



Année universitaire 2024-2025

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

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

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

MEMOIRE

TITRE : L'importance d'un apport glucidique adapté chez des footballeurs
en centre de formation

Par : Salomé DELBECQ

Sous la direction de : Murielle GARCIN

Soutenu à la Faculté des Sciences du Sport et
de l'Éducation Physique le : 23 mai 2025

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

REMERCIEMENTS

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui m'ont soutenue et accompagnée tout au long de la rédaction de ce mémoire.

Je remercie tout particulièrement **Madame Murielle GARCIN**, doyenne de la Faculté des Sciences du Sport et de l'Éducation Physique et directrice de ce mémoire, pour son accompagnement bienveillant, sa disponibilité constante et la qualité de ses conseils au cours de ces deux années universitaires. Son soutien et son expertise ont été essentiels à la réalisation de ce travail.

Je tiens également à remercier l'ensemble des **enseignants-chercheurs et professeurs** du master Entraînement et Optimisation de la Performance Sportive de l'Université de Lille pour les connaissances et outils qu'ils m'ont transmis, indispensables à la réalisation de ce mémoire.

Ma reconnaissance s'adresse aussi à l'**Union Sportive du Littoral de Dunkerque (USLD)**, en particulier au staff de la post-formation, pour leur accueil chaleureux, leur bienveillance et leur implication. Je remercie en particulier **Allan Santrain**, mon tuteur de stage, pour la confiance et son encadrement tout au long de cette expérience

Je remercie les **joueurs de l'équipe réserve et U19** de l'USLD pour leur sérieux et leur engagement dans la réalisation du protocole.

Enfin, je tiens à adresser mes remerciements à ma famille et à mes amis, pour leur soutien moral, leurs encouragements et leurs précieux conseils durant la période de stage et la rédaction de ce mémoire.

SOMMAIRE

GLOSSAIRE	5
1. INTRODUCTION	6
2. REVUE DE LITTÉRATURE	7
2.1. Métabolisme énergétique	7
2.1.1. Voie ATP-PCr ou anaérobie alactique	8
2.1.2. Voie anaérobie lactique	8
2.1.3. Voie aérobie	8
2.2. Les glucides et rôle du glycogène	9
2.2.1. Voie métabolique et rôle du glycogène musculaire	9
2.2.2. Mécanisme de resynthèse du glycogène	10
2.2.3. Disponibilité du glucose	11
2.2.4. Rôle de la glycémie	11
2.2.5. Notion d'index glycémique	12
2.3. L'impact des réserves de glycogène et de la supplémentation en glucides sur les performances des joueurs de football	13
2.3.1. Réserves de glycogène musculaire et performance physique	13
2.3.2. Effets de la supplémentation en glucides sur les performances durant le match	14
2.4. Recommandations et stratégies nutritionnelles	15
2.4.1. Avant le match	15
2.4.2. Pendant le match	16
2.4.3. Après le match	17
2.5. Entre contraintes et connaissances : l'importance de l'éducation nutritionnelle pour les sportifs de haut niveau	17
3. PROBLÉMATIQUE, OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES	18
3.1. Problématique	18
3.2. Objectifs	18
3.3. Hypothèses	19
4. MÉTHODE	19
4.1. Milieu professionnel	19
4.2. Population	19
4.3. Matériel	20
4.4. Protocole	20
4.5. Analyse statistique	24
5. RÉSULTATS	25
5.1. Caractéristiques initiales des groupes	25
5.2. Apports glucidiques	25
5.3. Questionnaire de connaissances	27
5.4. Apports glucidiques et performance	29
5.4.1. Perception de l'effort	29
5.4.2. Sprint	30
5.4.3. Composition corporelle	31
5.5. Relation entre les apports glucidiques et les connaissances nutritionnelles	32
6. DISCUSSION	32

6.1. Interprétation	32
6.1.1. Apports glucidiques.....	32
6.1.2. Connaissances nutritionnelles	33
6.1.3. Apports glucidiques et performance.....	33
6.2. Limites	34
6.3. Applications sur le terrain	34
6.4. Perspectives	35
7. CONCLUSION.....	35
BIBLIOGRAPHIE.....	36
ANNEXES	43

GLOSSAIRE

AETQ : Apport Énergétique Total Quotidien

ATP: Adénosine Triphosphate

BM: Masse Corporelle (Body Mass)

CG: Charge Glycémique

DC : Densité Corporelle

IG: Index Glycémique

MET : Metabolic Equivalent of Task

NAP : Niveau d'Activité Physique

PCr : Phosphocréatine

QG: Quantité de Glucides

USLD : Union Sportive du Littoral de Dunkerque

1. INTRODUCTION

Le sport de haut niveau, en particulier le football, est un domaine où la performance physique joue un rôle central. Dans ce contexte, la nutrition devient un facteur clé pour optimiser les capacités athlétiques et garantir un état de forme optimal. Les joueurs de football, soumis à des charges d'entraînement intensives et des compétitions fréquentes, doivent répondre à des besoins nutritionnels spécifiques et adaptés, notamment en termes d'apports en macro et micronutriments. Au sein des macronutriments, la principale source d'énergie pour les muscles en activité est représentée par les glucides. Leur gestion adéquate est cruciale pour maximiser la performance, prévenir la fatigue prématurée et favoriser la récupération après les efforts.

Dans ce cadre, le rôle du diététicien devient fondamental. Au sein des centres de formation de football, ce professionnel de santé se voit attribuer la mission de concevoir et de mettre en place des stratégies nutritionnelles personnalisées et d'efficacité reconnue. Il travaille en étroite collaboration avec les joueurs, les entraîneurs et le pôle médical pour répondre aux exigences spécifiques de chaque athlète, en particulier en ce qui concerne les besoins glucidiques. De la préparation des repas à la planification des apports nutritionnels autour des entraînements et des matchs, le diététicien assure une prise en charge nutritionnelle globale qui va bien au-delà de la simple gestion des menus.

Le football est le sport le plus populaire sur la scène mondiale, avec une participation énorme ainsi qu'un intérêt public et commercial. Au cours des années, ce sport a évolué à un rythme accéléré. Il devient de plus en plus exigeant que ce soit d'un point de vue technique et tactique. Par exemple, le nombre de matchs annuels pour un joueur de haut niveau est passé de 50 à 60 entre la saison 2008-2009 et la saison 2018-2019, et ce nombre devrait passer à 70 d'ici 2030 (Nassis et al., 2020). De plus, la quantité de courses et de sprints à haute intensité dans les matchs, ainsi que le volume total d'entraînement hebdomadaire ont considérablement augmenté au cours des dernières décennies (Nassis et al., 2020). Afin d'être performant à chaque match et entraînement, les stratégies nutritionnelles sont dirigées vers un apport adapté en glucides (Collins, 2021).

Nous allons nous intéresser ici à la qualité des apports glucidiques chez des jeunes footballeurs évoluant en U19 nationaux et Régionale 2. Nous exposerons, dans un premier temps, les principes théoriques fondamentaux à la bonne compréhension de ce mémoire dans une revue de littérature. Puis nous en déduirons une problématique, des objectifs et des hypothèses. Le protocole sera détaillé avant d'accéder aux résultats.

2. REVUE DE LITTÉRATURE

D'après Palacios-Huerta (2004), le football est le sport le plus populaire au monde. Le football est un sport intermittent et intense qui mobilise un large éventail de qualités physiques, techniques et tactiques. Sur le plan physiologique, ses exigences sont particulièrement élevées, notamment au niveau cardiovasculaire (endurance), métabolique (solicitation des différentes filières énergétiques) et musculo-squelettique (fortes contraintes liées aux contacts, sauts, changements de direction et sprints) (Krustrup et al., 2018).

Selon Mohr et al. (2005), les joueurs de football de haut niveau parcourent 10 à 13 km au cours d'un match, dont 2,5 km sont considérés comme des courses à haute intensité avec l'ajout d'actions intensives telles que des sprints, des accélérations, des décélérations, des changements de direction, des tacles, des sauts et des tirs. Par ailleurs, d'après Mohr (2003), dans une étude portant spécifiquement sur des joueurs professionnels italiens, rapporte que la distance parcourue à haute intensité représente 1 à 11% de la distance totale pendant un match. Il convient également de souligner l'existence d'une variabilité importante, tant interindividuelle qu'intra-individuelle dans les charges de travail observées lors des rencontres. Ainsi, tous les joueurs ne sont pas exposés aux mêmes niveaux d'exigence physique à chaque match (Fransson et al., 2018).

L'importance du métabolisme anaérobie est soulignée par les 300 accélérations et décélérations pouvant se produire durant chaque mi-temps (Russel, 2016), avec un sprint toutes les 90 secondes (Mohr, 2003). Les phases de jeu les plus décisives impliquent généralement des actions à haute intensité (Stolen, 2005) soulignant l'importance de la filière anaérobie dans la performance au football.

Outre le rôle crucial des filières anaérobies pour les déplacements à haute intensité durant un match de football, la majorité des déplacements sont réalisés à faible intensité, principalement en courant ou en marchant, avec une distance parcourue entre 8 et 9 km (Barros, 2007). Étant donné que les glucides constituent le substrat principal, il est essentiel d'adopter des stratégies nutritionnelles visant à garantir un apport optimal en glucides afin d'assurer des performances maximales lors de chaque match et entraînement (Thomas, 2016).

2.1. Métabolisme énergétique

Les différentes filières énergétiques sont sollicitées simultanément, mais à des degrés variables selon l'intensité et la durée de l'effort physique (Gastin, 2001). L'adénosine triphosphate (ATP) joue un rôle central en fournissant l'énergie nécessaire aux processus cellulaires impliqués dans la contraction musculaire. Elle est notamment indispensable au maintien de l'excitabilité des cellules musculaires via la pompe Na^+/K^+ ATPase, à la recapture du calcium (Ca^{2+}) par le réticulum sarcoplasmique, ainsi qu'à l'interaction actine/myosine à l'origine de la production de force (Hawley et al., 2014). Toutefois, les réserves d'ATP dans le muscle sont très limitées (environ 20 à 25 mmol/kg de muscle sec), ce qui rend essentielle l'intervention des différentes filières énergétiques pour assurer sa synthèse et son renouvellement afin de répondre aux besoins énergétiques de l'exercice.

2.1.1. Voie ATP-PCr ou anaérobie alactique

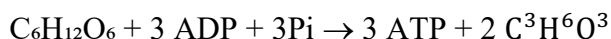
Dans la filière anaérobie alactique, l'énergie est libérée par la rupture de la liaison phosphate de la phosphocréatine (PCr), catalysée par la créatine kinase. Cette réaction génère une molécule de créatine et un phosphate inorganique (Pi) permettant la resynthèse de l'ATP à partir de l'ADP.



Pour chaque molécule de PCr hydrolysée, une molécule d'ATP est régénérée. Ce système énergétique, qualifié d'anaérobie alactique car indépendant de l'oxygène et ne produisant pas de lactate, est particulièrement sollicité lors d'efforts très brefs et de haute intensité, ne durant que quelques secondes.

2.1.2. Voie anaérobie lactique

La filière anaérobie lactique repose sur la glycolyse, un processus métabolique au cours duquel le glucose ou le glycogène est dégradé en acide pyruvique. Cette voie permet la formation de 3 molécules d'ATP pour une molécule de glycogène hydrolysée (glycogénolyse) ou deux molécules d'ATP pour une molécule de glucose (glycolyse). Cette filière présente donc un rendement énergétique supérieur à celui du système ATP-Cr. Ces deux voies métaboliques fonctionnent de manière concomitante, en particulier lors d'efforts de courte durée (quelques minutes) et de haute intensité.



2.1.3. Voie aérobie

La voie aérobie, bien qu'incapable de produire de l'ATP à un débit élevé, présente une capacité quasiment illimitée grâce à l'oxydation des substrats énergétiques : les glucides, les lipides et les protéines.

Le processus débute par la glycolyse, qui dégrade le glucose en acide pyruvique, ainsi que par la lipolyse, qui transforme les lipides en acides gras. Pour les protéines, la protéolyse permet d'obtenir les acides aminés. Par néoglucogenèse, les acides gras seront transformés en glucose puis en acide pyruvique. L'acide pyruvique rentre alors dans la mitochondrie et est converti en acétyl-CoA, tout comme les acides gras après β -oxydation. L'acétyl-CoA est alors engagé dans le cycle de Krebs, suivi de la chaîne de transport des électrons, permettant la production d'ATP par phosphorylation oxydative.



Ainsi, pour chaque molécule de glucose oxydé, 38 molécules d'ATP sont produites. C'est la voie métabolique présentant le plus grand rendement. Les niveaux de puissance développés lors de l'utilisation de la voie aérobie sont plus faibles que ceux des autres voies métaboliques car ils sont conditionnés par le débit d'oxygène apporté aux muscles.

Dans la pratique du football, sport intermittent de haute intensité, les trois filières énergétiques sont sollicitées de manière complémentaire en fonction des phases de jeu.

2.2. Les glucides et rôle du glycogène

Les glucides ont plusieurs rôles (Larry-Kenney, 2021) :

- Ils constituent le substrat énergétique essentiel lors de l'exercice intense,
- Ils aident à réguler le métabolisme des lipides et des protéines
- Ce sont les seules sources énergétiques du système nerveux
- Ils servent à la synthèse du glycogène musculaire et hépatique.

2.2.1. Voie métabolique et rôle du glycogène musculaire

L'utilisation des glucides par le muscle dépend de leur disponibilité et des capacités métaboliques du muscle à les dégrader. Ces glucides sont d'abord transformés en glucose (monosaccharide à 6 carbones), qui est ensuite transporté par le sang vers toutes les cellules. Au repos, après ingestion, le glucose est capté par le foie et le muscle où il est converti en glycogène, une forme plus complexe de glucide. Le glycogène est mis en réserve dans le cytoplasme des cellules musculaires et hépatiques, jusqu'à son utilisation par la cellule, pour produire de l'ATP.

Le glycogène stocké dans le foie peut également être reconverti en glucose, qui est ensuite transporté par le sang vers les tissus en activité, où il sera métabolisé pour répondre aux besoins énergétiques.

Cependant, les réserves en glycogène, tant dans le foie que dans les muscles, sont limitées et peuvent s'épuiser rapidement lors d'exercices prolongés et intenses surtout si l'alimentation ne fournit pas suffisamment de glucides. En effet, les stocks de glycogène musculaire sont directement conditionnés par les apports glucidiques alimentaires. En cas d'insuffisance, les réserves hépatiques et musculaires peuvent être rapidement épuisées.

GLUCIDES	En g	En kcal
Glycogène hépatique	110	451
Glycogène musculaire	500	2050
Glucose dans les fluides biologiques (sang)	15	62
TOTAL	625	2563

Tableau 1: Valeurs estimées des réserves en glucides pour un sujet d'environ 65kg et 12% de graisse d'après Larry Kenney (2021)

Le glycogène musculaire est un substrat énergétique essentiel lors d'efforts intermittents de haute intensité comme ceux observés en football. Par exemple, dans un seul sprint de 6 secondes, le glycogène

musculaire contribue à environ 50 % au renouvellement de l'adénosine triphosphate (ATP) dans le muscle (Gaitanos, 1993). Ainsi, la répétition d'efforts de ce type (sprints) entraîne une diminution progressive des concentrations de glycogène musculaire (Krustrup, 2006).

Krustrup et al. (2006) ont montré qu'après 90 minutes d'exercice intermittent, près de 50% des fibres musculaires étaient totalement ou presque totalement déplétées en glycogène

2.2.2. Mécanisme de resynthèse du glycogène

- Resynthèse du glycogène post-exercice

Au repos, lorsque la disponibilité en glucose excède les besoins immédiats en ATP, la synthèse de glycogène a lieu. Cette synthèse nécessite l'entrée du glucose dans la fibre musculaire, provenant soit de l'alimentation, soit du glucose hépatique, soit encore de la néoglucogenèse

Après l'exercice, la resynthèse du glycogène musculaire s'organise en deux phases distinctes (Marquet, 2017). La première, dite phase rapide ou non insulino-dépendante, débute dans les 30 à 60 minutes après l'arrêt de l'exercice. Elle est initiée lorsque les niveaux de glycogène sont très bas ($<128-150\text{mmol.kg}$ de poids sec) et en présence d'un apport exogène en glucose. Cette première phase de synthèse du glycogène est caractérisée par l'augmentation de l'activité de la glycogène synthase.

La seconde phase, dite insulino-dépendante s'étend sur plusieurs heures (par opposition à la phase rapide). Elle est optimisée en situation de forte disponibilité en glucides grâce à la présence de niveaux élevés en insuline (Richter et al. 2001) et dépend du taux de déplétion en glycogène musculaire.

- Facteurs influençant la resynthèse

Dans le contexte de répétition des efforts, il est essentiel de restaurer les niveaux de glycogène musculaire au niveau avant exercice. Deux facteurs principaux influencent la régulation des voies métaboliques impliquées dans cette resynthèse : le degré de déplétion glycogénique et le niveau d'entraînement.

- Le degré de déplétion glycogénique

L'importance de la déplétion en glycogène musculaire constitue un déterminant majeur de la vitesse et de l'efficacité de sa resynthèse (Jentjens et Jeukendrup, 2003). En effet, plus les niveaux de glycogène musculaire sont bas à l'issue de l'exercice, plus le besoin de resynthèse est élevé afin de rétablir les niveaux initiaux (Marquet, 2017).

- Le niveau d'entraînement

La répétition des séances d'entraînement induit des adaptations qui vont maximiser la performance. Chez les athlètes entraînés, on observe notamment, une plus grande sensibilité des cellules musculaires à l'insuline (Borghouts et Keizer 2000) et une plus grande quantité de transporteurs GLUT-4 (Greiwe

et al. 1999). Ces adaptations facilitent l'entrée du glucose dans la cellule et optimisent la resynthèse du glycogène après l'effort.

2.2.3. Disponibilité du glucose

La disponibilité en glucose plasmatique constitue le facteur limitant principal de la synthèse du glycogène musculaire (Marquet, 2017).

- Apport exogène en glucides

Après ingestion, les glucides sont hydrolysés en monosaccharides (glucose, fructose, galactose) par des enzymes digestives spécifiques. Ces monosaccharides seront absorbés au niveau intestinal, notamment via les transporteurs SGLT (sodium glucose transporteur) et GLUT-2 présents dans les entérocytes. Lors de l'exercice, l'augmentation du débit sanguin et du recrutement des capillaires améliorent la surface d'échanges entre le sang et les fibres musculaires, facilitant ainsi l'apport en glucose plasmatique. En condition de forte disponibilité en glucose plasmatique, la synthèse du glycogène est activée.

- Glucose hépatique

En cas de baisse de la concentration en glucose plasmatique, le foie mobilise ses réserves en glycogène. Le glucose issu de la glycogénolyse hépatique peut être libéré dans la circulation systémique, à la différence du glucose musculaire qui reste confiné à l'intérieur des fibres.

- Néoglucogenèse

Ce processus permet la formation de glucose à partir de composés non glucidiques (glycérol, acides aminés, lactate). La néoglucogenèse est particulièrement sollicitée lorsque les réserves en glycogène hépatique et musculaire sont faibles et que la concentration en glucose plasmatique est diminuée.

2.2.4. Rôle de la glycémie

D'après Russel (2014), la réponse métabolique à l'ingestion de glucides est différente selon que l'individu soit au repos ou en exercice. Au repos, la réponse à une glycémie élevée est une régulation positive de la synthèse et de la sécrétion d'insuline dans les cellules bêta des îlots de Langerhans. L'insuline provoque une diminution de la lipolyse et une augmentation du glucose dans le foie, les muscles squelettiques et les cellules adipeuses. Le rôle du glycogène hépatique est la régulation de la concentration de glucose dans le sang (euglycémie : 4,0- 5,5 mmol/L). Au début de l'exercice, la contraction musculaire provoque une augmentation de l'absorption du glucose dans le sang. En opposition à l'effet de l'insuline, la glycogénolyse hépatique est activée par les actions du glucagon.

La glycémie peut augmenter en réponse à une activité sportive intermittente suite à l'augmentation des catécholamines circulantes (Bangsbo, 1994). Bien que le glucagon soit considéré comme inchangé pendant un match de football, la concentration en épinéphrine et noradrénaline augmente par la stimulation du système nerveux sympathique. L'épinéphrine stimule la glycogénolyse dans le foie, ce qui entraîne une augmentation de la glycémie au-dessus des valeurs de repos.

Une diminution transitoire de la glycémie a été rapportée après la mi-temps d'un match de football (Kingsley, 2014). L'hypoglycémie est relativement rare pendant les sports intermittents, le glycogène hépatique est donc suffisant pour maintenir la glycémie pendant un match (Krustrup, 2006). D'après Harper (2015), la glycémie est maintenue même au-delà de 90minutes, c'est-à-dire même durant les prolongations (30min) au football.

En résumé, les glucides consommés au repos favorisent les élévations initiales des concentrations de glucose dans le sang. L'insuline tente de normaliser la glycémie via une multitude de réponses, notamment une réduction de la lipolyse et une augmentation de l'absorption du glucose par le foie, les muscles squelettiques et les cellules adipeuses. Inversement, des réponses hyperglycémiques sont observées lorsque des glucides sont consommés pendant un exercice de haute intensité en raison des actions des catécholamines, du cortisol et de l'hormone de croissance. Une considération supplémentaire pour la mi-temps est que l'absorption du glucose indépendante de l'insuline se produit après une séance d'exercices préalables grâce à un mécanisme induit par la contraction musculaire. L'activité physique favorise la translocation des transporteurs de glucose de type quatre (GLUT4) vers la membrane cellulaire, ce qui facilite l'entrée du glucose (Astrand 1986).

2.2.5. Notion d'index glycémique

D'après Larry Kenney (2021), la réponse glycémique à l'ingestion de glucides varie considérablement, qu'ils s'agissent de sucres simples ou complexes. Ceci amène à la notion d'index glycémique (IG).

$$IG = 100 * (\text{glycémie 2h après ingestion de 50g d'un aliment testé} / \text{la glycémie 2 h après ingestion de 50g de pain blanc})$$

On détermine ainsi 3 grandes catégories d'aliments selon leur index glycémique :

- Les aliments à IG élevé (IG > 70)
- Les aliments à IG modéré (IG : 56-70)
- Les aliments à IG faible (IG < 55).

Par la suite, un deuxième index a été proposé. C'est la charge glycémique (CG) qui présente un intérêt dans le cas de l'exercice. Elle prend en considération l'index glycémique et la quantité de glucides (QG) consommée pendant le repas.

$$CG = (IG * QG) / 100$$

Il est conseillé de consommer des aliments à IG faible avant l'exercice afin d'éviter la réponse insulínique. D'après Williams (2006), il y a des avantages à un repas avant match ayant un faible indice glycémique plutôt que des aliments à IG élevé. Un repas avant le match à faible IG entraîne une sensation de satiété plus longue et produit une concentration en glucose dans le sang plus stable qu'après un repas à IG élevé.

2.3.L'impact des réserves de glycogène et de la supplémentation en glucides sur les performances des joueurs de football

2.3.1. Réserves de glycogène musculaire et performance physique

La charge physiologique engendrée par la pratique du football provoque de la fatigue, particulièrement en fin de match. Cela a été mis en évidence par une diminution de la course à haute intensité vers la fin d'un match, avec une détérioration de la capacité de sprint et de la force musculaire (Mohr et al., 2005). D'après Saltin (1973), le développement de la fatigue en fin de match serait lié à l'épuisement des réserves de glycogène musculaire. Plus récemment, Bendisken (2012) a montré qu'une diminution du glycogène musculaire entraîne une détérioration des performances au sprint.

Des études sur le football masculin (Krustrup et al., 2006) et féminin (Krustrup et al., 2021) ont démontré une importante diminution du glycogène musculaire induite par le match, les deux tiers à trois quarts des fibres musculaires de type 1 et 2 étant pauvres en glycogène. De plus, des relations significatives entre le degré de dégradation du glycogène musculaire et la diminution de la tolérance à l'exercice après le match ont accompagné ces résultats (Krustrup et al. 2006).

À l'appui de ces résultats, de nombreuses études appliquant l'ingestion de glucides avant les matchs ou des simulations de match ont démontré une relation indirecte entre le glycogène musculaire et la performance (de Sousa et al., 2021).

Enfin, des corrélations ont été observées entre la capacité bêta-oxydative musculaire et la capacité à maintenir la performance vers la fin d'un match (Mohr et al., 2016), indiquant un effet d'amélioration des performances de l'augmentation de l'oxydation des graisses, probablement dû à l'épargne du glycogène.

Les réserves de glycogène musculaire sont un facteur déterminant dans la capacité d'un joueur à maintenir une intensité de jeu élevée tout au long d'un match. Saltin (1973) et Bendisken (2012) ont observé que les joueurs qui commençaient un match avec des réserves de glycogène plus élevées (~400 mmol/kg de poids sec) atteignaient des intensités de déplacement plus élevées et parvenaient mieux à maintenir la distance parcourue entre la première et la deuxième mi-temps que ceux ayant des réserves plus faibles (~200 mmol/kg de poids sec). Ce constat souligne l'importance de commencer un match avec des réserves optimales de glycogène pour améliorer la performance physique, en particulier pendant la deuxième mi-temps, où la fatigue commence à se faire sentir.

Les joueurs commençant le match avec des réserves de glycogène musculaire faibles auront tendance à couvrir moins de distance et à réduire leur vitesse, surtout lors de la seconde mi-temps. D'après Collins (2020) les joueurs avec des réserves de glycogène insuffisantes auront une performance physique dégradée, se traduisant par une baisse de l'intensité et de la vitesse de jeu, en particulier lorsque la fatigue commence à affecter la capacité musculaire. Cela montre l'importance d'une gestion adéquate des réserves de glycogène pour éviter un déclin de la performance en fin de match.

Lima-Silva (2011) a réalisé une étude mettant en lien la disponibilité en glucides (régime contrôlé en glucides sur 48h) et l'effort perçu. Dans le régime pauvre en glucides, le taux d'augmentation de l'effort perçu était plus élevé. Néanmoins, cette étude n'a été réalisée que sur un nombre restreint de sportifs (6 joueurs).

2.3.2. Effets de la supplémentation en glucides sur les performances durant le match

La supplémentation en glucides avant et pendant le match peut améliorer la performance physique, en particulier dans les phases où la fatigue est plus présente. Une étude de Harper et al. (2017) a rapporté que l'administration d'une solution de glucides et d'électrolytes à 12 % (en bolus de 250 ml avant chaque mi-temps) permettait d'améliorer la vitesse de dribble pendant les dernières étapes d'une simulation de match de football. Cette étude montre l'efficacité des boissons glucidiques pour maintenir une performance élevée en fin de match, ce qui est crucial dans un sport exigeant comme le football.

Le glucose, en plus d'apporter l'énergie aux muscles, joue également un rôle essentiel dans le fonctionnement cérébral, ce qui a un impact sur la prise de décisions et les actions motrices fines. Bandelow et al. (2010) ont montré que des niveaux accrus de glucose dans le sang amélioreraient la discrimination visuelle, la précision des gestes techniques) et le temps de réaction chez les participants après un match de football, notamment dans des conditions de chaleur. Ces résultats suggèrent qu'une supplémentation en glucides pourrait améliorer les performances cognitives et motrices pendant les phases critiques d'un match, telles que la prise de décisions rapide et l'exécution d'actions techniques.

Le cerveau étant l'un des rares organe humain dont le fonctionnement optimal dépend principalement de la glycémie (Schonfeld, 2013), il est probable que la prise de décisions et l'exécution d'actions habiles pendant un match de football soient influencées par les concentrations de glucose dans le sang.

Étant donné que les processus cognitifs sont essentiels aux actions habiles impliquées dans les sports d'équipe, et compte tenu du rôle de la glycémie dans le maintien de la fonction cérébrale, la supplémentation en glucides exogènes qui influencent les concentrations de glycémie pourrait être bénéfique pour les compétences de football exécutées dans les dernières étapes d'un match (Bandelow et al.).

2.3.3. Effets ergogéniques des glucides sur la performance en fin de match

Les effets ergogéniques des glucides exogènes, lorsqu'ils sont consommés avant et pendant l'exercice, ont été longuement étudiés dans le cadre de simulations de match. Par exemple, une boisson électrolytique à 6 % de sucrose consommée pendant l'exercice a permis d'améliorer la vitesse des tirs des jeunes footballeurs professionnels pendant la deuxième mi-temps d'une simulation de match de football, tout en maintenant la précision des tirs (Russel, 2012). De même, l'administration de gels glucidiques (contenant du glucose et de la maltodextrine) avant une prolongation simulée a amélioré les performances de dribble pendant les 15 dernières minutes de la prolongation, par rapport à un placebo sans énergie (Harper, 2015). Ces résultats montrent que la supplémentation en glucides pendant les phases de fatigue extrême peut non seulement améliorer la performance physique, mais aussi aider à maintenir des compétences techniques essentielles, telles que la précision et la rapidité des gestes.

De plus, une réduction de 22 % de l'utilisation du glycogène musculaire a été observée lorsque les joueurs ont ingéré environ 1,1 L d'une solution de glucides à 6,9 % tout au long d'un match de football simulé (Nicholas, 1999).

2.4. Recommandations et stratégies nutritionnelles

D'après Hills (2017), la consommation de glucides est synonyme de performance au football en raison de ses effets sur la préservation des réserves énergétiques et le maintien des capacités physiques. Pour cela, il est primordial d'optimiser les apports glucidiques avant, pendant et après le match.

Afin d'optimiser la performance, le nutritionniste doit veiller aux points suivants : l'IG des glucides consommés ; le moment de l'ingestion ; la quantité/concentration d'énergie consommée (Collins, 2021). D'après Hills (2017), la consommation de glucides avant et pendant la compétition est une stratégie nutritionnelle couramment recommandée aux joueurs de football. De telles pratiques visent à préserver les réserves énergétiques endogènes (concentrations de glucose sanguin et de glycogène musculaire) et à atténuer la baisse des performances physiques et techniques tout au long du match. Il a été démontré que les perturbations des concentrations de glucose sanguin influencent la qualité des performances cognitives et physiques pendant les exercices spécifiques au football (Hills, 2017). Par conséquent, il semble que la consommation de glucides joue un rôle dans la préservation des performances techniques dans des conditions de fatigue spécifiques au football.

2.4.1. Avant le match

- Jour d'entraînement

Les besoins quotidiens en glucides sont compris entre 3 et 6g/kg de BM (masse corporelle) (Collins, 2021). Cette quantité est suffisante afin de favoriser la performance et la récupération. Pendant l'entraînement, il est peu probable que les joueurs aient besoin d'un apport en glucides. Cependant, cela

peut dépendre de la durée et de l'intensité de la séance d'entraînement mais également de l'heure du dernier repas.

- Préparation au match

L'apport en glucides doit être maintenu entre 6 à 8 g/kg de poids corporel pendant les 48 à 72h avant le match afin de favoriser un stockage adéquat du glycogène (Collins, 2021).

- Jour de match

Chez les joueurs de champs, la fréquence cardiaque est maintenue à une moyenne de 85% du maximum et de l'intensité de l'effort correspond à 70% de la consommation maximale d'oxygène (VO₂ max). La dépense énergétique d'un match est alors de 1300 à 1600 kcal. Les glucides contribuent environ de 60 à 70% de l'approvisionnement total en énergie. Les besoins en jour de match seraient donc estimés à 3500kcal (Collins, 2021).

D'après Williams (2006), il est recommandé aux joueurs de prendre un repas riche en glucides à IG bas (1 à 3g/kg de poids corporel) environ 3h à 4h avant le coup d'envoi afin de s'assurer qu'ils disposent de réserves de glycogène suffisantes pour commencer la rencontre. Le dernier repas dépendra de l'heure du match. Il pourra s'agir du petit-déjeuner lorsque les matchs se déroulent vers 12h, du déjeuner pour les matchs en fin d'après-midi et d'un dîner pris précocement lorsque le match est tard dans la soirée. Afin d'être au plus proche des recommandations, des collations peuvent également être ajoutées. Le repas d'avant match revêt une importance particulière pour la préservation des réserves en glycogène hépatique, étant donné que ces réserves peuvent être réduites d'environ 50% après une nuit de jeûne (Nilsson, 1973).

La réalité est que les joueurs consomment souvent moins que les recommandations, soit environ 4g/kg de BM (Anderson, 2017).

D'après Briggs (2017), une vitesse de dribble accrue a été observée lorsque les jeunes footballeurs professionnels prenaient un petit-déjeuner plus copieux avec 60% de glucides.

2.4.2. Pendant le match

La combinaison d'un repas riche en glucides avant le match et d'une boisson de l'effort, ingérée pendant le match, entraîne une plus grande capacité d'exercice (temps de maintien d'un effort jusqu'à épuisement) qu'un repas riche en glucides seul (Hills, 2017).

D'après Hills (2017), pour améliorer les performances, il est recommandé d'avoir un apport d'énergie exogène (sous forme de boissons, de barres, de gels et de collations) le jour du match, en particulier avant et pendant le match. En effet, ces apports permettent une amélioration des performances au tir (Russell, 2012), de la vitesse de dribble (Harper, 2017), et la précisions des passes (Currell, 2009, Ali, 2009). Néanmoins, il est important de souligner que les occasions de consommer des glucides en dehors des pauses prévues (mi-temps) sont limitées.

Compte tenu des avantages en terme de performance associés à la réduction de l'épuisement du glycogène pendant un match, il est recommandé aux footballeurs de consommer entre 30 à 60 g/h de glucides durant la compétition afin de maintenir les niveaux de glucose sanguin et préserver les réserves de glycogène musculaire (Thomas, 2016). La première League Anglaise a rapporté un apport moyen en CHO de 32g/heure juste avant et pendant le match (Anderson, 2017).

Nous avons pu voir précédemment l'intérêt sur la performance d'une prise de boisson glucidique durant les matchs. Cependant, d'après Hills (2017), les études existantes ont fourni des glucides à intervalles réguliers (toutes les 15min). Or, dans les conditions réelles de match, le nombre limité d'arrêts rend difficile une prise aussi fréquente.

Par conséquent, lorsque les possibilités de boire avant et pendant le match sont limitées, la consommation de boissons électrolytiques contenant des concentrations accrues de glucides (> 10 %) peut constituer une approche pratique pour permettre aux footballeurs d'atteindre l'apport énergétique souhaité, tout en minimisant l'inconfort digestif (Harper, 2017).

Les boissons sportives disponibles dans le commerce, qui sont généralement consommées avant et pendant la compétition (y compris à la mi-temps), contiennent généralement des glucides à des concentrations de 6 à 10 % ; parmi ces glucides, les sources à IG élevé, comme le glucose et la maltodextrine, sont des constituants courants.

2.4.3. Après le match

Un des objectifs principaux est de rétablir dans leur totalité les stocks glycogène. Une consommation d'aliments riches en CHO est nécessaire, au détriment de l'apport en lipides pour assurer une restauration adéquate du glycogène.

Les repas et collations d'après-match devraient alors cibler des apports en glucides de 1g/kg BM/heure pendant 4h.

Un apport entre 6 et 8g/kg BM dans les 24 heures suivant un match (MD+1) permet de reconstituer les réserves en glycogène et cet apport doit être maintenu jusqu'à 48h à 72heures après le match (Collins et al. 2021).

2.5. Entre contraintes et connaissances : l'importance de l'éducation nutritionnelle pour les sportifs de haut niveau

D'après Tam et al. (2019), la sélection des aliments dépend de nombreux facteurs tel que le goût, le coût, la commodité mais aussi les connaissances des sportifs. Par ailleurs, O'Neill et al. (2017), soulignent que, pour les sportifs de haut niveau, d'autres éléments influencent également leur choix alimentaires, tels que les contraintes temporelles, l'insécurité financière et la fréquence de déplacement. En ce sens, la pratique du sport de haut niveau semble perturber l'alimentation.

Plus précisément, d'après Andrews (2016), une insuffisance d'apports est relevée chez les sportifs. En effet, une analyse des carnets alimentaires (3jours) de footballeurs professionnels et semi-professionnels a permis d'estimer qu'ils consommaient moins de glucides que les recommandations spécifiques au football.

Comme nous l'avons souligné précédemment, les bonnes pratiques nutritionnelles offrent des avantages notables tant pour la performance que pour la santé. Ainsi, l'éducation nutritionnelle devrait être un aspect essentiel de la formation, non seulement des joueurs et des entraîneurs, mais aussi des parents des jeunes athlètes.

Les athlètes doivent posséder des connaissances et des compétences nutritionnelles suffisantes pour pouvoir choisir et consommer de manière appropriée les aliments et les liquides nécessaires à une bonne santé, à une composition corporelle adaptée et éviter les contres performances.

Dans son étude, Andrews (2016) a relevé que les joueurs de football professionnels Australiens manquaient de connaissances nutritionnelles. Néanmoins, les joueurs ayant étudié récemment la nutrition obtenaient des résultats significativement supérieurs. De plus, les joueurs avec des connaissances plus développées avaient des apports nutritionnels plus adaptés aux recommandations. Dans ces conditions, d'après Andrew (2016) il serait intéressant de proposer une éducation nutritionnelle ciblant les lipides et les glucides aux joueurs dans le but d'améliorer leurs connaissances nutritionnelles et leur pratique alimentaire.

3. PROBLÉMATIQUE, OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES

3.1. Problématique

Dans le cadre du suivi d'une équipe de jeunes footballeurs, le rôle du diététicien est de sensibiliser les joueurs à l'importance de l'alimentation et de les accompagner dans l'adoption de bonnes pratiques nutritionnelles.

Chez le sportif, une attention particulière est portée aux glucides, qui constituent la principale source d'énergie lors d'efforts répétés, caractéristique des sports intermittents tels que le football.

Un déficit en glucides entraînera une altération des performances, notamment sur le plan technique, dans le contexte spécifique du football. Ainsi, cette étude vise à répondre à la problématique suivante :

L'apport glucidique chez des footballeurs de centre de formation est-elle dépendante d'une éducation nutritionnelle adaptée ?

3.2. Objectifs

Les différents objectifs de l'étude sont les suivants :

- Objectif 1 : Évaluer les effets d'une campagne d'éducation nutritionnelle sur les apports glucidiques.

- Objectif 2 : Évaluer les connaissances nutritionnelles des joueurs sur le thème des glucides.
- Objectif 3 : Évaluer l'impact des apports glucidiques sur la performance.

3.3. Hypothèses

Les objectifs de cette étude permettent de formuler les hypothèses suivantes :

H0 : Une campagne d'éducation nutritionnelle n'a pas d'effet sur les apports glucidiques.

H1 : Une campagne d'éducation nutritionnelle améliore les apports glucidiques.

H2 : Une campagne d'éducation nutritionnelle améliore les connaissances nutritionnelles sur le thème des glucides.

H3 : Une amélioration des apports glucidiques diminue la perception de l'effort.

H4 : Une amélioration des apports glucidiques améliore les performances au sprint.

H5 : Une amélioration des apports glucidiques améliore la composition corporelle, notamment par une réduction de la masse grasse.

4. MÉTHODE

4.1. Milieu professionnel

J'ai eu l'opportunité d'effectuer mon stage en tant que diététicienne-nutritionniste au sein de l'Union Sportive du Littoral de Dunkerque (USLD), un club évoluant en Ligue 2 BKT, actuellement classé à la 4ème place du championnat. Dans le cadre de ce stage, j'ai principalement pris en charge les joueurs des équipes de post-formation, notamment ceux des U19 nationaux et de la R2. J'ai également apporté mon expertise au sein de la formation et de la section sportive, contribuant ainsi à l'encadrement nutritionnel d'un large éventail de joueurs.

Il est important de souligner que le club n'avait jamais fait appel à une diététicienne auparavant, ce qui rendait l'intervention d'autant plus cruciale. Mon rôle a donc été de structurer une approche nutritionnelle adaptée aux besoins spécifiques des athlètes, tant sur le plan individuel que collectif. J'ai eu l'occasion de réaliser des suivis nutritionnels personnalisés, en plus d'intervenir en groupe à travers des sessions d'éducation nutritionnelle, visant à sensibiliser et à éduquer les joueurs sur les bonnes pratiques alimentaires. Ce travail a été d'autant plus stimulant que je devais instaurer des bases solides et pérennes pour intégrer la nutrition dans le quotidien des sportifs du club.

4.2. Population

L'étude a été réalisée sur 32 joueurs de l'équipe Réserve et U19 nationale. Les joueurs s'entraînent tous les jours de la semaine avec un match le week-end (samedi ou dimanche), une préparation physique en salle est également réalisée en fonction des besoins de chaque jour.

Pour les besoins de l'étude, nous avons constitué 2 groupes : un groupe témoin et un groupe expérimental pour lesquels nous avons tenu compte de l'âge, de la taille, de la masse, de la masse grasse mais également des résultats obtenus au test de connaissances glucidiques (score sur 26).

	Groupe expérimental	Groupe témoin
Âge (ans)	18,1 ± 0,7	18,7 ± 1,5
Taille (cm)	180,0 ± 0,1	180,0 ± 0,1
Masse (kg)	73,8 ± 6,6	74,6 ± 8,3
Masse grasse (%)	12,5 ± 2,2	12,4 ± 2,5
Test de connaissances glucidiques	17,1 ± 3,9	17,7 ± 4,9

Tableau 2: *Récapitulatif des moyennes et écart-type des données anthropométriques et des résultats obtenus au test de connaissances pour les groupes témoin et expérimental.*

4.3. Matériel

Afin de réaliser l'expérimentation, nous avons besoins du matériel suivant :

- Une pince à pli cutané XXL nutrition ®
- Salle d'entretien permettant un isolement
- Téléphone portable
- Rétroprojecteur
- Ordinateur
- Cellules Tendo Sprint System ® : 2 portes composées d'un émetteur et d'un récepteur

4.4. Protocole

4.4.1. Recueil des apports en glucides

Afin d'obtenir des informations précises sur les apports alimentaires et plus particulièrement glucidiques, les joueurs ont consigné leur alimentation sur 6 journées d'entraînement et 3 journées de match. Pour cela, ils ont rempli un carnet alimentaire sous format papier, dans lequel chaque prise alimentaire de la journée devait être notée, y compris l'hydratation. De plus, les joueurs ont été invités à envoyer des photos par WhatsApp de leurs assiettes afin d'évaluer le plus justement possible leurs apports glucidiques.

Afin que le carnet alimentaire soit rempli correctement, des consignes ont été données particulièrement concernant les boissons sucrées (type soda), et les prises alimentaires hors repas qui sont régulièrement oubliées.

Nous avons également déterminé les besoins théoriques en glucides de chaque joueur. Le but sera alors de déterminer si les apports correspondent aux besoins individuels.

Utilisation des données :

Le but est de comparer les apports spontanés en glucides aux recommandations théoriques pour chaque joueur.

Nous avons donc dans un premier temps calculé le métabolisme de base de chaque joueur grâce à la méthode de Black et al. (1990) :

$$\text{Homme : MET (kcal)} = [1,083 \times \text{Poids (kg)}^{0,48} \times \text{Taille (m)}^{0,50} \times \text{Age (an)}^{-0,13}] \times (1000/4,1855)$$

Afin d'évaluer les besoins énergétiques totaux, le NAP des joueurs a été évalué sur une journée type.

$$\text{Besoins énergétiques (kcal)} = \text{MET} \times \text{NAP}$$

Pour cette étude, les besoins des joueurs en glucides ont été évalués à 50% de l'apport énergétique total quotidien (AETQ) (ANSES, 2016).

Afin d'évaluer ses apports spontanés en glucides au plus proche de la réalité, nous avons calculé individuellement leur apport en glucides suite au retour du journal alimentaire.

Un rapport a été établi afin que les données soient utilisables statistiquement :

$$\text{Ratio glucidique (\%)} = (\text{Apports glucidiques spontanés (kcal)} \times 100) / \text{Besoins glucidiques théoriques (kcal)}$$

4.4.2. Questionnaire de connaissances glucidiques

Afin d'aller plus loin dans la recherche, nous voulons connaître le niveau de connaissances nutritionnelles des joueurs, plus spécifiquement sur la qualité des apports glucidiques.

En se référant au questionnaire de « Sports Nutrition Knowledge Questionnaire » (SL-SNKQ), qui est un questionnaire validé, nous pourrions obtenir des informations pertinentes sur leur connaissances nutritionnelles concernant les glucides. Ce questionnaire a été adapté aux besoins de l'étude.

Utilisation des données :

Afin d'obtenir un score utilisable, un score sur 26 points a été établi : 1 point par bonne réponse.

4.4.3. Masse grasse

Selon Hyka (2017), une corrélation a été observée entre le pourcentage de masse grasse et la performance sur un sprint de 50 mètres, ce paramètre constitue un facteur influençant les performances. Dans cette optique, la masse grasse est évaluée à l'aide de la méthode des 4 plis de Durnin et Womersley (1974). Les 4 plis sont pris selon la méthode ISAK (Société internationale pour l'avancement de la kinanthrométrie) afin d'éviter les erreurs de mesures :

- Pli bicipital : point situé à la face antérieure du bras au niveau de la marque projeté en avant du repère mi-acromiale-raidaire (point médian de la ligne droite joignant l'acromiale et le radiale).

- Pli tricipital : point situé sur la face antérieure du bras, au niveau du point médian entre l'acromiale et le radiale.
- Pli sous scapulaire : en prenant comme point de repère le point le plus bas de l'angle inférieur de la scapula, le pli sous scapulaire se situe à 2cm de ce point le long d'une ligne qui part latéralement et obliquement vers le bas formant un angle à 45°.
- Pli supra iliaque : pli situé au-dessus du repère iliocristal (point situé à la partie supérieure de la crête iliaque).

Les mesures sont toujours réalisées sur le côté droit du sujet avec le même matériel et par le même anthropométriste, en l'occurrence moi-même dans le cadre de cette étude.

Utilisation des données :

Afin d'obtenir la masse grasse (Durnin et Womersley, 1974), nous devons dans un premier temps calculer la densité corporelle (dc).

$$dc = C - (M * \log \Sigma \text{ des 4 plis})$$

C et M sont des constantes dépendantes de l'âge et du sexe

$$\text{Masse grasse (\%)} = ((4,95/dc) - 4,5) * 100$$

4.4.4. RPE (Rating scale of Perceived Exertion)

Nous nous sommes basés sur l'échelle de Borg CR-10 (1982). Elle utilise une échelle de 0 à 10 : le zéro correspondant à aucun effort et le 10 à un effort extrêmement dur.

A l'aide d'un Google drive, les joueurs ont rempli leur RPE maximum 30 minutes après la séance ou le match.

Utilisation des données :

Une moyenne a été calculée à partir des RPE collectés lors des 6 entraînements et des 3 matchs.

4.4.5. Test de sprint

Afin d'évaluer la vitesse de sprint des joueurs, un test de sprint linéaire a été réalisé sur une distance de 15 mètres, en condition standard. Le test a été effectué sur le terrain d'entraînement (gazon synthétique) après une séance d'entraînement intense afin de se rapprocher de l'intensité de match.

Chaque joueur effectue trois essais, séparés par une période de récupération de 4 minutes afin de permettre une reconstitution complète des réserves de phosphocréatine (généralement rétablies en 2 à 3 minutes). Le meilleur temps est ensuite retenu pour l'analyse.

4.4.6. Éducation nutritionnelle

- **Intervention 1 : éducation collective**

Dans un premier temps, une intervention nutritionnelle sera consacrée à la transmission des connaissances afin que tous les joueurs aient les mêmes bases sur le thème des glucides.

Lors de cette intervention, nous avons développé l'importance des glucides de la façon suivante :

- Rôle des glucides dans la performance : principale source énergétique
- Les différents types de glucides
- Les principales sources de glucides : aliments riches en glucides (différenciation en fonction des types de glucides)
- Développement de l'index glycémique
- Répartition glucidiques hebdomadaires en fonction des intensités d'entraînement et des jours de match
- Jour de match : quelle prise glucidique et à quel moment ?

- **Intervention 2 : éducation individuelle**

Dans un second temps, après avoir analysé individuellement le recueil des apports glucidiques, nous avons fait un retour individuel (30min par joueur) sur leur consommation glucidique. Lors de cet entretien, nous leur avons transmis des conseils individualisés afin d'améliorer leurs apports. Les conseils étaient principalement tournés vers la qualité des choix alimentaires, la quantité et l'heure des repas.

- **Intervention 3 : Infographies**

Au cours des 6 semaines de la phase d'intervention, des rappels réguliers ont été faits (à hauteur d'une infographie par semaine). Les documents ont été envoyés via un groupe WhatsApp afin que chaque joueur y ait accès sur son téléphone. Ils sont également affichés à un endroit stratégique au sein du club : la salle de musculation.

Résumé du protocole :

- Tests initiaux : 3 semaines

Au début de la période des 3 semaines, les joueurs ont été pesés et nous avons déterminé leur masse grasse par la méthode des plis. Ils ont également répondu au questionnaire de connaissances sur le thème des glucides.

Les joueurs nous ont envoyé leur carnet alimentaire sur les 6 jours d'entraînement et 3 jours de match déterminés au préalable. Lors de ces mêmes journées, les joueurs ont rempli le RPE de la séance et des matchs. Lors du premier jour du carnet alimentaire, les joueurs ont effectué le test de sprint après séance.

- Phase de sensibilisation : 6 semaines

Nous avons réalisé les interventions nutritionnelles expliquées précédemment.

- Phase de réévaluation : 3 semaines

Nous réalisons à l'identique les tests réalisés lors des tests initiaux.

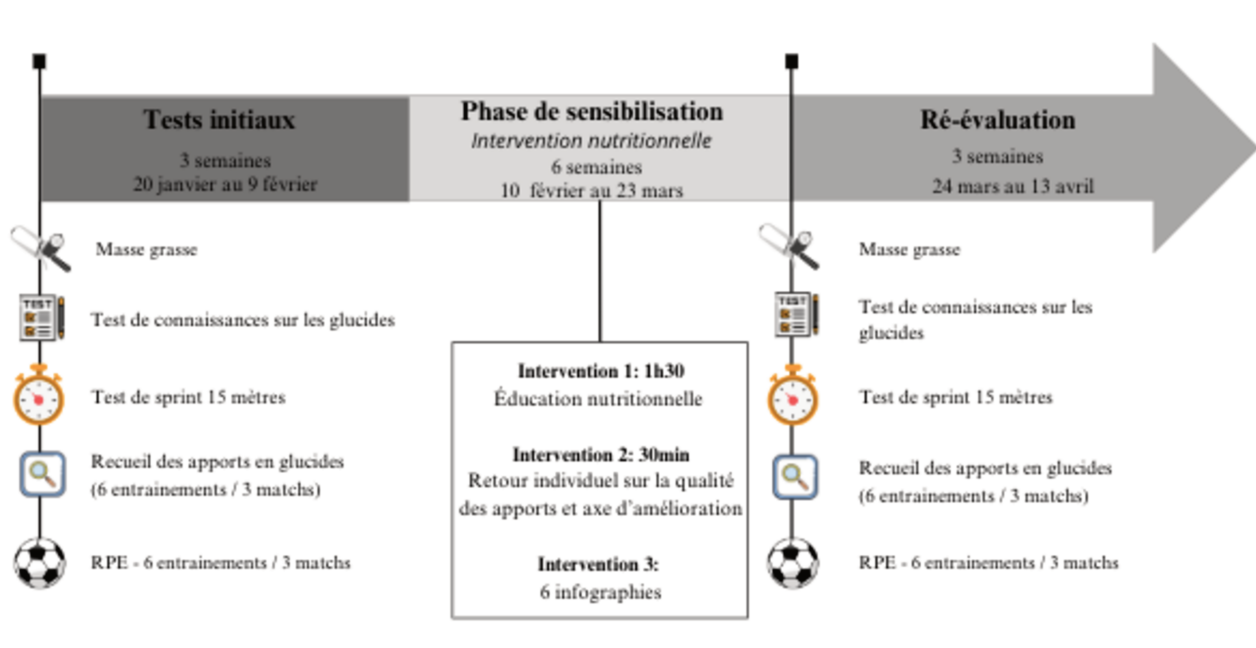


Figure 1 : Schéma récapitulatif du protocole

4.5. Analyse statistique

Dans un premier temps, nous allons vérifier que le groupe témoin et le groupe expérimental ne sont pas significativement différents (âge, taille, masse, masse grasse, résultats au test de connaissances nutritionnelles). Pour cela, nous allons vérifier la normalité et l'homogénéité des 2 groupes à l'aide des tests de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$) et Levene ($p < 0,05$). Nous utilisons alors un test paramétrique ou non paramétrique, soit respectivement, le test T de Student pour échantillon indépendant ou le test de Mann et Whitney.

Nous nous intéressons ensuite aux apports glucidiques. Pour cela, après avoir testé l'homogénéité et la normalité (test de Levene et Shapiro-Wilk), nous utilisons soit une ANOVA (test paramétrique) soit le test de Friedman (test non paramétrique). Puis, si nous obtenons des résultats significatifs pour l'ANOVA ($p < 0,05$), nous réalisons une comparaison 2 à 2 à l'aide du test de Bonferroni ($p < 0,008$).

Sur le même fonctionnement, si les résultats du test de Friedman sont significatifs ($p < 0,05$) alors des tests de comparaison 2 à 2 sont réalisés.

Enfin, nous mesurons la taille de l'effet à l'aide du D de Cohen. D'après la table d'interprétation, une valeur seuil à 0,2 est considérée comme un effet faible, 0,5 pour un effet moyen, 0,8 un effet élevé, 1,20 un effet très élevé et 2,00 pour un effet immense.

Nous utilisons la même démarche pour le traitement statistique du test de connaissances, le RPE, le test de sprint et la masse grasse.

Nous nous intéressons ensuite à la relation entre les apports glucidiques et les variables dans lesquelles nous obtenons des résultats significatifs. Pour cela, nous réalisons le test de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$) afin de vérifier la normalité. Si la condition est respectée, nous utilisons le test de corrélation de Bravais-Pearson. À contrario, nous utilisons le test de corrélation de Spearman.

5. RÉSULTATS

5.1. Caractéristiques initiales des groupes

Les analyses effectuées à l'aide du test t de Student n'ont révélé aucune différence significative entre le groupe 1 et le groupe 2 concernant les variables de taille ($p = 0,77$), de masse corporelle ($p = 0,75$), de masse grasse ($p = 0,87$) et des résultats au test de connaissances ($p = 0,69$).

Le test de Mann-Whitney a confirmé l'absence de différence significative pour l'âge ($p > 0,05$).

5.2. Apports glucidiques

	Groupe Expérimental	Groupe Témoin
	Moyenne $\pm$ écart-type	Moyenne $\pm$ écart-type
MB (kcal)	1879 $\pm$ 108	1878 $\pm$ 134
NAP	1,62 $\pm$ 0,08	1,62 $\pm$ 0,05
Besoin énergétique total théorique (kcal)	3037 $\pm$ 251	3035 $\pm$ 182
Besoin glucidique théorique (kcal)	1519 $\pm$ 125	1518 $\pm$ 91

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des moyennes et écarts-types concernant le MB, le NAP, les besoins théoriques en énergie et en glucides pour les groupes témoin et expérimental

	Groupe Expérimental		Groupe Témoin	
	Tests initiaux	Réévaluation	Tests initiaux	Réévaluation
	Moyenne $\pm$ écart-type		Moyenne $\pm$ écart-type	
Apports glucidiques spontanés (kcal)	1028 $\pm$ 211	1148 $\pm$ 187	940 $\pm$ 183	959 $\pm$ 179
Ratio glucidique (%)	68 $\pm$ 13	76 $\pm$ 12	62 $\pm$ 13	63 $\pm$ 12

Tableau 4 : Tableau récapitulatif des moyennes et écarts-types obtenus lors des tests initiaux et de la réévaluation concernant les apports glucidiques pour les groupes témoin et expérimental.

	Apports glucidiques spontanés	Ratio glucidique
	<i>P-value</i>	<i>P-value</i>
Effet entre les groupes	0,04041	0,03844
Effet temps (avant/après)	0,00160	0,00147
Interaction	0,01738	0,01620

Tableau 5 : Tableau récapitulatif des résultats de l'ANOVA à deux facteurs pour mesures répétées concernant les apports glucidiques spontanés et le ratio glucidique.

Concernant les apports glucidiques spontanés et le ratio glucidique, les résultats de l'ANOVA montrent une différence significative ($p < 0,05$) sur le facteur groupe et temps mais également sur les interactions entre ces deux facteurs.

Nous réalisons alors le test de Bonferroni, dont le seuil de significativité retenu est $p < 0,008$.

		Apports glucidiques spontanés	Ratio glucidique
		<i>P-Value</i>	<i>P-value</i>
Effet entre les groupes	G1 Initiaux / G2 Initiaux	0,22052	0,22335
	G1 Réévaluation/ G2 Réévaluation	0,00688	0,00647
Effet temps	G1 Initiaux/ Réévaluation	0,00422	0,00422
	G2 Initiaux/ Réévaluation	0,31544	0,29558
	G1 Initiaux/ G2 Réévaluation	0,33117	0,33927
	G2 Initiaux/ G1 Réévaluation	0,00358	0,00339

Tableau 6 : Tableau récapitulatif des résultats du test de Bonferroni concernant les apports glucidiques spontanés et le ratio glucidique pour les groupes expérimental (G1) et témoin (G2).

Les apports glucidiques et le ratio glucidique des groupes lors des test initiaux ne sont pas significativement différents ($p > 0,008$). En revanche, nous retenons une différence significative ($p < 0,008$) entre les groupes expérimental et témoin lors de la réévaluation. Les apports glucidiques et le ratio glucidique du groupe expérimental lors de la réévaluation sont donc différents de ceux du groupe témoin.

Nous observons une différence significative pour le groupe expérimental ($p < 0,008$) entre avant et après intervention pour les apports glucidiques et le ratio glucidique. Le constat est différent pour le groupe témoin, aucune différence n'est visible pour ces deux variables ($p > 0,008$).

Nous observons une différence significative sur les apports glucidiques et le ratio glucidique pour le groupe témoin lors des tests initiaux et le groupe expérimental lors de la réévaluation ($p < 0,008$). En revanche, aucune différence significative n'est observée entre le groupe expérimental lors des tests initiaux et le groupe témoin lors de la réévaluation ($p > 0,008$).

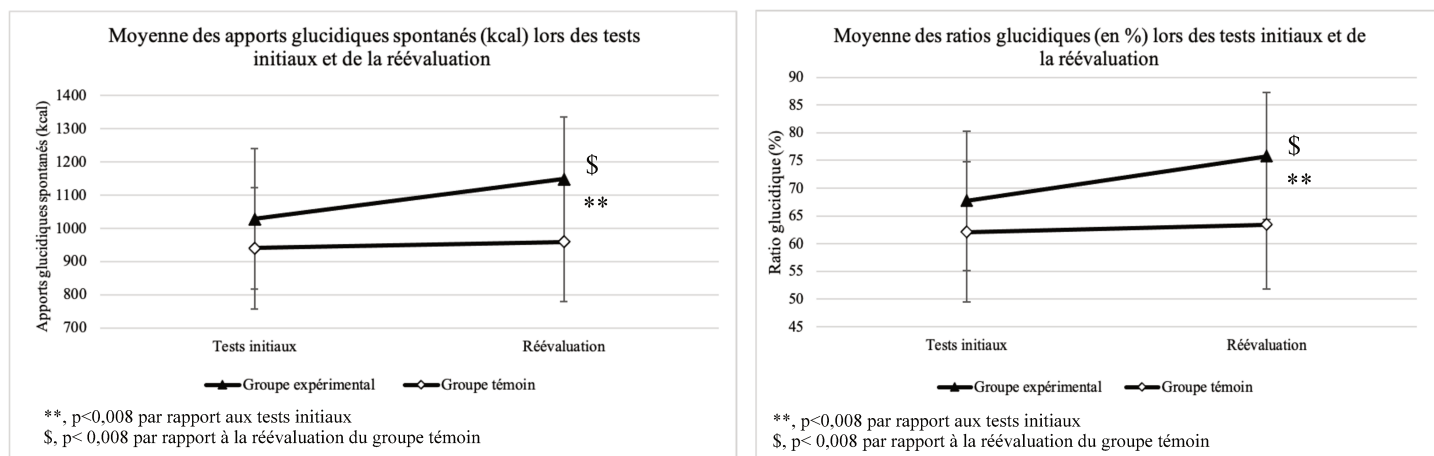


Figure 2 : Représentation graphique des moyennes des apports glucidiques et des ratios lors des tests initiaux et de la réévaluation pour les groupes témoin et expérimental

Un D de Cohen de 0,75 a été obtenu pour les apports glucidiques spontanés, l'effet est donc considéré comme moyen. Pour le ratio glucidique, nous obtenons un D de Cohen égal à 0,80 pour le groupe expérimental. L'effet est donc considéré comme élevé.

Les résultats nous permettent donc de rejeter l'hypothèse H0 et de valider H1 : une campagne d'éducation nutritionnelle améliore les apports glucidiques.

5.3. Questionnaire de connaissances

	Groupe Expérimental		Groupe Témoin	
	Tests initiaux	Réévaluation	Tests initiaux	Réévaluation
	Moyenne ± écart-type		Moyenne ± écart-type	
Questionnaire de connaissances	17,06 ± 3,92	22,06 ± 2,41	17,69 ± 4,88	17,63 ± 4,72

Tableau 7 : Tableau récapitulatif des moyennes et écarts-types obtenus lors des tests initiaux et de la réévaluation concernant le questionnaire de connaissances pour les groupes témoin et expérimental

Questionnaire de connaissances	
	P-value
Effet entre les groupes	0,18150
Effet temps (avant/après)	0,00000
Interaction	0,00000

Tableau 8 : Tableau récapitulatif des résultats de l'ANOVA à deux facteurs pour mesures répétées concernant le questionnaire de connaissances nutritionnelles.

Au sujet des connaissances nutritionnelles, nous avons une différence significative pour le facteur temps ($p < 0,05$), au contraire du facteur groupe ($p > 0,05$).

		Connaissances nutritionnelles
		<i>P-value</i>
Effet temps	G1 Initiaux/ Réévaluation	$1,0848 \cdot 10^{-5}$
	G2 Initiaux/ Réévaluation	0,75050
	G1 Initiaux / G2 Réévaluation	0,71640
	G2 Initiaux / G1 Réévaluation	0,00311

Tableau 9 : Tableau récapitulatif des résultats du test de Bonferroni concernant les résultats au test de connaissances nutritionnelles pour les groupes expérimental (G1) et témoin (G2).

Suite au test de Bonferroni, nous obtenons une différence significative pour le groupe expérimental entre les tests initiaux et la réévaluation ($p < 0,008$). Aucune différence significative n'a été relevée pour le groupe témoin entre les tests initiaux et la réévaluation ($p > 0,008$). Nous obtenons le même résultat entre le groupe expérimental sur les tests initiaux et la réévaluation du groupe témoin ($p > 0,008$). Nous observons un résultat significatif entre les tests initiaux du groupe témoin et la réévaluation du groupe expérimental ($p < 0,008$).

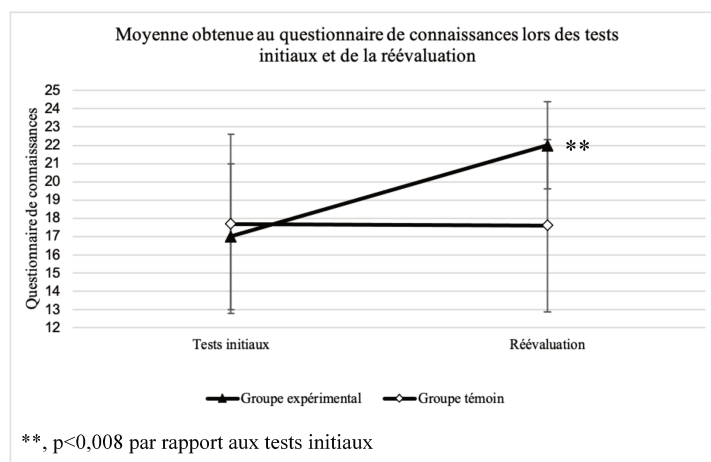


Figure 3 : Représentation graphique des moyennes obtenues au questionnaire de connaissances lors des tests initiaux et de la réévaluation pour les groupes témoin et expérimental.

Nous obtenons un D de Cohen égal à 1,13 pour le test questionnaire de connaissances pour le groupe expérimental. L'effet est donc considéré comme élevé. Le test du D de Cohen nous permet de dire que l'intervention a un effet élevé sur l'amélioration des résultats au test de nutrition.

Les résultats nous permettent de valider l'hypothèse H2 : une campagne d'éducation nutritionnelle améliore les connaissances nutritionnelles sur le thème des glucides.

5.4. Apports glucidiques et performance

5.4.1. *Perception de l'effort*

	Groupe Expérimental		Groupe Témoin	
	Tests initiaux	Réévaluation	Tests initiaux	Réévaluation
	Moyenne $\pm$ écart-type		Moyenne $\pm$ écart-type	
RPE	6,56 $\pm$ 0,89	6,38 $\pm$ 0,72	6,31 $\pm$ 1,14	6,13 $\pm$ 0,72

Tableau 10 : Tableau récapitulatif des moyennes et écarts-types obtenus lors des tests initiaux et de la réévaluation concernant la perception de l'effort pour les groupes témoin et expérimental

	RPE	
	Différences	Valeurs
G1 Initiaux/ Réévaluation	6,00	19,27
G2 Initiaux/ Réévaluation	4,00	19,27
G1 Initiaux/ G2 Initiaux	5,00	19,27
G1 Initiaux/ G2 Réévaluation	9,00	19,27
G1 Réévaluation/ G2 Initiaux	2,00	19,27
G1 Réévaluation / G2 Réévaluation	3,00	19,27

Tableau 11 : Tableau récapitulatif des résultats au test de Friedman concernant la perception de l'effort pour les groupes expérimental (G1) et témoin (G2).

Les résultats du test de Friedman ne montrent aucune différence significative (différence < valeur) entre les variables.

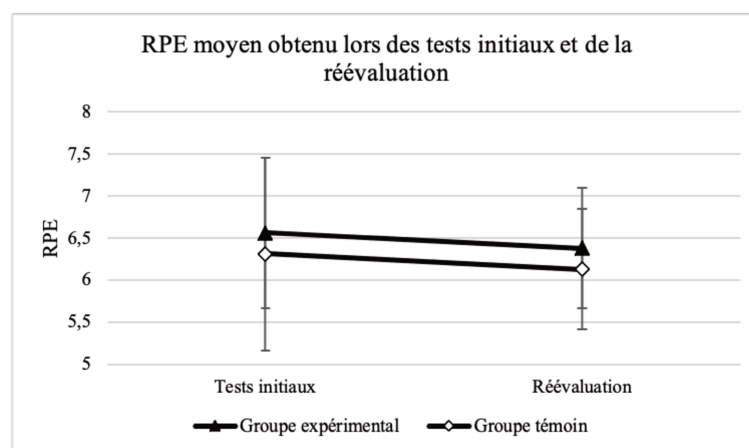


Figure 4 : Représentation graphique du RPE moyen lors des tests initiaux et de la réévaluation pour les groupes témoin et expérimental.

Suite aux résultats, nous rejetons l'hypothèse H3 : une amélioration des apports glucidiques réduit la perception de l'effort.

5.4.2. Sprint

	Groupe Expérimental		Groupe Témoin	
	Tests initiaux	Réévaluation	Tests initiaux	Réévaluation
	Moyenne $\pm$ écart-type		Moyenne $\pm$ écart-type	
Sprint (km/h)	32,28 $\pm$ 1,44	32,31 $\pm$ 1,46	32,47 $\pm$ 1,19	32,50 $\pm$ 0,72

Tableau 12 : Tableau récapitulatif des moyennes et écarts-types obtenus lors des tests initiaux et de la réévaluation concernant la performance au sprint sur les groupes témoin et expérimental

	Sprint
	<i>P-value</i>
Effet entre les groupes	0,69738
Effet temps (avant/après)	0,05787
Interaction	0,95457

Tableau 13 : Tableau récapitulatif des résultats de l'ANOVA à deux facteurs pour mesures répétées concernant la performance au sprint.

Concernant les performances au sprint, nous n'avons aucune différence significative ($p > 0,05$) pour le facteur groupe, pour le facteur temps mais également pour l'interaction entre ces deux facteurs.

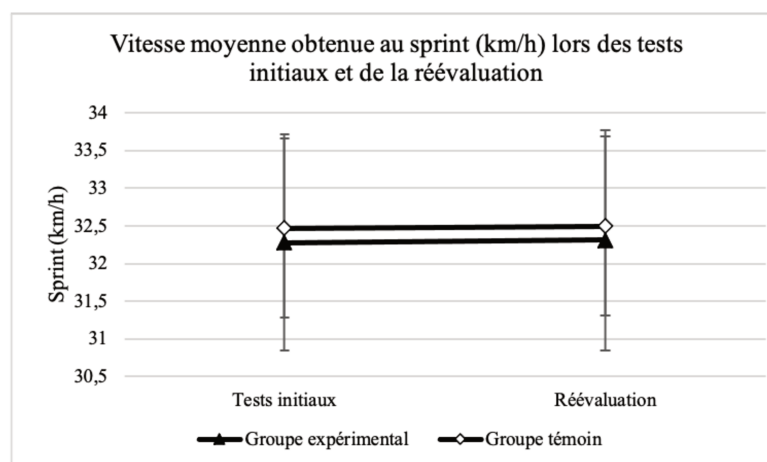


Figure 5 : Représentation graphique des moyennes obtenues au test de sprint (en km/h) lors des tests initiaux et de la réévaluation pour les groupes témoin et expérimental.

Suite aux résultats, nous pouvons rejeter l'hypothèse H4 : une amélioration des apports glucidiques améliore les performances au sprint.

5.4.3. Composition corporelle

	Groupe Expérimental		Groupe Témoin	
	Tests initiaux	Réévaluation	Tests initiaux	Réévaluation
	Moyenne $\pm$ écart-type		Moyenne $\pm$ écart-type	
Masse grasse (%)	12,49 $\pm$ 2,18	12,43 $\pm$ 2,08	12,37 $\pm$ 2,54	12,66 $\pm$ 2,49

Tableau 14 : Tableau récapitulatif des moyennes et écarts-types obtenus lors des tests initiaux et de la réévaluation concernant la masse grasse sur le groupe témoin et expérimental

	Masse grasse
	P-value
Effet entre les groupes	0,95780
Effet temps (avant/après)	0,14730
Interaction	0,03052

Tableau 15 : Tableau récapitulatif des résultats de l'ANOVA à deux facteurs pour mesures répétées concernant la masse grasse.

Au sujet des connaissances nutritionnelles, nous n'avons aucune différence significative pour le facteur groupe ($p > 0,05$), et pour le facteur temps ($p > 0,05$). Néanmoins, nous obtenons une interaction significative ($p < 0,05$).

Suite au résultat significatif de l'ANOVA concernant l'interaction entre le facteur temps et le facteur groupe, nous avons réalisé un test de Bonferroni. Les différentes comparaisons n'ont révélé aucune différence significative ($p > 0,008$) concernant la masse grasse que ce soit entre les groupes ou dans le temps (annexe 9).

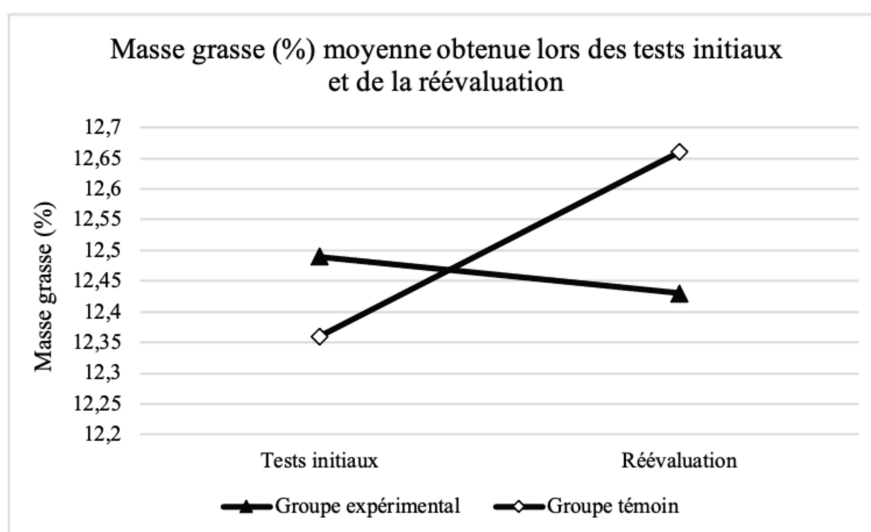


Figure 6 : Représentation graphique de la masse grasse moyenne lors des tests initiaux et de la réévaluation pour les groupes témoin et expérimental.

Les résultats nous permettent de rejeter l'hypothèse H5 : une amélioration des apports glucidiques améliore la composition corporelle, notamment par une réduction de la masse grasse.

5.5.Relation entre les apports glucidiques et les connaissances nutritionnelles

	Groupe Expérimental		Groupe Témoin	
	Tests initiaux	Réévaluation	Tests initiaux	Réévaluation
P-Value	0,6679	0,8716	0,7515	0,7636
R	0,1163	0,0440	0,0860	0,0817

Tableau 16 : Résultats du test de Bravais-Pearson pour les tests initiaux et la réévaluation concernant les groupes témoin et expérimental.

Les résultats au test ne montrent aucune relation entre les apports glucidiques (ratio en %) et les résultats au questionnaire de connaissances nutritionnelles ($p > 0,05$).

6. DISCUSSION

6.1. Interprétation

6.1.1. Apports glucidiques

Une augmentation significative des apports glucidiques a été observée entre la période pré- et post-intervention au sein du groupe expérimental. A l'issue de l'intervention, les apports des joueurs se rapprochent davantage de leurs besoins théoriques, en cohérence avec les recommandations nutritionnelles. Ces résultats suggèrent qu'un programme d'éducation nutritionnelle de 6 semaines, combinant éducation collective, entretien individuel et diffusion d'infographies pédagogiques optimisent les apports en glucides chez des joueurs évoluant en R2 et U19 Nationaux.

Ces observations sont en cohérence avec les travaux d'Elias et al. (2018), qui ont également mis en évidence une augmentation des apports glucidiques et par conséquent de l'apport énergétique total chez des joueurs de sports collectifs (hockey sur gazon, football, cricket, rugby à XV) après une intervention de 9 semaines comprenant 7 séances d'éducation nutritionnelle d'une heure et demie. Des résultats similaires ont été rapportés par Molina-Lopez (2013) à l'issue d'un programme de cinq mois sous forme d'entretiens individuels sur des handballeurs professionnels. Ainsi, il apparaît qu'une intervention plus courte, de seulement 6 semaines, peut également avoir un effet positif sur les apports glucidiques.

6.1.2. Connaissances nutritionnelles

Les résultats montrent une amélioration significative des scores au questionnaire de connaissances nutritionnelles (SL-SNKQ) dans le groupe expérimental (avant-après intervention). Cette progression met en évidence l'efficacité d'une intervention éducative ciblée sur la nutrition pour renforcer les connaissances des joueurs, notamment en ce qui concerne les glucides, qui étaient au cœur de notre programme. Ces résultats corroborent avec ceux de Potton Lopez (2018), qui, dans une étude menée auprès de footballeurs et en utilisant le même outil d'évaluation, a également observé une augmentation notable du score de connaissances nutritionnelles à la suite d'une éducation comprenant 7 cours de nutrition sportive et des entretiens individuels étalés sur 2 ans.

Cependant, il n'existe pas de lien direct entre l'amélioration des apports glucidiques et l'augmentation des connaissances. En effet, posséder des connaissances ne conduit pas systématiquement à un changement de comportement : certains joueurs, bien qu'informés des comportements alimentaires à adopter, n'ont pas nécessairement modifié leurs habitudes alimentaires. À l'inverse, d'autres ont pu améliorer leurs apports glucidiques sans avoir totalement assimilé les aspects théoriques.

6.1.3. Apports glucidiques et performance

L'étude ne met en évidence aucune différence significative de la masse grasse après 6 semaines d'intervention d'éducation nutritionnelle. Ce constat est en accord avec les travaux de Molina López et al. (2013), qui, chez des handballeurs professionnels espagnols, n'ont pas observé de réduction du pourcentage de masse grasse après une période d'intervention de 5 mois. Ces résultats suggèrent que chez des athlètes masculins déjà entraînés, une simple sensibilisation, sans modification des charges d'entraînement ou de plan nutritionnel strictement encadré, ne suffit pas à induire une transformation corporelle notable sur une période de courte durée (6 semaines).

À l'inverse, Rossi et al. (2017) ont constaté des changements significatifs de la composition corporelle chez un public féminin après 12 semaines d'intervention, ce qui pourrait s'expliquer par des différences hormonales et comportementales entre les sexes, ainsi que par une durée d'intervention plus longue. Cela indique que les effets d'une éducation nutritionnelle et des apports glucidiques sur la masse grasse peuvent dépendre du sexe, du niveau d'engagement, de la durée de l'intervention, et de la rigueur du suivi.

Par ailleurs, aucune diminution de la perception de l'effort (RPE), ni d'amélioration de la performance au sprint n'a été observée suite à l'intervention. Ces résultats sont en accord avec ceux de Sanchez-Dias (2020), qui n'observe aucune amélioration de la performance sur un sprint de 30m après une intervention d'éducation nutritionnelle sur des joueurs de basketball et de volley-ball. Cette absence d'effet peut s'expliquer par le caractère multifactoriel de la performance qui dépend non seulement de l'alimentation,

mais aussi de l'entraînement, de l'état de forme général, de la qualité du sommeil ou encore de la motivation. De plus, le RPE demeure une mesure subjective, influencée par de nombreux facteurs extérieurs au protocole nutritionnel.

6.2. Limites

Malgré la rigueur méthodologique apportée à la mise en œuvre de cette étude, certaines limites doivent être soulignées.

Tout d'abord, le recueil des apports alimentaires s'est appuyé sur un carnet alimentaire rempli directement par les joueurs. Ce type de méthode présente des risques d'erreurs. En effet, les erreurs d'estimations des portions, les oublis de prises alimentaires (notamment les collations, les grignotages ou les boissons sucrées), ou encore une volonté de « bien faire » peuvent altérer la précision des données collectées entraînant ainsi une sous-estimation des apports (Scagliusi, 2008).

De plus, la période d'observation des habitudes alimentaires s'est limitée à 6 jours d'entraînement et 3 jours de match. Bien que cela représente une charge d'enregistrement importante pour les joueurs, cette durée reste courte pour refléter fidèlement les habitudes alimentaires sur une semaine entière. Il est donc possible que les données collectées ne soient pas totalement représentatives des apports habituels.

La durée de l'intervention (six semaines) peut être considérée comme relativement courte pour observer des changements durables sur les habitudes alimentaires et la composition corporelle. Un suivi à plus long terme permettrait de mieux évaluer la pérennité des effets observés.

En ce qui concerne les résultats obtenus, certains joueurs rencontrent des contraintes limitant la modification de leurs habitudes alimentaires. En effet, les repas pris en restauration collective offrent peu de flexibilité : les possibilités de se resservir sont restreintes et la composition des repas est souvent imposée. Cette organisation limite ainsi l'ajustement des apports alimentaires en fonction des recommandations nutritionnelles.

Enfin, bien que les apports glucidiques aient été analysés, il n'a pas été possible de mesurer le statut du glycogène musculaire, un paramètre pourtant central dans la compréhension de la performance, comme l'ont souligné Mohr et al. (2005) et Saltin (1973).

6.3. Applications sur le terrain

Les résultats de cette étude mettent en évidence l'intérêt d'un programme d'éducation nutritionnelle pour améliorer la qualité des apports glucidiques, en les rapprochant des recommandations théoriques, tout en renforçant les connaissances des joueurs sur ce macronutriment essentiel à la performance.

Dans un club, l'intégration de programmes d'éducation nutritionnelle réguliers représente une stratégie pertinente. Ces interventions pourraient aborder différents thèmes adaptés aux besoins des joueurs (gestion des repas les jours d'entraînement, stratégies nutritionnelles en période de match, récupération...). L'objectif est de favoriser l'autonomie des joueurs dans la gestion de leur alimentation,

en leur fournissant les outils nécessaires pour effectuer des choix alimentaires éclairés, tant à l'entraînement qu'en compétition. Une meilleure maîtrise de leur alimentation permet notamment d'optimiser les apports glucidiques autour de l'effort.

En complément de cette approche collective, la mise en place d'entretiens individuels constitue un levier important pour renforcer l'efficacité de l'accompagnement nutritionnel. Ce format permet d'individualiser les recommandations en tenant compte de plusieurs paramètres : le poste occupé, le volume d'entraînement, les objectifs personnels, les préférences alimentaires ou encore le niveau de connaissances initiales.

6.4.Perspectives

Prolonger la durée de l'intervention nutritionnelle au-delà de six semaines pourrait permettre d'observer une taille d'effet plus importante, tant sur les habitudes alimentaires que sur la composition corporelle et, potentiellement, sur la performance physique. La mise en place de suivis à moyen ou long terme (12 semaines ou plus) offrirait une meilleure évaluation de la pérennité des comportements acquis. Il serait également intéressant de s'attarder sur la qualité des apports nutritionnels, en portant une attention particulière à la quantité de sucres consommés par les sportifs.

Par ailleurs, il serait pertinent d'élargir le champ d'étude à des effectifs féminins, afin d'examiner les éventuelles différences liées au sexe en matière de réponses à l'éducation nutritionnelle. Une comparaison entre équipes amateurs et professionnelles représenterait également un axe d'analyse : ces deux profils de joueurs, aux exigences et contraintes distinctes, pourraient réagir différemment à une même intervention, tant en termes d'adhésion que d'impact sur la performance.

7. CONCLUSION

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés aux apports glucidiques chez des footballeurs suite à une phase d'éducation nutritionnelle.

Les résultats ont montré qu'une phase d'éducation nutritionnelle permet d'améliorer les apports glucidiques (hypothèse H1 validée, H0 rejetée), ainsi que les connaissances nutritionnelles (hypothèse H2 validée).

Toutefois, aucune diminution de la perception de l'effort, ni d'amélioration de la performance au sprint ou de la composition corporelle n'a été prouvée (hypothèse H3, H4, H5 rejetées).

Les changements alimentaires s'opèrent sur le long terme. Ainsi, l'intégration d'un diététicien-nutritionniste au staff est nécessaire afin d'orienter les choix alimentaires des sportifs en les adaptant aux exigences spécifiques du football de haut niveau.

BIBLIOGRAPHIE

Ali, A., Williams, C . (2009). Carbohydrate ingestion and soccer skill performance during prolonged intermittent exercise. *J Sports Sci*, **27**, 1499-508.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02640410903334772#d1e390>

Anderson, L., Orme, P., Naughton, R.J., *et al* . (2017). Energy intake and expenditure of professional soccer players of the English premier League: evidence of carbohydrate Periodization. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, **27**, 228–38.

https://core.ac.uk/reader/192531780?utm_source=linkout

Andrews, M.C., Itsiopoulos, C. (2016). Progress remains to be made in nutritional knowledge and dietary intake of male football players in Australia. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism*, **26**, 55-64.

https://www.researchgate.net/publication/280867768_Room_for_Improvement_in_Nutrition_Knowledge_and_Dietary_Intake_of_Male_Football_Soccer_Players_in_Australia

Astrand P., Rodahl K. (1986). Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise. McGraw-Hill; New York, NY, USA.

Baker, L.B., Rollo, I., Stein, K.W., Jeukendrup, A.E. (2015). Acute Effects of Carbohydrate Supplementation on Intermittent Sports Performance. *Nutrients*, **7**, 5733-5763.

<https://doi.org/10.3390/nu7075249>

Bandelow S., Maughan R., Shirreffs S., Ozgunen K., Kurdak S., Ersoz G., Binnet M., Dvorak J. (2010). The effects of exercise, heat, cooling and rehydration strategies on cognitive function in football players. *Scand. J. Med. Sci. Sports.*, **20**, 148–160.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1600-0838.2010.01220.x>

Bangsbo, J. (1994). Exigences physiologiques. Dans le *Manuel de médecine et de science du sport du CIO : Football (soccer)* ; : Oxford, Royaume-Uni : Blackwell Scientific Publications.

Barros, R., Milton, S., Misuta, R.P., Menezes, P.J., Figueroa, F.A., Moura, S.A., Cunha, R.A., Neucimar, J.L. (2007). Analyse des distances parcourues par des footballeurs brésiliens de première division, obtenues grâce à une méthode de suivi automatique. *J Sports Sci Med*, **6**, 233–242.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3786245/>

Bendiksen, M., Bischoff, R., Randers, M., Mohr, M., Rollo, I., Suetta, C., Bangsbo, J.(2012). The Copenhagen Soccer Test: Physiological Response and Fatigue Development. *Medecine and Science in Sports and Exercise*, **44**, 1595-1603.

<https://journals.lww.com/acsm->

[msse/fulltext/2012/08000/the_copenhagen_soccer_test__physiological_response.24.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2012/08000/the_copenhagen_soccer_test__physiological_response.24.aspx)

Borghouts LB, Keizer HA (2000). Exercise and Insulin Sensitivity: A Review. *International Journal of Sports Medicine*, **21**, 1–12.

https://www.researchgate.net/publication/12632588_Exercise_and_Insulin_Sensitivity_A_Review

Briggs, M.A., Harper, L.D., McNamee, G., *et al.* (2017). The effects of an increased calorie breakfast consumed prior to simulated match-play in Academy soccer players. *Eur J Sport Sci*, **17**, 858- 66.

https://www.researchgate.net/publication/315504921_The_effects_of_an_increased_calorie_breakfast_consumed_prior_to_simulated_match-play_in_Academy_soccer_players

Collins, J., Maughan, R.J., Gleeson, M., *et al.* (2021). UEFA expert group statement on nutrition in elite football. Current evidence to inform practical recommendations and guide future research. *British Journal of Sports Medicine*, **55**, 416.

<https://bjsm.bmj.com/content/55/8/416>

De Oliveira, E.P., Burini, R.C. (2011). Food-dependent, exercise-induced gastrointestinal distress. *J. Int. Soc. Sports Nutr*, **8**, 12.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3190328/>

Essen B. (1977). Intramuscular use of substrates during prolonged exercise. *Ann. NY Acad. Sci.*, **301**, 30–44.

<https://europepmc.org/article/med/270923>

Fransson, D., Krstrup, P., & Mohr, M. (2016). Running intensity fluctuations indicate temporary performance decrement in top-class football. *Science and Medicine in Football*, **1**, 10–17.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640414.2016.1254808>

Gaitanos, G.C.; Williams, C.; Boobis, L.H.; Brooks, S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J. Appl. Physiol.* **1993**, *75*, 712–719.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8226473/>

Gastin PB (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med*, **3**, 725–741.

https://www.researchgate.net/publication/11799339_Energy_System_Interaction_and_Relative_Contribution_During_Maximal_Exercise

- Greiwe JS, Hickner RC, Hansen PA, et al (1999) Effects of endurance exercise training on muscle glycogen accumulation in humans. *J Appl Physiol*, **87**, 222–226.
<https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappl.1999.87.1.222>
- Harper, L.D., Stevenson, E.J., Rollo, I., Russell, M. (2017). The influence of a 12% carbohydrate-electrolyte beverage on self-paced soccer-specific exercise performance. *J. Sci. Med. Sport.*, **20**, 1123–1129.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1440244017303997>
- Harper, L.D., Briggs, M.A., McNamee, G., West, D.J., Kilduff, L.P., Stevenson, E., Russell, M. (2016). Physiological and performance effects of carbohydrate gels consumed prior to the extra-time period of prolonged simulated soccer match-play. *J. Sci. Med. Sport.*, **19**, 509–514.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1440244015001346>
- Hawley, Morton. (2014). Ramping up the signal: promoting endurance training adaptation in skeletal muscle by nutritional manipulation. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, **41**, 608–613.
<https://aups.org.au/Proceedings/44/109-115/109-115.pdf>
- Hills, S.P., Russell, M. (2017). Carbohydrates for Soccer: A Focus on Skilled Actions and Half-Time Practices. *Nutrients*, **10**, 22.
<https://www.mdpi.com/2072-6643/10/1/22>
- Jentjens, Jeukendrup A (2003). Determinants of post-exercise glycogen synthesis during short-term recovery. *Sports Med*, **33**, 117–144.
<https://scispace.com/pdf/determinants-of-post-exercise-glycogen-synthesis-during-556wjv28yw.pdf>
- Kingsley, M.; Penas-Ruiz, C.; Terry, C.; Russell, M. (2014). Effects of carbohydrate-hydration strategies on glucose metabolism, sprint performance and hydration during a soccer match simulation in recreational players. *J. Sci. Med. Sport*, **17**, 239–243.
<https://www.mdpi.com/2072-6643/10/1/22>
- Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M., Bangsbo, (2006). J. Muscle and blood metabolites during a soccer game: Implications for sprint performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **38**, 1165–1174.
https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2006/06000/Muscle_and_Blood_Metabolites_during_a_Soccer_Game_.20.aspx

Krustrup P., Mohr M., Steensberg A., Bencke J., Kjær M., Bangsbo J. (2006). Muscle and blood metabolites during a football match: implications for sprint performance. *Med. Sci. Sports. Exercice.*, **38**, 1165–1174.

https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2006/06000/muscle_and_blood_metabolites_during_a_soccer_game_.20.aspx

Krustrup, P., Mohr, M., Nybo, L., Draganidis, D., Randers, MB, Ermidis, G., et al. (2021). Métabolisme musculaire et altération des performances de sprint dans un match de football féminin d'élite. *Scand. J. Med. Sci. Sports.*, **32**, 27–38.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/sms.13970>

Larry Kenney, W. (2021). *Physiologie du sport et de l'exercice*. Paris : Deboeck supérieur.

Lima-Silva, A.E., Pires, F.O., Bertuzzi, R.C.M., Lira, F.S., Casarini, D. and Kiss, M.A.P.D.M. (2011). Low carbohydrate diet affects the oxygen uptake on-kinetics and rating of perceived exertion in high intensity exercise. *Psychophysiology*, **48**, 277-284.

<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01059.x>

Marquet, L-A. (2017). *Influence de la disponibilité en glucides sur la performance : nouvelles stratégies d'apports glucidiques en fonction des besoins de la programmation d'entraînement*. Thèse de doctorat, non publiée, Université Cote d'Azur, Nice.

Mohr, M., Krustrup, P., Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*, **21**, 519–528.

https://www.researchgate.net/publication/10673250_Match_performance_of_high-standard_soccer_players_with_special_reference_to_development_of_fatigue

Mohr, M., Krustrup, P., Bangsbo, J. (2005). Fatigue in soccer: a brief review. *J. Sports Sci*, **23**, 593–599.

https://www.researchgate.net/publication/7570076_Fatigue_in_soccer_A_brief_review

Mohr, M., Ermidis, G., Jamurtas, A.Z., Vigh-Larsen, J.F., Poullos, A., Draganidis, D., Papanikolaou, K., Tsimeas, P., Batsilas, D., Loules, G., Batrakoulis, A., Sovatzidis, A., Nielsen, J.L., Tzatzakis, T., Deli, C.K., Nybo, L., Krustrup, P., Fatouros, I.G. (2022). Extended Match Time Exacerbates Fatigue and Impacts Physiological Responses in Male Soccer Players. *Med Sci Sports Exerc.*, **55**, 80-92.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9770137/>

Mohr, M., Vigh-Larsen, J.F., Krustrup, P. (2022). Muscle Glycogen in Elite Soccer - A Perspective on the Implication for Performance, Fatigue, and Recovery. *Front Sports Act Living*, **4**, 876534.

https://www.frontiersin.org/journals/sports-and-active-living/articles/10.3389/fspor.2022.876534/full?trk=organization_guest_main-feed-card_feed-article-content

Nassis, G. P., Massey, A., Jacobsen, P., Brito, J., Randers, M. B., Castagna, C. (2020). Elite football of 2030 will not be the same as that of 2020: Preparing players, coaches, and support staff for the evolution. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, **30**, 962–964.

https://wiley.scienceconnect.io/api/oauth/authorize?ui_locales=en&scope=affiliations+alm_identity_id+login_method+merged_users+openid+settings&response_type=code&redirect_uri=https%3A%2F%2Fonlinelibrary.wiley.com%2Faction%2FoidcCallback%3FidpCode%3Dconnect&state=MD7fwcD8HXzc3nKJa2pRerTAMbDaB9ZGZdqCdr0pZaQgNU5TWJp1J2nYKk2egCfX&prompt=none&nonce=qFv1ssyniVvThQ288odGYN14juky0mvv9hXbpxdxUDU%3D&client_id=wiley

Nicholas, C.W., Tsintzas, K., Boobis, L., Williams, C. (1999). Carbohydrate-electrolyte ingestion during intermittent high-intensity running. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **31**, 1280–1286.

https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/1999/09000/carbohydrate_electrolyte_ingestion_during.8.aspx

Nilsson, L.H., Fürst, P., Hultman, E. (1973). Carbohydrate metabolism of the liver in normal man under varying dietary conditions. *Scand J Clin Lab Invest*, **32**, 331–7.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4771103>

Palacios-Huerta, I. (2004). Structural changes during a century of the world's most popular sport. *Stat. Methods Appl.*, **13**, 241–258.

<http://palacios-huerta.com/docs/sma093.pdf>

Richter, E.A., Derave, W., Wojtaszewski, J. (2001). Glucose, exercise and insulin: emerging concepts. *J Physiol (Lond)*, **535**, 313–322.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2278791/>

Russell, M., Benton, D., Kingsley, M. (2011). The effects of fatigue on soccer skills performed during a soccer match simulation. *Int J Sports Physiol Perform*, **6**, 221–233.

https://www.researchgate.net/publication/51463373_The_Effects_of_Fatigue_on_Soccer_Skills_Performed_During_a_Soccer_Match_Simulation

Russell, M., Rees, G., Kingsley, M.I. (2013). Technical demands of soccer match play in the english championship. *J Strength Cond Res*, **27**, 2869–2873.

<https://journals.lww.com/nsca->

jsr/fulltext/2013/10000/technical_demands_of_soccer_match_play_in_the.30.aspx

Russell, M., Sparkes, W., Northeast, J., Cook, C.J., Love, T.D., Bracken, R.M., Kilduff, L.P. (2016). Changes in acceleration and deceleration capacity throughout professional soccer match-play. *J. Strength Cond. Res.*, **30**, 2839–2844.

<https://journals.lww.com/nsca->

jsr/FullText/2016/10000/Changes_in_Acceleration_and_Deceleration_Capacity.21.aspx

Russell, M., Benton, D., Kingsley, M. (2012). Influence of carbohydrate supplementation on skill performance during a soccer match simulation. *J Sci Med Sport*, **15**, 348–54.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22230353>

Russell, M., Benton, D., Kingsley, M. (2014). Consommation de glucides avant et pendant un match de football et concentrations de glucose et de lactate dans le sang. *J. Athl. Train.*, **49**, 447–453.

<https://meridian.allenpress.com/jat/article/49/4/447/191259/Carbohydrate-Ingestion-Before-and-During-Soccer>

Saltin, B. (1973). Metabolic fundamentals in exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **5**, 137–146.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4270581/>

Scagliusi, F.B., Ferriolli, E., Pfrimer, K. (2008). Under-reporting of energy intake is more prevalent in a healthy dietary pattern cluster. *British Journal of Nutrition.*, **100**, 1060-1068.

<https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/underreporting-of-energy-intake-is-more-prevalent-in-a-healthy-dietary-pattern-cluster/4CA77EDBB12CF20C50B518BD4A34D4EB>

Schönfeld P., Reiser G. (2013). Why does brain metabolism not favor burning of fatty acids to provide energy? - Reflections on disadvantages of the use of free fatty acids as fuel for brain. *J. Cereb. Blood Flow Metab.*, **33**, 1493–1499.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3790936/>

Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., Wisløff, U. Physiology of soccer: An update. (2005) *Sports Med.*, **35**, 501–536.

https://www.researchgate.net/publication/7768343_Physiology_of_Soccer

Thomas, D.T., Erdman, K.A., Burke, L.M. (2016). American College of Sports Medicine joint position statement. Nutrition and athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **48**, 543–568.

https://www.vevu.hr/upload/kol_33/50Nutrition_and_Athletic_Performance.pdf

Thomas, D.T., Erdman, K.A., Burke, L.M. (2016). Position of the Academy of nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, **116**, 501-528.

<https://www.wellesu.com/10.1016/j.jand.2015.12.006>

Vigh-Larsen, J.F., Ørtenblad, N., Spriet, L.L., Overgaard, K., Mohr, M. (2021). Muscle glycogen metabolism and high-intensity exercise performance: a narrative review. *Sports Med.* **51**, 1855–1874.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9106100/#B2>

Williams, C., Rollo, I. (2015) Carbohydrate nutrition and team sport performance. *Sports Med.*, **45**, 13–22.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-015-0399-3>

ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire de connaissances nutritionnelles

NOM Prénom :

1) Pour chaque aliment, cochez la case correspondant au macronutriment le plus présent :

	Protéines	Lipides	Glucides	Je ne sais pas
Banane				
Steak haché				
Pain				
Pois chiches				
Cuisse de poulet				
Huile d'olive				
Corn Flakes				
Dattes				
Œufs				
Flocons d'avoines				
Noisettes				
Pâtes				
Patates douces				

2) Parmi ces nutriments, lesquels fournissent de l'énergie ?

	OUI	NON	Je ne sais pas
Lipides			
Fer			
Glucides			
Protéines			
Vitamine C			

3) Se sentir fatigué au milieu d'une séance d'entraînement peut être le signe d'un insuffisant d'aliments riche en énergie ?

VRAI

FAUX

Je ne sais pas

4) Consommer une quantité suffisante de glucides aide à réduire la dégradation des protéines dans l'organisme ?

VRAI

FAUX

Je ne sais pas

5) Le glycogène est ?

- Une protéine essentielle pour la construction musculaire.
- Une forme de stockage des glucides dans l'organisme.
- Une enzyme qui dégrade le sucre dans le corps.
- Un type de sucre présent dans les fruits
- Je ne sais pas

6) Combien d'heure avant une compétition faut-il suivre un chargement en glucides pour maximiser les réserves en glycogène ?

- 6h-12h
- 12h-24h
- 24h-48h
- 168h
- Je ne sais pas

7) Quel aliment est le plus adapté à consommer à la mi-temps d'un match ?

- Une compote
- Un œuf
- Des amandes
- Je ne sais pas

- 8) Après un match, je dois...
- Boire mais éviter de manger car la digestion est altérée après l'exercice.
 - Attendre le prochain repas pour éviter de trop manger et prendre du poids.
 - Manger des aliments riches en glucides et en protéines dans les 30 minutes à 2h après l'effort.
 - Manger tout ce que vous pouvez trouver dès que possible pour éviter l'hypoglycémie.
- 9) Le fait de consommer une quantité d'énergie relativement inférieure à la quantité requise entraîne de mauvaises performances.

VRAI

FAUX

Je ne sais pas

- 10) Quel est la source principale d'énergie lors d'un match ou d'un entraînement ?
- Protéines
 - Vitamines
 - Lipides
 - Glucides
 - Je ne sais pas

Annexe 2 : Échelle de Borg CR-10 (1982)

Comment percevez-vous l'effort effectué ?	
0	Rien du tout
0,5	Extrêmement léger
1	Très léger
2	Léger
3	Modéré
4	Légèrement dur
5	Dur
6	
7	Très dur
8	
9	
10	Extrêmement dur
●	Maximal

Annexe 3 :

Catégorie	NAP	Activité
A	1	Sommeil et sieste, repos en position allongée
B	1,5	En position assise : repos, télévision, écrans, jeux de société, lecture, travail de bureau, couture...
C	2,2	En position debout : toilette, petits déplacements dans la maison, cuisine, travaux ménagers, achats, travail en laboratoire, vente...
D	3	Marche, jardinage ou équivalent, gymnastique, yoga Activité pro manuelles, debout, d'intensité moyenne
E	3,5	Activités professionnelles d'intensité élevée (maçonnerie, platerie, réparation automobile...)
F	5	Sport, activité professionnelle intense (terrassment...)

ANSES, 2001

Annexe 4 : Données anthropométriques du groupe expérimental et témoin

	DONNÉES ANTHROPOMÉTRIQUES			
Groupe expérimental	Taille (cm)	Masse (kg)	Masse grasse (%)	Age
Sujet 1	189	79,4	12,8	19
Sujet 2	185	83	12,2	17
Sujet 3	189	74,9	12,7	18
Sujet 4	177	63,9	12,1	18
Sujet 5	182	74,5	10,7	17
Sujet 6	175	68,2	8,5	17
Sujet 7	175	72,3	13,5	19
Sujet 8	185	82,4	16,5	18
Sujet 9	183	72,4	10,2	18
Sujet 10	167	63,5	11,3	19
Sujet 11	178	79,3	15,5	19
Sujet 12	185	79,3	15	18
Sujet 13	177	74,6	12,7	18
Sujet 14	172	61,5	9,6	18
Sujet 15	185	76,9	12,1	18
Sujet 16	180	74,6	14,5	18

	DONNÉES ANTHROPOMÉTRIQUES			
Groupe témoin	Taille (cm)	Masse (kg)	Masse grasse (%)	Age
Sujet 1	189	80,6	12,8	18
Sujet 2	171	72,3	11	18
Sujet 3	183	69,1	12,2	19
Sujet 4	177	78	15,4	18
Sujet 5	185	75,1	10,2	19
Sujet 6	177	70,4	16,6	18
Sujet 7	193	90,8	14,4	17
Sujet 8	180	78,5	15,2	17
Sujet 9	174	61,3	9,1	17
Sujet 10	185	82,5	14,8	23
Sujet 11	183	87,2	14	18
Sujet 12	165	60,9	9,4	19
Sujet 13	176	73,7	12,9	18
Sujet 14	181	69,1	8,3	20
Sujet 15	172	68,4	10,6	20
Sujet 16	184	76,4	10,8	19

Annexe 5 : Besoins théoriques du groupe expérimental et du groupe témoin

	BESOINS THÉORIQUES			
Groupe expérimental	NAP	MB (kcal)	Besoins énergétiques (kcal)	Besoins glucidiques (kcal)
Sujet 1	1,68	1978	3323	1661
Sujet 2	1,64	2031	3331	1665
Sujet 3	1,7	1939	3297	1649
Sujet 4	1,64	1739	2852	1426
Sujet 5	1,46	1910	2788	1394
Sujet 6	1,6	1797	2876	1438
Sujet 7	1,5	1822	2733	1367
Sujet 8	1,61	2009	3234	1617
Sujet 9	1,64	1878	3079	1540
Sujet 10	1,59	1680	2671	1335
Sujet 11	1,67	1921	3208	1604
Sujet 12	1,72	1972	3392	1696
Sujet 13	1,63	1873	3053	1527
Sujet 14	1,61	1683	2710	1355
Sujet 15	1,47	1943	2857	1428
Sujet 16	1,69	1886	3188	1594

	BESOINS THÉORIQUES			
Groupe témoin	NAP	MB (kcal)	Besoins énergétiques (kcal)	Besoins glucidiques (kcal)
Sujet 1	1,63	2006	3270	1635
Sujet 2	1,6	1814	2902	1451
Sujet 3	1,65	1821	3004	1502
Sujet 4	1,65	1914	3157	1579
Sujet 5	1,62	1905	3086	1543
Sujet 6	1,59	1822	2897	1448
Sujet 7	1,51	2163	3265	1633
Sujet 8	1,65	1950	3217	1609
Sujet 9	1,61	1703	2742	1371
Sujet 10	1,5	1947	2920	1460
Sujet 11	1,57	2053	3223	1612
Sujet 12	1,65	1629	2688	1344
Sujet 13	1,63	1857	3027	1514
Sujet 14	1,69	1801	3044	1522
Sujet 15	1,67	1747	2918	1459
Sujet 16	1,67	1918	3204	1602

Annexe 6 : Donnée du groupe expérimental avant et après intervention

Groupe expérimental	AVANT INTERVENTION					
	Questionnaire	Apports glucidiques spontanés (kcal)	Ratio glucidique (%)	RPE	Sprint (km/h)	Masse grasse (%)
Sujet 1	19	1003	60,4	7	32,24	12,8
Sujet 2	18	786	47,2	7	34,11	12,2
Sujet 3	21	1508	91,5	5	32,55	12,7
Sujet 4	21	876	61,4	8	30,27	12,1
Sujet 5	14	781	56	7	33,03	10,7
Sujet 6	17	1012	70,4	7	32,05	8,5
Sujet 7	10	805	58,9	6	30,77	13,5
Sujet 8	18	1233	76,3	7	30,28	16,5
Sujet 9	8	1092	70,9	7	30,91	10,2
Sujet 10	18	1233	92,3	6	35,09	11,3
Sujet 11	14	1075	67	8	34,01	15,5
Sujet 12	17	1170	69	7	31,76	15
Sujet 13	17	889	58,2	6	33,01	12,7
Sujet 14	19	947	69,9	5	33,61	9,6
Sujet 15	23	781	54,7	6	31,56	12,1
Sujet 16	19	1251	78,5	6	31,23	14,5

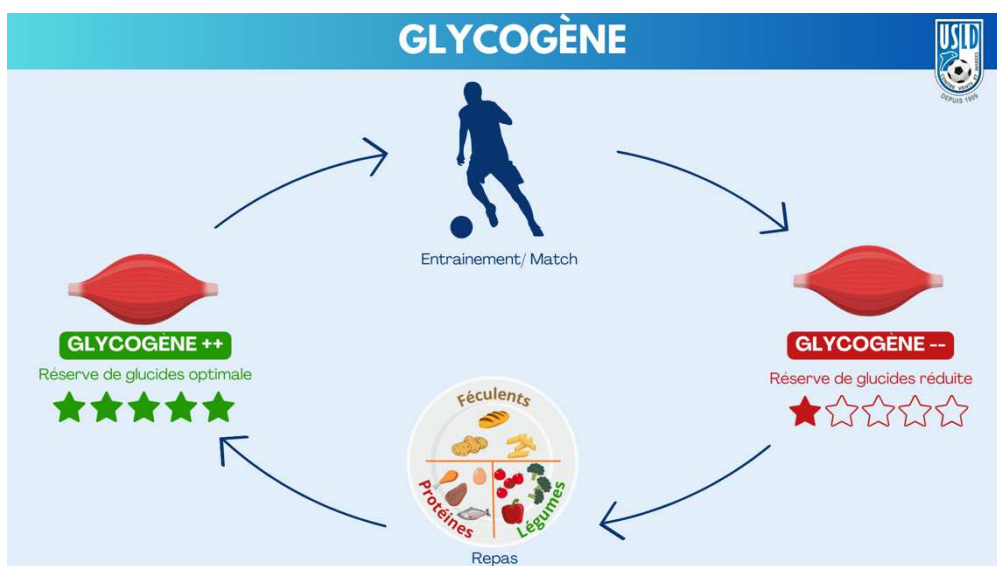
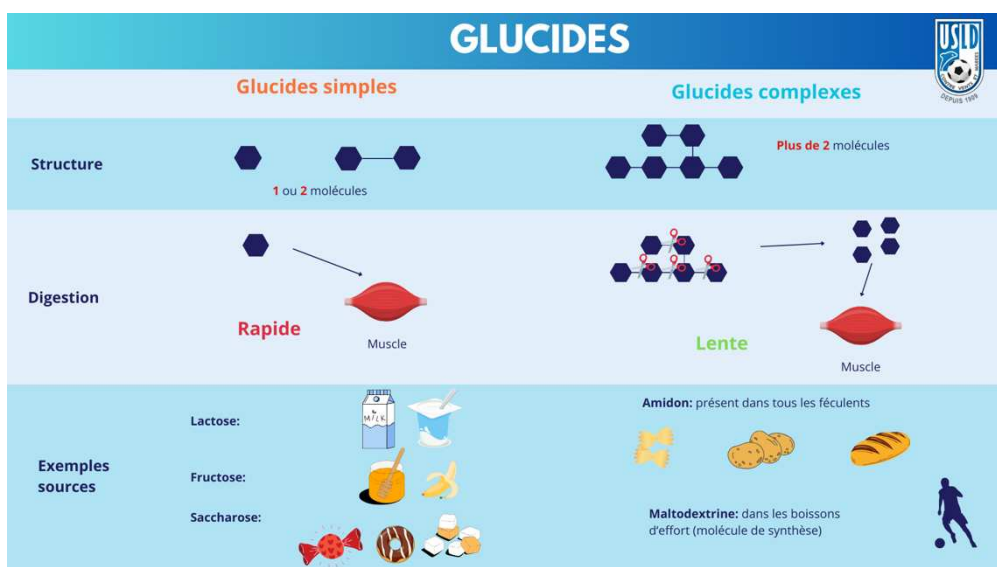
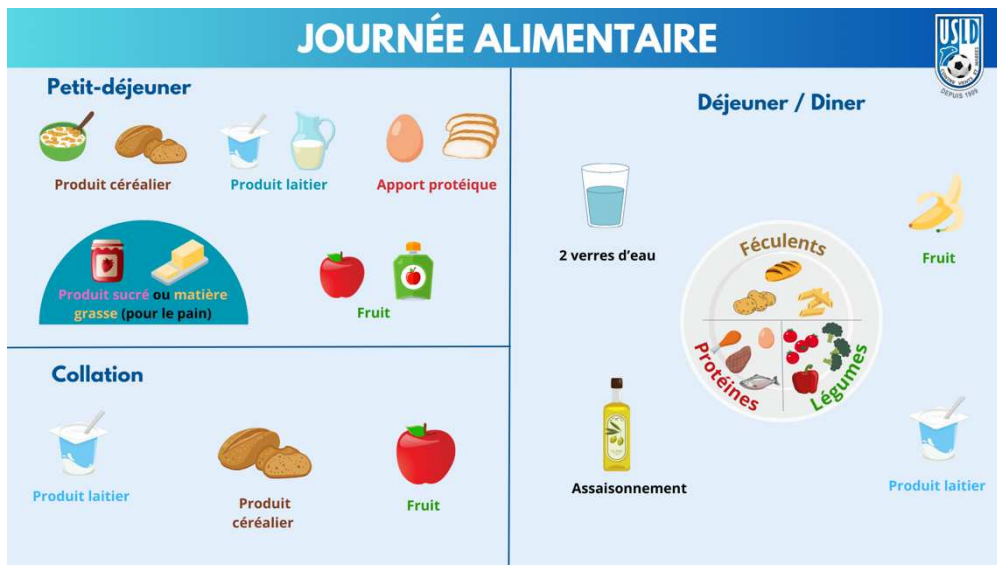
Groupe expérimental	APRÈS INTERVENTION					
	Questionnaire	Apports glucidiques spontanés (kcal)	Ratio glucidique (%)	RPE	Sprint (km/h)	Masse grasse (%)
Sujet 1	26	1334	80,3	6	32,1	13,3
Sujet 2	25	972	58,4	7	34,3	12
Sujet 3	21	1475	89,5	6	32,6	12,7
Sujet 4	21	1243	87,2	7	30,3	12,3
Sujet 5	20	826	59,2	7	33,1	10,5
Sujet 6	22	972	67,6	6	32	8,5
Sujet 7	21	1005	73,5	5	30,8	13,4
Sujet 8	24	1289	79,7	7	30,1	15,6
Sujet 9	18	1276	82,9	7	31,0	10,1
Sujet 10	24	1265	94,7	6	35,1	11,3
Sujet 11	19	998	62,2	8	34,1	15,2
Sujet 12	21	1365	80,5	6	31,8	15
Sujet 13	22	889	58,2	6	32,9	13
Sujet 14	20	1133	83,6	6	33,7	9,6
Sujet 15	26	1093	76,5	6	31,6	11,9
Sujet 16	23	1232	77,3	6	31,4	14,5

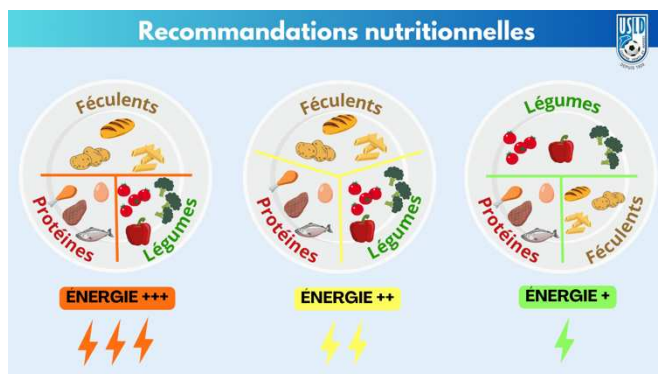
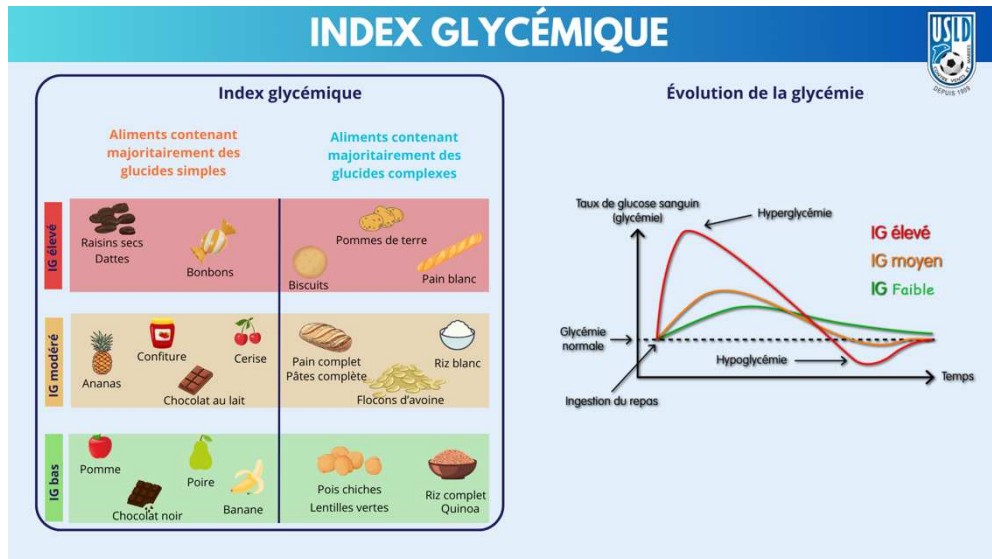
Annexe 7 : Donnée du groupe témoin avant et après intervention

Groupe témoin	AVANT INTERVENTION					
	Questionnaire	Apports glucidiques spontanés (kcal)	Ratio glucidique (%)	RPE	Sprint (km/h)	Masse grasse (%)
Sujet 1	19	897	54,9	6	32,8	12,8
Sujet 2	18	861	59,3	5	33,7	11
Sujet 3	21	798	53,1	7	32,8	12,2
Sujet 4	21	1001	63,4	8	30,3	15,4
Sujet 5	16	1259	81,6	5	33,7	10,2
Sujet 6	20	1137	78,5	4	31,1	16,6
Sujet 7	10	710	43,5	6	32,7	14,4
Sujet 8	25	992	61,7	6	32,8	15,2
Sujet 9	23	751	54,8	7	33,1	9,1
Sujet 10	18	1019	69,8	7	32,1	14,8
Sujet 11	8	929	57,6	7	34,4	14
Sujet 12	21	1113	82,8	7	32,4	9,4
Sujet 13	14	706	46,6	5	32,7	12,9
Sujet 14	19	844	55,5	8	30,3	8,3
Sujet 15	20	757	51,9	6	33,4	10,6
Sujet 16	10	1267	79,1	7	31,7	10,8

Groupe témoin	APRÈS INTERVENTION					
	Questionnaire	Apports glucidiques spontanés (kcal)	Ratio glucidique (%)	RPE	Sprint (km/h)	Masse grasse (%)
Sujet 1	17	703	43	7	32,8	13,1
Sujet 2	18	954	65,7	5	33,8	11,1
Sujet 3	22	832	55,4	6	32,7	12
Sujet 4	21	1032	65,4	6	30,4	15,4
Sujet 5	15	1241	80,4	5	33,6	10,9
Sujet 6	20	1176	81,2	6	31,1	16,6
Sujet 7	10	802	49,1	6	32,7	14,4
Sujet 8	25	1062	66	6	32,9	15,3
Sujet 9	23	802	58,5	6	33,2	9
Sujet 10	18	943	64,6	7	32,2	14,7
Sujet 11	9	1003	62,2	7	34,4	15,3
Sujet 12	21	1089	81	7	32,4	9,4
Sujet 13	14	743	49,1	5	32,9	13,1
Sujet 14	18	932	61,2	6	30,2	8,7
Sujet 15	20	757	51,9	6	33,4	12,5
Sujet 16	11	1276	79,7	7	31,4	11

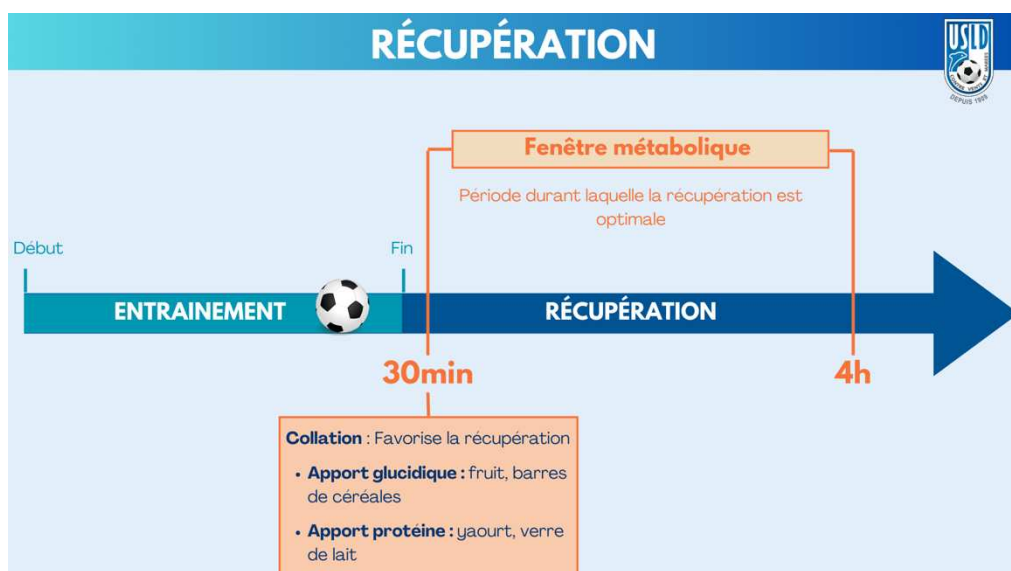
Annexe 8 : Infographies communiquées aux joueurs du groupe expérimental durant les 6 semaines d'intervention





Recommandations nutritionnelles

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche MD
Petit-déjeuner	⚡⚡⚡	⚡	⚡⚡⚡	⚡⚡⚡	⚡⚡⚡	⚡⚡⚡	⚡⚡⚡
Déjeuner	⚡	⚡⚡⚡	⚡⚡⚡	⚡⚡⚡	⚡⚡⚡	⚡⚡⚡	⚡⚡⚡
Dîner	⚡	⚡⚡⚡	⚡⚡⚡	⚡⚡⚡	⚡	⚡⚡⚡	⚡⚡⚡



Annexe 9 : Tableau récapitulatif des résultats du test de Bonferroni concernant la masse grasse pour les groupe expérimental (G1) et le groupe témoin (G2).

		Masse Grasse
		<i>P-Value</i>
Effet entre les groupes	G1 Initiaux / G2 Initiaux	0,87046
	G1 Réévaluation/ G2 Réévaluation	0,78350
Effet temps	G1 Initiaux/ Réévaluation	0,93445
	G2 Initiaux/ Réévaluation	0,73802
	G1 Initiaux/ G2 Réévaluation	0,84558
	G2 Initiaux/ G1 Réévaluation	0,92778

RÉSUMÉ

Objectifs et Hypothèses : L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'impact d'une campagne d'éducation nutritionnelle sur les apports glucidiques, les connaissances nutritionnelles ainsi que sur les performances. Nous émettons l'hypothèse qu'une campagne d'éducation nutritionnelle permet d'améliorer non seulement les apports glucidiques, mais également les connaissances nutritionnelles des sujet et leurs performances.

Méthode : 32 joueurs de football évoluant en équipe réserve (R2) et U19 ont participé à cette étude. Ils ont été répartis en 2 groupes homogènes en fonction de leur âge, taille, masse corporelle et pourcentage de masse grasse. Le groupe témoin et le groupe expérimental ont été évalués à deux reprises sur les points suivants : apports glucidiques (sur 6 journées d'entraînement et 3 jours de matchs), connaissances nutritionnelles, performance au sprint (15 mètres), perception de l'effort (6 journées d'entraînement et 3 jours de matchs) et masse grasse. Entre ces deux phases de mesures, une phase d'intervention d'éducation nutritionnelle a été réalisée durant 6 semaines (éducation collective, éducation individuelle et infographies). Un traitement statistique a été réalisé afin de répondre aux objectifs.

Résultats : À l'issue de l'intervention, le groupe expérimental a montré une amélioration significative de ses apports glucidiques ainsi que de ses connaissances nutritionnelles. Toutefois, aucune corrélation n'a été observée entre ces deux variables. Par ailleurs, l'intervention n'a pas entraîné de résultats significatifs sur les performances : aucune différence significative n'a été constatée concernant la performance au sprint, la perception de l'effort ni la masse grasse.

Conclusion : Une phase d'intervention d'éducation nutritionnelle de 6 semaines permet d'augmenter les apports glucidiques ainsi que les connaissances nutritionnelles chez les footballeurs évoluant en R2 et en U19 nationaux. Toutefois, aucune amélioration des performances sportives n'a été observée.

Mots clés : Nutrition - Glucides – Éducation nutritionnelle – Football – Sportifs en formation - Performances sportives

ABSTRACT

Objectives and Hypotheses: The main objective of this study is to assess the impact of a nutritional education intervention on carbohydrate intake, nutritional knowledge, and athletic performance. We hypothesize that such a program can improve not only carbohydrate intake and nutritional knowledge, but also the performance of the participants.

Method: Thirty-two football players from the reserve team (R2) and U19 category participated in this study.

The players were divided into two homogeneous groups based on age, height, body mass, and body fat percentage. Both the control and experimental groups were assessed twice on the following variables: carbohydrate intake (during 6 training days and 3 match days), nutritional knowledge, 15-meter sprint performance, RPE (during the same 9 days), and body fat percentage.

Between the two testing phases, a six-week nutritional education program was conducted, including group sessions, individual guidance, and educational infographics. Statistical analyses were performed to address study objectives.

Results: Following the intervention, the experimental group showed a significant improvement in carbohydrate intake and nutritional knowledge. However, no correlation was found between these two variables. Despite these improvements, no significant changes in performance were observed: sprint performance, perceived exertion, and body fat remained unchanged.

Conclusion: A six-week nutritional education intervention can increase carbohydrate intake and nutritional knowledge among football players competing in R2 and U19 national levels. However, it does not appear to enhance athletic performance.

Keywords: Nutrition – Carbohydrates – nutritional education – Football – Developing athletes – Athletic performance

COMPÉTENCES

Ce stage, ainsi que la rédaction de ce mémoire, m'ont permis de développer de nombreuses compétences, parmi lesquelles on peut notamment citer :

- Identifier, sélectionner et analyser avec un esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet synthétiser ces données en vue de leur exploitation.
- Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et écrit.
- Savoir analyser la demande, les besoins et les spécificités de la discipline sportive.
- Développer de nouveaux tests de mesures des facteurs de la performance (recherche et développement), en vue d'innover et d'adapter les méthodes d'évaluation aux besoins spécifiques.
- Concevoir des protocoles de mesure pour évaluer la performance dans le cadre de l'entraînement, de la compétition et du projet sportif en utilisant des outils adaptés, en vue d'assurer une évaluation précise pertinente.
- Garantir un cadre favorable à la préservation de l'intégrité mentale, physique et affective du sportif, pour créer un environnement propice au bien-être et à la santé globale des athlètes.