DUCASSE Benoît MASTER 2

« Expert en Préparation Physique et Mentale »

Mémoire de recherche :

« La relation entre la force maximale isométrique des extenseurs du genou, la vitesse et la détente verticale chez des footballeurs de CFA »

Présenté par : Benoît DUCASSE

Sous la direction de : Thierry PAILLARD et Roberto BRANCO

Année 20010/2011

Sommaire

I. Introduction ..... p. 18

II. Méthode ..... p. 20

II.1. Sujets

II.2. Protocole

II.3. Matériel

II.4. Mesures

II.4.a. Test de détente

II.4.b. Test de force

II.4.c. Test de vitesse

II.4.d. Analyse statistique

III. Résultats ..... p. 24

IV. Discussion ..... p. 26

V. Conclusion ..... p. 30

Remerciements ..... p. 31

Références ..... p. 31

Annexes ..... p. 33

I. Introduction

La pratique du football requiert de nombreuses qualités physiques, techniques, stratégiques et psychologiques. Ces exigences se vérifient d'autant plus que le niveau de jeu augmente. Parmi les qualités physiques indispensables, un joueur de football a besoin d'un métabolisme aérobie développé. Effectivement, il passe entre 70 et 90 % du temps (selon le poste et le niveau) à courir à une allure lente ou moyenne. Le reste du temps, il effectue des courses intenses et des actions explosives telles que des sprints, des dribbles, des sauts, des frappes et des centres. Ces actions sont déterminantes car elles permettent de faire la différence au cours d'un match. C'est pourquoi il est intéressant et pertinent d'étudier les facteurs qui interviennent dans la production de telles actions. Depuis des années, de nombreux auteurs se sont penchés sur le sujet en examinant des populations de disciplines différentes. Cette revue de littérature commencera d'abord par évoquer les études dont la discipline concerne directement notre mémoire, à savoir le football. Puis, afin de compléter cette synthèse, nous traiterons des études dans lesquelles les populations n'étaient pas issues de cette activité.

Dauty, Bryand et Potiron-Josse[5], lors d'une étude sur vingt joueurs professionnels, ont pu noter une corrélation entre la détente verticale, évaluée par les performances en squat jump, en contre-mouvement jump et en saut vertical départ genoux tendus, et le pic de force concentrique des extenseurs du genou (rapporté au poids de corps et évalué à 180° sec^{-1} avec un dynamomètre isocinétique). L'étude montre aussi que la vitesse, évaluée lors de sprints de 10 et 20 mètres (départ arrêté et départ lancé) est corrélée à ce même pic de force. Les auteurs notent également que les sprints sont inversement liés au pic de force excentrique des fléchisseurs du genou évalués à 60°.sec^{-1}. Wisloff et al. [9], qui estiment qu'il n'y a que trop peu d'études scientifiques sur la relation entre ces trois facteurs dans le football, ont également effectué leurs expériences sur des professionnels (au nombre de dix-sept). Ces auteurs ont pu conclure que la performance sur une répétition maximale en demi-squat (traduisant la force maximale des extenseurs du genou) était corrélée avec la vitesse sur 10 mètres et 30 mètres départ lancé. De plus, la détente, évaluée au travers d'un saut vertical sur une plateforme de force, est également corrélée avec la vitesse sur ces deux distances. Les résultats de ces deux études vont à l'encontre des travaux de Cometti et al.[3] qui ne trouvent aucune corrélation entre les sprints de 10 et 30 mètres départ lancé, les sauts (SJ et CMJ) et la

force isocinétique des extenseurs des genoux, chez des footballeurs professionnels et amateurs.

En axant leur étude uniquement sur la relation de la force des extenseurs du genou avec la détente, Ostenberg et al.[7] se sont intéressés de plus près aux performances des femmes. Ainsi, ils concluent de leurs travaux l'inexistence d'une corrélation entre le pic de force isocinétique à 60°.sec^{-1} et le saut vertical (SJ avec placement des bras libre). Par contre, ils trouvent une corrélation entre le pic de force à 180°.sec^{-1} et ce saut.

Dans des travaux issus de disciplines différentes du football, Augustson et al.[2] ainsi que Pincivero et al.[8] ont, sur des individus sportifs et en bonne santé, trouvé une importante corrélation entre le pic de force de ces groupes musculaires et différents sauts. La différence entre ces deux travaux réside dans le régime de contraction des extenseurs du genou : Auguston a évalué la force concentrique par un mouvement de squat avec charges libres, Pincivero par une contraction isocinétique.

Dans une étude où les sujets étaient des volleyeurs de haut-niveau, Viitasalo (1982) a montré une corrélation entre la force maximale isométrique des extenseurs du genou et différentes mesures de sauts verticaux. Bien que la population soit différente, le protocole de cette étude se rapproche du nôtre car la force est mesurée lors d'une contraction maximale isométrique. Lors d'une étude ayant recours au test de Sargent pour apprécier la détente (en général, un tapis de contact est utilisé), Anderson et al.[1] ne trouvent pas de corrélation entre la force isométrique et isocinétique des quadriceps et la performance obtenue en détente verticale chez trente-neuf sportifs issus de cinq sports différents.

D'autres scientifiques ont étudié les liens entre la force de ces muscles et la vitesse. Dowson et al.[6] ont, dans une étude faite sur vingt-quatre sportifs dont des rugbymen, des sprinters et des sujets actifs, démontré l'existence d'une relation entre la force isocinétique des membres inférieurs et la performance en sprint chez tous ces individus. De plus, ils remarquent que les extenseurs du genou apparaissent comme les muscles les plus influents dans cette performance. Alexander (1989) a trouvé chez des sprinters de haut-niveau une corrélation entre le temps de sprint sur 100 mètres et le pic de force concentrique des extenseurs du

genou. Cunha et al.[4] ont quant à eux remarqué que les individus qui produisent le plus de force (isométrique et concentrique) sont ceux qui courent le plus vite sur 60 mètres.

Nous souhaitons approfondir ce thème mettant en évidence l'existence ou non d'une corrélation entre ces trois paramètres auprès d'un public jusque là peu étudié. Notre étude a donc pour objectif de déceler un lien entre les paramètres de force maximale isométrique et les qualités de vitesse et de détente chez le footballeur semi-professionnel. Au regard de ce qui est proposé dans la littérature, nous pensons trouver des corrélations entre la force et la détente, ainsi qu'entre la force et la vitesse de course en ligne droite. Concernant la vitesse avec changements de direction sur un slalom imaginé par nos soins, nous spéculons une corrélation avec la force des extenseurs du genou.

II. Méthode

II.1. Sujets

Quatorze joueurs de football de cinquième division nationale (Championnat de France Amateur) ont été évalués du mois de février au mois d'avril (moyenne d'âge : 23,6 ± 2,7 ans ; taille : 1,80 ± 0,1 m ; poids : 76,4 ± 9,1 kg ; IMC : 23,6 ± 1,4). Les joueurs ne présentaient pas de lésion musculaire ou articulaire pouvant empêcher la réalisation des tests ou biaiser les résultats. Le préparateur physique du club a demandé l'autorisation d'effectuer ces tests aux entraîneurs. Par la suite, les joueurs concernés ont donné leur consentement pour la participation à l'étude.

II.2. Protocole

Les tests de force isométrique (FMI), de vitesse et de détente ont toujours été effectués en début de semaine, à savoir le lundi après-midi. Les sujets réalisaient les tests de détente et de FMI le même jour et revenaient un autre jour pour subir le test de vitesse. Les évaluations avaient à chaque fois lieu deux jours après leur dernier match. Cette organisation nous permet ainsi de dire que les joueurs ont tous été évalués dans les mêmes conditions.

Avant le début des tests de détente et de force, les sujets devaient effectuer un échauffement général, soit 5 minutes de footing à intensité progressive afin de préparer l'organisme à l'effort. Puis, venait un échauffement spécifique aux tests, à savoir la répétition des sauts (dix squat jump et dix contre-mouvement jump), permettant par la même occasion aux joueurs de se familiariser avec la technique de saut et ainsi réduire le biais des résultats. L'échauffement se terminait avec une pyramide montante d'échauffement à la presse conclue par quelques répétitions contre résistance (que nous générions).

Avant les tests de vitesse, les joueurs avaient également un échauffement précis de 30 minutes à réaliser : 5 minutes de footing suivies d'étirements passifs des muscles des membres inférieurs, de talons-fesses, montées de genoux et pas-chassés, d'étirements avec résistance puis de répétitions de sprints avec montée progressive de l'intensité. Cette dernière étape se déroulait de la sorte : on leur demandait de réaliser à deux reprises 30 mètres en 6 secondes, puis encore deux fois cette même distance en 5 secondes et enfin encore deux fois en 4,5 secondes. Nous régulions le temps de course afin de « contrôler » l'intensité de course des joueurs. Nous leur faisions terminer l'échauffement par trois répétitions de démarrage sur 5 mètres. Les distances de course de chacun des trois tests ont été mesurées à l'aide d'un télémètre.

II.3. Matériel

Pour mesurer la FMI, nous avons utilisé des capteurs de force Interface Model SSM Sealed S-Type Load Cell (Interface, Scottsdale, Arizona, U.S.A.). Ces capteurs de traction et de compression ont une étendue de mesure allant de 200 N à 20 kN avec un niveau de précision de l'ordre de 0,02 % de la pleine échelle. Interface est un leader de la vente de matériel de mesure de la force. Le logiciel AcqKnowledge (Biopac Systems, Inc., Goleta, Californie, U.S.A.) nous donnait en temps réel sur l'écran d'ordinateur la performance graphique et la performance chiffrée de la FMI totale ainsi que de la FMI de chaque jambe.

La détente était évaluée avec un potentiomètre à câble UniMeasure Serie PA (UniMeasure, Corvallis, Oregon, U.S.A.) relié à ce même logiciel AcqKnowledge. Ce potentiomètre bénéficie d'une étendue de mesure de 50 à 2000 mm, d'un niveau de précision de 0,03 % de la

pleine échelle et d'une linéarité de 0,015 % de la pleine échelle. La traction et la rétraction du câble supportent une accélération importante.
La vitesse était quant à elle mesurée par le « kit vitesse » de cellules photoélectriques Brower (Brower Timing Systems, Draper, Utah, U.S.A.) d'une fréquence de 432,8 H et d'une précision d'1/1000ème de seconde. Le kit comprend un chronomètre, deux paires de cellules photoélectriques et quatre trépieds télescopiques. Brower est un fabricant américain de matériel de mesure du temps sans fil pour les activités sportives. Les distances de course de chaque test ont été mesurées à l'aide d'un lasermètre Hilti PD 4 (Hilti, Magny les Hameaux, France). La précision de ce laser est de l'ordre du millimètre et nous a donc permis de réaliser nos trois distances avec une grande précision.

II.4. Mesures

II.4.a. Test de détente

Deux types de saut ont été évalués :

- le squat jump (SJ) avec départ fléchi à 90° et mains sur les hanches.

- le contre-mouvement jump (CMJ) avec départ genoux tendus, flexion jusqu'à 90°, extension des genoux suivie du saut, tout ceci avec les mains sur les hanches.

Trois à quatre essais pour chaque type de saut ont été réalisés en demandant à l'athlète de sauter le plus haut possible. Le meilleur essai au SJ puis au CMJ a été retenu. Les joueurs disposaient d'une minute de repos entre chaque essai.

II.4.b. Test de force

Pour évaluer la FMI, des capteurs de force ont été utilisés. Les joueurs étaient sanglés au fauteuil au niveau de la poitrine et au niveau de la hanche afin d'éviter toute erreur de mesure due à un décollement du corps du dossier. Leurs chevilles étaient reliées aux capteurs de telle sorte que leurs genoux formaient un angle d'environ 90°. Il leur était demandé de réaliser une extension des genoux contre les résistances de ces capteurs. Le mouvement étant impossible à effectuer étant donné que leurs chevilles étaient retenues, les joueurs exprimaient

une force isométrique. Trois essais étaient accordés à chaque joueur et la meilleure performance a été retenue. Les joueurs n'ont pas eu d'encouragement oral pendant leur effort. Ils disposaient de 2 minutes 30 de récupération entre chaque essai.

II.4.c. Test de vitesse

Pour évaluer cette qualité physique, nous avons eu recours à des cellules photoélectriques Brower. Deux performances en sprint départ lancé ont été mesurées : 5 mètres (V5m) et 30 mètres (V30m) - ainsi qu'un parcours de 30 mètres reproduisant des courses similaires à celles rencontrées dans un match (V30mCDD). Ce parcours est représenté par un schéma dans la figure 1. Les joueurs démarraient leur course 3 mètres avant la première barrière des cellules qui déclenchait le chronomètre, ceci pour omettre la partie « accélération » du départ et ainsi analyser les résultats uniquement sur la course. Chaque joueur avait trois à quatre essais à chaque distance, et le meilleur résultat était pris en compte. 3 minutes de repos entre chaque essai étaient accordées. Ces tests avaient lieu dans un gymnase, sur un sol en parquet. Les joueurs étaient tous chaussés de chaussures de sport adaptées. Tous les joueurs ont effectué les tests dans le même ordre, à savoir le test de 30 mètres en ligne droite, le test de 5 mètres en ligne droite puis le test de 30 mètres avec changements de direction.

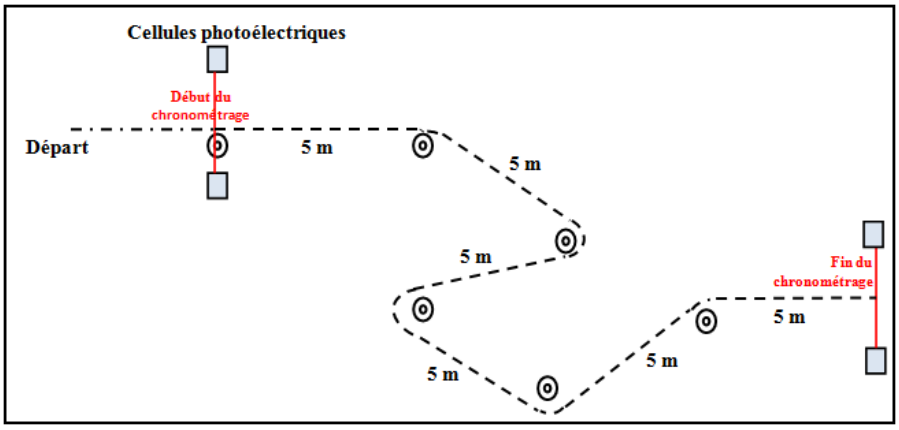


Figure 1. Schéma du parcours de 30 mètres avec changements de direction.

Voici dans le Tableau 1 un rappel des qualités physiques que nous avons évaluées, leur unité et leur abréviation respective utilisées dans ce mémoire.

Tableau 1. Récapitulatif des paramètres mesurés et de leur unité

Abréviation	**Mesure**	**Unité**
FMI	Force maximale isométrique absolue des extenseurs du genou	*Newton (N)*
FMI_{poids}	Force maximale isométrique des extenseurs du genou rapportée au poids du corps	*Newton par kilogramme* $(N.kg^{-1})$
FMI_{IMC}	Force maximale isométrique des extenseurs du genou rapportée à l'IMC	*Newton par kilogramme mètre carré* $(N.kg^{-1}.m^{2})$
SJ	Détente en squat-jump	*Centimètre (cm)*
CMJ	Détente en contre-mouvement jump	*Centimètre (cm)*
V5M	Temps pour parcourir 5 mètres départ lancé	*Seconde (s)*
V30M	Temps pour parcourir 30 mètres départ lancé	*Seconde (s)*
V30MCDD	Temps pour parcourir 30 mètres avec changements de direction départ lancé	*Seconde (s)*

II.4.d. Analyse statistique

Afin d'examiner la relation entre ces trois paramètres, l'analyse statistique a été réalisée grâce à l'outil d'analyse de corrélation d'Excel. Nous acceptions l'existence d'une corrélation à $r > 0,70$ pour un seuil de signification $p < 0,05$.

Pour vérifier notre hypothèse, nous avons cherché de possibles corrélations entre les performances aux tests de vitesse et de détente avec les résultats aux tests de force maximale isométrique, mais également avec la force maximale rapportée au poids de corps et la force rapportée à l'IMC.

III. Résultats

Les performances enregistrées aux différents tests sont les suivantes : FMI : 1373 ± 157,5 N ; SJ : 42,8 ± 5,5 cm ; CMJ : 50,3 ± 7,4 cm ; V5m : 0,73 ± 0,02 s ; V30m : 3,78 ± 0,07 s ; V30mCDD : 7,12 ± 0,11 s.

Il nous a paru important de relativiser la performance de la contraction maximale isométrique par rapport au poids (FMI_{poids}) et à l'IMC (FMI_{IMC}) des joueurs afin de voir si la force relative individuelle est un meilleur indicateur des performances mesurées. On obtient alors pour l'échantillon les résultats suivants : 18,2 ± 2,75 $N.kg^{-1}$ de FMI_{poids} et 58,35 ± 7 $N.kg^{-1}.m^2$ de FMI_{IMC}.

Analyse de corrélation avec la FMI

La force maximale isométrique n'est corrélée avec aucun paramètre. Cependant, on s'aperçoit qu'elle est plus corrélée avec les performances de vitesse sur 5 et 30 mètres qu'avec la détente et le 30 mètres avec changements de direction.

Tableau 2. Corrélations entre la force maximale isométrique des extenseurs du genou avec la vitesse sur 3 distances et la détente en SJ et CMJ

	SJ (cm)	CMJ (cm)	V5 m (s)	V30 m (s)	V30 m CDD (s)
FMI (N)	r=0,308 *p=0,283*	r=0,328 *p=0,253*	r=0,61 *p=0,006*	r=0,581 *p=0,005*	r=0,284 *p=0,324*

Analyse de corrélation avec la FMI_{poids}

Elle est fortement corrélée avec la performance en sprint sur 5 et 30 mètres. La corrélation avec les autres paramètres ne peut être acceptée.

Tableau 3. Corrélations entre la force maximale isométrique des extenseurs du genou rapportée au poids de corps avec la vitesse sur 3 distances et la détente en SJ et CMJ.

	SJ (cm)	CMJ (cm)	V5 m (s)	V30 m (s)	V30 m CDD (s)
FMI_{poids}	r=0,127	r=0,383	r=0,832	r=0,802	r=0,5338
($N.kg^{-1}$)	*p=0,665*	*p=0,176*	*p=0,0002*	*p=0,0005*	*p=0,0493*

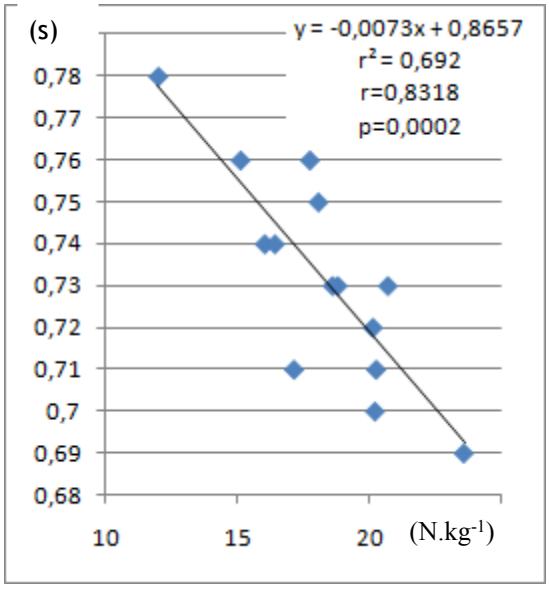


Fig. 1. Corrélation entre la force maximale isométrique relative (poids) et la vitesse sur 5 mètres.

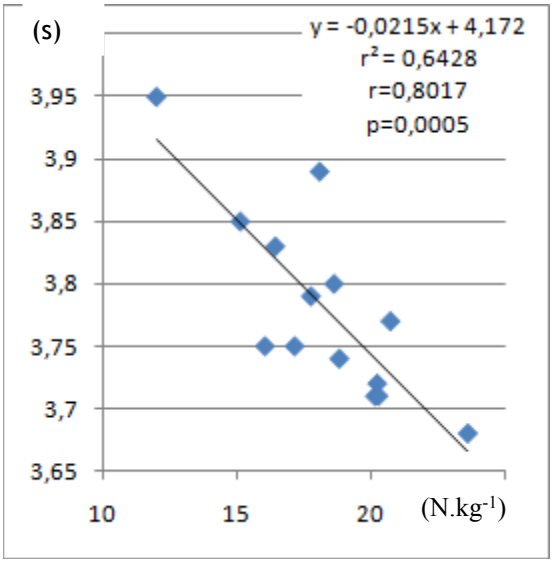


Fig. 2. Corrélation entre la force maximale isométrique relative (poids) et la vitesse sur 30 mètres.

Analyse de corrélation avec la FMI_{IMC}

Rapportée à l'IMC, la force maximale isométrique ne semble également corrélée qu'avec la performance en sprint sur 5 et 30 mètres.

Tableau 4. Corrélations entre la force maximale isométrique des extenseurs du genou rapportée à l'IMC avec la vitesse sur 3 distances et la détente en SJ et CMJ.

	SJ (cm)	CMJ (cm)	V5 m (s)	V30 m (s)	V30 m CDD (s)
FMI_{IMC}	r=0,247	r=0,446	r=0,822	r=0,751	r=0,365
($N.kg^{-1}.m^2$)	*p=0,393*	*p=0,11*	*p=0,0003*	*p=0,002*	*p=0,2*

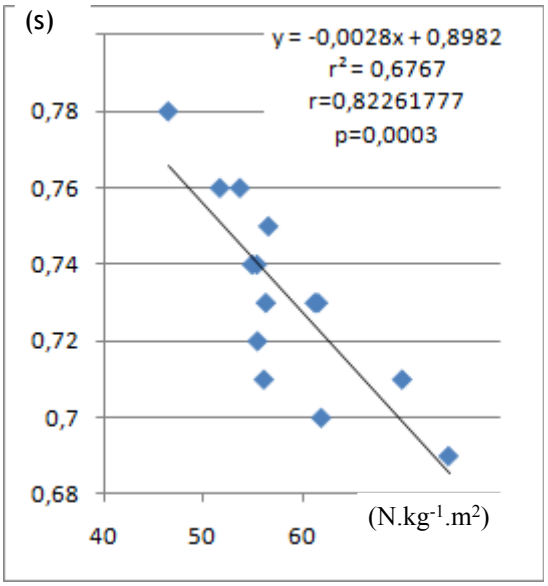


Fig. 3. Corrélation entre la force maximale isométrique relative (IMC) et la vitesse sur 5 mètres.

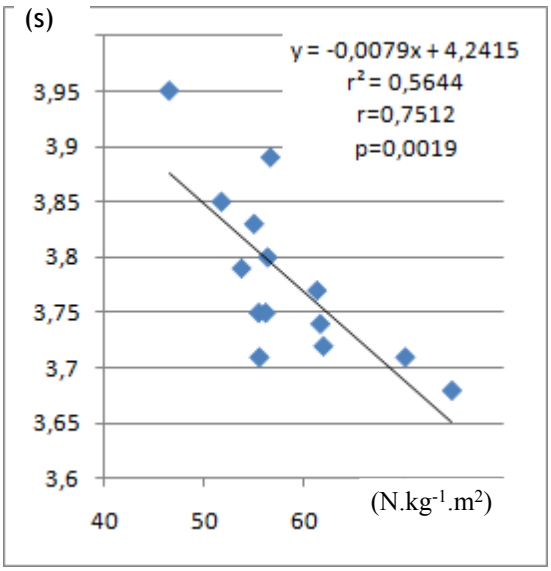


Fig. 4. Corrélation entre la force maximale isométrique relative (IMC) et la vitesse sur 30 mètres.

Les graphiques des paramètres non corrélés sont situés dans la partie « Annexes » à la page 33.

IV. Discussion

Les joueurs de football semi-professionnels réalisent une préparation physique intense lors de la phase de préparation générale (intersaison). L'objectif est d'optimiser les qualités physiques des joueurs afin de les préparer à la compétition. Durant la saison, le préparateur physique planifie également des cycles dédiés au maintien de ces qualités. La musculation, programmée dans l'entraînement du footballeur (professionnel surtout) pour augmenter

principalement la force et l'explosivité, et par extension pour améliorer ses performances, est peu utilisée dans le monde semi-professionnel. Nous avons décidé d'effectuer notre étude sur cette population afin de voir si la musculation devrait faire partie intégrante de la planification de sa préparation physique. Nous avons cherché à identifier les corrélations qui pouvaient exister entre la force maximale isométrique des extenseurs du genou, les tests de saut et les tests de sprint. Nous avons émis l'hypothèse que des corrélations seront trouvées entre la FMI, la vitesse et la détente chez ces footballeurs de CFA.

Les principaux résultats de cette étude nous révèlent que cette force maximale isométrique rapportée au poids de corps est fortement corrélée avec la performance en sprint sur 5 (r=0,832 ; p=0,0002) et 30 mètres (r=0,802 ; p=0,0005).
Rapportée à l'IMC, elle est également corrélée avec la vitesse sur 5 (r=0,822 ; p=0,0003) et 30 mètres (r=0,751 ; p=0,002).

Concernant la détente, la force maximale isométrique relative ou absolue n'est corrélée avec aucune performance en saut vertical.

Tout d'abord, le fait qu'il n'y ait pas de lien entre la force maximale des extenseurs du genou et la vitesse avec changements de direction peut s'expliquer par la surface sur laquelle nous avons mis en place le test. En effet, nous avons opté pour un test en intérieur (gymnase) avec un sol en parquet, rendant les appuis glissants. Malgré notre volonté de réaliser un parcours reproduisant des courses similaires à l'activité, des facteurs comme l'équilibre ou encore la maîtrise des appuis sont peut-être venus biaiser la performance de vitesse pure avec changements de direction.
Ces données ne sont malheureusement pas comparables avec celles de la littérature scientifique étant donné que le parcours qui a permis d'évaluer cette performance a été inventé pour cette étude. Certes, les courses étaient spécifiques à l'activité, mais le sol ne permettait pas aux joueurs d'exprimer leur vitesse comme sur une pelouse.

Il n'y a pas de corrélation entre la FMI absolue et la détente. De plus, ni la force rapportée au poids, ni celle rapportée à l'IMC ne peuvent permettre de prédire une performance en saut vertical.

En ne trouvant pas de corrélation entre ces deux paramètres, nous ne nous accordons pas avec Dauty et al.[5] qui ont trouvé une corrélation entre les détentes de chaque saut (SJ, CMJ et saut vertical départ genoux tendus) et le pic de force des quadriceps. Mais la force a été évaluée à l'aide d'un appareil isocinétique. Il a nous semblé que la force isocinétique des genoux n'était pas pertinente à évaluer dans le sens où elle ne correspond pas aux mouvements spécifiques de l'activité (de plus, la mise en place d'un tel protocole aurait été compliquée). En effet, aucun joueur ne réalise de mouvement isocinétique sur un terrain de football. Nous avions pensé avant de débuter cette étude à apprécier la force des extenseurs du genou par l'intermédiaire du test dit « d'une répétition maximale » (1 RM) à la presse, mais par souci de reproductibilité d'un joueur à l'autre, il aurait été délicat de vérifier chaque paramètre (angle des genoux identique, écartement des pieds identiques, pieds posés au même endroit, etc.). Les résultats auraient été inexploitables. C'est pourquoi nous avons souhaité évaluer la force maximale isométrique, plus révélatrice de la force exploitée sur un terrain que celle d'un mouvement isocinétique.

Nos résultats s'accordent cependant avec ceux de Cometti et al.[3] dont l'étude portait également sur des footballeurs. Le squat jump ainsi que le contre-mouvement jump ont été mesurés grâce au tapis de Bosco. La mesure de la détente étant basée sur une estimation du temps de suspension de l'athlète transformée en centimètres d'élévation du centre de gravité, il faut rester prudent en comparant les corrélations. De plus, ils ont évalué la force isocinétique et non isométrique des extenseurs du genou. Enfin, les corrélations ont été recherchées uniquement avec la force absolue. Bien que les protocoles d'évaluation soient différents, l'absence de corrélation entre ces deux qualités physiques dans notre étude comme dans celle de Cometti et al.[3] s'explique peut-être par le fait que les régimes de contraction produits lors de l'évaluation de la force ne représentent pas les mouvements de courses et de sauts effectués lors d'un match de football. Ces mêmes auteurs évoquent Wisløff et al.[9] qui pensent que les tests effectués avec des charges libres seraient plus représentatifs des mouvements que l'on peut voir dans l'activité. Ils ont d'ailleurs mis en place ce protocole pour comparer la force et la vitesse.

Dans son étude sur des volleyeurs de haut-niveau, Viitasalo (1982) n'a réussi à démontrer aucune corrélation entre la force maximale isométrique et les performances de différents sauts verticaux. C'est également le cas de Anderson et al.[1] qui ont eux choisi des joueurs issus d'activités différentes. Le football, le basket-ball, le football américain, la crosse et le tennis

étaient représentés. Ils concluent que la force maximale isométrique des extenseurs de genou ne semble pas être un facteur déterminant dans les différences interindividuelles de détente. Suite à nos travaux, et contrairement à nos attentes, nous en arrivons à la même conclusion. Cependant, ceci n'est valable que pour des sportifs entraînés Les joueurs qui ont participé à notre étude appartiennent à cette catégorie étant donné qu'ils s'entraînent cinq fois par semaine et participent régulièrement à des séances de préparation physique dont le but principal est l'optimisation des qualités physiques spécifiques à l'activité. Pour Anderson et al.[1], cette force pourrait jouer un rôle plus important chez des sujets moins entraînés.
Notre étude nous fait donc dire que les joueurs développant la force isométrique des extenseurs du genou la plus importante ne sautent pas forcément plus haut.

Concernant la FMI et la vitesse, il y a deux choses à retenir de notre étude. Tout d'abord, la FMI absolue de ces joueurs ne semble pas corrélée avec les capacités de sprint sur 5 et 30 mètres (départ lancé). Cela signifie que les joueurs développant les plus grandes forces lors d'une contraction isométrique des extenseurs du genou ne vont pas plus vite sur ces distances. Les résultats de Cometti et al.[3] vont dans ce sens. Le protocole de leur étude comprenait des sprints lancés (10 m et 30 m) et une évaluation isocinétique du pic de force concentrique et excentrique des fléchisseurs et des extenseurs du genou. Selon Dauty et al.[5], l'absence de corrélation s'explique par le fait que les paramètres isocinétiques n'aient pas été rapportés au poids des sujets. On peut évidemment faire le parallèle avec notre étude.
Cependant, Dawson et al[6] ont mis en évidence la corrélation chez onze sprinters entre la force maximale isocinétique absolue et la vitesse en ligne droite (départs lancé et arrêté). Mais la relation est renforcée lorsque le pic de force est rapporté au poids des sujets. Le nombre limité de sujets et leur spécificité doivent toutefois nous mettre en garde sur les conclusions à en tirer. Dans notre cas, lorsque la FMI est rapportée soit au poids, soit à l'IMC du sujet, une corrélation avec les performances de sprint en ligne droite (départ lancé) apparaît. Dauty et al. [5] montrent que la vitesse est corrélée sur 10 et 20 mètres avec le pic de force (isocinétique) des quadriceps rapportée au poids. Malgré le fait que les protocoles pour évaluer la force soient différents des nôtres, nos résultats s'accordent à dire que la vitesse est corrélée avec cette qualité physique sur courte et sur longue distance, avec un départ lancé. Mais ces auteurs vont plus loin en écrivant que plus les performances de sprint sont élevées (au sein d'un panel large comprenant des amateurs et des professionnels), plus il existerait un lien avec le pic de

force rapportée au poids et le départ arrêté. Nous ne pouvons malheureusement pas chercher à vérifier cela étant donné que nous avons un échantillon de joueurs évoluant au même niveau. De plus, le matériel disponible pour évaluer la vitesse ne nous permettait que la mise en place de test départ lancé.

Concernant les rares études dont l'évaluation de la force se faisait par un test à charge libre (demi-squat), Wisloff et al.[9] ont trouvé une corrélation entre les sprints sur 10 et 30 mètres départ lancé et la force maximale rapportée au poids de corps de joueurs de football professionnels. Cette étude se rapproche encore un peu plus de la nôtre étant donné que l'évaluation de la vitesse se déroulait dans un gymnase avec du parquet. Comme les tests à charge libre sont plus représentatifs des mouvements de football en reprenant un régime de contraction identique, nous aurions aimé mettre en place ce genre de test dans notre protocole. Comme nous l'avons déjà dit, une évaluation à la presse aurait été trop compliquée vu l'étendue des paramètres à surveiller. Il restait toutefois la possibilité d'évaluer la force maximale au squat, mais une part importante des joueurs n'avait jamais réalisé cet exercice auparavant. Il aurait alors fallu faire précéder la période des tests par des séances d'apprentissage et d'habituation au mouvement.

Sur une distance courte comme celle sur laquelle nous avons réalisé nos évaluations (5 mètres), et dans le cas où nous aurions fait avec un départ arrêté, il serait également intéressant de voir si le pied d'appel est déterminant dans une performance de sprint. En effet, si le pied d'appel est celui de la jambe avec la FMI la plus importante, est-ce que l'accélération serait plus grande et réduirait ainsi le temps de course total? Dans notre cas, le départ lancé faisait que l'accélération n'était plus aussi élevée que dans la partie avant la prise du temps, la différence de force entre les deux jambes n'influençant peut-être plus le temps réalisé.

Finalement, notre étude nous confirme que la force relative peut permettre de prédire une performance en sprint sur longue distance départ arrêté. Elle nous apprend aussi que la force relative peur également la prédire sur une courte distance.

V. Conclusion

Notre étude avait pour objectif d'apprécier les relations qu'entretiennent la force maximale isométrique des extenseurs du genou, la vitesse et la détente chez des joueurs de CFA. Nous

concluons grâce aux résultats obtenus après plusieurs semaines de tests, que la détente ainsi que la vitesse sur 30 mètres en slalom ne sont pas corrélées avec cette force.

Par contre, la FMI rapportée au poids de corps s'avère être un facteur prédicteur de la performance sur courte et longe distance en sprint, en ligne droite et avec un départ lancé. Dans une moindre mesure, la FMI rapportée à l'IMC permet aussi de prédire cette performance.

Nous pouvons donc dire que dans le cadre d'un travail dont l'objectif serait d'améliorer la détente d'un joueur de football de CFA, le développement de la force maximale des extenseurs du genou par la musculation isométrique n'est pas nécessaire.

Cependant, les joueurs auraient tout intérêt à développer leur FMI s'ils désirent améliorer leur performance de sprint en ligne droite. Elle sera d'autant plus déterminante que leur poids de corps ou leur IMC sera faible.

Bien sûr, une étude comportant un échantillon de joueurs plus important permettrait de généraliser et d'affirmer avec plus de certitudes tous ces résultats.

Cette conclusion pourrait amener les formateurs ou les entraîneurs de clubs à relativiser certains critères de recrutement comme la force des membres inférieurs par rapport à des paramètres morphologiques (poids, IMC).

Remerciements

Nous remercions Philippe Passelergue pour sa grande disponibilité, Thierry Paillard notre tuteur de stage, Francis de Percin pour nous avoir permis de mettre en place ces tests et d'avoir facilité leur réalisation, Mohammed Khoudar pour son aide dans l'analyse statistique des résultats, et les joueurs qui ont accepté de participer à cette étude.

Références

1. Anderson, M., Gieck, J., Perrin, D., Weltman, A., Rutt, R., Denegar, C. (1991). The relationships among isometric, isotonic, and isokinetic concentric and eccentric quadriceps and hamstring force and three components of athletic performance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*; 14: 114-20

2. Augustsson, J., Esko, A., Thomee, R., Svantesson, U. (1998). Weight training of the thigh muscles using closed vs open kinetic chain exercices: a comparison of performance enhancement. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*; 27(1): 3-8

3. Cometti, G., Maffiuletti, N.A., Pousson, M., Chatard, J.C., Maffuli N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite subelite and amateur French soccer players. *International Journal of Sports Medicine*; 22(1): 45-51

4. Cunha, L., Ribeiro, J., Fernandes, O., Valamatos, M.J., Pinto, R., Santos, P. (2007). The relationships between sprint run and strength parameters in young athletes and non-athletes. *Conference proceedings archive, 25 international symposium on biomechanics in sports*; Brazil.

5. Dauty, M., Bryand, F., Potiron-Josse, M. (2002). Relation entre la force isocinétique, le saut et le sprint chez le footballeur de haut niveau. *Science & Sports*; 17: 122-7

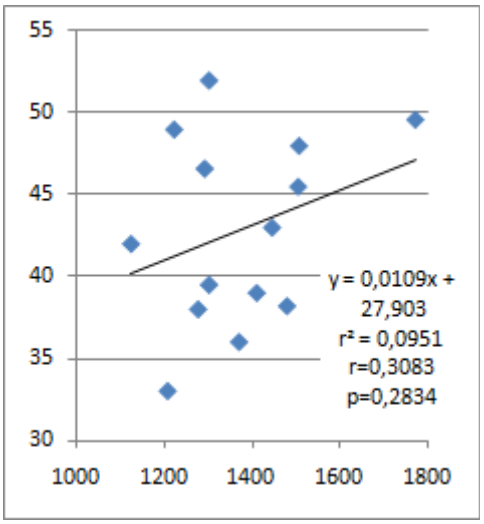
6. Dowson, M.N., Nevill, M.E., Lakomy H.K., Nevill, A.M., Hazeldine, R.J. (1998). Modelling the relationship between isokinetic muscle strength and sprint running performance. *Journal of Sports Sciences*; 16(3): 257-63

7. Ostenberg, A., Roos, E., Ekdahl, C., Roos, H. (1998). Isokinetic knee extensor strength and functional performance in healthy female soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*; 8(5pt1): 257-64

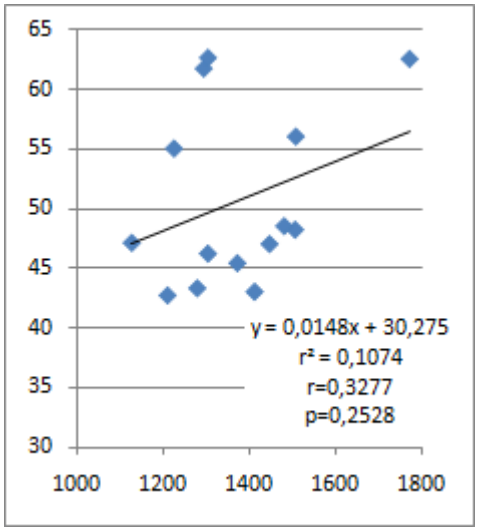
8. Pincivero, D.M., Lephart, S.M., Karunakara, R.G. (1997). Relation between open and closed kinematic chain assessment of knee strength and functional performance. *Clinical Journal of Sport Medecine*; 7(1): 11-6

9. Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud J., Jones R., Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*; 38: 285-288

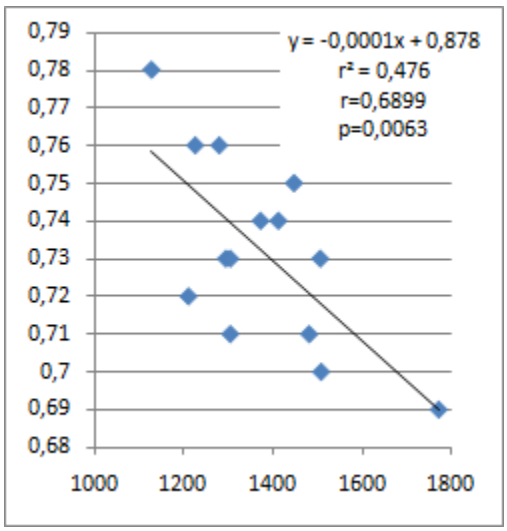
Annexes



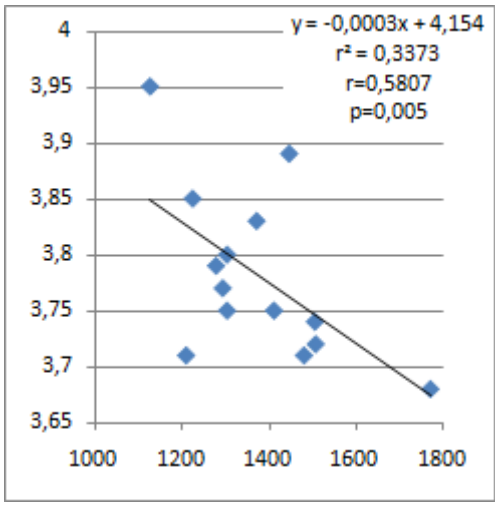
Annexe 1. Corrélation entre la force maximale isométrique et la détente en SJ



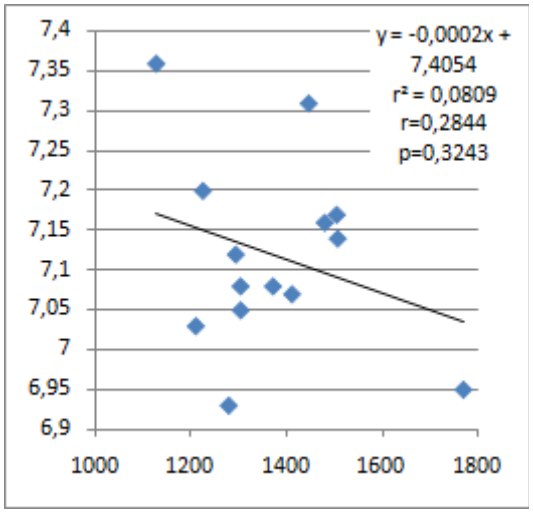
Annexe 2. Corrélation entre la force maximale isométrique et la détente en CMJ



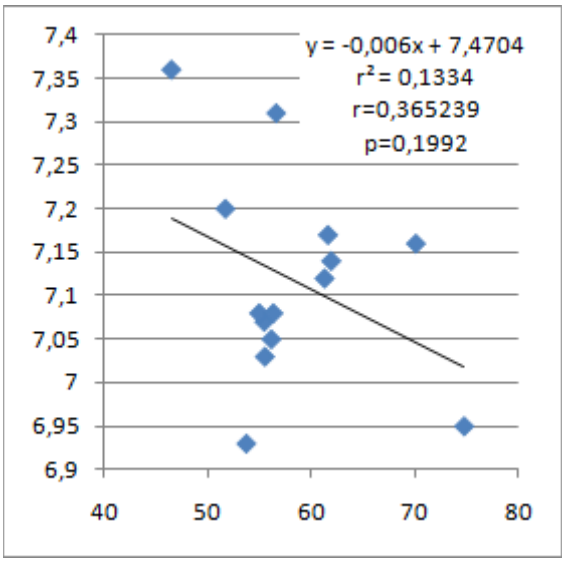
Annexe 3. Corrélation entre la force maximale isométrique et la vitesse sur 5 mètres



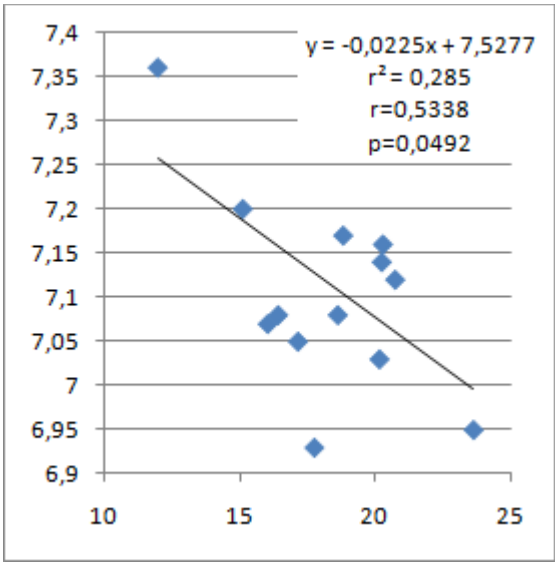
Annexe 4. Corrélation entre la force maximale et isométrique et la vitesse sur 30 mètres



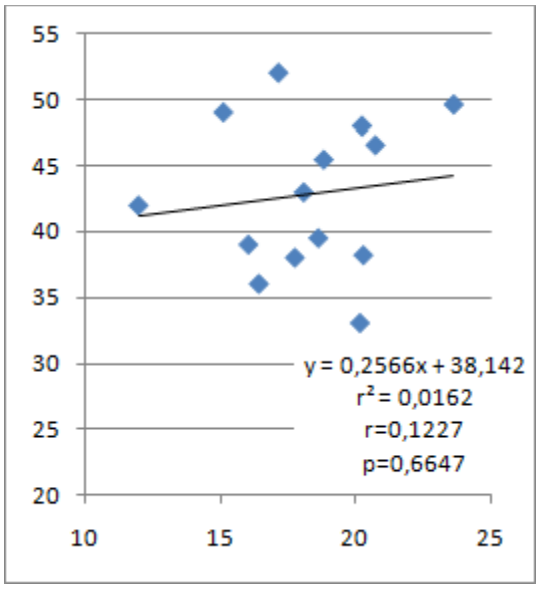
Annexe 5. Corrélation entre la force maximale isométrique et la vitesse sur 30 mètres CDD



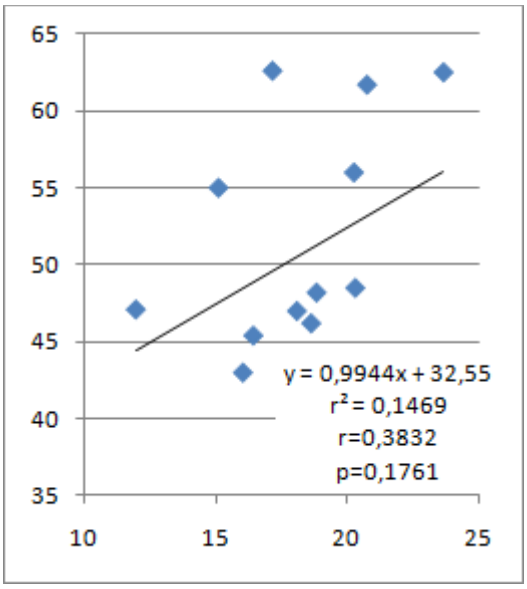
Annexe 6. Corrélation entre la force maximale isométrique relative (IMC) et la vitesse sur 30 mètres avec CDD



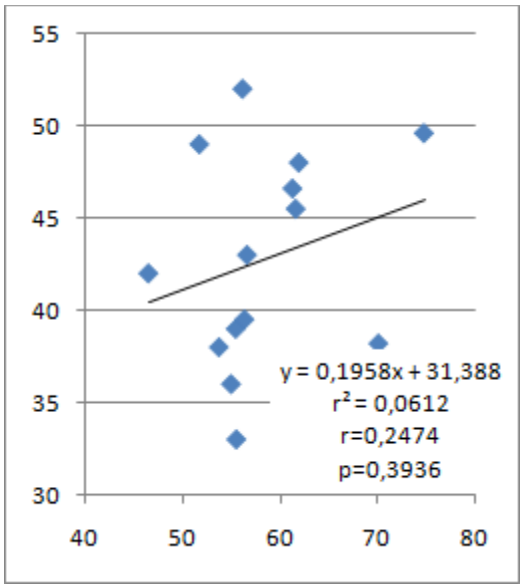
Annexe 7. Corrélation entre la force maximale isométrique relative (poids) et la vitesse sur 30 mètres avec CDD



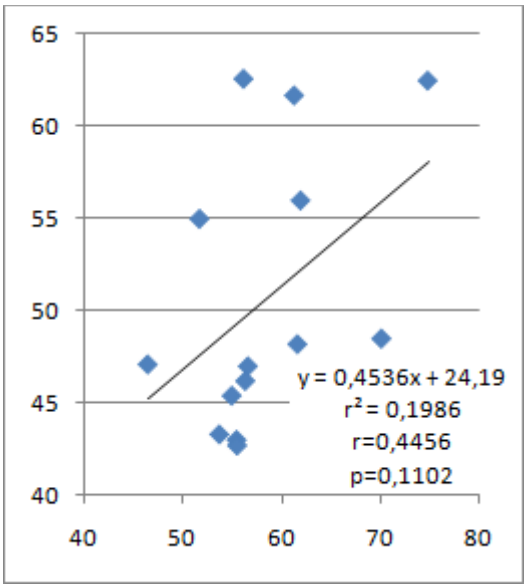
Annexe 8. Corrélation entre la force maximale isométrique relative (poids) et la détente en SJ



Annexe 9. Corrélation entre la force maximale isométrique relative (poids) et la détente en CMJ



Annexe 10. Corrélation entre la force maximale isométrique relative (IMC) et la détente en SJ



Annexe 11. Corrélation entre la force maximale isométrique relative (IMC) et la détente en CMJ