes (Aubert et Choffin, 2007).

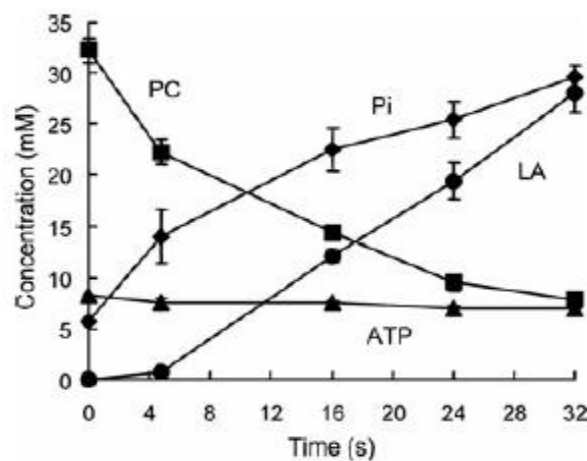


Fig. 1 : Changements dans l'adénosine triphosphate (ATP), la phosphocréatine (PCr), le phosphate inorganique (Pi) et le lactate (LA), au cours de la série de contractions fatigantes (Jones et al., 2009).

On peut voir dans la figure 1 de Jones et al. (2009) que la concentration de phosphocréatine diminue fortement jusqu'à environ 5 secondes. Puis la diminution est légèrement ralentie. On analyse également que la concentration en lactate augmente très sensiblement jusqu'à environ 5 secondes avant d'augmenter beaucoup plus rapidement.

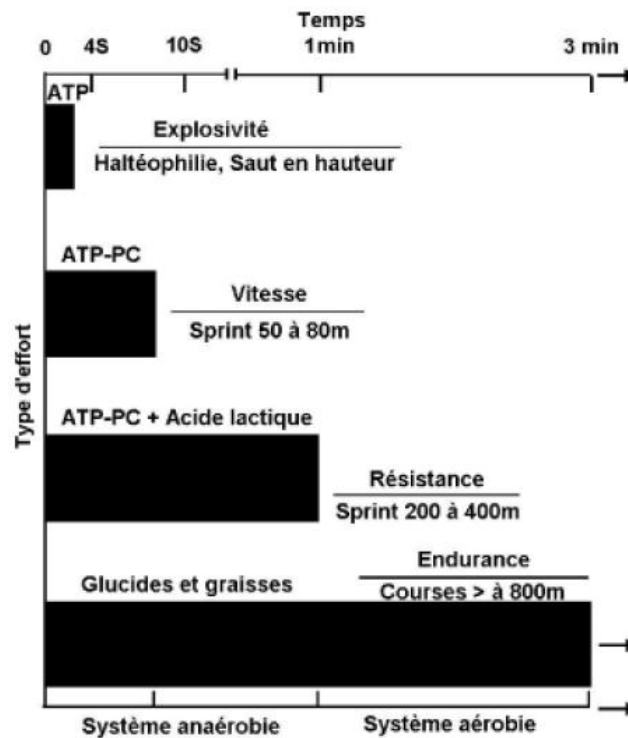


Fig. 2 : Durée et intensité d'exercices physiques différents (Carpentier, 2002).

On peut remarquer, grâce à la figure 2 ci-dessus, que le sprint de 50 à 80 mètres se situe dans la filière anaérobie et que seul l'ATP et la phosphocréatine interviennent au cours de cette tâche. L'acide lactique ne fait pas encore son apparition lors de cet effort. Il apparaît lors d'une course de 200 à 400 mètres. Dans la figure 3, ci-dessous, on constate la différence entre un sportif de vitesse et un sportif d'endurance. Après dix secondes, les réserves d'ATP-Pcr sont plus rapidement utilisées chez le sportif entraîné pour l'endurance que le second. Le pic de puissance élevé du groupe d'entraînement en sprint est soutenu par le pic élevé du taux de resynthèse de l'ATP-Pcr et des systèmes glycolytiques.

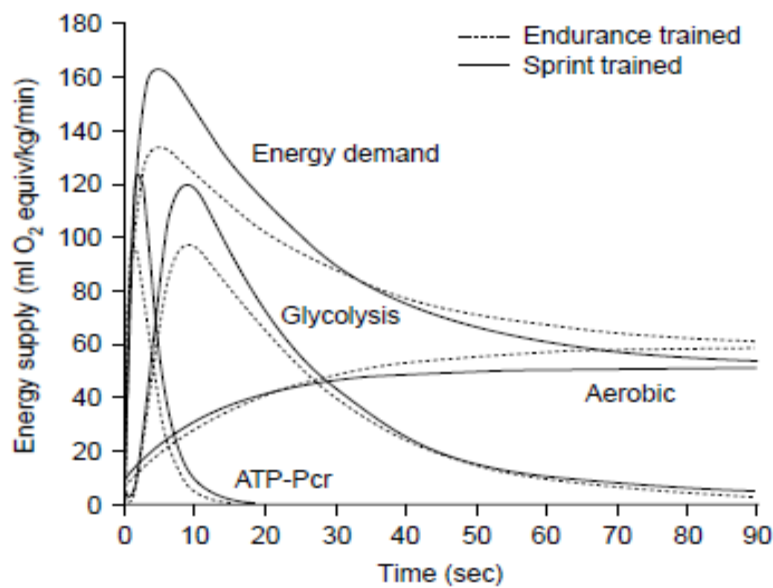


Fig. 3 : Contribution relative des trois systèmes d'approvisionnement total en énergie pendant 90 secondes avec un cycle d'exercice all-out. Les participants étaient 6 cyclistes masculins formés pour le sprint (moyenne de la consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub>max) = 58 ml / kg / min) et 8 triathlètes entraînés en endurance (moyenne de la VO<sub>2</sub>max = 65 ml / kg / min). ATP-PCr = composante alactique du système énergétique anaérobie. Les données sont de Gastin et Lawson, 1994, cité par Gastin, 2001.

Selon une étude, beaucoup d'entraîneurs parlent, estiment et utilisent le seuil anaérobie dans la construction de leurs entraînements physiques. Il a été estimé que le seuil anaérobie se situe entre 76.6 et 90.3% de la fréquence cardiaque (FC) maximale chez le footballeur selon son niveau d'entraînement (Stolen et al, 2005, cité par Vigne, 2011).

## 2.2. Vitesse

Dans cette partie, les différents paramètres évalués lors des tests et des entraînements seront abordés. Ces paramètres sont la vitesse unidirectionnelle, la vitesse multidirectionnelle et la vitesse verticale. Chaque mot sera défini, plus en détail, ainsi qu'une explication du choix de chacun de ces facteurs en relation avec l'étude sera proposée.

Tout d'abord, voici la définition de la vitesse telle qu'on peut la trouver dans le dictionnaire Larousse : «Qualité d'une personne ou d'une chose qui se déplace, agit



beaucoup en peu de temps ; rapidité à agir, promptitude. » Cette définition n'est que très peu adaptée au monde du sport. Une définition plus complète et en lien avec le sport est celle d'Hegner et Mutti (2006) qui dit que la vitesse est la capacité, dans des conditions données à :

- Réagir en un minimum de temps. C'est la vitesse de réaction.
- Soumettre son corps ou un engin à une grande accélération. C'est la capacité d'accélération.
- Agir à vitesse maximale. C'est la vitesse d'action ou motrice.

En résumé, il s'agit de la capacité à agir rapidement, de manière adéquate et avec précision dans des situations complexes. C'est la vitesse d'intervention. Robert (2006) définit la vitesse comme étant la capacité permettant d'effectuer des actions motrices avec la plus haute intensité, sur une distance déterminée et dans un intervalle de temps aussi court que possible, ou alors d'exécuter un mouvement dans un temps aussi bref que possible. Elle est en étroite relation avec les capacités de coordination, surtout celle de la réaction. Pour certaines disciplines sportives, la vitesse relève de mouvements cycliques, qui est la vitesse cyclique ; pour d'autres, acycliques, c'est alors la vitesse acyclique.

Rouvenaz (2011), répertorie trois différents types de vitesse : la vitesse de réaction qui permet de réagir avec la plus grande vitesse au signal qui déclenche le début du mouvement ; la vitesse d'action qui comporte les mouvements acycliques comme le jet du poids ; et la vitesse de fréquence qui comporte les mouvements cycliques comme le sprint. En faisant une synthèse de toutes ces définitions et en reprenant le type de vitesse en relation avec l'étude, la vitesse est la capacité d'atteindre son but en un minimum de temps avec l'aide de mouvements cycliques. Hegner et Mutti (2006) expliquent que la vitesse dépend principalement du système nerveux central et du système neuromusculaire. Elle est très fortement influencée par la qualité du mouvement de l'état fonctionnel de l'organisme du moment. Hegner et Mutti (2006) précisent aussi que la fatigue physique, mentale et émotionnelle a des conséquences néfastes sur la vitesse, de même que sur toutes les autres performances qui sollicitent fortement la coordination. Donc, un entraînement de la vitesse réalisé en état de fatigue n'apporte aucune amélioration. La vitesse ne peut être améliorée que si l'on s'entraîne à fond et que la personne est motivée.

Pour l'étude, la récupération entre deux sprints devait être complète. Pour 10 mètres à une vitesse maximale, il faut compter une minute de récupération. Pour les sprints de 20 mètres réalisés durant l'étude, la récupération entre chaque répétition était de deux minutes (Aubert, Choffin, 2007). La figure 4, ci-dessous, montre qu'avec une récupération de 2 minutes pour 40 mètres, les temps de passage entre 0 et 15 mètres restent les mêmes lors des 15 répétitions. De même pour une récupération de 60 secondes. Cependant pour une récupération de 30 secondes, les temps de passage entre 0 et 15 mètres ne cessent d'augmenter.

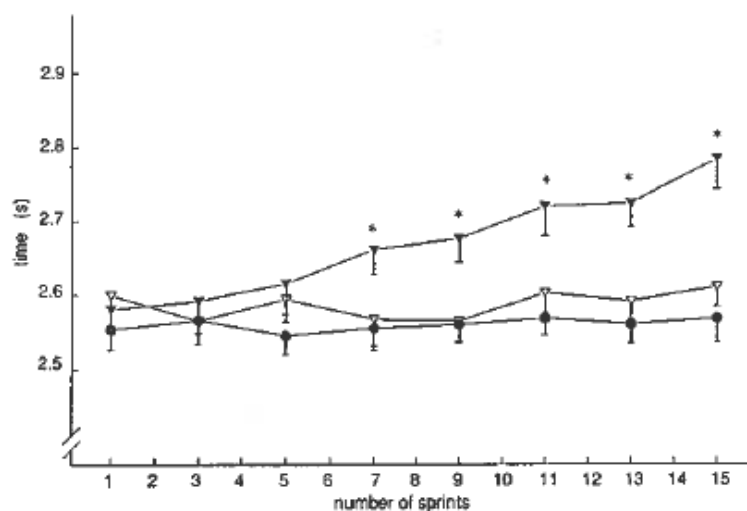


Fig. 4 : Temps d'accélération de 0-15 mètres pour des récupérations de 120 secondes (●), 60 secondes (∇) et 30 secondes (▼) (Balsom et al., 1992)

La vitesse est une qualité indispensable pour un joueur de football. Les courses sont souvent courtes voire très courtes. Dans un duel opposant un joueur à son adversaire, la personne qui court le plus vite prendra le dessus sur l'autre (Vigne, 2011). C'est la vitesse d'action et la capacité d'accélération qui sont les plus pratiquées et les plus utilisées dans ce sport. Selon Hegner et Mutti (2006), la capacité d'accélération est la capacité d'accélérer son propre corps ou un engin de manière optimale. Toujours selon eux, la vitesse d'action ou de mouvement se définit comme la capacité à exécuter des mouvements cycliques ou acycliques à une vitesse très élevée.

Il est évident que la production anaérobie de l'ATP au cours d'un sprint de courte durée est assuré par des contributions considérables à la fois de la dégradation de la

Pcr et la glycolyse anaérobie, confirmant l'importance de l'activité glycolytique lors de ce type d'exercice. L'importance de la glycolyse anaérobie est étayée par le fait que les réserves en Pcr ne sont que partiellement épuisées pendant le sprint de courte durée. La vitesse de dégradation de PCr semble également être liée à l'état de l'entraînement, même si cela n'a pas été étudié chez les athlètes pratiquant un sport d'équipe (Spencer et al., 2005).

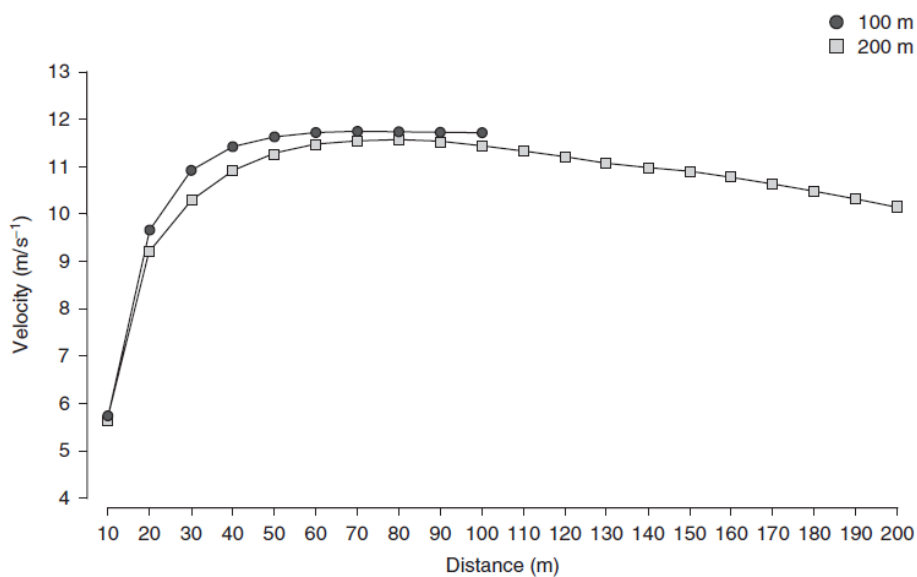


Fig. 5 : Profil des sprinteurs de 100 mètres et 200 mètres qui détiennent les records du monde dans leur discipline (Girard et al., 2011).

On constate, grâce à la figure 5, ci-dessus, que lors d'un 100 mètres qui correspond environ à 10 secondes d'effort, la vitesse ne décroît pas. Une activité de type « sprint » est limitée à un exercice bref  $\leq 10$  secondes. Le maintien de la puissance maximale et de la vitesse maximale est donc assuré presque jusqu'à la fin de l'exercice (Girard et al., 2011). En observant la figure 6, ci-dessous, on constate que les réserves d'ATP sont épuisées après environ 10 secondes d'effort et le système glycolytique prend le relais à ce moment-là.

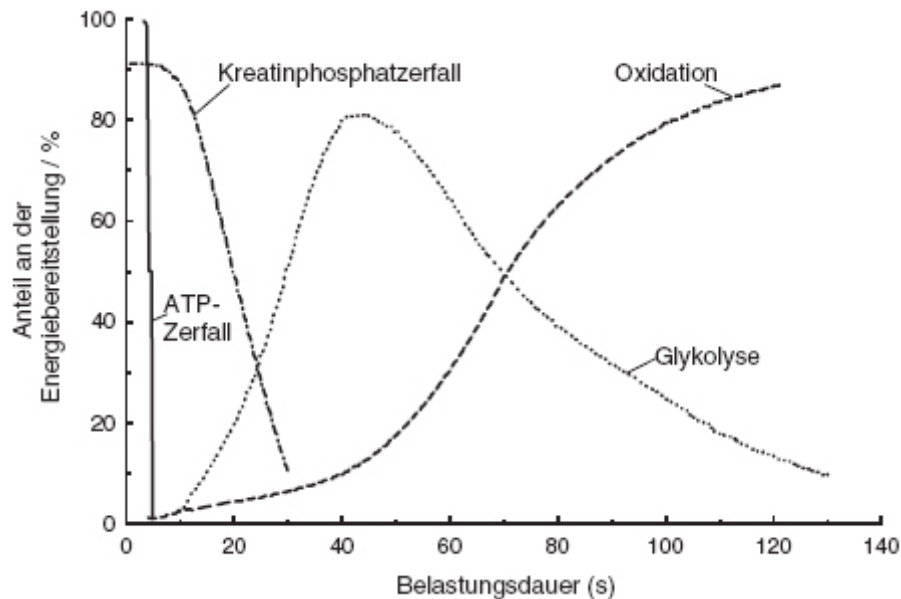


Fig. 6 : Approvisionnement en énergie dans les muscles (Schuchmann, Schuchmann, 2005). ATP-Zerfall = Dégradation de l'adénosine triphosphate. Kreatinphosphatzerfall = Dégradation de la créatine phosphate. Oxidation = Oxydation. Glykolyse = Glycolyse. Belastungsdauer = durée de la charge. Anteil der Energiebereitstellung = Partage de l'approvisionnement énergétique.

### 2.2.1. Vitesse unidirectionnelle

La vitesse unidirectionnelle n'est autre que la vitesse en ligne droite. C'est comme la discipline du 100 mètres en athlétisme. Le facteur important pour la vitesse dans la majorité des sports d'équipe est plus l'accélération que la vitesse maximale, qui est atteinte lors d'un sprint de 50 mètres. Car sur le terrain de football les actions où la vitesse maximale est atteinte, par le sportif, sont bien rares. (Barbier, 2009-2015) On atteint la vitesse maximale entre 30 et 50 mètres. La phase qui se trouve avant les 30 premiers mètres, est celle de l'accélération (Young et al. 2001). Comme vu dans la définition générale de la vitesse, le sprint unidirectionnel est composé de mouvements dits cycliques.

Pour bien comprendre cette partie consacrée aux blessures liées à la vitesse unidirectionnelle, il faut commencer par s'intéresser aux os des membres inférieurs. Le premier est l'os coxal qui se trouve au niveau du bassin. Un peu plus bas, quatre os constituent la jambe : fémur, rotule (patella), tibia et le fibula (péroné). Puis, au niveau du pied, le tarse est composé de sept os : talus, calcaneus, cuboïde, naviculaire et trois cunéiformes. On trouve enfin les métatarses et les phalanges.

Les membres inférieurs sont composés de plusieurs articulations : l'articulation coxo-fémorale à la hauteur de la hanche, l'articulation du genou et les différentes articulations qui se trouvent à la hauteur du pied, médio-tarsienne, tarso-métatarsienne, matatarso-phalangienne.

Les membres inférieurs sont constitués d'une multitude de muscles. Les muscles qui sont situés sur le dessus de la cuisse, plus communément appelés quadriceps, sont les muscles extenseurs. Le quadriceps est composé de quatre muscles différents : vaste médial, vaste intermédiaire, vaste latéral et le droit fémoral. Ceux qui sont positionnés à l'arrière de la cuisse, plus communément appelés les ischio-jambiers, sont les muscles fléchisseurs. Les ischio-jambiers sont constitués de trois muscles : le semi-membraneux, le semi-tendineux et le biceps fémoral.

L'activité des extenseurs du genou est très élevée dans les cinq premiers mètres, mais diminue à mesure que le sprint arrive à 30 mètres. Les extenseurs de la hanche (fessiers et ischio-jambiers) sont actifs au début, et leur contribution augmente légèrement lorsque la vitesse de course augmente. Ces résultats suggèrent que les quadriceps sont relativement plus importants pour les sprints courts. Quant aux extenseurs de la hanche, ils sont relativement plus importants pour les sprints plus rapides (Frick, 1995, cité par Young et al., 2001). Cela peut être en partie dû à la grande amplitude de mouvement au niveau du genou dans les sprints courts et une plus grande hyper-extension de la hanche dans le sprint de vitesse maximale (Young et al., 2001). Le tableau 1 montre quels muscles travaillent principalement lors d'une course de 10 mètres et lesquels travaillent lors d'un sprint d'environ 30 mètres (vitesse maximale)

Tab. 1 : Proposition de l'importance relative des groupes musculaires à la performance de sprint repris et modifié de Young et al., 2001. (légende : \*\*\*\* = très important, \*\*\* = assez important, \*\* = important, \* = importance mineure, ? = pas clair)

	Sprint court (10m)	Vitesse maximale
Quadriceps	****	**
Fessier	****	***
Ischio-jambiers	**	****
Mollets	***	***
Extenseurs de la hanche	** ?	*** ?
Haut du corps	*** ?	** ?
Posture/ muscles stabilisateurs	** ?	** ?

Les blessures aux ischio-jambiers concernent un grand nombre de footballeurs. D'ailleurs, dans ce travail, ce phénomène a touché trois personnes sur trente-cinq. Les atteintes aux ischio-jambiers sont les lésions les plus fréquemment rencontrées sur les terrains de football, représentant environ un blessé sur six (Fournier, 2011). Les muscles des ischio-jambiers ont un rôle principal dans la course de vitesse, alors que leur physiologie musculaire semble ne pas y être destinée (Aubert, 2009). Ces muscles ont une vitesse de contraction lente et contribuent à l'équilibre et au maintien de la posture debout chez l'homme (Aubert, 2009). Ce sont les muscles bi-articulaires, donc l'extenseur de la hanche et le fléchisseur du genou, qui sont soumis à des tensions brutales voire surprenantes. Ils dépendent donc du gainage abdominal pour effectuer correctement le cycle de la foulée (Aubert, 2009).

Les muscles longs "pennés" ont une structure en chevron qui se compose de très nombreuses fibres courtes dont la variation de longueur est potentiellement faible. De plus, leur forte composante en tissus conjonctifs (semi-membraneux, semi-tendineux) expliquerait leur propension à se raccourcir ou se raidir (Aubert, 2009).

Les lésions surviennent en fin de phase d'oscillation lors de la transition entre la contraction excentrique et concentrique. Lors de cette phase, l'allongement du biceps est plus marqué que celui des autres muscles des ischio-jambiers, ce qui explique la survenue préférentielle de lésions sur ce muscle. La position du bassin et l'activité d'autres groupes musculaires, des fléchisseurs de hanche et des

stabilisateurs du bassin, jouent également un rôle au contraire de la vitesse de course (Fournier, 2011).

Il faut faire attention, parce que les ischio-jambiers réagissent mal au travail en état de fatigue ; ils sont plus vulnérables. Il est nécessaire que l'entraînement du sprint se fasse dans un état de fraîcheur (Aubert, 2009).

### **2.2.2. Vitesse multidirectionnelle**

Pour expliquer la vitesse multidirectionnelle, il faut en premier lieu définir ce qu'est l'agilité, afin de comprendre cette notion. Tout d'abord, voici la définition de l'agilité qui se trouve dans le dictionnaire Larousse : « Légèreté, souplesse dans les mouvements du corps ». Cette définition est incomplète. Pour la préciser, Raya et al. (2013) disent que l'agilité a été définie comme la capacité de maintenir une position contrôlée du corps et un changement rapide de direction sans une perte d'équilibre, de la maîtrise du corps ou de la vitesse. De plus, pour Raya et al. (2013) les composants de l'agilité ont été définis comme étant l'équilibre, la coordination, la puissance et la vitesse. Young et Farrow (2006) définissent l'agilité comme étant la capacité d'un athlète à réagir à un stimulus, de démarrer rapidement et efficacement, de se déplacer dans la bonne direction, d'être prêt à changer de direction ou de s'arrêter rapidement, de jouer de manière rapide, souple, efficace et reproductible. Pour Vesconi (2006), l'agilité a une importance vitale pour la performance dans le sport, en fournissant une base pour les habiletés motrices et le contrôle neuromusculaire et en établissant une large capacité athlétique. En faisant une synthèse de toutes ces définitions, il en ressort que l'agilité a une importance vitale pour la performance sportive ; c'est la capacité de changer de direction le plus rapidement possible, tout en ayant une posture du corps adaptée à la situation et en essayant de perdre un minimum de vitesse. Comme Young et al. (2002) le montrent dans leur étude, il y a une multitude de composants de l'agilité.

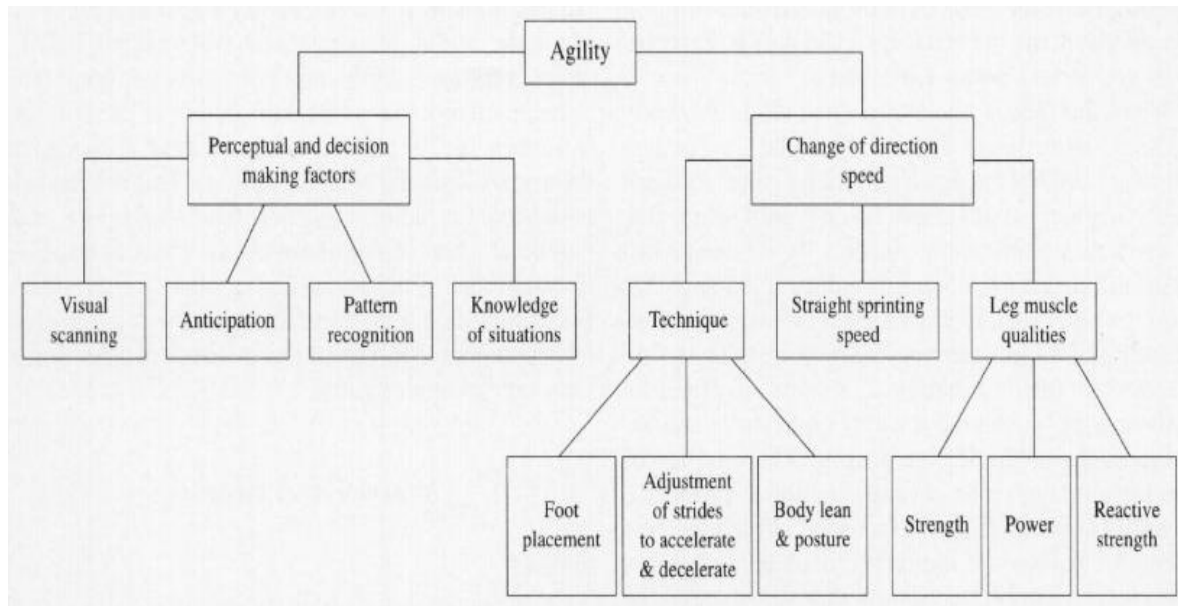


Fig. 7 : Modèle indiquant les principaux facteurs de l'agilité (Young, James et Montgomery, 2002).

Dans la figure 7, la partie importante se trouve à droite et a trait au changement de direction rapide. Cette partie correspond à la vitesse multidirectionnelle. La technique comprend le placement des pieds, la posture du corps et l'ajustement des foulées pour accélérer et décélérer. Un autre point important est la qualité musculaire des jambes avec la puissance, la force et la force de réaction. Le dernier élément est la vitesse de sprint en ligne droite.

La partie qui se trouve à gauche du schéma de l'agilité, avec la perception et le facteur de prise de décision, est très importante dans le domaine du football. Aucune course n'est faite sans réflexion et sans que l'aspect cognitif entre en jeu.

L'agilité est un paramètre primordial pour un sport collectif comme celui du football, parce que les courses ne sont que très rarement unidirectionnelles. Les joueurs changent régulièrement de direction voire continuellement lors d'un match qui dure 90 minutes. Un joueur doit avoir une bonne agilité, afin de changer de direction plus rapidement que son adversaire pour prendre le dessus et remporter le « duel ».

Il ne faut pas confondre la vitesse multidirectionnelle « zigzag » et la vitesse multidirectionnelle « stop and go ». Dans le cas de la vitesse multidirectionnelle « zigzag » la personne doit décélérer puis accélérer lors du changement de direction, mais elle ne stoppe jamais sa vitesse complètement. Dans le cas de la vitesse multidirectionnelle « stop and go », la personne doit s'arrêter complètement lors du changement de direction puis accélérer.



Little et Williams (2005) montrent dans leur étude la corrélation entre le sprint unidirectionnel et le sprint multidirectionnel. Trois tests ont été effectués : un sprint de 10 mètres (vitesse d'accélération), un sprint de 20 mètres avec un élan auparavant de 30 mètres (vitesse maximale), et un test d'agilité zigzag composé de quatre sections de cinq mètres et un angle de 100 degrés. Cent six joueurs de football professionnels masculins des équipes de la Ligue anglaise (divisions 1 et 2) âgés de 18 à 36 ans, ont été testés dans le cadre de leur programme d'entraînement sportif au cours du premier trimestre de la saison de compétition 2002-2003.

Pour la figure 8, les relations entre les performances sur la vitesse d'accélération, la vitesse maximale, et le test d'agilité ont été déterminées par des corrélations de Pearson ( $r$ ), alors que les coefficients de détermination ( $r^2$ ) ont été utilisés pour interpréter la signification des relations.

Relationship assessed	$r$	$r^2$	$p$ value
Acceleration and maximum speed	0.623	0.388	$p < 0.0005$
Acceleration and agility	0.346	0.119	$p < 0.0005$
Maximum speed and agility	0.458	0.209	$p < 0.0005$

Fig. 8 : Relations entre les performances des trois tests de vitesses (Little et Williams, 2005).

Les performances sur le sprint de 10 mètres pour l'accélération, le test de 20 mètres pour une vitesse maximale, et le test en zigzag pour l'agilité ont tous été corrélés à des niveaux élevés de signification statistique ( $p < 0,0005$ ). Toutefois, les coefficients de détermination montrent que les tests même les plus significativement corrélés, particulièrement celui entre l'accélération et la vitesse maximale, partagent seulement 39% de variance commune, contre 12% pour les tests entre l'accélération et l'agilité et 21% pour les tests entre la vitesse maximale et l'agilité. On remarque à travers ces résultats que la relation entre la vitesse unidirectionnelle et multidirectionnelle n'est pas si grande.

### 2.2.3. Vitesse verticale

Dans ce travail, la vitesse verticale est mesurée grâce à la hauteur du saut CMJ. Pour mieux comprendre la vitesse verticale, les termes d'explosivité et de puissance vont être définis.

L'explosivité ou aussi force explosive est une composante du domaine de la force-vitesse et se caractérise par la capacité à obtenir une augmentation rapide de l'indice de force. Elle est décisive lorsqu'il s'agit d'obtenir un maximum d'efficacité en un minimum de temps (Hegner et Mutti, 2006). C'est ce qui se passe lorsqu'on cherche à faire un saut CMJ, développer un maximum de force le plus rapidement possible.

La puissance n'est autre que le produit entre la force et la vitesse. Lorsqu'on cherche à améliorer la puissance, on va donc soit faire des travaux de force, soit de vitesse. La puissance est très importante dans un sport collectif et de contact comme le football pour gagner les duels. Comme le montre Namurois (2009), les efforts en football sont liés à trois facteurs : l'endurance, la force (duels au sol, duels aériens, frappes, tacles) et la vitesse (sprints, blocages, changements de direction). Le saut vertical ne se fait que très rarement à l'arrêt. Que ce soit en football lors d'un duel aérien, en basketball lors d'un dunk, en athlétisme lors d'un saut en hauteur ou en longueur, aux agrès lors d'un saut au trampoline, le sportif a toujours besoin d'une prise d'élan horizontal afin de modifier celle-ci en vitesse verticale.

Les recherches scientifiques antérieures ont également montré une forte relation entre la hauteur du saut et le temps de sprint. Selon les résultats de Carr et al. (2015), figure 9 ci-dessous, la corrélation entre ces deux paramètres est de 0.745,  $p=0.006$ . Bosco et al. (1995) ont trouvé une relation inverse très forte entre la hauteur d'un saut CMJ et le temps effectué lors d'un sprint de 30 mètres ( $r = -0,93$ ,  $p < 0,01$ ). Plus une personne va vite, plus cette personne saute haut, voir la figure 8 ci-dessous.

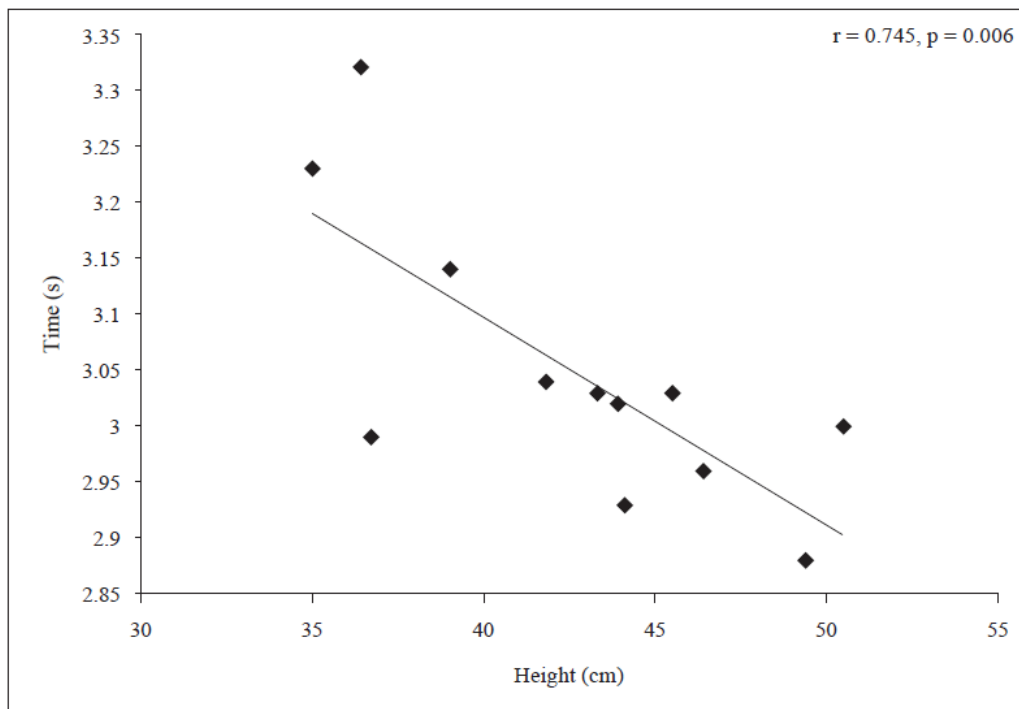


Fig. 9: Relation entre la hauteur d'un saut CMJ et le temps effectué lors d'un sprint de 20 mètres (Carr, McMahon, Comfort, 2015). Time = Temps. Height = Hauteur.

Le but de ce paramètre est de voir si avec le suivi d'un entraînement en sprint unidirectionnel ou multidirectionnel (vitesse horizontale), il est possible d'améliorer la vitesse verticale. Pour ce faire, les joueurs n'ont entraîné que le domaine de la vitesse.

### 2.3. Effets de l'entraînement de la vitesse

Dans ce chapitre, les résultats que l'on peut trouver dans la littérature scientifique seront étudiés et analysés pour voir ce que la phase de l'entraînement de la vitesse apporte aux joueurs de football.

Young (2001) est l'étude qui se rapproche le plus du travail. Son but est de déterminer si un entraînement du sprint en ligne droite transféré aux tests de performance de l'agilité implique des modifications dans les changements de direction. Un groupe suivait un entraînement de sprint en ligne droite, un second un entraînement d'agilité et le troisième était le groupe contrôle. Les joueurs ont suivi deux entraînements par semaine pendant six semaines. Tous les sujets, en moyenne 24 ans, ont été évalués sur sept différents tests de 30 mètres, figure 10 ci-

contre. Le test 1 était un sprint en ligne droite, et les tests de 2 à 7 impliquaient de multiples changements de direction. Les résultats obtenus se trouvent dans la figure 11.

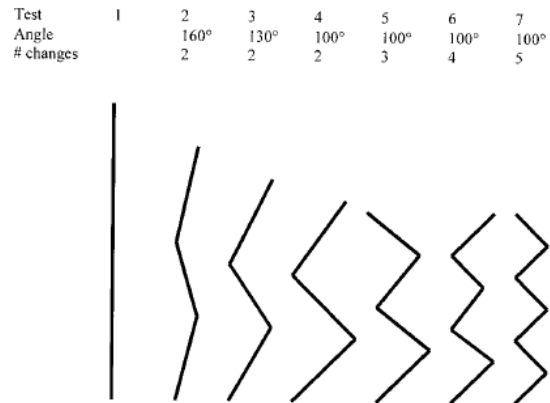


Fig.10 : Description des 7 tests de 30 mètres (Young et al., 2001).

Week	Speed		Agility		Control	
	Before	After	Before	After	Before	After
1	4.47 ± 0.18	4.34 ± 0.18	4.74 ± 0.30	4.72 ± 0.24	4.52 ± 0.21	4.53 ± 0.16
2	4.76 ± 0.19	4.65 ± 0.23	5.04 ± 0.23	4.93 ± 0.24	4.82 ± 0.24	4.77 ± 0.18
3	5.79 ± 0.26	5.71 ± 0.25	6.00 ± 0.28	5.78 ± 0.24	5.74 ± 0.26	5.82 ± 0.20
4	6.67 ± 0.32	6.59 ± 0.29	6.91 ± 0.27	6.73 ± 0.23	6.71 ± 0.27	6.70 ± 0.27
5	7.65 ± 0.40	7.65 ± 0.42	7.93 ± 0.37	7.68 ± 0.29	7.83 ± 0.42	7.83 ± 0.40
6	8.60 ± 0.41	8.63 ± 0.43	8.83 ± 0.35	8.55 ± 0.37	8.83 ± 0.53	8.78 ± 0.52
7	9.51 ± 0.52	9.51 ± 0.52	9.78 ± 0.31	9.52 ± 0.30	9.68 ± 0.67	9.78 ± 0.66

Fig. 11 : Moyenne et l'écart-type pour tous les groupes avant et après l'entraînement (Young et al., 2001).

Young (2001) a constaté que l'entraînement de la vitesse en ligne droite renforce la vitesse en ligne droite, mais qu'il n'y a pas d'amélioration dans le sprint d'agilité. De même, l'entraînement de l'agilité permet de progresser dans les sprints d'agilité mais produit seulement des petites améliorations dans le sprint en ligne droite. Les deux groupes d'entraînement (ligne droite ou agilité) ont enregistré les gains les plus importants dans les tests liés à leurs entraînements. En résumé, le sprint en ligne droite et le sprint avec des changements de direction sont des tâches spécifiques qui ne transfèrent pas facilement leur particularité l'une à l'autre.

Le but de l'étude de Shalfawi et al. (2012) était d'étudier l'effet de huit semaines d'entraînement avec des sprints répétées sur la vitesse de sprint maximal, l'endurance de vitesse, la hauteur de saut et la capacité à répéter et à récupérer

d'exercice à haute intensité. Les sujets de cette étude sont des jeunes footballeurs de haut niveau âgés en moyenne de 16 ans. Ils sont divisés en deux groupes : un qui suit les entraînements de sprints répétés et un groupe contrôle. Les entraînements ont lieu deux fois par semaine pendant huit semaines. Le programme d'entraînement suivi par le groupe de formation comprend quatre séries de sprints de 5x40 mètres avec 90 secondes de récupération entre les répétitions et 10 minutes de récupération entre les séries. Tous les sujets ont été testés sur un sprint de 40 mètres, 10x40 mètres de sprints répétés, 3-6-9 agilité avec un virage à 180 °, saut (CMJ), squat jump (SJ), et le test Yo-Yo.

Les résultats indiquent qu'il y a eu des améliorations significatives au sein du groupe d'entraînement du pré-test au post-test dans les tests suivants : les sprints répétés de 10x40 mètres, le sprint de 40 mètres, le sprint de 0- 20 mètres, le sprint de 20-40 mètres et le CMJ. Les résultats ont également montré des améliorations significatives au sein du groupe de contrôle dans les tests suivants : le sprint de 40 mètres, les sprints répétés de 10x40 mètres et le sprint de 0-20 mètres. Une comparaison entre les deux groupes démontre statistiquement des différences marquées dans les tests suivants : sprint de 40 mètres, sprints répétés de 10x40 mètres et sprint de 20-40 mètres.

Variable	Training-Group				Control-Group				Between Groups differences				
	Pre-test	Post-test	Change	95% CI	Pre-test	Post-test	Change	95% CI	TG	CG	Difference	95% CI	E.S.
10x40 m (s)	5.92 ±0.26	5.63 ±0.15	-0.29 ±0.13	-0.39 to -0.19**	5.84 ±0.27	5.74 ±0.25	-0.09 ±0.03	-0.12 to -0.07**	-0.29 ±0.13	-0.09 ±0.03	-0.20 ±0.05	-0.30 to -0.09**	2.1
0-40 m time (s)	5.82 ±0.27	5.49 ±0.18	-0.33 ±0.13	-0.44 to -0.22**	5.69 ±0.25	5.58 ±0.23	-0.11 ±0.06	-0.17 to -0.06**	-0.33 ±0.13	-0.11 ±0.06	-0.22 ±0.05	-0.34 to -0.10**	2.1
0-20 m time (s)	3.29 ±0.14	3.10 ±0.08	-0.19 ±0.10	-0.27 to -0.10**	3.22 ±0.17	3.11 ±0.12	-0.10 ±0.06	-0.16 to -0.04**	-0.19 ±0.10	-0.10 ±0.06	-0.08 ±0.04	-0.18 to 0.01	1.1
20-40 m time (s)	2.53 ±0.16	2.39 ±0.14	-0.15 ±0.08	-0.21 to -0.08**	2.46 ±0.11	2.46 ±0.13	-0.00 ±0.05	-0.05 to 0.05	-0.15 ±0.08	-0.00 ±0.05	-0.15 ±0.03	-0.22 to -0.07**	2.2
CMJ (cm)	31.1 ±2.6	32.3 ±2.6	1.3 ±1.2	0.28 to 2.27*	33.0 ±5.1	32.1 ±5.4	-0.9 ±2.6	-3.23 to 1.49	1.3 ±1.2	-0.9 ±2.6	2.2 ±1.0	-0.03 to 4.32	1.1
SJ (cm)	30.9 ±3.5	31.8 ±1.7	0.9 ±2.0	-0.81 to 2.59	30.7 ±4.8	30.2 ±5.5	-0.5 ±2.5	-2.85 to 1.80	0.9 ±2.0	-0.5 ±2.5	1.4 ±1.2	-1.12 to 3.96	0.6
Yo-YoIR1 (level)	17.3 ±0.8	17.1 ±0.9	-0.2 ±0.6	-0.66 to 0.26	17.1 ±1.4	16.5 ±1.4	-0.5 ±0.8	-1.26 to 0.23	-0.2 ±0.6	-0.5 ±0.8	0.3 ±0.4	-0.45 to 1.08	0.4
Agility (s)	9.29 ±0.24	9.19 ±0.22	-0.10 ±0.15	-0.22 to 0.03	9.50 ±0.47	9.42 ±0.49	-0.08 ±0.23	-0.29 to 0.14	-0.10 ±0.15	-0.08 ±0.23	-0.02 ±0.10	-0.23 to 0.19	0.1
Body mass (kg)	68.0 ±10.0	68.7 ±9.0	0.8 ±1.4	-0.39 to 1.88	68.3 ±9.4	69.0 ±9.1	0.7 ±0.9	-0.08 to 1.56	0.8 ±1.4	0.7 ±0.9	0.0 ±0.6	-1.29 to 1.31	0.1

\* =  $p < 0.05$ , \*\* =  $p < 0.01$ , TG = Training-Group, CG = Control-Group, E.S. = Effect size (Cohen's d)

Fig. 12 : Les moyennes des résultats du 10x40m avec les sprints répétés, le sprint de 40m, 20m d'accélération, la vitesse de pointe de 20m, SJ, CMJ, Yo-Yo test, l'agilité et la masse corporelle entre et au sein des groupes du pré au post-test (± écart type) (Shalfawi et al., 2012).

Les résultats, figure 12 ci-dessus, démontrent que l'entraînement de l'habileté à répéter des sprints (RSA) est efficace et qu'il semble qu'il puisse être entraîné en utilisant uniquement un programme d'entraînement de sprint répété, sans aucune implication de l'entraînement de la force, de la pliométrie ou de l'entraînement de l'agilité. Kraemer et al. (2004), cité par Shalfawi et al. (2012), ont rapporté que la concentration basale de testostérone a augmenté de manière significative une semaine après la saison, indiquant une réduction spectaculaire du stress totale liée à la saison, ce qui entraînerait une adaptation plus rapide aux stimulus de l'entraînement. Malgré le fait que la vitesse est considérée comme une compétence avec une qualité génétique, et moins dépendante de l'entraînement, les résultats de Shalfawi et al. (2012) montrent que l'entraînement spécialisé de vitesse de course pourrait entraîner une amélioration de la vitesse de sprint chez les joueurs de football. En ce qui concerne les résultats de Shalfawi et al. (2012) pour la capacité de saut, le programme d'entraînement RSA a eu un effet positif et significatif sur la performance du CMJ au sein du groupe de formation. Par contre, le groupe de contrôle ne présente pas de changement significatif sur la performance du CMJ. Dans la présente étude, aucun changement notable de performance n'a été observé dans les groupes d'entraînement et de contrôle pour le Yo-Yo test (test aérobie).

L'étude d'Haugen et al. (2013) est un recueil de plusieurs études scientifiques qui cherchent à démontrer le rôle de la vitesse de sprint dans le football. Elle explique que l'entraînement de sprint court (distance  $\leq 30$  m) améliore la capacité de sprint court, tandis que les sprints plus longs ( $\sim 40$  m) améliorent la vélocité de sprint maximale. Les sprints prolongés ( $\geq 30$  s) ont des effets limités sur l'accélération ou la vitesse de pointe. L'entraînement du sprint linéaire n'améliore pas les performances dans les sprints avec des changements de direction. L'entraînement de l'agilité améliore la tâche spécifique d'agilité réalisée lors de la pratique. Certaines études suggèrent que les effets les plus importants sont observés lorsque l'entraînement du sprint est mené hors-saison ou au début de la pré-saison. En résumé, la capacité de sprint dans le football est régulée par une interaction complexe de plusieurs facteurs. La compréhension d'Haugen et al. (2013) de cette interaction est loin d'être complète, une réalité qui regroupe probablement l'intuition, l'expérience et la tradition portant autant de poids dans l'entraînement et l'encadrement des athlètes d'élite.

L'étude de Derbré et al. (2008) vise à démontrer les effets d'un entraînement de sprint de six mois suivi d'un désentraînement de cinq mois ainsi que les modifications qui ont lieu dans le volume plasmatique. Cette étude a été réalisée avec des adolescents. Un groupe suivait les entraînements et un autre groupe contrôle ne les a pas suivis.

Caractéristiques morphologiques et physiologiques des adolescents entraînés (GE) et témoins (GC) avant entraînement (P1), après la période de six mois d'entraînement (P2) et après cinq mois de désentraînement pour GE uniquement (P3).

	P1	P2	P3	P1	P2
Âge (ans)	14,8 (0,3)	15,2 (0,5)	15,8 (0,3)	15,2 (0,3)	15,8 (0,3)
Taille (cm)	173 (2)	175 (2)**	175 (2) <sup>X</sup>	174 (2)	176(2)*
Masse corporelle (kg)	60,3 (2,2)	63,5 (2,4)**	64,8 (2,7) <sup>XX</sup>	62,2 (2,1)	63,8 (2,8)
MG (%)	13,2 (0,7)	13,5 (0,9)	13,5 (1,2)	13,8 (0,3)	14,1 (0,6)
MM (kg)	52,3 (1,8)	54,7 (1,9)**	55,7 (1,8) <sup>XX</sup>	53,6 (1,6)	55,1 (2,4)

Les valeurs sont exprimées en moyenne  $\pm$  SEM. MG : masse grasse ; MM : masse maigre.

, \*\* Différences significatives entre P1 et P2 au sein de chaque groupe expérimental ( $p < 0,05$  et  $p < 0,01$ ).

X, XX Différences significatives entre P1 et P3 chez GE ( $p < 0,05$  et  $p < 0,01$ ).

Fig. 13 : Caractéristiques morphologiques et physiologiques des adolescents entraînés et témoins (Derbré et al., 2008).

Après six mois d'entraînement, figure 13, une augmentation significative de la masse corporelle associée à un gain significatif de masse maigre est retrouvée chez le groupe d'observation. Ce gain est conservé après cinq mois de désentraînement. En effet, il est démontré dans plusieurs revues scientifiques qu'un entraînement de type sprint s'accompagne chez l'homme d'une augmentation significative de la masse musculaire liée à une nette augmentation du diamètre des fibres musculaires. Après la période d'entraînement, les performances déterminées lors du test de sprint de six secondes et exprimées en valeurs absolues, s'améliorent significativement chez le groupe d'observation uniquement. Aucune différence significative n'est observée au niveau des variations de volume plasmatique avant, après entraînement et avant, après désentraînement chez les adolescents quel que soit l'instant de prélèvement.

Wong et al. (2012) parlent des sprints répétés (RSA) et de l'habilité des changements de direction (RCOD) chez des joueurs de football de haut niveau avec des catégories d'âge différentes (U15, U17, U19, Pro2). Ils ont été testés à la fois dans un RSA (10x20m avec récupération active) et un test de RCOD (10x20m avec récupération active) pendant la phase de compétition. La distance, le nombre d'intervalles et la durée de récupération ont tous été identiques parmi les tests RSA

et RCOD. Les tests RSA et RCOD ont été effectués sur le même gazon synthétique de dernière génération, dans des conditions environnementales similaires, au même moment de la journée pour éviter tout effet des rythmes circadiens, et avec sept jours séparant les deux tests. Tous les joueurs ont les mêmes apports nutritionnels et temps de sommeil. Ils n'ont pas suivi d'entraînement ciblé sur la vitesse avant les tests. Wong et al. (2012) croient, selon leurs résultats, que RSA et RCOD ont des exigences métaboliques similaires. Cependant, Wong et al. (2012) ont remarqué que RSA et RCOD étaient des capacités motrices différentes nécessitant un entraînement spécifique. Wong et al. (2012) expliquent que les effets de l'entraînement de sprint en ligne droite et des changements de direction ont été jugés non transférables. Plus précisément, les trajectoires de déplacement de sprint en ligne droite et les changements de direction sont différents – ils nécessitent des techniques de courses spécifiques et des adaptations neuromusculaires pour chacun.

Dans la littérature scientifique, un déficit est perceptible. Aucune étude n'existe encore avec une combinaison d'un entraînement de sprint unidirectionnel et multidirectionnel.

## **2.4. Sprint dans le football**

Comme le montre Le Douairon Lahaye, les sprints représentent un aspect décisif lors d'un match de football, parce qu'ils peuvent être défensifs lorsqu'un joueur protège son but ou offensifs lorsqu'un joueur va attaquer le but adverse et qu'il doit prendre le dessus sur le défenseur adverse pour marquer un goal. Un footballeur effectue une course à haute intensité toutes les 60 secondes et un sprint toutes les 4 minutes (Strudwick et Reilly, 2001, cité par Vigne, 2011). L'éventail des distances de sprint enregistrées pendant les matchs (1,5 à 105 mètres) indique les exigences à la fois de l'accélération et des capacités de vitesse maximale au cours d'un match (Little et Williams, 2005). L'analyse d'un modèle de l'activité physique dans la ligue italienne la plus élevée, la Serie A, indique que jusqu'à 75,8% (> 19 km) les courses de haute intensité sont effectuées à moins de 9 mètres. Le sprint en ligne droite est l'action la plus dominante lorsqu'il y a un but dans le football professionnel. La plupart des sprints sont conduits sans ballon. La quantité d'actions augmente avec le niveau de



pratique. Les joueurs de l'élite professionnelle parcourent plus de distances en sprint, en courses de haute intensité et en course arrière que des joueurs de niveau inférieur (amateur). De même, le nombre de courses à basses et hautes intensités et le nombre de sprints sont supérieurs chez les professionnels (Mohr et al., 2003, cité par Vigne, 2011).

Les différents chiffres qui ont pu être trouvés dans différentes revues scientifiques en rapport avec les efforts qu'un footballeur produit lors d'un match de football seront présentés. 43% des efforts sont d'une durée < 6 secondes, 23% entre 6 et 9 secondes, 13% entre 9 et 12 secondes et 9% entre 12 et 15 secondes. Cela représente 90% des courses (Orendurff et al, 2010, cité par Vigne, 2011). Un footballeur effectue en moyenne 3200 mètres de marche, 2400 mètres de trot, 3100 mètres de course lente, 1200 mètres de course moyenne, 700 mètres de course rapide, 300 mètres de sprint (Bangsbo, 1994, cité par Vigne, 2011). Une autre étude calcule qu'un footballeur totalise en moyenne 3400 mètres de marche, 3800 mètres de jogging, 1800 mètres de course à moyenne intensité, 700 mètres de course à haute intensité et 400 mètres de sprint (Burgess et al., 2006, cité par Vigne, 2011). D'autres auteurs caractérisent le profil d'effort durant un match en fonction du temps de jeu avec 42% en marche (6 km/h-1), 30% à faible intensité (12 km/h-1), 9% à haute intensité (18 km/h-1), 1.4% en sprint (30 km/h-1) et 3.7% en course arrière (10 km/h-1) (Mohr et al., 2003, cité par Vigne, 2011). Certains ont rapporté le profil d'effort en fonction de la distance totale parcourue. On retrouve alors 39% de marche (< 5 km/h-1), 30% de jogging (<13 km/h-1), 13% de course à intensité modérée (entre 13 et 16 km/h-1), 8% de course à intensité élevée (entre 16 et 19 km/h-1) et 10% à très haute intensité (>19km.h-1) (Vigne et al., 2010, cité par Vigne, 2011).

En résumé, un footballeur parcourt en moyenne 11100 mètres lors d'un match de football. La répartition des efforts se catégorise en moyenne en 3600 mètres de marche (< 7km/h-1), 3200 mètres de jogging (7 et 13 km/h-1), 2000 mètres de course à intensité moyenne (13-17 km/h-1), 1200 mètres de course à haute intensité (17-21 km/h-1), 600 mètres de sprint (> 21 km/h-1) et 500 mètres de course en arrière (> 10 km/h- 1). Lorsque l'on répartit ces efforts en fonction du temps de jeu (90 minutes, le match complet), on note en moyenne 32% de marche, 29% de jogging, 18% de course à moyenne intensité, 11% de course à haute intensité, 5%

de sprint et 5% de course arrière. Les efforts à haute intensité sont définis comme étant les clefs de la performance. (Vigne, 2011).

Tab. 2 : Déplacements lors d'un match, championnat français de ligue 1 (Gaillaud et Pauly, 2010).

	Efforts produits en match		Efforts produits à l'entraînement		Total des actions fournies
Type	Par match Distance (km)	Par saison Distance (km)	Par entraînement Distance (km)	Par saison Distance (km)	Total par saison Distance (km)
Marche	8	400	2	440	840
Course	2,5	125	4	880	1005
Sprint	0,5	25	1,5	330	355
Total	11	550	7,5	2640	3190
Dont avec ballon	0,2	10	0,4	88	98

On peut voir dans ce tableau 2 que les efforts intenses comme la course ou le sprint sont plus présents à l'entraînement qu'en match. On distingue également que les déplacements avec ballon sont minimes autant en match qu'à l'entraînement. C'est pour cela qu'il faut travailler la vitesse principalement sans ballon.

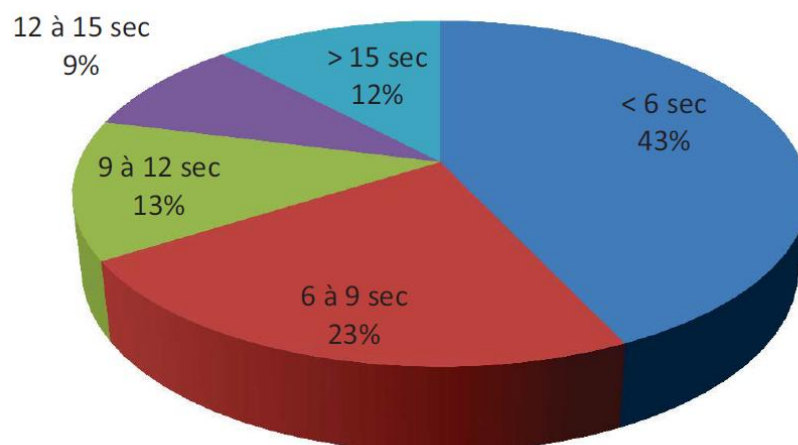


Fig. 14 : Répartition des efforts à haute intensité (Vigne, 2011).

On peut voir grâce à la figure 14 que presque la moitié des efforts à haute intensité, 43%, est inférieure à 6 secondes. C'est pour cela que dans l'étude à suivre, l'entraînement des sprints était basé sur une distance de 20 mètres, qui représentait en moyenne un peu plus de 3 secondes pour la distance unidirectionnelle et un peu plus de 5 secondes pour la distance multidirectionnelle.

Selon Van Meerbeek et Van Gool (1982), cité par Mombaerts (1991), la distance parcourue et le type d'activité physique diffèrent selon le poste. Mais pas seulement, elle dépend aussi du temps de jeu, du système de jeu, du contexte de match (extérieur ou domicile) et de l'état de forme du joueur (Gaillaud et Pauly, 2010).

*Tab. 3 : Types de courses et distances parcourues lors d'un match de football (Van Meerbeek et Van Gool, 1982, cité par Mombaerts, 1991).*

	Défenseurs	Milieux de terrain	Attaquants
Activités	mètres	mètres	mètres
Marche	6949	7940	7669
Course	1513	2554	1575
Sprint	782	715	761
En possession du ballon	281	183	311
Distance totale	9525	11392	10316

Dans le tableau 3, la marche est comprise entre 0 et 14 km/h, la course entre 14 et 21 km/h et le sprint à partir de plus de 21 km/h. Les chiffres du tableau 3 correspondent en moyenne à 72% de marche, 18% de course, 7% de sprint et 3% de course en possession du ballon (Van Meerbeek et Van Gool, 1982, cité par Mombaerts, 1991). On peut voir, grâce au tableau 3, que la distance totale lors d'un match diffère selon le poste. Un milieu court en moyenne plus qu'un attaquant et qu'un défenseur. Cependant, une donnée manque dans ce tableau; il s'agit de l'intensité de chacune de ces activités.

Il est aussi intéressant d'étudier d'autres gestes qui se déroulent lors d'un match de football. Voici en détail les chiffres statistiques des gestes techniques, plus particulièrement le jeu aérien et les duels de la tête. Les chiffres du tableau 4 sont

basés sur des matchs de ligue 1 française et sont approximatifs (Gaillaud et Pauly, 2010)

*Tab. 4 : Types de gestes techniques (Gaillaud et Pauly, 2010).*

<b>Types de gestes</b>	<b>Actions produites en match</b>		<b>Actions produites à l'entraînement</b>		<b>Total des actions fournies</b>
	Par match	Par saison	Par entraînement	Par saison	Total par saison
<b>Transmission et centres</b>	50	2500	100	22000	<b>24500</b>
<b>Têtes</b>	6	300	15	3300	<b>3600</b>
<b>Tirs au but</b>	1	50	10	2200	<b>2250</b>
<b>Duels</b>	25	1250	20	4400	<b>5650</b>
<b>Jeux aériens</b>	9	450	10	2200	<b>2650</b>

On voit dans le tableau 4 que 9 actions lors d'un match et 10 actions lors d'un entraînement se jouent dans les airs. Ce qui représente, en moyenne, une action toutes les 10 minutes lors d'un match de football. Il est important d'arriver à sauter plus haut que son adversaire afin de « gagner » le ballon et d'avoir la possession de celui-ci. De plus, il se peut que grâce à ces actions aériennes, on marque un but ou l'on sauve un but. C'est la raison pour laquelle ce travail s'intéresse à la mesure de la hauteur d'un saut vertical. Le but est de voir l'influence qu'un entraînement de la vitesse horizontale a sur la vitesse verticale.

### 3. Question de recherche et hypothèses

Le but de cette étude est de voir si un entraînement de sprint lors de la préparation physique hivernale, qu'il soit unidirectionnel ou multidirectionnel, est nécessaire chez des footballeurs amateurs et s'il peut modifier les paramètres de vitesse unidirectionnelle, multidirectionnelle et verticale.

La question de recherche s'intitule ainsi : « Quelle est l'importance de la phase d'entraînement unidirectionnel sur la vitesse unidirectionnelle, multidirectionnelle et verticale ? De même, quelle est l'importance de la phase d'entraînement multidirectionnel sur la vitesse unidirectionnelle, multidirectionnelle et verticale ? »

Suite à cette question, voici quelques hypothèses la concernant:

- H11 : La phase d'entraînement unidirectionnel, placée en premier, apporte une amélioration significative de la vitesse unidirectionnelle, mais n'apporte pas une amélioration significative de la vitesse multidirectionnelle.
- H12 : La phase d'entraînement en sprint unidirectionnel, placée en premier, améliore les résultats pour la vitesse verticale de manière significative.
- H13 La phase d'entraînement multidirectionnel, placée en premier, apporte une amélioration significative de la vitesse multidirectionnelle, mais pas de la vitesse unidirectionnelle.
- H14 : La phase d'entraînement multidirectionnel, placée en premier, améliore la vitesse verticale significativement.
- H15 : La phase d'entraînement unidirectionnel, placée en deuxième, apporte une amélioration significative de la vitesse unidirectionnelle et de la vitesse multidirectionnelle.
- H16 : La phase d'entraînement en sprint unidirectionnel, placée en deuxième, améliore les résultats pour la vitesse verticale de manière significative.
- H17 : La phase d'entraînement multidirectionnel, placée en deuxième, apporte une amélioration significative de la vitesse multidirectionnelle et de la vitesse unidirectionnelle.
- H18 : La phase d'entraînement multidirectionnel, placée en deuxième, améliore la vitesse verticale significativement.

## 4. Méthode

Pour évaluer l'effet de sept semaines d'entraînement de la vitesse sur le sprint unidirectionnel et multidirectionnel, les participants du groupe d'intervention, groupe multidirectionnel (ML) et groupe unidirectionnel (LM) et du groupe contrôle (CON) ont été mesurés avant, pendant et après l'entraînement.

### 4.1. Sujets

Trois équipes masculines de football amateur du Jura bernois, en Suisse, ont pris part à l'étude. Les deux équipes d'intervention (ML, LM) étaient composées de 18 joueurs de 3<sup>ème</sup> ligue du FC Saint-Imier, d'une part, et de 17 joueurs de 4<sup>ème</sup> ligue du FC Saint-Imier, d'autre part. L'équipe contrôle (CON), quant à elle, était formée de 14 joueurs de 4<sup>ème</sup> ligue du FC La Suze. Les joueurs des deux équipes du groupe d'intervention ont été divisés, pour tous les entraînements, en deux groupes homogènes fixes de 17 et 18 joueurs. Par contre, pour les tests, les deux groupes étaient mélangés. Lors des entraînements où des matchs de préparation (matchs amicaux), quatre joueurs de 3<sup>ème</sup> ligue du FC Saint-Imier et un joueur de 4<sup>ème</sup> ligue du FC Saint-Imier se sont blessés. Un joueur a également arrêté le football au cours de la préparation physique hivernale.

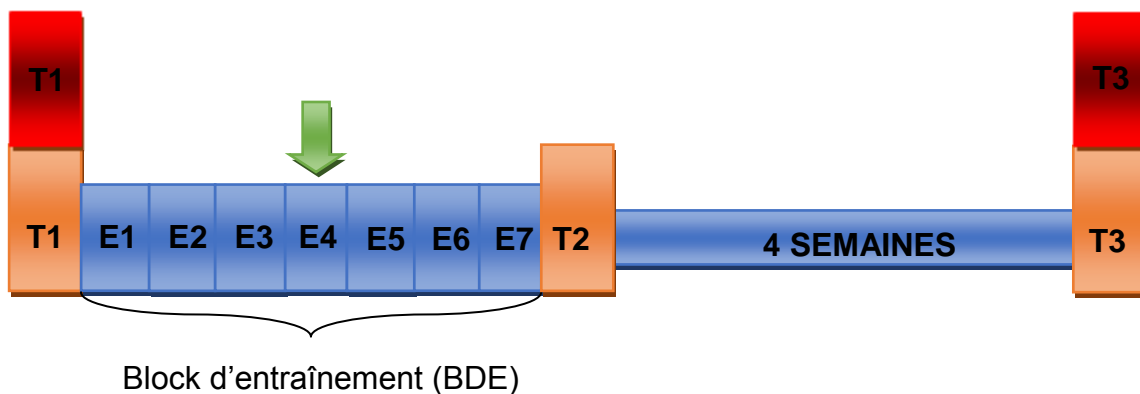
### 4.2. Conception de l'étude

En tout premier lieu, une demande a été adressée au FC Saint-Imier et au FC La Suze, afin d'obtenir l'autorisation de mener l'étude avec les différentes équipes. Ensuite, avant de commencer les tests de pré-mesures avec les équipes, une rencontre avec les entraîneurs a été organisée afin de leur présenter l'étude. Lors de cette séance, les listes des contingents des équipes ont été données à l'auteur de l'étude pour qu'il puisse, par la suite créer, une liste de passage. Cette liste a été imprimée pour que les joueurs connaissent l'ordre de passage lors des tests. Le but de cette démarche était que les tests se déroulent dans les meilleures conditions possibles. Le nom de chaque joueur participant à l'étude a dû être entré dans le

programme optojump, afin que les premières mesures se déroulent le mieux possible.

L'étude se compose de deux groupes d'intervention ML et LM qui suivent des entraînements en vitesse multidirectionnelle et unidirectionnelle, ainsi que d'un groupe contrôle (CON) qui ne suit aucun entraînement. Les entraînements ont été dispensés lors de la préparation physique d'hiver, du mois de janvier au mois de mars 2015. L'étude est composée de deux blocks d'entraînement (7 entraînements) de chacun 4 semaines, figure 15. Les groupes d'intervention ont effectués un pré-test (test 1) placé avant le début des entraînements, un test 2 placé après les 7 entraînements et un test 3 à la fin des deux BDE. Le groupe contrôle a réalisé un test 1 et huit semaines plus tard un test 2. Ils se sont entraînés normalement pendant huit semaines sans suivre d'entraînement spécifique de la vitesse (comme ML et LM).

Fig. 15 : Planification de l'étude. (T orange= Test du groupe d'intervention. T rouge = Test du groupe contrôle E = Entraînement. Flèche = test intermédiaire pour l'entraînement en sprint multidirectionnel).



#### 4.3. Instruments de mesure

L'appareil « wireless training timer » a été utilisé pour la mesure des sprints et du sprint stop and go. Pour les sauts CMJ, il a été fait appel à l'instrument « optojump ». Le « wireless training timer », figure 16, comme expliqué dans la brochure microgate, est un instrument pratique et facile à utiliser. Il s'agit de cellules photoélectriques. Ce système a été choisi parce qu'il est très simple à manier et qu'il demande peu de connaissances antérieures pour comprendre le système et son utilisation. De plus,

les cellules se montent très facilement et très rapidement. On peut les déplacer aisément d'un endroit à l'autre de la salle. Les temps sont donnés au centième près.



Fig. 16 : Appareil wireless training timer (Brochure witty).

L'appareil « optojump », figure 17, est quant à lui un système de détection optique qui comprend une barre émettrice et une barre réceptrice. Chacune d'elles contient entre 33 et 100 leds. Les leds de la barre émettrice communiquent en permanence avec les leds situés sur la barre réceptrice. Le système décèle les interruptions et calcule leur durée. Dans le cas de cette étude, cela permet, par exemple, de calculer la hauteur d'un saut. La précision des données est de 1 millième de seconde. Il est possible d'utiliser différents systèmes : mètre individuel, système modulaire, système bidimensionnel, système sur tapis de course. Pour les sauts CMJ, le système du mètre individuel était amplement suffisant. Cet instrument de mesure permet d'analyser une marche, une course ou des mouvements spécifiques (sauts CMJ, tests navette, divers sauts,...) (brochure de la société microgate, timing and sport) Ce système a été choisi parce qu'il est facile à mettre en place et que les résultats vont directement sur l'ordinateur.



Fig. 17 : Appareil optojump (Brochure optojump).



#### 4.4. Tests

En tout, cinq tests ont été effectués au long de l'étude pour les groupes d'intervention ; voir le tableau 5. Le premier test a eu lieu deux jours avant la reprise des entraînements, soit le 13 janvier 2015. Deux tests intermédiaires ont eu lieu au cours de l'entraînement 4 de l'étude : le 27 janvier 2015 par le groupe ML et le 24 février 2015 par le groupe LM. L'objectif était d'avoir un aperçu du sprint multidirectionnel et de voir si la récupération était complète. Le deuxième test, le 10 février 2015, a été placé 96 heures après la fin des sept entraînements. Le dernier test, le 10 mars 2015, a également eu lieu 96 heures après la fin des 14 entraînements (voir tableau 5). Le groupe contrôle a quant à lui effectué deux tests. La durée entre ces deux tests a été espacée de 8 semaines comme la durée entre le premier (test 1) et le dernier test (test 3) du groupe d'intervention. Les tests ont eu lieu dans la halle de gymnastique de Saint-Imier pour le groupe d'intervention et dans la halle de Corgémont pour le groupe contrôle.

Tab. 5 : Planification des tests de l'étude. (Vert = groupes d'intervention, violet = groupe contrôle, Tint. = test intermédiaire, ML = Groupe multidirectionnel et LM = Groupe unidirectionnel, CON = groupe contrôle).

SEMAINES	JOURS							TESTS
1	12.01	13.01	14.01	15.01	16.01	17.01	18.01	ML + LM 1
2	19.01	20.01	21.01	22.01	23.01	24.01	25.01	CON1
3	26.01	27.01	28.01	29.01	30.01	31.01	01.02	Tint1
4	02.02	03.02	04.02	05.02	06.02	07.02	08.02	
5	09.02	10.02	11.02	12.02	13.02	14.02	15.02	ML + LM 2
6	16.02	17.02	18.02	19.02	20.02	21.02	22.02	
7	23.02	24.02	25.02	26.02	27.02	28.02	01.03	Tint2
8	02.03	03.03	04.03	05.03	06.03	07.03	08.03	
9	09.03	10.03	11.03	12.03	13.03	14.03	15.03	ML + LM 3
10	16.03	17.03	18.03	19.03	20.03	21.03	22.03	CON2

Quatre tests ont été effectués afin d'évaluer les différents paramètres :

- sprint unidirectionnel sur une distance de 20 mètres,
- sprint multidirectionnel sur une distance de 20 mètres avec 4 changements de direction (style slalom) et un angle de 100 degrés,
- sprint stop and go d'une distance de 20 mètres,
- 5 sauts CMJ (counter movement jump).

Pour le protocole des tests, les joueurs commençaient toujours avec l'échauffement standard qu'ils réalisent avant un match de football. Cet échauffement correspond à former 2 colonnes puis courir 4 minutes en échauffant les bras, les épaules, les membres inférieurs avec des pas chassés et des courses latérales avec les jambes croisées, les adducteurs et les abducteurs sur une distance de 20 mètres. Cet échauffement étaient presque identique à celui des entraînements, afin qu'il leur soit familier. Après la course, les joueurs chauffent pendant deux minutes leurs articulations de façon statique : bassin, tête, poignets, chevilles, genoux. A la suite, ils devaient réaliser, uniquement lors de la première séance de tests, cinq sauts CMJ afin de se familiariser avec le mouvement. Une explication leur a été donnée afin qu'ils comprennent correctement le mouvement et que le test se déroule rapidement et dans les meilleures conditions. Une image du saut CMJ leur a également été montrée afin qu'ils se fassent une idée concrète. Pour finir, quatre sprints submaximaux de 20 mètres à environ 70% de leurs capacités ont été effectués.

Pour les tests, tout était placé préalablement dans la salle. D'abord, chaque joueur passait l'un après l'autre aux sauts. Ensuite, chaque joueur passait individuellement, dans l'ordre de la liste de passage, au test du sprint unidirectionnel. Cette liste était placée au départ. Chacun devait effectuer deux passages en respectant les 2 minutes de récupération. Puis, ils se déplaçaient au sprint multidirectionnel avec à nouveau le même ordre de passage et les deux répétitions. La séance des tests se terminait avec le sprint stop and go, toujours dans le même ordre de passage mais avec un seul passage.

#### 4.5. Entraînements

En tout, 14 entraînements ont été réalisés à raison de deux entraînements par semaine. Un avait lieu le mardi et le second le jeudi, voir le tableau 6.

Tab. 6 : Planification des entraînements pour le groupe test : entraînement (en rouge) et reprise du championnat (en bleu).

	SEMAINES	JOURS							ENTRAÎNEMENT
PHASE 1	1	12.01	13.01	14.01	15.01	16.01	17.01	18.01	1
	2	19.01	20.01	21.01	22.01	23.01	24.01	25.01	2-3
	3	26.01	27.01	28.01	29.01	30.01	31.01	01.02	4-5
	4	02.02	03.02	04.02	05.02	06.02	07.02	08.02	6-7
<b>CHANGEMENT DE SPRINT</b>									
PHASE 2	5	09.02	10.02	11.02	12.02	13.02	14.02	15.02	1
	6	16.02	17.02	18.02	19.02	20.02	21.02	22.02	2-3
	7	23.02	24.02	25.02	26.02	27.02	28.02	01.03	4-5
	8	02.03	03.03	04.03	05.03	06.03	07.03	08.03	6-7
	9	09.03	10.03	11.03	12.03	13.03	14.03	15.03	
	10	16.03	17.03	18.03	19.03	20.03	21.03	22.03	

Les entraînements se déroulaient dans la halle de gymnastique à Saint-Imier. Seuls les joueurs du groupe d'intervention ont participé aux entraînements, en plus de leur préparation physique habituelle avec leur entraîneur. Les entraînements duraient entre 25 et 30 minutes. Cela variait en fonction de la charge de l'entraînement, donc du nombre de répétitions. Les entraînements étaient placés en début de séance. Deux groupes homogènes ont été formés, le groupe A et le groupe B suite aux résultats du premier test. Les groupes sont restés les mêmes tout au long de l'étude. Les entraînements ont été inspirés dans l'ensemble par l'étude de Young et al. (2001). La presque totalité des entraînements a été supervisée par l'auteur de cette étude. Les entraîneurs avaient placé certains matchs amicaux lors des entraînements. C'était donc l'entraîneur, selon des directives données par l'auteur de l'étude, qui donnait l'entraînement de la vitesse avant le match à ces joueurs. Pour

les présences à l'entraînement, les joueurs devaient assister à au moins 5 entraînements sur 7, donc au total 10 entraînements sur 14, ce qui nous fait environ 70% de présence aux entraînements. Dans le cas contraire, le joueur ne pouvait pas participer aux tests finaux.

Pour le protocole d'entraînement, les joueurs effectuaient presque le même échauffement que lors des tests, seul les sauts CMJ étaient enlevés du protocole. L'échauffement durait en moyenne 7-8 minutes. Ensuite, les joueurs se répartissaient dans leur groupe, soit A ou B. Le groupe A a commencé par les sprints unidirectionnels et le groupe B par les sprints multidirectionnels. Après les sept premiers entraînements et les tests 2, le type de sprint a été inversé. Le groupe A a continué les entraînements en réalisant des sprints multidirectionnels et le groupe B des sprints unidirectionnels. Les entraînements étaient identiques pour les deux groupes (voir tableau 7).

*Tab. 7 : Programme d'entraînement du sprint unidirectionnel et multidirectionnel.*

Entraînements	Nombre de répétitions x distance (m)	Récupération entre les répétitions	Intensité (% du maximum)	Angle du changement directionnel (°)	Nombre de changements de direction
<b>1 et 2</b>	9 x 20	Complète	100	100	4
<b>3 et 4</b>	10 x 20	Complète	100	100	4
<b>5, 6 et 7</b>	11 x 20	Complète	100	100	4
<b>CHANGEMENT D'ENTRAÎNEMENT</b>					
<b>1 et 2</b>	9 x 20	Complète	100	100	4
<b>3 et 4</b>	10 x 20	Complète	100	100	4
<b>5, 6 et 7</b>	11 x 20	Complète	100	100	4

Les joueurs devaient effectuer chaque répétition de sprint à une intensité maximale. Pour que la récupération soit complète, les joueurs patientaient deux minutes avant de débiter un nouveau sprint. Aubert et Choffin (2011), expliquent qu'il faut une minute de récupération pour 10 mètres de course pour le système anaérobie alactique. Les joueurs de l'étude ont donc respecté 2 minutes de récupération pour 20 mètres de course. Toutes les deux séances, une répétition était ajoutée à l'entraînement afin d'augmenter l'intensité, voir tableau 7. Pour les changements de

direction, l'angle ainsi que le nombre de changements de direction sont toujours restés les mêmes.

#### **4.6. Les paramètres de mesure**

Quatre paramètres de mesure ont été étudiés : la vitesse linéaire, la vitesse multidirectionnelle (zigzag), la vitesse multidirectionnelle (stop and go) et la vitesse verticale. Ces paramètres sont expliqués en détail et individuellement dans le point 1.2. Vitesse horizontale et verticale.

#### **4.7. L'analyse statistique**

L'analyse des données a été faite avec le programme SPSS. Selon le test d'échantillon de Kolmogorov Smirnov (dans les annexes), toutes les données sont normalement distribuées. Le test t a ainsi pu être utilisé pour analyser les différents paramètres, vu que les données sont paramétriques.

Trois méthodes ont été utilisées pour l'analyse statistique des résultats, comparaison des valeurs moyennes au sein d'un groupe par trois points de mesure, comparaison des valeurs moyennes au sein d'un groupe avec plus de trois points de mesure et un calcul de corrélation.

## 5. Résultats

Tab. 8 : Données anthropométriques des joueurs. (Moyenne  $\pm$  écart-type).

	Groupe multidirectionnel (ML)	Groupe unidirectionnel (LM)	Groupe contrôle (CON)
<b>Nombre de joueurs</b>	14	14	13
<b>Âge</b>	25,43 $\pm$ 6,65	21,86 $\pm$ 4,87	21,92 $\pm$ 4,66
<b>Taille (cm)</b>	175,43 $\pm$ 6,26	177,21 $\pm$ 5,96	177,08 $\pm$ 6,45
<b>Poids (kg)</b>	72,36 $\pm$ 7,50	72,36 $\pm$ 7,78	71,85 $\pm$ 7,24

Dans le tableau 8, ci-dessus, nous pouvons remarquer qu'il manque 7 joueurs dans le groupe d'intervention et 1 joueur dans le groupe contrôle par rapport aux données du point 4.1. Comme expliqué dans le point 2.2.1, trois joueurs (deux de la première équipe et un de la deuxième équipe du FC Saint-Imier) faisant partie du groupe d'intervention ont été touchés aux ischios-jambiers lors des matchs amicaux disputés durant la préparation. Un joueur s'est blessé aux quadriceps lors des entraînements. Deux joueurs avaient une présence inférieure à 60%. Ils n'ont donc pas pu prendre part à tous les entraînements et aux tests finaux. Pour le joueur absent du groupe contrôle, il n'a pas pu prendre part aux tests finaux pour des raisons professionnelles. Au final, 28 personnes ont participé à l'étude complète pour le groupe test et 13 personnes ont participé aux tests finaux pour le groupe CON.

### 5.1. Sprint unidirectionnel

Selon la figure 18, il n'y a aucun changement significatif entre les trois tests pour le groupe multidirectionnel. Pour le groupe unidirectionnel, il y a un changement significatif entre le test 1 et le test 2 où les joueurs vont plus vite, et entre le test 2 et le test 3 où les joueurs vont plus lentement. Cependant, malgré une diminution de la vitesse de course entre le test 1 et le test 3, elle n'est pas significative. Pour le groupe contrôle, il y a un changement significatif entre le test 1 et le test 3 où les joueurs courent plus lentement.

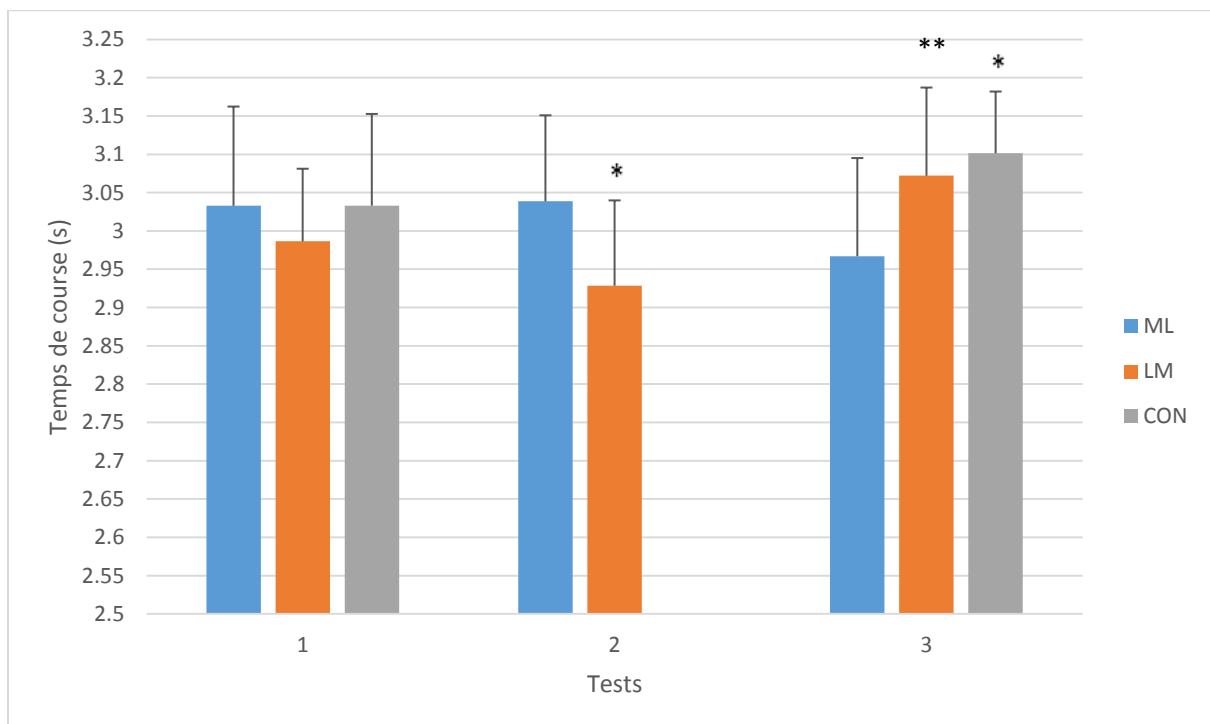


Fig. 18 : Comparaison des moyennes des tests 1, 2 et 3 pour le sprint unidirectionnel entre le groupe multidirectionnel (ML), le groupe unidirectionnel (LM) et le groupe contrôle (CON). Les valeurs sont significatives\* si  $p < 0,05$  et les valeurs sont hautement significatives\*\* si  $p < 0,01$ .

## 5.2. Sprint multidirectionnel

Selon la figure 19, le groupe multidirectionnel court significativement plus vite entre le test 1 et le test 2 ainsi qu'entre le test 1 et le test 3. Par contre, on ne peut pas noter de résultat significatif entre le test 2 et le test 3. Le groupe unidirectionnel, quant à lui, court significativement plus vite entre le test 1 et le test 2. Cependant, on ne peut pas noter une amélioration significative entre le test 1 et le test 3, malgré le fait que le groupe s'améliore. On peut constater une diminution de la vitesse de course entre le test 2 et le test 3, mais elle n'est pas significative. Pour le groupe contrôle, on ne remarque aucun changement significatif entre le test 1 et le test 3, malgré un ralentissement de la vitesse de course.

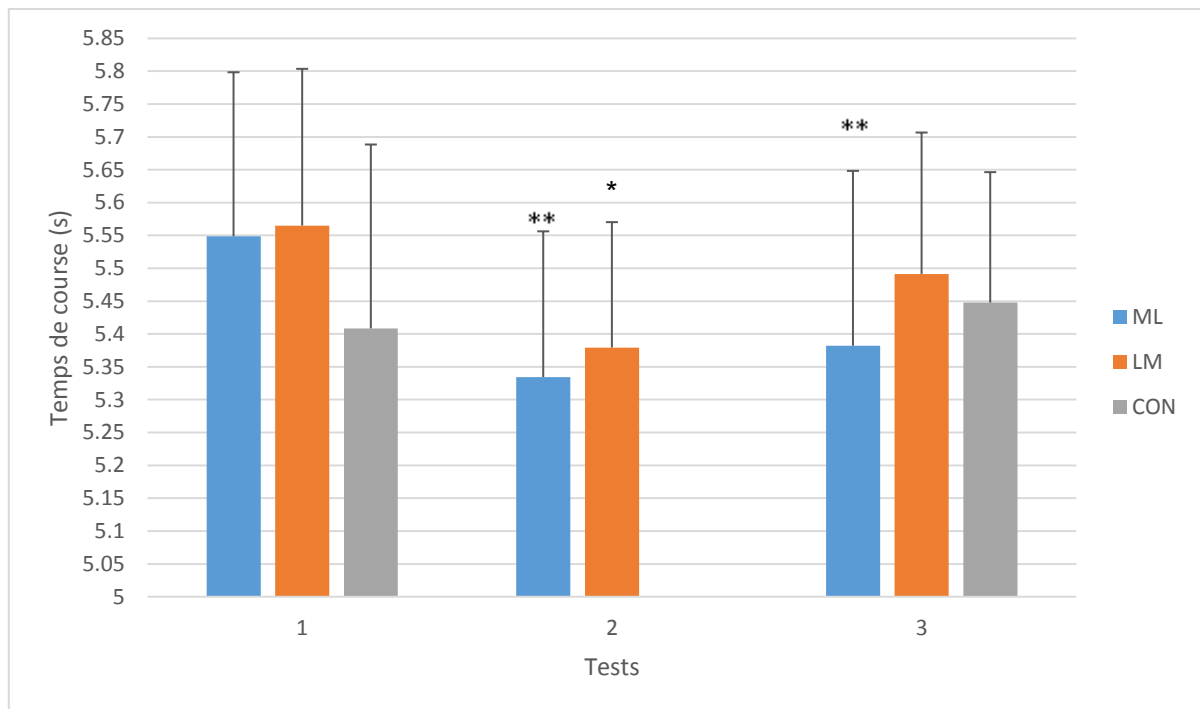


Fig. 19: Comparaison des moyennes des tests 1, 2 et 3 pour le sprint multidirectionnel entre le groupe multidirectionnel (ML), le groupe unidirectionnel (LM) et le groupe contrôle (CON). Les valeurs sont significatives\* si  $p < 0,05$  et les valeurs sont hautement significatives\*\* si  $p < 0,01$ .



### 5.3. Sprint stop and go

Selon la figure 20, le groupe multidirectionnel court plus vite entre le test 1 et le test 2, entre le test 2 et le test 3 ainsi qu'entre le test 1 et le test 3. Cependant, on ne peut pas noter une amélioration de la course significative entre chacun d'eux. Le groupe unidirectionnel, quant à lui, court significativement plus vite entre le test 1 et le test 2. Cependant, on ne peut pas noter une diminution de la vitesse de course significative entre le test 2 et le test 3 et une amélioration de la vitesse de course significative entre le test 1 et le test 3. Quant au groupe contrôle, aucun changement significatif entre le test 1 et le test 3 n'est à signaler.

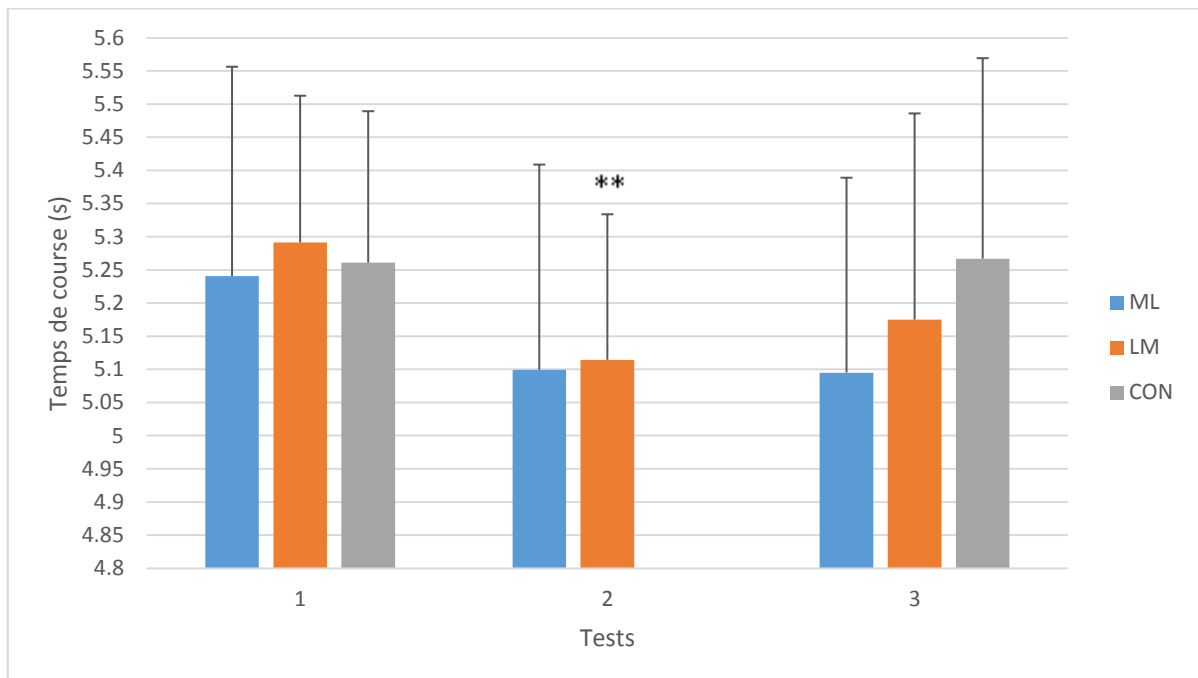


Fig. 20: Comparaison des moyennes des tests 1, 2 et 3 pour le stop and go entre le groupe multidirectionnel (ML), le groupe unidirectionnel (LM) et le groupe contrôle (CON). Les valeurs sont significatives\* si  $p < 0,05$  et les valeurs sont hautement significatives\*\* si  $p < 0,01$ .

#### 5.4. CMJ

Selon la figure 21, le groupe multidirectionnel saute moins haut de manière significative entre le test 1 et le test 2 et entre le test 1 et le test 3. Par contre, la hauteur du saut entre le test 2 et le test 3 est presque la même. Le groupe unidirectionnel saute moins haut entre le test 1 et le test 2, entre le test 1 et le test 3 ainsi qu'entre le test 2 et le test 3. Cependant, on ne peut pas noter une diminution de la hauteur du saut de manière significative entre chacun d'eux. Quant au groupe contrôle, aucun changement significatif entre le test 1 et le test 3 n'est constaté, malgré une amélioration de la hauteur du saut.

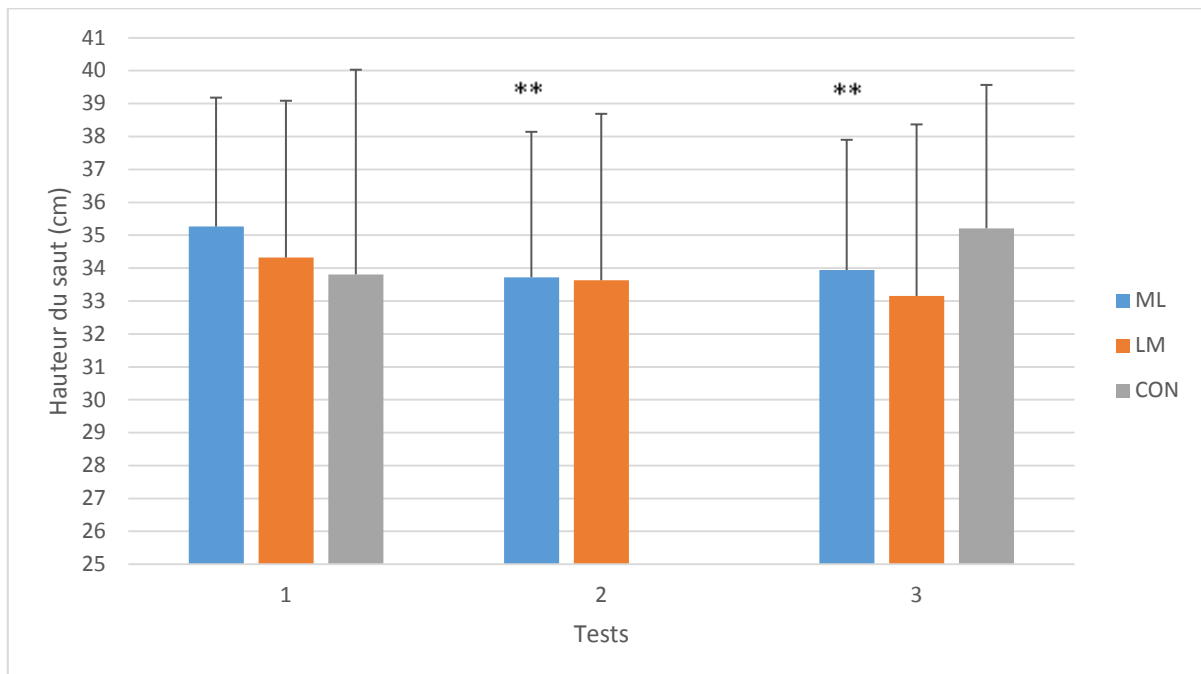


Fig. 21 : Comparaison des moyennes des tests 1, 2 et 3 pour le CMJ (saut vertical) entre le groupe multidirectionnel (ML), le groupe unidirectionnel (LM) et le groupe contrôle (CON). Les valeurs sont significatives\* si  $p < 0,05$  et les valeurs sont hautement significatives\*\* si  $p < 0,01$ .

#### 5.5. Groupe d'intervention

Pour les résultats du groupe d'intervention multidirectionnelle, voir le tableau 9, le sprint en ligne droite est significativement plus lent entre la première phase et la deuxième phase. De même pour le saut vertical, les joueurs sautent significativement moins haut lors de la deuxième phase. Pour le sprint multidirectionnel et le stop and

go, les joueurs courent plus vite que lors de la phase 1, mais il n'y a pas de valeur significative entre les deux phases.

Pour les résultats du groupe d'intervention unidirectionnelle, on peut constater dans le tableau 9 que lors du sprint en ligne droite, les joueurs courent plus rapidement entre la première et la deuxième phase de manière hautement significative. Cependant, pour le saut vertical, les joueurs sautent, comme pour l'intervention multidirectionnelle, significativement moins haut entre les deux phases. Pour le sprint multidirectionnel et le stop and go, les joueurs courent, comme pour l'intervention multidirectionnelle, plus vite que lors de la phase 1, mais il n'y a pas de valeur significative entre les deux phases.

Tab. 9 : Comparaison et analyse des résultats de l'intervention unidirectionnelle et multidirectionnelle avec les différents tests. Les valeurs sont significatives\* si  $p < 0,05$  et les valeurs sont hautement significatives\*\* si  $p < 0,01$ .

INTERVENTION UNIDIRECTIONELLE (INTLIN)								
	Sprint unidirectionnel		Sprint multidirectionnel		Stop ang go		CMJ	
Tests	1	3	1	3	1	3	1	3
Nombre	28		28		28		28	
Moyenne	3,0125	2,9479	5,4496	5,3807	5,1954	5,1046	34,0202	33,7845
Écart-type	,10550	,11942	,25475	,22724	,28144	,25471	4,52003	4,45959
Test t	3,766		1,750		2,167		,527	
Sig. <sup>a</sup>	,001**		,092		,039*		,603	
INTERVENTION MULTIDIRECTIONELLE (INTMUL)								
	Sprint unidirectionnel		Sprint multidirectionnel		Stop ang go		CMJ	
Tests	1	3	1	3	1	3	1	3
Nombre	28		28		28		28	
Moyenne	2,9796	3,0564	5,4654	5,4118	5,1871	5,1136	34,5274	33,4000
Écart-type	,12951	,11268	,23410	,22901	,27556	,28316	4,46677	4,76904
Test t	-3,159		1,209		1,776		2,568	
Sig. <sup>a</sup>	,004**		,237		,087		,016*	

## 5.6. Comparaison des groupes

En regardant le tableau 10, il n'y a presque aucun résultat significatif entre les groupes. Il y a un résultat hautement significatif pour le sprint linéaire (SUD) au test de fin entre le groupe contrôle (CON) et le groupe multidirectionnel (ML). Les moyennes montrent que ML court beaucoup plus vite que CON lors du dernier test. Le second résultat significatif est entre ML et le groupe unidirectionnel (LM) pour SUD lors du test final (3). Les moyennes montrent que le ML court plus vite en ligne droite que LM lors du test final.

Tab. 10 : Comparaison entre les différents groupes (unidirectionnel, multidirectionnel et contrôle) et les différents tests unidirectionnel (SUD), multidirectionnel (SMD), stop and go (SG) et countermovement Jump (CMJ). CON = groupe contrôle, ML = groupe multidirectionnel, LM = groupe unidirectionnel. Sig<sup>b</sup> = sig (bilatéral). N = nombre de personnes. M = Moyenne. T = test. Les valeurs sont significatives\* si  $p < 0,05$  et les valeurs sont hautement significatives\*\* si  $p < 0,01$ .

		CON			ML			LM		
	N	13			14			14		
		M	t1-2	Sig <sup>b</sup> 1-2	M	t2-3	Sig <sup>b</sup> 2-3	M	t3-1	Sig <sup>b</sup> 3-1
Test d'entrée	SUD	3,033 1	,005	,996	3,0329	1,082	,289	2,9864	1,126	,271
	SMG	5,408 5	-1,375	,181	5.5486	-,178	,860	5,5650	-1,568	,129
	SG	5,260 8	,188	,853	5.2407	-,492	,627	5,2914	-,354	,726
	CMJ	33,80 77	-,734	,470	35.2643	,573	,571	34,3190	-,241	,812
Test de fin	SUD	3,101 5	3,232	,003**	2.9671	-2,280	,031*	3,0721	,763	,453
	SMD	5,447 7	,721	,478	5.3821	-1,195	,243	5,4914	-,548	,589
	SG	5,266 9	1,498	,147	5.0950	-,700	,490	5,1750	,778	,444
	CMJ	35,21 03	,794	,435	33.9405	,450	,656	33,1524	1,108	,278

## 5.7. Corrélation

Selon le tableau 11, les résultats du sprint linéaire (SUD) sont significatifs ( $p < 0.05$ ) pour les résultats du sprint multidirectionnel (SMD) et du saut vertical (CMJ). Les résultats SUD sont hautement significatifs ( $p < 0.01$ ) pour les résultats du sprint stop and go (SG). Les résultats SMD, quant à eux, sont significatifs ( $p < 0.05$ ) pour CMJ et hautement significatifs ( $p < 0.01$ ) pour SG. Cependant, aucune corrélation n'existe entre SG et CMJ, ( $p > 0.05$ ).

Tab. 11 : Corrélation entre les différents tests et les résultats du test d'entrée. Sprint unidirectionnel (SUD), multidirectionnel (SMD), stop and go (SG) et countermovement Jump (CMJ). Les valeurs sont significatives\* si  $p < 0,05$  et les valeurs sont hautement significatives\*\* si  $p < 0,01$ .

		SUD	SMD	SG	CMJ
Nombre de personnes		41	41	41	41
Moyenne (écart-type)		3,0171 (0,15)	5,5098 (0,26)	5,2644 (0,25)	34,4797 (4,93)
SUD	Corrélation de Pearson	1	.309	.451	-.395
	Sig. (bilatéral)	-	,049*	,003**	,011*
SMD	Corrélation de Pearson	.309	1	.528	-.326
	Sig. (bilatéral)	,049*	-	,000**	,038*
SG	Corrélation de Pearson	.451	.528	1	-,200
	Sig. (bilatéral)	,003**	,000**	-	,210
CMJ	Corrélation de Pearson	-.395	-.326	-,200	1
	Sig. (bilatéral)	,011*	,038*	,210	-

## 5.8. Sprint et récupération

Lors des entraînements, deux tests intermédiaires ont été réalisés, afin de voir si la récupération était totale entre chaque répétition de sprint. Les moyennes sont basées sur 25 personnes, voir la figure 22.

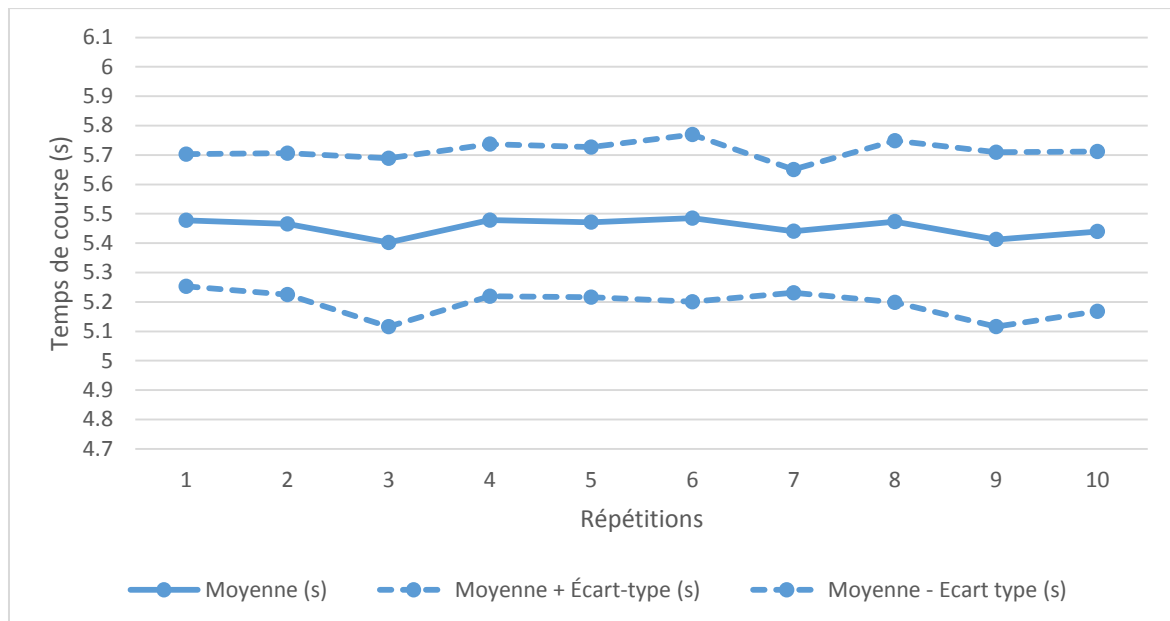


Fig. 22 : Moyennes (N=25) et écarts-type des 10 répétitions lors des 2 tests intermédiaires.

## 6. Discussion

Avant de débiter cette discussion, une nouvelle formulation va être faite sur le but principal de cette étude. Il s'agit de voir si un entraînement de sprint lors de la préparation physique hivernale, qu'il soit unidirectionnel ou multidirectionnel, est nécessaire chez des footballeurs amateurs et s'il peut modifier les paramètres de vitesse unidirectionnelle, multidirectionnelle et verticale. La question de recherche va également être une nouvelle fois formulée: « Quelle est l'importance de la phase d'entraînement unidirectionnel sur la vitesse unidirectionnelle, multidirectionnelle et verticale ? De même, quelle est l'importance de la phase d'entraînement multidirectionnel sur la vitesse unidirectionnelle, multidirectionnelle et verticale ? »

### 6.1. Analyse des résultats des différents tests

Dans cette partie, une analyse des résultats obtenus lors de l'étude va être détaillée. Pour le sprint unidirectionnel, le groupe unidirectionnel (LM) qui a donc commencé l'étude avec la phase d'entraînement du sprint unidirectionnel court plus vite de manière significative lors du test 2 que lors du premier test. Alors que le groupe multidirectionnel (ML), qui a commencé l'étude avec la phase d'entraînement de sprint multidirectionnel, court presque à la même vitesse lors du deuxième test que lors du premier. Lors du troisième test, LM court plus lentement de manière hautement significative que lors du deuxième test. Le groupe contrôle (CON), sans entraînement spécifique de la vitesse, court quant à lui plus lentement de manière significative lors du troisième test que lors du premier. On peut donc en déduire que la phase d'entraînement du sprint unidirectionnel, situé en premier ou en deuxième, a un impact positif (les joueurs courent plus vite) sur la vitesse en ligne droite. Cependant, la phase d'entraînement de sprint multidirectionnel, qu'elle soit placée en premier ou en deuxième, a un impact négatif (les joueurs courent moins vite) sur la vitesse en ligne droite. Cela peut s'expliquer par le fait que le sprint multidirectionnel est très spécifique et ne permet pas d'entraîner la vitesse d'accélération à proprement parler comme pour un sprint de 20 mètres en ligne droite, étant donné qu'il faut toujours alterner accélération et décélération lors des virages. Aucun entraînement de sprint en ligne droite n'a un impact négatif (les joueurs courent moins vite) sur la vitesse en ligne droite.

Pour les résultats de sprint multidirectionnel, LM court plus vite de manière significative lors du deuxième test que lors du premier, même que les joueurs ont suivi en premier lieu la phase d'entraînement unidirectionnel. ML court également plus vite au test 2 que lors du premier test, mais de manière hautement significative. Il se peut que lors du test 1 les joueurs découvraient le tracé du sprint multidirectionnel, course en zigzag, alors que dans le test 2 ils connaissaient déjà le parcours. Un autre aspect, comme vu dans le point 2.2.2, est que le sprint en ligne droite fait partie des composants de l'agilité et plus particulièrement de la vitesse multidirectionnelle. On peut donc dire que la phase d'entraînement unidirectionnel, sans croisement d'entraînement, a un impact positif sur la vitesse multidirectionnelle. Cependant, lors du test 3, le LM, malgré le fait qu'il a suivi la

phase d'entraînement du sprint multidirectionnel, court plus lentement que lors du deuxième test mais plus rapidement que lors du test 1. ML, qui a suivi l'entraînement unidirectionnel lors de la phase 2, court plus lentement entre les tests 2 et 3. Cependant il court plus rapidement de manière hautement significative entre le test 1 et le test 3. CON court à nouveau plus lentement entre le premier et le dernier test. Les constats sont que le couplement de la phase multidirectionnelle puis unidirectionnelle améliore nettement la vitesse multidirectionnelle. Cependant, la phase d'entraînement multidirectionnel suivie de la phase d'entraînement unidirectionnel diminue légèrement la vitesse multidirectionnelle. La phase d'entraînement en ligne droite suivie de la phase d'entraînement multidirectionnel diminue la vitesse multidirectionnelle. Il se peut que le fait d'entraîner la vitesse en ligne droite ne permette pas d'entraîner l'alternance accélération-décélération spécifique au sprint multidirectionnel. Cela s'explique peut-être par le fait que les joueurs arrivent trop vite avant le virage et n'arrivent pas à tourner malgré une acclimatation antérieure de sept entraînements. Il se peut aussi que les entraîneurs n'aient pas respecté à la lettre les directives et qu'ils aient simplement exercé le sprint unidirectionnel avec leurs joueurs lorsqu'ils donnaient les entraînements eux-mêmes. Sans entraînement, il y a une régression de la vitesse multidirectionnelle.

Pour le sprint stop and go, on remarque que LM court plus vite de manière hautement significative lors du test 2 en ayant suivi en premier lieu la phase d'entraînement unidirectionnel. ML court plus vite lors du test 2 que lors du test 1. On peut donc dire que la phase d'entraînement unidirectionnel, placée en premier, a un impact positif sur le changement de direction « stop and go » qui est plus prononcé que la phase d'entraînement multidirectionnel. Lors du test 3, LM court plus lentement que lors du deuxième test, mais plus rapidement que lors du test 1. ML, qui a suivi l'entraînement unidirectionnel entre le test 2 et 3, court légèrement plus rapidement au test 3, mais il court aussi plus rapidement qu'entre le test 1 et le test 3. CON court légèrement moins vite lors du test 3 que lors du premier test. On peut donc dire que la phase d'entraînement unidirectionnel, placée en premier ou en deuxième, a un impact positif sur les changements de direction. Par contre, la phase d'entraînement multidirectionnel, placée en deuxième, a un impact négatif sur les changements de direction. Comme pour le sprint uni- et multidirectionnel, il n'y a pas d'amélioration de la vitesse sans entraînement.



Voici maintenant l'analyse du saut vertical (CMJ) qui est le dernier des quatre tests. LM saute moins haut de manière hautement significative entre le test 1 et le test 2. Par contre, entre le test 1 et le test 3, LM saute moins haut de manière hautement significative. ML saute également moins haut du test 1 au test 2, du test 2 au test 3 et du test 1 au test 3; cependant, pas de manière significative. CON, quant à lui sans entraînement de la vitesse, saute plus haut entre le premier et le dernier test. Il est possible d'en déduire que l'entraînement de la vitesse, qu'elle soit uni- et/ou multidirectionnelle, a un effet négatif (saute moins haut) sur le saut vertical. L'entraînement de la vitesse horizontale spécifique ne nous permet donc pas d'améliorer la vitesse verticale. Ce qui est contraire à l'étude de Shalfawi et al. (2012) dans le point 2.3., où grâce à l'entraînement de sprints répétés, les joueurs améliorent le saut CMJ de manière significative.

## **6.2. Analyse des groupes d'intervention**

Voici l'analyse des groupes d'intervention unidirectionnel (INTLIN) ou multidirectionnel (INTMUL). Comme vu dans le point 5.5., INTLIN a des résultats hautement significatifs pour le sprint unidirectionnel et significatifs pour le sprint stop and go. Les phases d'entraînement du sprint unidirectionnel ont un impact positif (court plus vite) sur la vitesse en ligne droite. Les constats ne sont pas tout à fait les mêmes que pour l'étude de Young (2001). Dans l'étude crossover, l'entraînement de la vitesse en ligne droite consolide et améliore la vitesse en ligne droite, mais il y a une légère amélioration, mais pas significative, dans le sprint multidirectionnel. Contrairement à Young (2001) où il n'y a aucune amélioration dans le sprint multidirectionnel. Cependant, il est étonnant de constater que les résultats pour le sprint stop and go sont meilleurs lors du deuxième test. Il se peut que lors du premier passage les joueurs dépassaient correctement la ligne, alors que lors du deuxième test ils la touchaient uniquement avec le pied. Une autre raison peut être que le sprint stop and go est moins spécifique que le sprint multidirectionnel en zigzag comme ce ne sont pas des virages mais des blocages (décélération et accélération complète) que la personne doit alterner lors de sa course. Il se peut aussi que le sprint unidirectionnel permet mieux d'entraîner le sprint stop and go que le second étant donné que les courses du sprint stop and go se font également en ligne droite.

Le sprint unidirectionnel permettrait donc de mieux entraîner ce type de sprint multidirectionnel. Par contre, INTLIN diminue la hauteur du saut vertical mais pas de manière significative.

INTMUL, comme vu dans le point 5.5., a des résultats hautement significatifs pour le sprint unidirectionnel et significatifs pour le saut vertical. Cependant, ces résultats sont tous les deux négatifs dans le sens que les joueurs courent moins vite et qu'ils sautent moins haut après avoir suivi l'entraînement. Ces résultats rejoignent l'étude de Young (2001) dans laquelle il démontre que l'entraînement de l'agilité permet de progresser dans les sprints d'agilité, mais produit seulement des petites améliorations dans le sprint en ligne droite. Cependant, pour cette étude crossover il y a une perte de vitesse lors du sprint unidirectionnel après la phase d'entraînement multidirectionnel. Cela peut être dû au fait que l'on ne transfère pas les adaptations obtenues lors du sprint multidirectionnel au sprint unidirectionnel, parce qu'ils demandent chacun des capacités trop spécifiques, qu'ils sont trop différents l'un de l'autre. Le sprint multidirectionnel (zigzag) et multidirectionnel (stop and go) obtiennent des résultats plus rapides après entraînement du sprint multidirectionnel, mais les chiffres ne sont pas significatifs malgré une amélioration d'environ 5 secondes pour le sprint multidirectionnel et 7 secondes pour le sprint stop and go. Une intervention de sept entraînements ne permet pas d'améliorer les deux types de vitesse multidirectionnelle (zigzag et stop and go). Il se peut également que l'entraînement était trop court. Mais aussi que les joueurs n'aient pas donné le maximum lors de chaque entraînement ou que les entraîneurs n'aient pas suivi à la lettre ce qui leur avait été demandé. La phase d'entraînement du sprint multidirectionnel a également un impact négatif sur le saut vertical, comme pour la phase d'entraînement du sprint unidirectionnel. Un entraînement de la vitesse spécifique, sans ajout d'un entraînement spécifique qui comporte des sauts verticaux et du renforcement musculaire lié aux sauts, ne permet donc pas d'améliorer la vitesse verticale.

### 6.3. Analyse de la comparaison des groupes

Lors des premiers tests, aucun n'est significatif. Cela montre que tous les groupes étaient de même niveau avant de commencer les entraînements. Ils partent de la même base au niveau de la vitesse et des sauts. Aucun groupe n'est supérieur à un autre avant de débiter les entraînements. Après les phases d'entraînement unidirectionnel et multidirectionnel, nous avons deux résultats significatifs entre les groupes (ML, LM, CON), dont un hautement significatif. Après les entraînements, CON court nettement moins vite que ML. De même, ML court plus vite que CON. On peut dire que grâce à l'entraînement composé en premier de la phase multidirectionnelle puis en deuxième de la phase unidirectionnelle, ML court plus vite CON et LM. Cela peut être dû au fait que ML a fini avec la phase d'entraînement unidirectionnel.

### 6.4. Analyse des corrélations entre les différents tests d'entrée

Suite aux résultats des corrélations entre les différents tests, une relation existe entre presque chaque test. Seul le test stop and go n'a pas de lien avec le saut vertical (CMJ). Les corrélations ont été calculées avec les résultats des tests d'entrée. Les joueurs n'avaient encore suivi aucun entraînement spécifique de la vitesse. On remarque que pour tous les styles de courses, plus on court vite plus on saute haut, la corrélation de -0.395 étant cependant nettement inférieure aux résultats d'autres études comme montré dans le point 2.2.3. avec des valeurs de corrélation ayant jusqu'à -0.93 pour l'étude de Bosco et al., (1995). Par contre, plus on va vite en vitesse linéaire, moins on est rapide en vitesse multidirectionnelle (zigzag) et (stop and go). Une constatation surprenante est à noter : plus on va vite en multidirectionnelle (zigzag) moins on va vite en stop and go. Comme le montrent Little et Williams (2005), la corrélation entre l'accélération et l'agilité est de 0.346. Dans l'étude, la corrélation entre SUD et SMD est de 0.306. Les résultats sont similaires entre les deux études. Il est donc possible d'émettre les mêmes conclusions que pour le point 2.2.2. Grâce à ces corrélations, il est possible de voir que chaque course est spécifique et requiert une technique propre à elle-même. Les aptitudes nécessaires ne sont pas du tout les mêmes. Lors du sprint multidirectionnel

avec changements de direction, le sujet doit juste accélérer et décélérer au moment de tourner autour du piquet, alors que pour le stop and go le sujet ralentit complètement et doit accélérer à nouveau avec une vitesse nulle.

### **6.5. Analyse de la récupération lors des tests intermédiaires**

La récupération de deux minutes entre chaque sprint est complète et suffisante, parce que la moyenne est constante. Aubert et Choffin (2007) mentionnent qu'il faut une minute de récupération pour dix mètres de sprint. Suite aux résultats, figure 22, on peut dire que cette proposition est donc correcte pour cette étude. Il n'y a pas de régression ou d'amélioration linéaire au fur et à mesure de l'entraînement, comme pour la récupération de 120 et 60 secondes de l'étude de Balsom et al. (1992). La moyenne de chaque sprint est presque identique et les deux derniers sprints sont plus rapides que les deux premiers. On voit même que la courbe de tendance est dirigée vers le bas, donc les sprints sont plus rapides sur la fin de l'entraînement.

### **6.6. Les hypothèses**

Au point 3 se trouve les hypothèses alternatives (H1). Dans cette partie, les hypothèses alternatives vont être reprises pour en faire des hypothèses nulles (HO), afin de pouvoir ou non les rejeter et ainsi affirmer les hypothèses alternatives.

Les quatre premières hypothèses nulles concernent la première phase d'entraînement:

- HO1 : la phase d'entraînement unidirectionnel (groupe LM), placée en premier, n'apporte pas une amélioration significative de la vitesse unidirectionnelle, mais apporte une amélioration significative sur la vitesse multidirectionnelle.
- HO2 : la phase d'entraînement en sprint unidirectionnel (groupe LM), placée en premier, n'améliore pas les résultats pour la vitesse verticale de manière significative.
- HO3 : la phase d'entraînement multidirectionnel (groupe ML), placée en premier, n'apporte pas une amélioration significative sur la vitesse

multidirectionnelle, mais apporte une amélioration significative sur la vitesse unidirectionnelle.

- HO4: la phase d'entraînement multidirectionnel (groupe ML), placée en premier, n'améliore pas la vitesse verticale significativement

En regardant les résultats, le groupe LM a des résultats significatifs au test 2 pour le sprint unidirectionnel, mais pas pour le sprint multidirectionnel. On peut donc rejeter l'hypothèse HO1. Pour HO2, on ne peut pas la rejeter, parce qu'il n'y a pas de résultats significatifs. Tout comme le groupe ML, qui a des résultats significatifs pour le sprint multidirectionnel mais pas unidirectionnel. On peut également rejeter les hypothèses HO3 et HO4. On peut ainsi affirmer les trois hypothèses H11, H13 et H14.

Les quatre hypothèses nulles suivantes concernent la seconde phase d'entraînement:

- HO5 : la phase d'entraînement unidirectionnel (groupe LM), placée en deuxième, n'apporte pas une amélioration significative de la vitesse unidirectionnelle et de la vitesse multidirectionnelle.
- HO6 : la phase d'entraînement multidirectionnel, placée en deuxième, n'apporte pas une amélioration significative de la vitesse multidirectionnelle et de la vitesse unidirectionnelle.
- HO7 : la phase d'entraînement multidirectionnel, placée en deuxième, n'améliore pas la vitesse verticale significativement.
- HO8 : la phase d'entraînement en sprint unidirectionnel, placée en deuxième, n'améliore pas les résultats pour la vitesse verticale de manière significative.

Suite à l'analyse des résultats précédemment effectuée, il n'y a aucun résultat significatif pour le test de sprint unidirectionnel et un résultat hautement significatif de la vitesse multidirectionnelle. Cependant les joueurs courent moins vite. On ne peut donc pas rejeter HO5. Pour HO6, il y a une diminution de la vitesse unidirectionnelle hautement significative et aucune amélioration significative pour le sprint multidirectionnel. On ne peut, à nouveau, pas rejeter HO6. On ne peut pas rejeter HO7, comme la vitesse verticale diminue de manière hautement significative, et également HO8, comme il n'y a aucun résultat significatif. On ne peut ainsi affirmer aucune de ces quatre dernières hypothèses.

## 7. Conclusions

Ce travail a permis d'apporter de nouvelles réponses à la thématique du sprint unidirectionnel et multidirectionnel, et à la façon de l'entraîner chez les amateurs. Les résultats ont montré que la phase d'entraînement unidirectionnel suivie de la phase d'entraînement multidirectionnel ne permet, au final, aucune amélioration significative de la vitesse unidirectionnelle, multidirectionnelle, multidirectionnelle (stop and go) et verticale. Par contre, la phase d'entraînement multidirectionnel suivie de la phase d'entraînement unidirectionnel permet, au final, de progresser significativement en vitesse multidirectionnelle. Mais les joueurs régressent significativement en vitesse verticale. De plus, la phase d'entraînement multidirectionnel ne permet aucune amélioration significative en vitesse unidirectionnelle et en vitesse multidirectionnelle (stop and go).

Cependant, la phase d'intervention unidirectionnelle permet des progrès significatifs en vitesse unidirectionnelle et multidirectionnelle (stop and go), mais ne permet aucune amélioration significative en vitesse multidirectionnelle et verticale. Quant à la phase d'intervention multidirectionnelle, elle provoque des diminutions significatives de la vitesse unidirectionnelle et verticale, mais aucune amélioration significative de la vitesse multidirectionnelle et multidirectionnelle (stop and go).

Ce travail n'a pas permis de confirmer ce que disaient d'autres études, en raison certainement de l'entraînement mené de façon crossover (croisement des phases d'entraînement à la moitié de l'étude). Mais grâce à l'étude crossover, on remarque que même les joueurs de ligues inférieures du football amateur progressent et ont besoin d'un entraînement de la vitesse. Malheureusement, à ce niveau un entraînement spécifique de la vitesse est souvent négligé, par l'entraîneur, lors d'une préparation physique. Cependant, comme vu dans le point 2.4., la vitesse est capitale dans un match de football et c'est grâce à elle que l'on peut faire la différence par rapport à l'adversaire.

Les vitesses unidirectionnelle et multidirectionnelle sont très spécifiques et uniques. L'entraînement de l'une ou l'autre de ces disciplines ne permet pas, comme vu dans les études de Young (2001), Haugen et al. (2013) et Wong et al. (2012), d'entraîner la seconde. Elles requièrent chacune d'elles des compétences différentes. Mais grâce à l'étude, on constate aussi que la vitesse multidirectionnelle (avec virage) et la

vitesse multidirectionnelle (stop and go) sont très différentes et qu'il faut les entraîner toutes les deux séparément. Même si de prime abord on pourrait croire qu'elles sont identiques, étant donné qu'elles portent le même nom et qu'elles sont toutes les deux composées de changements de direction.

En plus d'un entraînement spécifique de la vitesse, il est possible qu'un entraînement sur la technique de course puisse améliorer considérablement les résultats de la vitesse autant pour la course en ligne droite que pour la course multidirectionnelle. La technique de course est souvent méconnue des footballeurs amateurs et peu, voire pas entraînée. Que ce soit pour le sprint multidirectionnel ou unidirectionnel, un entraînement de la technique de course pourrait améliorer la vitesse de course.

L'une des composantes importantes du sprint, qui revient souvent dans les différentes études, est l'entraînement de la force afin d'améliorer la vitesse. Elle est d'ailleurs l'une des composantes du tableau de l'agilité de Young, James, et Montgomery (2002) qui se trouve au point 2.2.2. Dans cette étude, ayant fait un entraînement uniquement basé sur l'entraînement de la vitesse, il se peut qu'en couplant un entraînement des facteurs de la force et de la vitesse, les résultats soient encore plus significatif.

### **7.1. Points forts et limites du travail**

Les points forts de ce travail sont premièrement les entraînements. Ils sont réalisables pour tous et la mise en place d'un tel entraînement ne demande pas de matériel spécial, hormis cinq poteaux pour le sprint multidirectionnel, deux cônes pour le sprint unidirectionnel et une chevillère pour mesurer les distances. L'entraînement est aussi réalisable sur n'importe quelle surface : tartan, herbe, synthétique, en intérieur ou en extérieur. C'est un entraînement standard de la vitesse. L'intensité était adaptée à des joueurs de ligues inférieures. On peut donc, en augmentant le nombre de répétitions, augmenter l'intensité de l'entraînement selon les besoins personnels ou le niveau de l'équipe. La mise en place de l'entraînement de la vitesse pour cette étude, est également très rapide et très facile à installer. Cet entraînement de la vitesse prend peu de temps lors d'un entraînement, il dure une vingtaine de minutes. La durée dépend du nombre de répétitions. Le matériel pour les tests n'est pas trop onéreux.

Les limites de cette étude sont, en premier lieu, que les résultats dépendent de la motivation et de l'investissement de chaque joueur lors de chaque entraînement. Ils dépendent également de la présence de chaque joueur aux entraînements, ce qui est très compliqué à obtenir. Dans les ligues inférieures du monde du ballon rond, les personnes font ce sport par passion et elles ont tendance à mettre de côté l'aspect des règles de la vie en équipe. Les joueurs viennent à l'entraînement quand ils sont disponibles. Le football passe souvent après le travail, la famille, les amis. Il fallait rappeler aux joueurs, chaque début de semaine, que leur présence était indispensable, ce qui demandait une grande dépense d'énergie et un grand investissement. C'est donc problématique d'avoir une présence élevée aux entraînements de la part des joueurs. Or, pour obtenir des résultats plus significatifs une présence de 90% aurait été nécessaire. Une autre difficulté a été l'investissement et la motivation des entraîneurs. Quelques problèmes ont été rencontrés avec un des deux entraîneurs du groupe d'intervention qui voulait suivre son programme d'entraînement en oubliant l'accord qui avait été conclu. Il changeait les jours d'entraînement, les annulait, plaçait des matchs à la place des entraînements, ce qui a été très compliqué et pénible à gérer. Il fallait régulièrement lui rappeler le but du travail et l'importance du suivi des entraînements. Il donnait lui-même les entraînements préparé par l'auteur de l'étude, mais les consignes n'étaient pas suivies à la lettre selon le retour de plusieurs joueurs. Toujours en lien avec les entraînements, il se peut que la période de sept semaines fût trop courte et qu'on aurait dû retenir une durée de quatre à cinq semaines pour chaque phase. Au total, cela aurait conduit à un entraînement basé sur dix semaines. Une des limites est que les entraînements ont dû être donnés dans une halle de gymnastique à cause des conditions neigeuses et froides de l'hiver. Cette surface n'est pas celle dont les joueurs de football ont l'habitude, ce sport se pratiquant à l'extérieur sur du gazon et avec des crampons. Les appuis ne sont donc pas du tout les mêmes dans une halle de gymnastique que sur un terrain de football. Les résultats ne seraient certainement pas les mêmes si les tests et les entraînements avaient eu lieu à l'extérieur, à cause des conditions météorologique (vent, pluie, température).



## 7.2. Perspective de nouvelles questions de recherche

Cette étude est très novatrice du point de vue de la phase d'entraînement et des groupes d'études choisis. Encore aucune étude sur l'entraînement crossover n'avait été menée par un chercheur. Le choix des participants avec des joueurs de football homme de ligues amateurs est aussi très novateur parce que la plupart des études ciblent des joueurs professionnels pour leurs travaux. Beaucoup d'études à ce sujet se sont déroulées soit avec des joueurs professionnels ou alors avec des adolescents. Il serait très intéressant de pouvoir comparer cette étude avec d'autres études futures en se basant sur les mêmes tests. Une autre possibilité serait de modifier le groupe ciblé, en prenant les catégories juniors d'un club amateur. Il serait aussi intéressant de modifier la durée, en proposant un entraînement sur dix semaines ou en modifiant l'intensité des entraînements de l'étude. On pourrait commencer avec un nombre de séries plus élevé que pour la présente étude. Une chose aussi très intéressante serait de construire un programme réunissant dans chaque session d'entraînement la vitesse unidirectionnelle et la vitesse multidirectionnelle. Le but d'assembler ces deux vitesses dans le même entraînement serait de voir si l'entraînement permet d'améliorer les deux vitesses à la fois.

## 8. Remerciements

Je souhaite remercier, en premier lieu, Fabian Lüthi, mon conseiller, pour son investissement, sa collaboration, ses conseils et sa disponibilité tout au long de l'étude. Je remercie la Haute Ecole Fédérale du Sport de Macolin (HEFSM) pour le prêt du matériel de mesures. Je remercie aussi les dirigeants du FC Saint-Imier et du FC La Suze de m'avoir autorisé à intervenir dans leurs équipes actives lors de la préparation physique, afin de réaliser mon travail de master. Je veux surtout remercier les joueurs ainsi que les entraîneurs de ces deux clubs pour avoir participé à mon étude, s'être investis durant plus de deux mois et d'avoir donné le meilleur d'eux-mêmes lors de chaque entraînement. Je veux également remercier mes proches et ma famille pour avoir fait la relecture de mon travail.

## 9. Bibliographie

### Livres et brochures:

Aubert F., Choffin T. (2007). *Athlétisme 3. Les courses*. Paris : Revue EP.S. P. 26-27

Barbier X. (2009-2015). *Entraînement de la vitesse*.

Gaillaud M., Pauly O., Houllier G., Drogba D. (2010). *Gainage pour le footballeur, formation, perfectionnement, optimisation de la performance, prévention*. Paris : Amphora. P.19-21

Hegner J. et Mutti H. (2006). *Théorie de l'entraînement Jeunesse + Sport*. Office fédéral du sport Macolin

Mombaerts E. (1991). *Football, De l'analyse du jeu à la formation du joueur*. Joinville-le-Pont : Actio. P.125-139

Schuchmann H. P. et Schuchmann H. (2005). *Lebensmittelverfahrenstechnik*. Weinheim: Wiley.

Brochure optjump. Discovery our potential. Microgate. Consulté le 09.03.2015.

Disponible sur :

[http://www.optojump.com/OptojumpNext/Media/Folder/Folder\\_FR.PDF](http://www.optojump.com/OptojumpNext/Media/Folder/Folder_FR.PDF)

Borchure Witty. Wireless training timer. Train your time. Microgate. Consulté le

09.03.2015. Disponible sur :

[http://www.microgate.it/MicrogatePortal/media/Brochure/Witty\\_Folder\\_Web\\_FR.pdf](http://www.microgate.it/MicrogatePortal/media/Brochure/Witty_Folder_Web_FR.pdf)

## Revues scientifiques :

Balsom P. D., Seger J. Y., Sjödin B. et Ekblom B. (1992). Maximal-intensity intermittent exercise: effect of recovery duration. *Int J Sports Med*, 7, 528-533.

Bosco C, Belli A, Astrua M, et al. (1995). A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 70, 379- 386.

Carr C., McMahon J. J., Comfort P. (2015). Relationships between jump and sprint performance in first-class county cricketers. *Journal of Trainology*, 4:1-5.

Dellal, A. & Wong, D. P. (2013). Repeated Sprint and Change-of-Direction Abilities in Soccer Players: Effects of Age Group. *Journal of Strength & Conditioning Research*, Volume 27, 2504–2508.

Derbré F., Botcazou M., Sophie V., Jacob C., Lemoine-Morel S., Abderrahaman A.B. & Zouhal H. (2009). Effets de l'entraînement de sprint et du désentraînement sur les variations du volume plasmatique induites par un test supramaximal chez des adolescents. *Science & Sports*, 24, 166–172.

Ferrari Bravo, D., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D. & Wisloff U. (2008). Sprint vs. Interval Training in Football. *Int J Sports Med*, 29, 668–674.

Fournier P.-E. (2011). Prise en charge des lésions musculaires: en prenant pour exemple les ischio-jambiers et le football. *Schweizerische Zeitschrift für « Sportmedizin und Sporttraumatologie »*, 59 (1), 18–21.

Gastin P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med*, 31 (10), 725-741.

Girard O., Mendez-Villanueva A. et Bishop D. (2011). Repeated-Sprint Ability – Part I. Factors Contributing to Fatigue. *Sports Med*, 41 (8), 673-694.

Haugen, T. A., Tonnessen E. & Seiler S. (2013). Anaerobic Performance Testing of Professional Soccer Players 1995–2010. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8, 148-156.

Haugen, T. A., Tonnessen E., Hisdal, J. & Seiler S. (2013). The Role and Development of Sprinting Speed in Soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Brief review.

Horicka, P., Hianik, J. & Simonek, J. (2014). The relationship between speed factors and agility in sport games. *Journal of human sport & exercise*, 1, volume 9.

Jones D. A., Turner D. L., McIntyre D. B., Newham D. J. (2009). Energy turnover in relation to slowing of contractile properties during fatiguing contractions of the human anterior tibialis muscle. *J Physiol*, 587.17, 4329-4338.

Little, T. & Williams, A. G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed and agility in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 76–78.

Nikolaidis, P. T., Dellal, A., Torres-Luque, A. G. & Ingebrigtsen, J. (2014). Determinants of acceleration and maximum speed phase of repeated sprint ability in soccer players: A cross-sectional study. *Science & Sports*, Volume 30, 7-16.

Pivovarniček, P. et al. (2014). A Level of Sprint Ability of Elite Young Football Players at Different Positions. *International Journal of Sports Science*, 4(6A), 65-70.

Raya M. A. et al. (2013). Comparison of three agility tests with male servicemembers: Edgren Side Step Test, T-Test, and Illinois Agility Test. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 50 (7), 951-960.

Shalfawi, S. A. I. & al. (2012). The effect of 40 m repeated sprint training on physical performance in young elite male soccer players. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 6(3): 111-116.

Vigne, G. (2011). *Détermination et variation du profil physique du footballeur de très haut niveau – référence spéciale aux performances athlétiques selon les différents*

*postes de jeu orientant sur la validation d'un test d'agilité*. Thèse. Non publié, Université Claude Bernard, Lyon.

Wong, D. P., Chan, G. S., Smith, A. W. (2012). Repeated-sprint and change-of-direction abilities in physically active individuals and soccer players: training and testing implications. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2324–2330.

Young, W. & Duthie, G. (2001). Resistance Training for Short Sprints and Maximum-speed Sprints. *National Strength & Conditioning Association*, 2, 7–13.

Young, W. B., James, R. & Montgomery I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction. *J Sports Med Phys Fitness*, 42, 282-288.

Young, W. B., McDowell, M. H. & Scarlett, B. J. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (3), 315-319

#### **Cours de l'université :**

Rouvenaz A. (2010). Cours sur la théorie des principes d'entraînement, la Vitesse. Université de Fribourg.

Robert B. (2006). Théorie de l'entraînement I. Université de Neuchâtel.

#### **Référence électronique :**

Aubert F. (2009). Les paradoxes des ischios-jambiers. Consulté le 30 janvier 2015. Disponible sur : <http://www.loa-dz.com/docs/publication/medecine-sportive/ISCHIO-JAMBIERS.pdf>

Carpentier A. L'énergie et le sport. Consulté le 09.06.2015. Disponible sur : [http://www.ulb.ac.be/sciences/intra/inforsc\\_archives/nrj/carpentier.htm#Anchor-Cliqu-64664](http://www.ulb.ac.be/sciences/intra/inforsc_archives/nrj/carpentier.htm#Anchor-Cliqu-64664)

Le Douairon Lahaye S. Evaluation des métabolismes anaérobie et aérobie, Tests de terrain. Laboratoire Mouvement Sport Santé UFR-APS, Université de Rennes.

Consulté le 09.02.2015. Disponible sur : [https://cursus.univ-rennes2.fr/pluginfile.php/215037/mod\\_folder/content/0/Evaluation%20des%20me%CC%81tabolismes%20ae%CC%81robie%20et%20anae%CC%81robie%20sur%20le%20terrain.pdf?forcedownload=1](https://cursus.univ-rennes2.fr/pluginfile.php/215037/mod_folder/content/0/Evaluation%20des%20me%CC%81tabolismes%20ae%CC%81robie%20et%20anae%CC%81robie%20sur%20le%20terrain.pdf?forcedownload=1).

Namurois G. (2009). L'importance de l'entraînement de la force en football. Consulté le 16.03.2015. Disponible sur : <http://www.iclub.be/doc/69/La%20pr%E9paration%20physique%20-%20Guy%20Namurois.pdf>

Théorie d'entraînement Vitesse. J&S Athlétisme. Consulté le 17.12.2015. Disponible sur : [http://swiss-athletics.ch/files/ausbildung/Trainer\\_C/DM\\_Sprint\\_Huerden\\_Staffel/Prsentationen/C\\_109\\_entranement\\_de\\_vitesse\\_f\\_2014-08-18.pdf](http://swiss-athletics.ch/files/ausbildung/Trainer_C/DM_Sprint_Huerden_Staffel/Prsentationen/C_109_entranement_de_vitesse_f_2014-08-18.pdf)

## 10. Annexes

### Courrier envoyé aux entraîneurs et joueurs des équipes d'intervention

Bonjour à tous,

Comme la plupart d'entre vous le savent déjà, je suis en master à l'Université de Fribourg dans le domaine du sport. Au cours de mes années de master, je dois réaliser un travail d'une durée de 6 mois. J'ai choisi comme thème : « L'entraînement crossover sur le sprint continu et le sprint multidirectionnel chez des footballeurs amateurs suisses entre la 3<sup>ème</sup> et la 4<sup>ème</sup> ligue durant la reprise des entraînements hivernaux et l'influence que ces deux entraînements peuvent avoir sur les paramètres de la vitesse, de la puissance et de l'agilité. » Avec l'accord de vos entraîneurs, vous serez « les cobayes » de mon étude. Cette étude se composera d'un échauffement de 15-20 minutes à l'intérieur de la halle de gymnastique à **Saint-Imier** pour se chauffer puis suivis d'un entraînement de 20-30 minutes qui complèteront vos entraînements habituels. **Une présence de plus de 90% aux entraînements** sera obligatoire afin que mes résultats puissent être étudiés. Vous êtes donc les acteurs de ce travail et j'ai besoin de votre discipline pour réaliser ce travail dans les meilleures conditions.

Le premier test aura lieu normalement lors de la reprise de vos entraînements le **mardi 13 janvier 2015** à 20h à l'intérieur de la halle de gymnastique de Saint-Imier. Il est **impératif** que vous soyez présent ce jour-là, sans quoi, vous ne pourrez pas suivre mon travail. Puis les entraînements commenceront à partir du mardi 20 janvier 2015, 2 fois par semaine, l'autre jour est également encore à fixer selon la disponibilité des halles de gymnastique. L'entraînement du sprint est prévu sur 9-10 semaines, divisé en 2 fois 4 semaines d'entraînement avec une pause de 1-2 semaines entre les deux entraînements.

Il est bien entendu **interdit** de vous entraîner à faire des sprints avant le début de ces entraînements ainsi que pendant mon travail (hors des entraînements donnés) afin d'éviter que les résultats soient faussés.

Si vous avez une question, vous pouvez me contacter par natel au 079/782.69.49 ou par e-mail à l'adresse suivante : grossenbacherdamien@gmail.com.

Je me réjouis d'ores et déjà de travailler avec vous et j'espère que vous êtes motivés de pouvoir participer à cette étude. En attendant je vous souhaite de bonnes fêtes de fins d'année.

Cordialement

Damien Grossenbacher

## Test de Kolgorov

Test de Kolmogorov-Smirnov avec un échantillon													
		SprintLin 1	SprintMul 1	SandG 1	CMJ 1	SprintLin 2	SprintMul 2	SandG 2	CMJ 2	SprintLin 3	SprintMul 3	SandG 3	CMJ 3
H		41	41	41	41	28	28	28	28	41	41	41	41
Paramètres de la distribution normale <sup>a, b</sup>	Moyenne	3,0171	5,5098	5,2644	34,4797	2,9836	5,3568	5,1068	33,6750	3,0456	5,4402	5,1768	34,0740
	Ecart-type	,11483	,25919	,25371	4,93381	,12326	,20440	,26331	4,66120	,12254	,22805	,30310	4,50989
Différences extrêmes	Absolue	,113	,097	,087	,133	,104	,116	,119	,084	,077	,079	,111	,061
	Positif	,113	,097	,087	,069	,072	,116	,119	,050	,077	,079	,111	,061
	Négatif	-,084	-,080	-,058	-,133	-,104	-,087	-,111	-,084	-,076	-,055	-,061	-,051
Statistique des tests		,113	,097	,087	,133	,104	,116	,119	,084	,077	,079	,111	,061
Asymp. Sig. (bilatéral)		.200 <sup>c,d</sup>	.200 <sup>c,d</sup>	.200 <sup>c,d</sup>	.065 <sup>c</sup>	.200 <sup>c,d</sup>	.200 <sup>c,d</sup>	.200 <sup>c,d</sup>	.200 <sup>c,d</sup>	.200 <sup>c,d</sup>	.200 <sup>c,d</sup>	.200 <sup>c,d</sup>	.200 <sup>c,d</sup>

a. La distribution de test est normale.

b. Calculé à partir des données.

c. Importance de correction de Lilliefors.

d. Ceci est une limite inférieure de la signification réelle.

## Résultats des différents tests selon les groupes

### Sprint unidirectionnel

	GM			GU			GC	
Tests	1	2	3	1	2	3	1	3
Nombre	14			14			13	
Moyenne	3,0329	3,0386	2,9671	2,9864	2,9286	3,0721	3,0331	3,1015
Écart-type	,12958	,11245	,12815	,09492	,11135	,11517	,11975	,08061
Sig. <sup>a</sup> 1-2	1,000	1,000	-	,047*	,047*	-	-	-
Sig. <sup>a</sup> 1-3	,060	-	,060	,057	-	,057	-	-
t	-	-	-	-	-	-	-2,624	-2,624
Sig. <sup>b</sup> (bilatéral)	-	-	-	-	-	-	,022*	,022*
Sig. <sup>a</sup> 2-3	-	,072	,072	-	,005**	,005**	-	-



**Sprint multidirectionnel**

	GM			GU			GC	
Tests	1	2	3	1	2	3	1	3
Nombre	14			14			13	
Moyenne	5,5486	5,3343	5,3821	5,5650	5,3793	5,4914	5,4085	5,4477
Écart-type	,24970	,22190	,26609	,23851	,19089	,21519	,27985	,19858
Sig.a 1-2	,002**	,002**	-	,011*	,011*	-	-	-
Sig.a 1-3	,004**	-	,004**	,675	-	,675	-	-
t	-	-	-	-	-	-	-1,053	-1,053
Sig <sup>b</sup> (bilatéral)	-	-	-	-	-	-	,313	,313
Sig.a 2-3	-	,752	,752	-	,059	,059	-	-

**Stop and go**

	GM			GU			GC	
Tests	1	2	3	1	2	3	1	3
Nombre	14			14			13	
Moyenne	5,2407	5,0993	5,0950	5,2914	5,1143	5,1750	5,2608	5,2669
Écart-type	,31556	,30938	,29391	,22118	,21946	,31085	,22842	,30228
Sig.a 1-2	,063	,063	-	,001**	,001**	-	-	-
Sig.a 1-3	,070	-	,070	,213	-	,213	-	-
t	-	-	-	-	-	-	-,083	-,083
Sig <sup>b</sup> (bilatéral)	-	-	-	-	-	-	,935	,935
Sig.a 2-3	-	1,000	1,000	-	1,000	1,000	-	-

**CMJ**

	GM			GU			GC	
Tests	1	2	3	1	2	3	1	3
Nombre	14			14			13	
Moyenne	35,2643	33,7214	33,9405	34,3190	33,6286	33,1524	33,8077	35,2103
Écart-type	3,91548	4,41903	3,95738	4,76579	5,05890	5,21391	6,22012	4,35549
Sig. <sup>a</sup> 1-2	.001**	.001**	-	1,000	1,000	-	-	-
Sig. <sup>a</sup> 1-3	.008**	-	.008**	.810	-	.810	-	-
t	-	-	-	-	-	-	-1,334	-1,334
Sig. <sup>b</sup> (bilatéral)	-	-	-	-	-	-	.207	.207
Sig. <sup>a</sup> 2-3	-	1,000	1,000	-	1,000	1,000	-	-

**Résultats pour la comparaison des groupes**

		Nombre de personnes	Moyenne	Écart-type	t	Sig. a
Test d'entrée	SprintLin 1	13	3.0331	.11975	.005	.996
	SprintLin 2	14	3.0329	.12958	.005	.996
	SprintMult 1	13	5.4085	.27985	-1,375	.181
	SprintMult 2	14	5.5486	.24970	-1,369	.184
	SandG 1	13	5.2608	.22842	.188	.853
	SandG 2	14	5.2407	.31556	.190	.851
	CMJ 1	13	33.8077	6.22012	-,734	.470
	CMJ 2	14	35.2643	3.91548	-,722	.479
Test de fin	SprintLin 1	13	3.1015	.08061	3,232	.003**
	SprintLin 2	14	2.9671	.12815	3,286	.003**
	SprintMult 1	13	5.4477	.19858	.721	.478
	SprintMult 2	14	5.3821	.26609	.729	.473
	SandG 1	13	5.2669	.30228	1,498	.147
	SandG 2	14	5.0950	.29391	1,496	.147
	CMJ 1	13	35.2103	4.35549	.794	.435
	CMJ 2	14	33.9405	3.95738	.791	.437

		Nombre de personnes	Moyenne	Écart-type	t	Sig. a
Test d'entrée	SprintLin 2	14	3,0329	,12958	1,082	,289
	SprintLin 3	14	2,9864	,09492	1,082	,290
	SprintMult 2	14	5,5486	,24970	-,178	,860
	SprintMult 3	14	5,5650	,23851	-,178	,860
	SandG 2	14	5,2407	,31556	-,492	,627
	SandG 3	14	5,2914	,22118	-,492	,627
	CMJ 2	14	35,2643	3,91548	,573	,571
	CMJ 3	14	34,3190	4,76579	,573	,571
Test de fin	SprintLin 2	14	2,9671	,12815	-2,280	,031*
	SprintLin 3	14	3,0721	,11517	-2,280	,031*
	SprintMult 2	14	5,3821	,26609	-1,195	,243
	SprintMult 3	14	5,4914	,21519	-1,195	,243
	SandG 2	14	5,0950	,29391	-,700	,490
	SandG 3	14	5,1750	,31085	-,700	,490
	CMJ 2	14	33,9405	3,95738	,450	,656
	CMJ 3	14	33,1524	5,21391	,450	,656

		Nombre de personnes	Moyenne	Écart-type	t	Sig. a
Test d'entrée	SprintLin 1	13	3,0331	,11975	1,126	,271
	SprintLin 3	14	2,9864	,09492	1,116	,276
	SprintMult 1	13	5,4085	,27985	-1,568	,129
	SprintMult 3	14	5,5650	,23851	-1,559	,132
	SandG 1	13	5,2608	,22842	-,354	,726
	SandG 3	14	5,2914	,22118	-,354	,726
	CMJ 1	13	33,8077	6,22012	-,241	,812
	CMJ 3	14	34,3190	4,76579	-,238	,814
Test de fin	SprintLin 1	13	3,1015	,08061	,763	,453
	SprintLin 3	14	3,0721	,11517	,773	,447
	SprintMult 1	13	5,4477	,19858	-,548	,589
	SprintMult 3	14	5,4914	,21519	-,549	,588
	SandG 1	13	5,2669	,30228	,778	,444
	SandG 3	14	5,1750	,31085	,779	,443
	CMJ 1	13	35,2103	4,35549	1,108	,278
	CMJ 3	14	33,1524	5,21391	1,116	,275

### **Déclaration personnelle**

« Je soussigné certifie avoir réalisé le présent travail de façon autonome, sans aide illicite quelconque. Tout élément emprunté littéralement ou mutatis à des publications ou à des sources inconnues a été rendu reconnaissable comme tel.

Lieu et date :

Signature :

## **Droits d'auteur**

« Je soussigné reconnais que le présent travail est une partie constituante de la formation en Sciences du Mouvement et du Sport à l'Université de Fribourg. Je m'engage donc à céder entièrement les droits d'auteur, y compris les droits de publication et autres droits liés à des fins commerciales ou bénévoles à l'Université de Fribourg.

La cession à tiers des droits d'auteurs par l'Université de Fribourg est soumise à l'accord du soussigné uniquement.

Cet accord ne peut faire l'objet d'aucune rétribution financière. »

Lieu et date :

Signature :