

Année universitaire 2021-2022

Master 1<sup>ère</sup> année     Master 2<sup>ème</sup> année

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

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

## MEMOIRE

TITRE : Caractérisation du football féminin amateur et effet d'une programmation de 6 semaines sur la capacité de répétition de sprints

Par : BARETTE Quentin

Sous la direction de : CAMPILLO Philippe

Soutenu à la Faculté des Sciences du Sport et de l'Éducation Physique le : 29/08/2022

## Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord le Football Féminin de Douaisis qui m'a donné l'opportunité d'effectuer un apprentissage au sein de leur structure auprès de l'effectif senior.

M Francois Xavier Dufour le président, M Sérigné Diagne mon maître d'apprentissage qui est l'entraîneur de l'équipe senior R1.

Je remercie les membres du staff de la catégorie seniors R1 du Football Féminin de Douaisis, M Bendoumia Théo et M Baptiste Bocquillon.

Je tiens à remercier mon directeur de mémoire M Philippe Campillo, pour son investissement et son aide lors de la conception de ce mémoire.

Je tiens à remercier l'ensemble des joueuses de la catégorie senior pour leur accueil et leur participation à cette expérimentation.

Pour finir, je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidé à réaliser ce mémoire.

« 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. »



## Glossaire

<b>FCmax</b>	Fréquence cardiaque maximale
<b>FCmoy</b>	Fréquence cardiaque moyenne
<b>VO2</b>	Consommations d'oxygène
<b>VO2max</b>	Consommations d'oxygène maximale
<b>CO2</b>	Dioxyde de carbone
<b>AAL</b>	Anaérobie alactique
<b>AL</b>	Anaérobie lactique
<b>A</b>	Aérobie
<b>ATP</b>	Adénosine triphosphate
<b>PCr</b>	Phosphorylcréatine
<b>PC</b>	Créatine phosphate
<b>VMA</b>	Vitesse maximale aérobie
<b>VIFT</b>	Vitesse maximale intermittente
<b>RAST</b>	Running-Based Anaerobic Sprint Tests
<b>RSA</b>	Small-sided games (jeux réduits)
<b>RSAbest</b>	Meilleur sprint au RSA
<b>RSAmoy</b>	Sprint moyen au RSA
<b>Pmax</b>	Puissance maximale
<b>Pmoy</b>	Puissance moyenne
<b>Pmin</b>	Puissance minimale
<b>IF</b>	Indice de fatigabilité
<b>GE</b>	Groupe expérimentale
<b>VHL</b>	Hypoventilation volontaire à faible volume pulmonaire

# Sommaire

Remerciements .....	2
Glossaire .....	3
Introduction .....	8
1. Revue de littérature .....	9
1.1 Le football.....	9
1.1.1 Histoire du football féminin.....	9
1.1.2 Spécificité du football féminin.....	10
1.1.3 Caractérisation de ma population .....	11
1.2 La répétition de sprints.....	14
1.2.1 L'importance de la capacité de répétition de sprints dans le football .....	14
1.2.2 Facteurs limitants de la répétition de sprints.....	15
1.2.3 Développement de la capacité à répéter des sprints.....	17
1.2.3.a Amélioration de la RSA par l'entraînement de la filière aérobie.....	17
1.2.3.b Amélioration de la RSA par l'entraînement de la technique de course .....	17
1.2.3.c Amélioration de la RSA par l'entraînement de la vitesse .....	17
1.2.3.d Amélioration de la RSA par l'entraînement spécifique de la capacité de répétition de sprints .....	18
1.2.3.e Amélioration de la RSA par un entraînement pliométrique.....	19
1.2.3.f Amélioration de la RSA par un entraînement de jeux réduits .....	20
1.2.3.g Amélioration de la RSA par l'hypoventilation volontaire .....	20
2. Problématique, objectifs, hypothèses.....	22
2.1 Problématique .....	22
2.2 Objectifs.....	22
2.3 Hypothèses .....	22
3. Méthodes .....	23
3.1 La population.....	23
3.2 Matériel .....	24
3.3 Pré-tests et Post-tests .....	25
3.3.1 RAST Test : Running-Based Anaerobic Sprint Tests.....	25
3.3.2 Test contre-mouvement jump et de long jump .....	26
3.3.3 RPE et fréquence cardiaque .....	26
4. Protocole.....	27
5. Résultats .....	30
5.1 Analyse statistique .....	30
5.2 Analyse des résultats.....	31

6. Discussion .....	34
6.1 Interprétation des résultats .....	34
6.2 Détermination des profils anaérobies .....	37
Conclusion et perspectives .....	40
Bibliographie .....	42
Annexes .....	46
Annexe 1 : Influence de la position de jeu sur le profil d'activité physique lors d'un match .....	46
Annexe 2 : Courbe de Howald sur le principe des filières énergétiques musculaires .....	46
Annexe 3 : Protocole de prévention des ischio-jambiers .....	47
Annexe 4 : Échelle de Borg « RPE » (CR-10) .....	47
Résumé .....	48
Abstract .....	49

## Introduction

Au fil de son histoire, le football a beaucoup évolué, que ce soit par la modification des règles, que par l'amélioration des techniques et tactiques des joueurs. Toute l'attractivité autour du football (sport le plus populaire, médiatisation, sponsors, investisseur, etc.), a incité les acteurs du football à être de plus en plus performants.

Au-delà de l'aspect technicotactique, le facteur physique est devenu primordial dans le football. En effet, avec l'augmentation de l'intensité des matchs, les qualités physiques du footballeur ont évolué (explosivité, force, endurance, souplesse, etc.). Aujourd'hui, un joueur doit pouvoir réaliser des courses de très haute intensité et les répéter le plus de fois possible. Un joueur étant capable de répéter des efforts courts, brefs et intenses avec un faible temps de repos sera capable de faire la différence tout au long d'un match et c'est ce type de profil de joueurs que recherchent en particulier les entraîneurs.

C'est pourquoi depuis maintenant plusieurs années, l'entraînement par répétitions de sprints est de plus en plus plébiscité. La notion de « Repeated-sprint ability » (RSA) est au centre de nombreuses études. En effet, elle suscite de nombreuses interrogations (Figure 1). Quels sont les facteurs limitant de la capacité de répétition de sprints ? Quel mode de récupération faut-il adopter ? Quels types d'entraînements permettent d'améliorer les performances de répétitions de sprints ? Existe-t-il un environnement plus favorable ou des techniques permettant d'obtenir un gain supérieur aux attentes ? Quels sont les effets d'un entraînement de répétition de sprints sur les qualités physiques d'une footballeuse ?

Pour répondre à ces questions, dans un premier temps, une revue de littérature a été réalisée afin d'aborder la capacité de répétition de sprints, ainsi que les différents types d'entraînement permettant de la développer. Dans un second temps, il sera établi une problématique de travail où il en découlera un protocole expérimental, afin d'obtenir d'éventuelles réponses aux différentes interrogations.

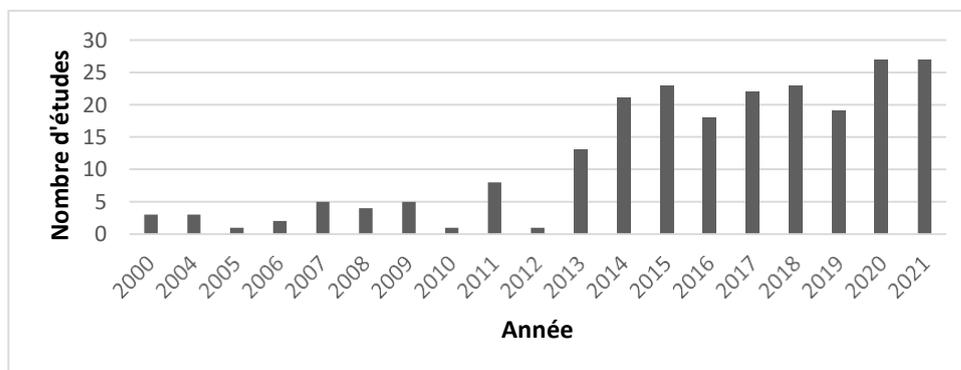


Figure 1 : Nombre d'études sur la répétition de sprints dans le football, extrait de Pubmed (2022)

# 1. Revue de littérature

## 1.1 Le football

### 1.1.1 Histoire du football féminin

Le football est apparu aux alentours des années 1860 en Angleterre. Aujourd'hui, le football est actuellement le jeu le plus populaire et compte près de 265 millions de pratiquants dans le monde et pas moins de 38,2 millions de licenciés. Selon Eric Mombaerts (1991), la logique interne du football demande aux joueurs de s'opposer et de coopérer pour marquer un but ou pour récupérer le ballon afin de déséquilibrer l'adversaire sur un espace de jeu fluctuant. Cependant, depuis les années 1960, on observe une féminisation importante des activités sportives.

Historiquement, le football était essentiellement pratiqué par un public masculin. Cependant, assez rapidement les femmes se sont intéressées au football et c'est en 1881 à Édimbourg que le premier match de football a eu lieu entre deux équipes féminines. Le football féminin réussit alors à s'exporter hors du Royaume-Uni et il a fait son apparition en France en 1910. L'intérêt que portaient les femmes au football à cette époque déplaisait à beaucoup d'hommes et cela a suscité de nombreuses plaintes. La Football Association (FA) s'est vue dans l'obligation d'écrire un texte stipulant que le football n'était pas un jeu pour les femmes et que l'on ne devrait pas l'encourager. Les femmes ont donc eu l'interdiction de pratiquer le football et se sont vues refuser l'accès aux terrains. C'est seulement après la Seconde Guerre mondiale, où la place de la femme se libère, que le football féminin suscite un intérêt particulier. Mais, c'est durant les années 60, que l'on observe une importante féminisation des activités sportives. Cette montée en puissance du football féminin en France a permis de voir apparaître les premières compétitions officielles durant les années 70. C'est au cours de la saison 1974 –1975 que le premier championnat de France de football féminin a eu lieu.

Aujourd'hui, la France occupe une place importante dans le football féminin et fait partie des meilleures nations au monde. En 1992, la fédération française de football comptait seulement 18 000 licenciées, actuellement, c'est près de 200 000 licenciées que recense la FFF. Cette croissance est essentiellement due au plan de féminisation lancé par la FFF en 2012, qui vise à valoriser la place des femmes dans le football français (infrastructure, accessibilité, formation, etc.). Durant l'année qui précède la victoire en coupe du monde 2018, la FFF connaît une deuxième accélération, ce qui a permis, aujourd'hui, de passer la barre des 200 000 licenciées (voir ci-dessous). On estime à moins de 1000 joueuses professionnelles ou semi-

professionnels en France. En termes de pourcentage, 99,5 % des licenciés sont des footballeuses amateurs, d'où l'intérêt de s'intéresser à cette population.

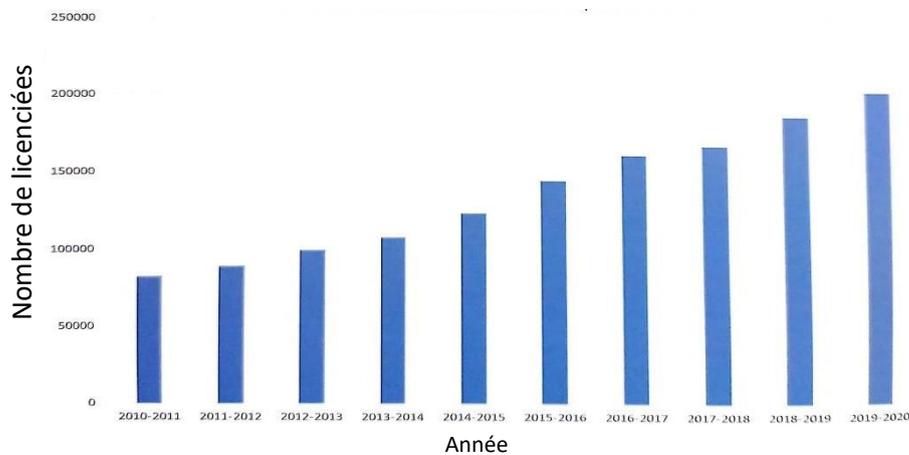


Figure 2 : Evolution du nombre de licenciées depuis 2010-2011 (Fédération Française de Football)

### 1.1.2 Spécificité du football féminin

Au fil des années, le football a évolué avec son temps, que ce soit sur le plan technico-tactique, mais également sur les attentes de la condition physique. L'arrivée du professionnalisme dans le football et la modification de certaines règles ont permis d'augmenter la durée et l'intensité des matchs. L'évolution du football demande aux joueuses d'être beaucoup plus complètes, en étant plus fortes, plus rapides, plus endurantes. À titre de comparaison, en 1952, les joueuses parcouraient en moyenne une distance totale de 3 361 m. Alors qu'aujourd'hui, les joueuses de première division effectuent en moyenne une distance de 10 300 m par match (Hewitt et al., 2008). Selon Datson et al., (2017), les milieux centraux parcourent le plus de distance ( $10,985 \pm 706$  m), alors que les défenseuses centrales sont celles qui couvrent le moins de distance ( $9,489 \pm 562$  m). Durant un match, les joueuses réaliseraient entre 1000 à 1400 actions d'une durée de 2 à 4 s (Stolen et al., 2005). Cette étude démontre que le football ne demande pas un effort continu, mais plutôt une alternance de séquences de jeu. Les joueuses vont donc alterner entre phases de repos (marche  $0,7-7,1$  km/h =  $3,326 \pm 194$  m ; jogging  $7,2-14,3$  km/h =  $4 448 \pm 537$  m), phase de moyenne intensité (course  $14,4-19,7$  km/h =  $1744 \pm 373$  m) et des phases de très haute intensité (HSR  $19,8-25,1$  km/h) =  $608 \pm 181$  m ; sprint  $> 25,1$  km/h =  $168 \pm 82$  m) (Datson et al., 2017). Ceci montre bien que le football est une activité intermittente, ce qui demande aux joueuses une importante capacité à répéter des efforts de hautes intensités. (Annexe 1 : Influence de la position de jeu sur le profil d'activité physique lors d'un match).

En moyenne, lors d'un match de football, une joueuse adulte se situe entre 80 à 90 % de FCmax (Stolen et al., 2005). D'après le travail de Bangsbo (1994), lors d'un match, une footballeuse obtient en moyenne une fréquence cardiaque de 175 batt.min soit une FCmoy de 87%. Une étude plus récente auprès de joueuses internationales a montré que les réponses cardiaques au cours d'un match se situaient entre 86 à 88 % de la FCmax (Mémain et al., 2021).

Lors d'un match, une footballeuse effectue de nombreuses actions, tel que, des sprints, des sauts, des changements de direction, des frappes de balles, etc. Ces actions demandent des qualités de force, de vitesse, de souplesse et de coordination. La capacité d'endurance et de résistance ont également leurs importances, car elles permettent de répéter ces actions brèves et intenses sur l'ensemble du match. Au-delà de la relation force-vitesse, qui a une part importante dans le football moderne, c'est vraiment la capacité à répéter des efforts intenses qui permet de faire la différence. Le travail de core-training et de prophylaxie sont également des axes de travail indispensables dans un but de prévention de blessure. Ceci est d'autant plus important auprès d'un public féminin, car elles sont sujettes à des blessures fréquentes aux genoux. Chez une femme le risque d'une rupture d'un ligament croisé antérieur est 10 fois supérieur que chez un homme. La cause est due à la fluctuation d'hormones durant le cycle menstruel, ce qui rend les articulations plus souples avec des ligaments distendus (Mémain et al., 2021).

### 1.1.3 Caractérisation de ma population

En début de saison, ne connaissant pas mon effectif, j'ai effectué différents tests dans le but d'évaluer les qualités physiques de mes joueuses. J'ai également remarqué qu'il y avait très peu de données sur le football féminin amateur. Il était donc très intéressant de caractériser ma population.

Les joueuses ont passé une batterie de tests afin d'évaluer leurs qualités physiques. Les tests de sauts permettent d'évaluer les capacités d'explosivité, le 10 m et le 30 m permettent quant à eux d'évaluer les capacités d'accélération des joueuses. Le T-test permet d'estimer l'agilité des joueuses, ainsi que leur capacité à changer de direction. Enfin, un test Vameval et un 30-15 IFT, ont été réalisés pour relever les capacités aérobies des joueuses.

Comme évoqué précédemment, le manque de donnée sur le football amateur m'incite à comparer mes joueuses à des sportives de haut niveau. Dans le tableau ci-dessous, les résultats des différents tests du groupe expérimental ont donc été comparés à des résultats de joueuses élites (première division, internationale, etc.). On remarque que les résultats de mon groupe sont nettement inférieurs à ceux des joueuses élites.

Ces joueuses, qui évoluent dans les meilleures divisions, ont des qualités physiques plus élevées que la moyenne. Cela explique les différences avec mon groupe, qui elle, évolue dans le haut de tableau du plus haut niveau régional.

Il va donc être intéressant de caractériser ma population avec une batterie de tests complets afin que mes résultats puissent aider les entraîneurs et préparateurs physiques qui auront la même population.

#### Batterie de test :

Le contre mouvement jump est un test de saut vertical visant à améliorer les performances d'explosivité. Pour ce test, les joueuses effectuent le saut avec les mains libres.

Le long jump est également un test de saut, cette fois-ci, il évalue l'explosivité des joueuses dans l'horizontalité.

Deux tests linéaires, sur 10 m et 30 m ont été réalisés auprès des joueuses afin d'évaluer les qualités de vitesse des joueuses. Les cellules photoélectriques permettent de mesurer le temps effectué sur les distances.

Le T-test permet d'évaluer les qualités des joueuses dans le changement de direction, pour cela, elles doivent réaliser un parcours en forme de T le plus rapidement possible.

Enfin, les joueuses ont passé deux tests d'endurance.

Le premier est le Vameval de Léger-Boucher que j'ai effectué sur une piste de 200 m. Le Vameval permet d'obtenir la VMA continue des joueuses.

Le deuxième test est le 30/15 IFT (Intermittent Fitness Test) de Martin Buchheit qui permet de calculer la Vitesse Maximale Intermittente (VMI). Ce test a pour avantage de tenir compte à la fois des qualités aérobies, des capacités de récupération, des qualités d'explosivité musculaire des membres inférieurs et également votre vitesse de réserve. Il évalue également d'estimer la consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub>max).

Vous trouverez ci-dessous les résultats de la batterie de test effectués auprès des joueuses.

Tableau 1 : Tableau comparant les résultats de ma population à ceux des joueuses de niveau élite

	<b>Groupe R1 (GR)</b>	<b>Joueuses de Niveau Elite (NE)</b>	<b>Différence NE vs GR</b>
<b>CMJ</b>	34,2 ± 3,55 cm	44,8 cm (Polman et al., 2004)	23,6 %
<b>Long Jump</b>	175,5 ± 0,06 cm	195 ± 0,16 cm (Lockie et al., 2020)	10 %
<b>10 m</b>	2,62 ± 0,08 s	2.10 ± 0.12 s (Andersen et al., 2018)	21,3 %
<b>30 m</b>	5,57 ± 0,13 s	5.16 ± 0.25 s (Andersen et al., 2018)	7,9 %
<b>T-Test</b>	10,93 ± 0,31 s	10.94 ± 0.60 s (Pauole et al., 2000)	0,1 %
<b>Vameval</b>	13,64 ± 1,13 km/h	NC	NC
<b>30-15 IFT</b>	13,24 ± 2,8 km/h	16.3 ± 3.7 km/h (Arazi et., 2017)	18,7 %

Ces résultats traduisent de nombreux axes d'amélioration. On observe que les joueuses ont une faible capacité aérobie. De plus, la VIFT (Vitesse intermittent fitness test) des joueuses est tout aussi basse, ce qui indique des difficultés à répéter des efforts de haute intensité. Ces résultats coïncident avec la difficulté à répéter des efforts tout au long d'un match. On ressent souvent une baisse d'intensité en deuxième mi-temps qui se traduit par l'absence de sprints. Il peut donc, être intéressant de développer la capacité de réitération de sprints des joueuses, afin qu'elles soient plus performantes sur l'ensemble du match.

## 1.2 La répétition de sprints

### 1.2.1 L'importance de la capacité de répétition de sprints dans le football

L'analyse de l'activité durant un match de football montre certaines disparités entre la première mi-temps et la deuxième mi-temps. En effet, chez des footballeuses de haut niveau, on remarque une baisse du volume de course d'environ 15 % lors de la seconde mi-temps. Lorsque l'on regarde de plus près, on observe que c'est essentiellement le volume des courses de haute intensité et de sprints qui diminue (Mémain et al., 2021). Ceci est d'autant plus marquant que la différence se fait principalement en fin de match. Simiyu et al., (2014) ont étudié plus de 3 354 matchs durant la saison 2013-2014, et cela, dans différents championnats. Ils ont remarqué que 56,2 % de buts étaient marqués au cours de la deuxième mi-temps. Ils ont également remarqué que c'était dans les 15 dernières minutes que le pourcentage de buts marqués était le plus élevé avec près de 24 %, soit 1 but sur 4. Une équipe donc capable de répéter les efforts de très haute intensité tout au long d'un match, maximiserait ses chances de faire la différence dans les dernières minutes.

Bishop a été le premier à évoquer l'intérêt de développer la répétition de sprints, il la définit comme « la capacité à sprinter, à récupérer, à sprinter de nouveau pouvant être reproduite une ou plusieurs fois » (Bishop et al., 2002). Il a alors proposé un test permettant de mesurer la RSA, 5 sprints de 6 s sur ergocycle avec 24 secondes de repos entre chaque répétition. L'objectif est d'obtenir la puissance anaérobie lors de la première répétition, ainsi que le travail total (somme de l'ensemble des répétitions). En comparant le travail total (Tt) au travail idéal (Ti) (meilleure performance fois le nombre de répétitions), il obtient alors un pourcentage de perte à l'aide de la formule :

$$Ti = \text{Meilleure perf} \times \text{nombre de répétitions}$$

$$Tt = \text{Somme de l'ensemble des performances}$$

$$\text{Baisse en \%} = 100 - (Tt/Ti \times 100)$$

Plus ce pourcentage est faible, plus l'individu a une bonne capacité de RSA. Ce type de test peut être également réalisé sous forme de courses avec la répétition d'un 30 m par exemple.

### 1.2.2 Facteurs limitants de la répétition de sprints

Cependant, nous pouvons nous poser plusieurs questions, sur les différentes limites de la capacité de répétition de sprints. Le principal facteur est lié au système métabolique de l'individu. Pour tout type d'effort, l'organisme doit mettre à disposition de l'énergie aux muscles pour permettre une contraction. Il existe 3 métabolismes énergétiques utilisant des substrats différents qui permettent la synthèse de l'ATP. (*Annexe 2 : Courbe de Howald sur le principe des filières énergétiques musculaires*)

- La filière Anaérobie Alactique (AA),
- La filière Anaérobie Lactique (AL),
- La Filière Aérobie (A).

Lors d'un effort court et intense la resynthèse de l'ATP s'effectue lors de la synthèse de la Phosphorylcréatine (PCr), plus communément appelée la créatine phosphate (CP). Celle-ci étant présente directement dans le muscle, la production d'énergie se fait rapidement. L'inconvénient de cette réaction est que les stocks de créatine phosphate sont faibles et s'épuisent rapidement et donc par conséquent la qualité de l'effort diminue (baisse de la puissance, du temps, etc.). Dans un sport collectif, comme le football, le stock de départ ne suffit pas, car le footballeur répète des actions courtes et intenses (2 à 4 secondes) tout au long du match. La resynthèse de la PCr doit être alors effectuée afin de reconstituer les réserves.

Une étude a montré que la moitié du stock de PCr est resynthétisé en moins de 30 secondes (Francaux et al., 2000). Comparer aux idées reçues, une étude a montré que si l'on plaçait le muscle sous occlusion, la synthèse de PCr ne pouvait avoir lieu (Harris et al., 1976). La resynthèse du PCr dépend alors de la disponibilité d'oxygène dans le muscle (plus l'apport en oxygène augmente, plus la vitesse de la resynthèse de la PCR augmente), elle dépend donc également de la filière aérobie. Par conséquent, le développement des capacités aérobies est donc indispensable pour améliorer la vitesse de resynthèse de PCr.

De nombreuses études ont également montré une corrélation entre la VO<sub>2</sub> max et le RSA (Buchheit et al., 2008 ; Dupont et al., 2010). En effet, plus l'individu a une VO<sub>2</sub> max élevée, plus la resynthèse de PCr sera rapide et donnera un pourcentage de décrémentation faible lors de la répétition de sprints.

Un des autres facteurs limitants de la capacité de répétition de sprints est le facteur nerveux. En effet, une faible coordination intramusculaire (contraction des fibres musculaires ensembles) et intermusculaire (activation/désactivation du muscle durant un mouvement), ne

permet pas d'exploiter le muscle au maximum de ses capacités. Par conséquent, les qualités du muscle telles que sa force, sa puissance, sa raideur musculaire ne seront pas exploitées de manière optimale.

D'autant plus que la raideur musculaire, qui se définit comme « la capacité d'un muscle à résister à un allongement qui lui est imposé, ou encore sa capacité à stocker puis à restituer l'énergie élastique emmagasinée » est primordial pour des efforts maximaux. En effet, Millet et Le Gallais (2007) montrent que le développement de la raideur améliore la transmission de force et permet de restituer l'énergie beaucoup plus rapidement. Cette qualité occasionne automatiquement un gain d'économie de course et améliore les performances de sprints. Un entraînement de la raideur musculaire semblerait être primordial, afin d'améliorer les performances de RSA.

### 1.2.3 Développement de la capacité à réitérer des sprints

#### 1.2.3.a Amélioration de la RSA par l'entraînement de la filière aérobie

Comme nous l'avons vu précédemment, il existe une forte corrélation entre la VO2 max et les performances au RSA. Une étude a montré qu'un entraînement de 6 semaines en aérobie par intervalle de haute intensité à 90 % de FCmax (4 séries de 4 min avec 3 minutes de récupération active) améliorerait de manière significative les performances du RSA (Charef et al., 2019). Ces résultats s'expliquent par une amélioration de la vitesse de resynthèse de la PCr. Des réserves plus conséquentes, permettent donc un déploiement d'énergie beaucoup plus important. Ce travail aérobie doit être effectué préalablement afin d'optimiser au mieux les performances au RSA.

De plus, dans un but de prévention, l'enchaînement de courses à hautes intensités permet de préparer les ischio-jambiers (allongement du muscle) aux futurs efforts (répétitions de sprints). L'ischio-jambier est le muscle qui est principalement blessé dans les sports nécessitant des accélérations et des sprints. Un programme de prévention orienté sur les ischio-jambiers a été réalisé avant la programmation de répétition de sprints. (*Annexe 3 : Protocole de prévention des ischio-jambiers*)

#### 1.2.3.b Amélioration de la RSA par l'entraînement de la technique de course

Dans une de ses études, Le Meur (2014) évoque les différents types d'entraînements qui visent à améliorer la RSA. Il met en avant, l'importance de la technique de course sur la performance de sprints. En effet, une phase d'apprentissage, autour de répétition de gammes athlétiques, visant à améliorer la relation pied-sol, ainsi qu'un travail autour de la foulée vont permettre une économie de course (coût énergétique plus faible).

#### 1.2.3.c Amélioration de la RSA par l'entraînement de la vitesse

Balsom a réalisé plusieurs travaux (1992) et en a conclu qu'il était intéressant de développer la vitesse pure sur une seule répétition. Il part du principe que pour améliorer le dernier sprint, il doit seulement améliorer le premier.

Exemple afin de schématiser son explication :

- Sprint de référence : 1<sup>er</sup> sprint (2''62) ; 20<sup>e</sup> sprint (2''63)
- Amélioration de la vitesse : 1<sup>er</sup> sprint (2''61) ; 20<sup>e</sup> sprint (2''62)

Une amélioration de la vitesse permet à l'individu d'aller plus vite au 1<sup>er</sup>, mais également plus vite au 20<sup>e</sup>. Selon Balsom, le principe de résistance à la vitesse n'est qu'un faux

concept, car selon lui, plus on va vite et moins on perd. Une étude sur des athlètes a montré que l'entraînement de la vitesse avec des sprints courts (effort inférieur à 10 s) permettait d'améliorer les performances sur 40 m, ainsi que les performances du RSA (ferr et al., 1998). Cette étude est donc en accord avec les dires de Balsom. Cependant, pour obtenir ce type de résultats, les joueurs doivent effectuer entre 20 à 40 sprints par séance, et cela, pendant 6 semaines (3 séances par semaine). Ce type de protocole d'entraînement n'est pas compatible avec le football, car on ne peut pas consacrer l'ensemble des séances de la semaine au seul développement de la vitesse.

#### 1.2.3.d Amélioration de la RSA par l'entraînement spécifique de la capacité de répétition de sprints

L'entraînement spécifique consiste à répéter des sprints à une intensité maximale entrecoupés de phases de repos. En fonction de la spécificité de l'activité, on préconise différentes récupérations. Il est alors recommandé d'effectuer une récupération incomplète, cela consiste à avoir un temps de repos très court ne permettant pas au stock de PCr de se reconstituer. La filière aérobie est alors sollicitée afin de réaliser la resynthèse de l'ATP. Cette méthode oblige l'organisme à solliciter l'ensemble de ses voies métaboliques, afin de resynthétiser de l'ATP le plus rapidement possible.

De nombreuses études ont montré les bienfaits (explosivité, endurance, etc.) d'un entraînement de répétitions de sprints sur la performance. Notamment une étude de Buchheit (2010), a démontré qu'un entraînement de répétitions d'actions courtes et intenses (exercices agilités, sprints courts < 5 s, départ arrêté, etc.) entrecoupé d'une récupération de 30 s permettait d'améliorer les performances de sprints sur 10 m. On observe également une amélioration des performances au RSA, que ce soit pour le RSAbest ainsi que pour le RSAMEAN. Cependant, la programmation de 4 semaines n'a permis d'observer qu'une tendance. Il semblerait donc que 4 semaines de programmation soient trop courtes pour développer de manière significative les performances au RSA.

Une autre étude du même auteur, a montré qu'un protocole sur 10 semaines permettait d'augmenter de manière significative le temps sur 30 m, ainsi que le RSAbest (Buchheit et al., 2010). Au-delà de l'amélioration du RSA, ces deux études montrent que l'entraînement spécifique de la capacité de répétition de sprints permet d'améliorer les performances d'accélération que ce soit sur 10 m ou 30 m.

Nedrehagen et al. (2015) a comparé les effets d'un entraînement de répétitions de sprints (RSG) à un entraînement régulier de football. Celui-ci en a conclu que l'entraînement sous

forme de répétitions de sprints permettrait également d'améliorer les capacités aérobies. En effet, le groupe RSG avait une séance par semaine, où il exécutait 3-4 séries (5 minutes de repos entre les séries) de 4-6 sprints répétés (30 secondes de repos entre les répétitions). Les sprints se déroulaient sur 30 m avec un changement de direction à 180°, et cela pendant 8 semaines. Tandis que le groupe témoin réalisait une séance sur des contenus technico-tactiques. Comparé au groupe témoin, le groupe RSG a connu une amélioration significative de 15% au Yo-Yo test et une baisse de 1,5% du RSAmean.

Bucheit et al. (2008) a montré dans une étude que le RSA (3 x 6 sprints maximaux de 40 m) était tout aussi efficace qu'un travail d'intervalles de courses (4 x 4 min à 90% FC max) pour développer les capacités aérobies du footballeur. L'entraînement en RSA permet d'améliorer la capacité oxydative du muscle, ainsi que la consommation maximale d'O<sup>2</sup>.

En conclusion, l'entraînement spécifique de la capacité de répétition de sprints permet d'améliorer la capacité aérobie, les performances de sprints, ainsi que les performances du RSA (amélioration du temps, diminution de l'indice de fatigabilité). Cet entraînement améliore les performances de manière globale du joueur (aérobie, explosivité, puissance, etc.) et permet de se substituer aux entraînements de vitesse et d'aérobie.

#### 1.2.3.e Amélioration de la RSA par un entraînement pliométrique

La raideur musculaire a une part importante dans la performance de sprint. Je me suis donc intéressé aux effets d'un entraînement pliométrique sur les performances de RSA. La pliométrie est une méthode d'entraînement utilisant l'élasticité musculaire, dans un but d'emmagasiner une quantité d'énergie importante, afin de la restituer. Elle se base sur une contraction musculaire où on observe une succession immédiate de deux états musculaires (phase excentrique suivie d'une contraction concentrique).

Cette méthode améliore la puissance du joueur mais plus particulièrement les qualités d'explosivité (tests de sauts) du joueur ainsi que l'accélération (sprint linéaire). Des qualités nécessaires pour être performant lors de la répétition de sprints.

Negra et ses collaborateurs (2020) ont montré qu'un entraînement pliométrique de 8 semaines permettait d'améliorer les performances de sauts, ainsi qu'une diminution du RSAbest et RSAmean. De nombreuses études vont dans ce sens, on peut donc penser qu'il existe une corrélation entre la hauteur de saut (puissance développée) et le RSA.

De plus, la méta-analyse de Ramirez-Campillo et al. (2021) révèle qu'un entraînement pliométrique améliore les performances du RSA. Plus précisément, on observe une différence

significative sur les performances du RSAbest et du RSAmean. Selon eux, ces résultats s'expliquent par une amélioration neuronale, plus particulièrement de la coordination intermusculaire et intramusculaire.

#### 1.2.3.f Amélioration de la RSA par un entraînement de jeux réduits

Depuis maintenant plusieurs années, les jeux réduits et la préparation physique intégrée sont au centre de nombreuses études. De nombreux auteurs comme Randers et al. (2018), ainsi que Dellal et al. (2008) ont démontré que l'on pouvait développer les qualités physiques par les jeux réduits, notamment les performances aérobies.

Un auteur s'est intéressé à l'effet que pouvait avoir un entraînement essentiellement composé de jeux réduits sur les capacités à réitérer des sprints. Durant les 5 semaines de présaison, les joueurs ont joué sous différentes formes 8 vs 8, 6 vs 6 et 4 vs 4 avec une moyenne de 100 m<sup>2</sup> par joueur. Les post test ont montré une baisse significative des temps du RSA (Rodríguez-Fernández et al., 2017).

Dans un début de saison où les corps ne sont pas encore prêts (risque de blessures ischio-jambiers) à effectuer des séances de RSA (3 fois 6 répétitions de 30 m), les jeux réduits semblent être une bonne option pour développer la capacité de réitération de sprints. Pour cela, le ratio m<sup>2</sup> par joueur doit être élevé (environ 200 à 300 m<sup>2</sup> par joueur), afin que les joueurs aient une distance suffisamment grande pour répéter des sprints

#### 1.2.3.g Amélioration de la RSA par l'hypoventilation volontaire

Ces dernières années, grâce à ses bienfaits sur les performances sportives, l'hypoxie séduit de nombreux chercheurs. Ils ont voulu l'intégrer à un entraînement de RSA afin d'obtenir de meilleurs résultats et cela s'est révélé plutôt concluant. Le manque d'oxygène, demande à la filière aérobie une contribution beaucoup plus importante. On observe une amélioration de la VO<sub>2</sub>max ainsi qu'une meilleure réoxygénation musculaire (resynthèse plus rapide).

Cependant, le travail en altitude n'est pas accessible à tout le monde, c'est pourquoi certains auteurs se sont intéressés à l'hypoventilation volontaire. Le Dr Woorons créé cette méthode dans les années 2000, mais c'est essentiellement ces dernières années que la méthode attire la curiosité.

La méthode VHL (voluntary hypoventilation at low lung volume) consiste à retenir sa respiration avec un faible volume d'air dans les poumons pendant un effort, en l'occurrence, un sprint. Avant le sprint, l'athlète effectue une inspiration suivie d'une expiration normale sans forcer (capacité fonctionnelle résiduelle). Le joueur se met alors en apnée et il effectue son

effort avec une intensité maximale (sprint d'une courte durée). À l'issue du sprint une deuxième expiration à lieu pour évacuer les déchets qui se sont accumulés dans les poumons (CO2). Durant la phase de repos, le sujet reprend un cycle respiratoire tout à fait normal.

De nombreuses études ont montré les bienfaits de cette méthode sur les performances de répétitions de sprints. La VHL a permis d'observer chez des rugbymans une augmentation de 64 % du nombre de sprints après un protocole de 4 semaines (Fornasier-Santos et al., 2018). Il peut donc être intéressant d'intégrer cette méthode à notre programmation, afin d'obtenir des gains supérieurs à ceux attendus.



Figure 3 : Les quatre phases de la technique VHL (extrait d'un article « L'entraînement en hypoxie est-il accessible au club de foot modeste ? »)

## 2. Problématique, objectifs, hypothèses

### 2.1 Problématique

Aujourd'hui, la capacité à répéter des sprints tout au long d'un match est un facteur primordial dans la performance. Comme nous l'avons vu précédemment, ce sont ces types d'efforts qui permettent de faire la différence lors d'une rencontre. Son développement au cours d'une saison est donc nécessaire, c'est pourquoi une programmation sur 6 semaines visant à améliorer la capacité de réitération de sprints sera mise en place. Ces 6 semaines seront axées sur un travail de technique de course, de pliométrie, ainsi qu'un travail spécifique de répétition de sprints. Nous sommes en droit de nous poser la question, en quoi et comment, les entraînements de ces différents axes de développements vont améliorer les performances de RSA chez des footballeuses.

### 2.2 Objectifs

Lors de mes recherches bibliographiques, j'ai remarqué qu'il y avait peu de données concernant le football féminin amateur. L'objectif premier de cette étude est donc de caractériser le groupe à l'aide d'une batterie de tests assez large visant à évaluer l'ensemble des qualités physiques d'une footballeuse.

Le deuxième objectif de cette étude est d'évaluer les effets d'une programmation visant à développer la capacité de réitération de sprints. Une comparaison aura lieu entre la phase de pré-test (avant la programmation) et la phase de post-test (après la programmation), ce qui me permettra de vérifier l'efficacité de ma programmation.

Le troisième objectif de cette étude est de déterminer différents profils de joueuses et d'essayer de les corrélés au poste de jeu.

### 2.3 Hypothèses

Les différentes études précédemment développées dans la revue littéraire, permettent de faire émerger de nombreuses hypothèses.

- Hypothèse 1 : Le groupe a évolué sur certains paramètres de manière significative.
- Hypothèse 2 : Le groupe n'a pas évolué sur certains paramètres de manière significative.
- Hypothèse 3 : On observe pour le groupe, des tendances concernant certains paramètres qui reste à confirmer pour qu'elle soit significative.

### 3. Méthodes

#### 3.1 La population

L'étude sera réalisée auprès du groupe senior R1 du Football Club Féminin de Douaisis. Ce groupe est composé d'un effectif de 21 joueuses ayant une moyenne d'âge de  $22,4 \pm 4,6$  ans. Notre effectif se compose de deux gardiennes, de six défenseuses, de huit milieux et de cinq attaquantes. Les sujets s'entraînent à raison de 3 fois par semaine avec un match le week-end. Les entraînements ont lieu le mardi, le mercredi et le vendredi soir. Les entraînements durent en moyenne 1 h 30 avec un travail de proprioception, de mobilité ainsi que du renforcement musculaire un quart d'heure avant le début de la séance (durée totale = 1 h 45).

Au cours de la programmation, deux joueuses se sont blessées, elles n'ont donc pas été intégrées à l'étude. Ce sont donc 14 joueuses qui ont participé à l'étude avec une moyenne d'âge de  $22,8 \pm 4,2$  ans. Dans le tableau ci-dessous, on peut observer les données anthropométriques du groupe expérimental. Celles-ci sont mises en comparaison avec les données anthropométriques des joueuses de première division française, ainsi que des données de joueuses semi-professionnelles (Polman et al., 2004).

**Tableau données anthropométriques :**

	<i>Nombre de joueurs</i>	<i>Taille (cm)</i>	<i>Poids (kg)</i>	<i>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</i>
<i>Groupe expérimental (GE)</i>	14	$166 \pm 0,04$ cm	$59,7 \pm 7,7$ kg	21,4 (kg/m <sup>2</sup> )
<i>Joueuses de D1 Féminine (France)</i>	NC	$168 \pm 3,1$ cm	$61,2 \pm 3,0$ kg	21,7 (kg/m <sup>2</sup> )
<i>Joueuses semi-pro (Polman et al., 2004)</i>	36	$164 \pm 0,06$ cm	$62,7 \pm 10,3$ kg	23,3 (kg/m <sup>2</sup> )

Dans le tableau, nous remarquons que les données anthropométriques sont légèrement inférieures à celles des équipes professionnelles. Cette différence physique, se ressent notamment lors des matchs à haute intensité, nos joueuses mettent très peu d'impact et elles perdent de nombreux duels. Ceci peut s'expliquer par un effectif très jeune.

En effet, nous avons 8 joueuses ayant moins de 21 ans et pour certaines, elles effectuent leur début dans la catégorie senior. Ces filles sont en plein développement, notamment sur le

plan musculaire. Nous avons travaillé sur cet axe cette saison, afin de palier à cela. De manière générale, nous avons un groupe assez hétérogène avec des morphologies et des profils de joueuses totalement différents.

### 3.2 Matériel

Lors du protocole expérimental, différents outils seront utilisés durant la mise en place des séances et des tests. L'ensemble du matériel est utilisé dans un but de reproductibilité et de validité des tests afin d'avoir des données précises.

- L'odomètre : appareil qui mesure une distance à pied. Avec cet outil, on mesure les distances exactes parcourues et on met en place les tests.

- Chronomètre : cet appareil permet de mesurer le temps, notamment lors des phases de repos entre les différentes répétitions de sprints.

- Le cardiofréquencemètre : appareil qui permet de mesurer avec précision la fréquence cardiaque. Les joueurs étaient équipés de montre scientifique Oregon se102I à leur poignet et d'une ceinture pectorale afin de mesurer les différentes sollicitations cardiaques.

- Des cellules photoélectriques : capteurs photosensibles. A l'aide de ces capteurs, le temps des différents parcours est évalué durant les différents tests.

- My Jump : application qui permet d'analyser différents sauts et qui permet d'extraire des données, telles que, la hauteur de saut, la puissance, le temps de vol, etc.

- Une balance et un mètre : ces appareils sont nécessaires pour mesurer les données anthropométriques des joueuses.

### 3.4 Pré-tests et Post-tests

#### 3.4.1 RAST Test : Running-Based Anaerobic Sprint Tests

Comme nous l'avons vu précédemment, la spécificité du football demande au joueur de répéter des efforts courts et intenses tout au long d'un match. J'ai donc cherché un test qui permettait d'évaluer ce type d'effort. Draper et al., (1997) ont développé un test basé sur des répétitions de sprints (RAST) pour tester les performances anaérobies d'un coureur. Ce test validé scientifiquement permet d'obtenir différentes mesures sous forme de temps ou de puissance.

La joueuse doit réaliser 6 sprints de 35 m avec 10 secondes de récupération entre chaque sprint. Chaque sprint doit être effectué avec une intensité maximale, sans aucune gestion de la part du sujet, afin d'avoir des données valides et pertinentes à analyser. L'analyse du RAST Test, permet d'obtenir la puissance maximale ainsi que la puissance moyenne développée au cours des 6 sprints (puissance = masse x distance<sup>2</sup> / temps<sup>3</sup>). Ce test détermine également le profil anaérobie du joueur en calculant l'indice de fatigabilité.

- Puissance maximale (Pmax) : la valeur la plus élevée sur les 6 valeurs
- Puissance minimale (Pmin) : la valeur la plus basse sur les 6 valeurs
- Puissance moyenne (Pmoy) : la somme des 6 valeurs divisée par le nombre de valeur
- Indice de Fatigabilité (IF) : Somme des 6 valeurs / Pmax x nombre de valeurs

La programmation aura pour objectif d'améliorer la puissance développée au cours des différents sprints. Mais au-delà de ça, c'est l'évolution de l'indice de fatigabilité qui va essentiellement nous intéresser. Parce qu'un IF plus faible, signifierait que la joueuse a une meilleure capacité à réitérer des sprints.



Figure 4 : Configuration du Running-Based Anaerobic Sprint Test

### 3.4.3 Test contre-mouvement jump et de long jump

Les joueuses ont effectué un saut contre-mouvement jump avec les mains libres, celui-ci a été évalué via l'application « my Jump ». Cette application a été validée scientifiquement (Rogers et al., 2018). C'est une séquence pliométrique où l'athlète peut se servir de ses bras lors de son impulsion. Il effectue alors une poussée verticale, ayant pour objectif de sauter le plus haut. Ce test nous permet de mesurer la détente de chaque joueuse, mais également d'évaluer la puissance des membres inférieurs lors d'une poussée verticale. My jump nous renseigne également sur le temps de vol, la vitesse, ainsi que sur la force développée.

Un test de long jump a également été réalisé afin d'évaluer la puissance des membres inférieurs dans un déplacement horizontal. Le long jump est une séquence pliométrique où l'athlète peut se servir de ses bras lors de son impulsion. Il effectue alors une poussée horizontale, ayant pour objectif de sauter le plus loin.

Dans l'analyse et l'interprétation des résultats, la morphologie de la joueuse doit être prise en compte. Pour avoir une interprétation des résultats cohérente, un rapport en watt par kilogramme doit être effectué afin de pouvoir comparer les joueuses entre elles. Ce rapport nous permet également de détecter d'éventuelles faiblesses musculaires chez certaines.

Si on observe une amélioration significative des performances de sauts, on pourra émettre l'hypothèse que le travail de pliométrie aura été efficace. Et donc par conséquent, de meilleures performances en sauts induisent d'éventuelles améliorations de la capacité à réitérer des sprints.

### 3.3.3 RPE et fréquence cardiaque

Lors de ma programmation, j'ai décidé de mettre en place l'échelle de Borg (1970), plus communément appelée la RPE (Rating Scale of Perceived Exertion ou RPE). Cette méthode évalue le coût subjectif de l'épreuve à l'aide de l'échelle de perception de l'effort. Attention, la RPE renseigne sur les sensations perçues, sur la pénibilité de l'effort et non sur le travail en lui-même.

Lors du Rast-test, la fréquence cardiaque a été récupérée auprès des joueuses à l'aide des cardiofréquencemètres scientifique Oregon se102I afin de mesurer les différentes sollicitations cardiaques.

Ce recueil de données a été réalisé dans un but de vérifier la validité du Rast-test. En effet, une faible RPE et de faibles sollicitations indiqueraient que la joueuse n'est pas donnée son maximum durant le test. (*Annexe 4 : Echelle de Borg « RPE » et CR-10*)

## 4. Protocole

L'objectif de cette étude est d'améliorer la capacité de répétitions de sprints. Pour cela, différents types d'entraînements seront intégrés à la programmation afin de maximiser les chances d'améliorer le RSA. La programmation se déroulera sur 6 semaines avec une phase de pré-test et une phase de post-test.

Ci-dessous, vous trouverez l'échéancier de mon protocole expérimental, avec le positionnement des phases de test en fonction de la programmation. Celui-ci sera effectué durant la deuxième partie de saison (phase de compétition), avec des matchs tous les week-ends.

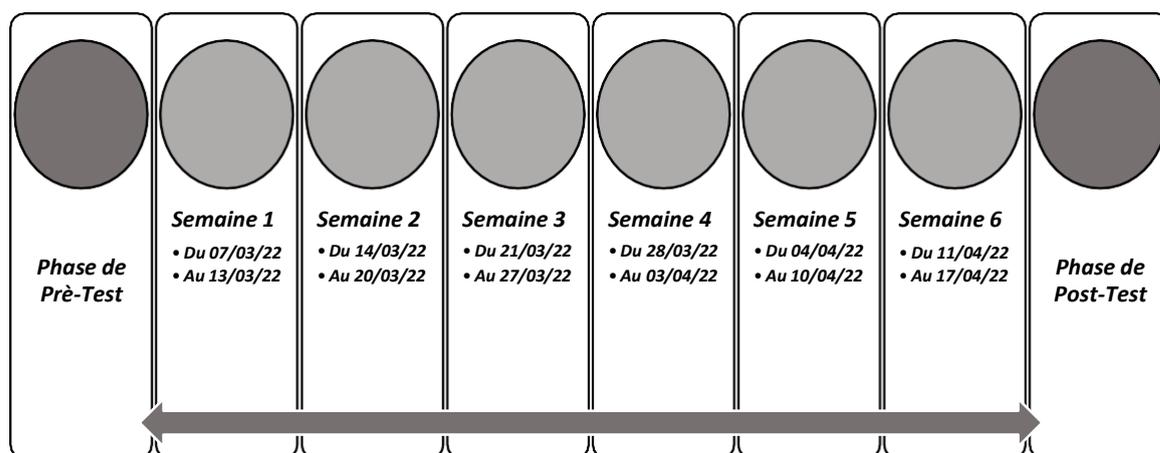


Figure 5 : Programmation du protocole expérimentale

Préalablement à cette programmation, un travail de renforcement musculaire des ischio-jambiers a été effectué (travail excentrique), afin de les préparer aux différentes sollicitations. De plus, un cycle d'intermittent a été mis en place, dans un but d'améliorer les capacités aérobies des joueuses afin d'optimiser au mieux le protocole expérimental. Avant chaque séance et chaque phase de test, les joueuses ont un protocole d'échauffement et de prévention blessures qui se rapproche du programme FIFA 11+. Le programme FIFA 11+ est validé scientifiquement. Des études ont montré qu'il permettait de réduire le taux de blessures à 46 % (Silvers-Granelli et al., 2015).

Si l'on se réfère à la bibliographie, on observe que la méthode d'entraînement la plus intéressante à travailler est le travail spécifique de la capacité à réitérer des sprints. En effet, un entraînement de ce type améliore les performances du RSA, ainsi que celle du sprint et permet également de développer les capacités aérobies des joueuses. Nous avons également vu précédemment les bienfaits de l'hyperventilation volontaire sur les performances de RSA. Cette méthode a été combinée au travail de réitération de sprints.

Les séances de répétitions de sprints auront lieu lors de la séance du mercredi, qui se situe J - 4 du match du week-end. Ci-dessous, vous pouvez observer le programme de

répétitions de sprints avec la charge totale en mètre parcouru au cours de la séance.

Semaine	Séries	Répétitions	Distance (m)	Charge Totale (m)	Repos – Rép (s)	Repos – Sér (min)
1	2	8	20	320	30	4
2	3	6	25	450	30	4
3	3	6	30	540	30	4
4	3	6	35	630	30	4
5	3	8	25	600	30	4
6	2	6	35	420	30	4

Figure 6 : Programme d'entraînement de répétition de sprints sur 6 semaines

En plus du travail de répétitions de sprints, l'ensemble des jeux réduits effectué au cours de la programmation sera orienté dans un objectif de RSA. Les aires de jeux sont volontairement grandes avec un ratio m<sup>2</sup>/joueur élevé (entre 200 et 300 m<sup>2</sup>/joueur), afin que les joueuses aient de l'espace et puissent réaliser un volume de sprints assez conséquent.

Comme nous l'avons vu précédemment dans la bibliographie, un entraînement pliométrique améliore la raideur musculaire. Des gains sur les qualités d'explosivité et d'accélération vont être observés, ce qui améliore automatiquement les performances du RSA.

Des séances en salle seront réalisées visant à travailler la pliométrie (pliométrie basse, pliométrie haute, drop jump, etc.) et à développer l'explosivité musculaire. Ce type de travail, axé sur la pliométrie et l'explosivité musculaire aura lieu le vendredi, ce qui correspond à J – 2 de la compétition. Ci-dessous, vous pouvez observer le programme de pliométrie avec le nombre de sauts à réaliser par séance.

Semaine	Charge Totale (sauts)
1	≈ 40
2	≈ 50
3	≈ 60
4	≈ 72
5	≈ 75
6	≈ 40

Figure 7 : Programme d'entraînement de pliométrie (pliométrie basse, pliométrie haute, drop jump, etc.) sur 6 semaines

La technique de course a une part importante dans les performances de sprints. Il est donc nécessaire de travailler cet aspect sous forme de gamme athlétique. Tous les mardis en début de séance les joueuses effectueront un travail de gamme athlétique où la relation pied/sol sera mise en avant. Le travail de foulée peut être une alternative et une suite logique aux

gammes athlétiques.

Ci-dessous, vous pouvez observer les différents axes de travail que l'on souhaite développer au cours de la semaine.

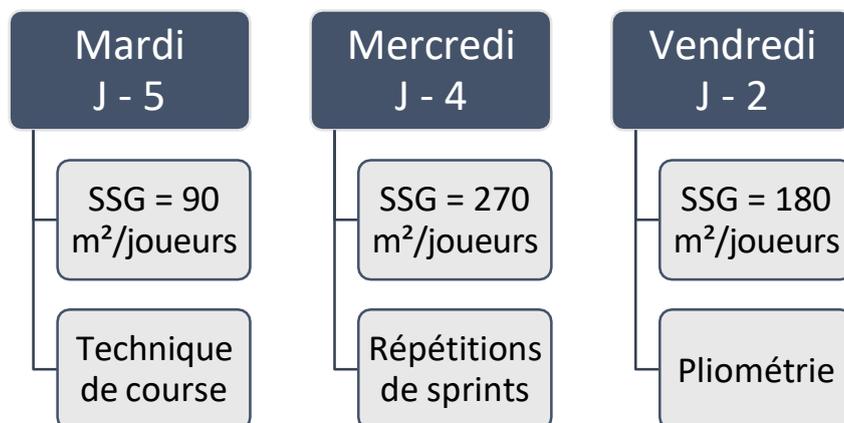


Figure 8 : Semaine type de ma programmation

Au fur et à mesure des semaines, la charge d'entraînement augmentera progressivement, jusqu'à atteindre son pic lors de la 5e semaine. La 6e semaine sera la semaine d'affûtage, plus communément appelée « semaine de décharge ». Cela consiste à diminuer la charge d'entraînement afin de réduire la fatigue et d'obtenir une amélioration de la performance. Cette diminution de charge se fait souvent au détriment du volume (baisse de 40 à 60%), elle doit être exponentielle et rapide tout en gardant une intensité élevée. Dans ce cas, on peut observer chez les joueuses un état de surcompensation. Durant la 6e semaine, les joueuses auront une baisse du volume de sprints et de sauts, tout en gardant une intensité élevée.

## 5. Résultats

### 5.1 Analyse statistique

L'ensemble des résultats seront présentés sous forme de moyenne et d'écart-type via Excel. Pour effectuer, l'analyse statistique des résultats, nous avons utilisé le logiciel Statistica. Les tests de normalité ont été réalisés via le test Kolmogorov-Smirnov & Lilliefors, puis nous avons analysé l'homogénéité des variances, ainsi que l'observation des courbes de distributions grâce au test de Levene.

Étant donné le nombre réduit de sujets et que le test de Shapiro-Wilk  $W$  montre que plusieurs variables suivent des distributions anormales (Pmean A, Pmean B, Pmin B, RPE B) des tests non paramétriques sont envisagés.

Le test Wilcoxon est quant à lui réalisé pour comparer les résultats de chaque variable entre le pré-test et le post-test. L'objectif étant d'observer d'éventuelles différences significatives ( $p < 0,05$ ) entre le pré-test et le post-test.

La taille de l'effet (ES) sera calculée à partir du  $d$  de Cohen. 0,20 est considéré comme une tendance faible, 0,50 comme une tendance moyenne, 0,80 comme une tendance élevée, 1,2 comme une tendance très élevée puis 2 comme une tendance immense. Les valeurs sont considérées significatives pour un  $p < 0,05$ .

Une analyse multi corrélacionnelle de Spearman a été effectuée afin de détecter d'éventuelles corrélations entre les résultats du RSA et ceux des tests de sauts. Une autre analyse a été réalisée avec l'ensemble de mes variables, tels que, les données anthropométriques (masse, IMC, VO2 max), résultats d'autres tests (VMA, W/kg), ainsi que la RPE.

## 5.2 Analyse des résultats

L'analyse du test de Wilcoxon, révèle une différence significative ( $p = 0,003$ ) entre Tbest A (meilleur temps du RSA lors du pré-test) et le Tbest B (meilleur temps du RSA lors du post-test). C'est également le cas, pour les variables du Tmean avec un p-value égale à 0,002 (temps moyen du RSA) et du Tmin avec un p-value égale à 0,004 (le moins bon temps lors du RSA).

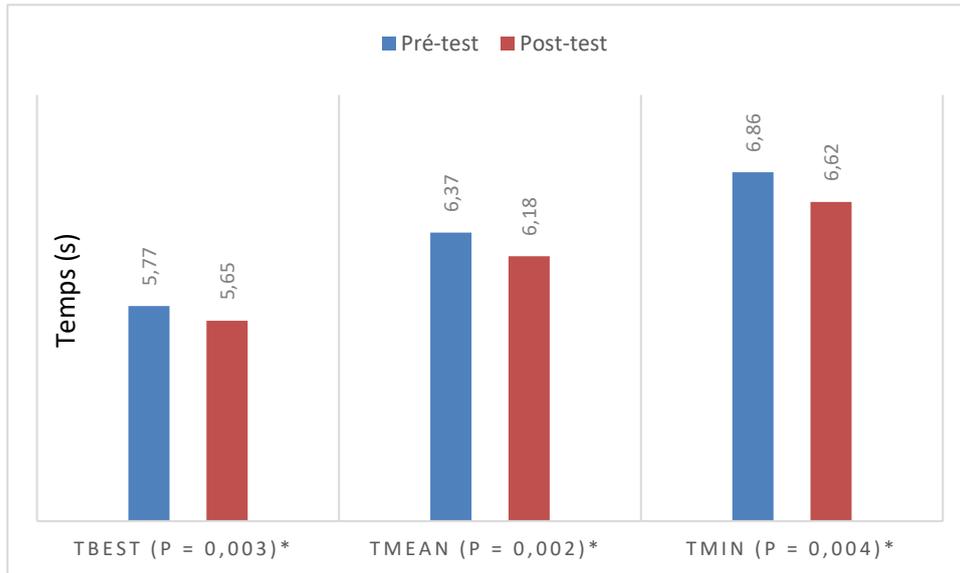


Figure 10 : Graphique moyen comparant les variables de temps (s) entre le pré-test et le post-test

Ce test indique également d'autres différences significatives entre le pré-test et le post-test pour les variables de puissances entre Pmax A et le Pmax B ( $p = 0,003$ ), ainsi que Pmean A et le Pmean B ( $p = 0,002$ ). Cependant, on n'observe pas de différences significatives entre les deux phases de tests pour la Pmin ( $p = 0,140$ ).

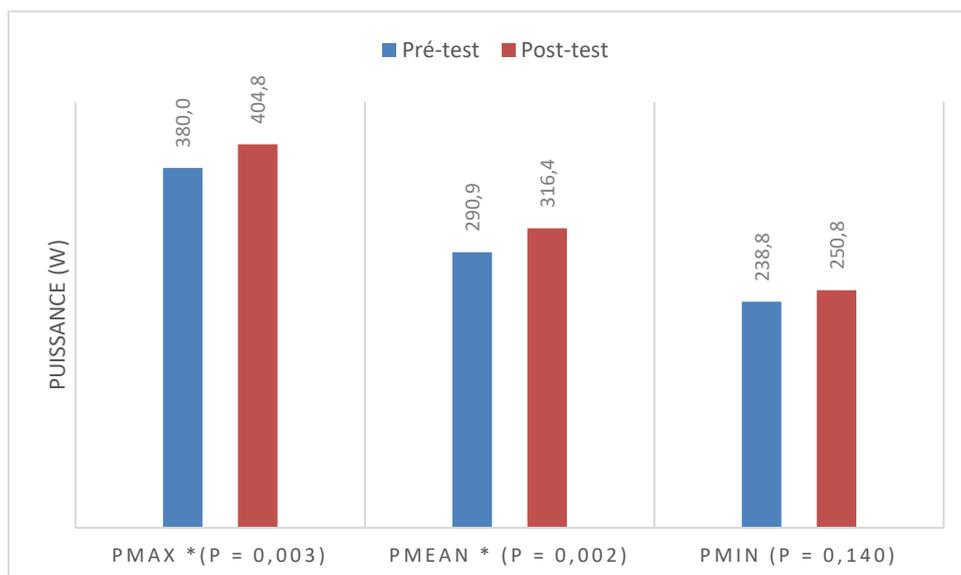


Figure 11 : Graphique moyen comparant les variables de puissances (W) entre le pré-test et le post-test

Concernant l'analyse des indices de décrémentation, on n'observe pas de différences significatives entre le pré-test et le post-test. En effet, l'indice de décrémentation de la puissance (I DEC % P) et l'indice de décrémentation du temps (I DEC % T) ont un p-value supérieur à 0,05 ( $p = 0,124$  ;  $p = 0,096$ ).

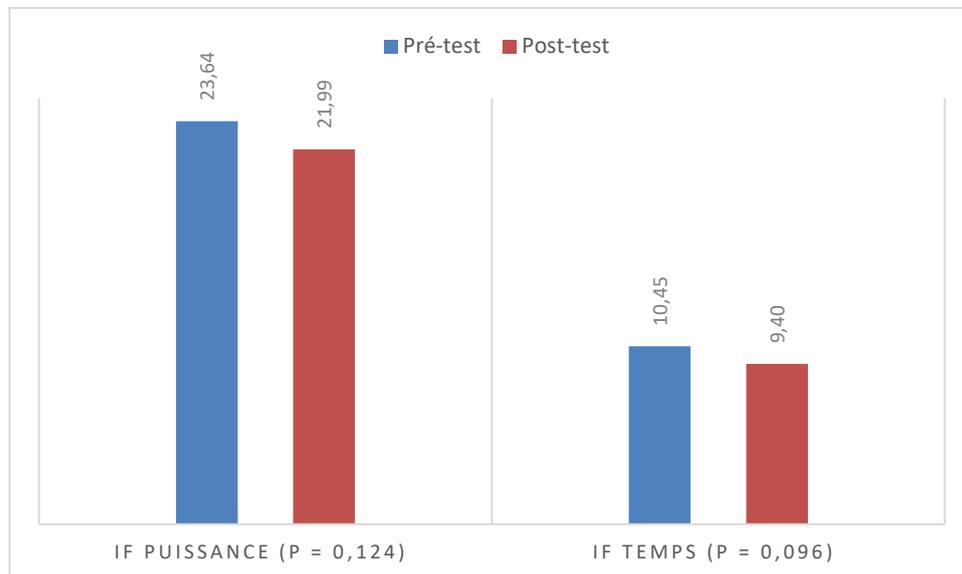


Figure 12 : Graphique moyen comparant les variables d'indices de décrémentation de puissance et du temps entre le pré-test et le post-test

A l'issue de chaque phase de test, la RPE a été collectée auprès des athlètes. L'analyse du test de Wilcoxon nous démontre qu'il n'y a pas de différence significative entre le recueil lors du pré-test (RPE A) et le recueil du post-test (RPE B).

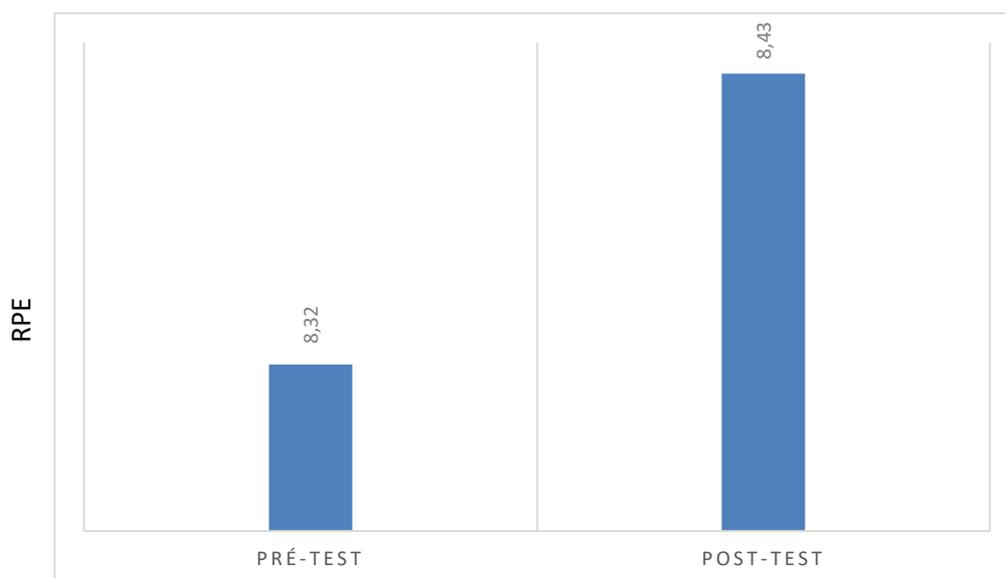


Figure 13 : Graphique moyen comparant la RPE entre le pré-test et le post-test

L'analyse corrélacionnelle, nous a permis d'obtenir quelques corrélacions entre certaines variables. On peut observer, par exemple, une forte corrélacion entre les résultats au Tbest et de la hauteur de saut. En effet, que ce soit durant la phase de pré-test (-0,776) ou de la phase de post-test (-0,825). Par conséquent, on constate que plus un athlète saute haut plus ses sprints sont performants.

On remarque également une corrélacion (-0,628) entre l'indice de décrémentation du RSA et de la VMA. Ceci démontre toute l'importance et la participation de la filière aérobie dans les performances de répétitions de sprints. D'autres corrélacions ont été trouvées, mais il n'y avait pas forcément de cohérence entre ces différentes variables.

## 6. Discussion

### 6.1 Interprétation des résultats

Cette étude avait pour but d'observer les effets d'une programmation visant à améliorer la capacité des joueuses à répéter des efforts maximaux, plus précisément des sprints. Pour cela une analyse des pré-tests et des post-tests a été nécessaire, dans le but d'observer d'éventuelles différences significatives, afin de répondre aux hypothèses.

Dans mes hypothèses précédentes, je supposais que l'on observerait des différences significatives pour certaines variables. En effet, les résultats du RSA montrent une baisse réelle des temps ( $T_{best} : p = 0,003$  ;  $T_{mean} : p = 0,002$  ;  $T_{min} : p = 0,004$ ) lors du post-test. (Figure 11). Ces résultats sont en adéquation avec de nombreuses études (Buchheit et al., 2010 ; Nedrehagen et al., 2015). Ces auteurs ont montré qu'une programmation axée essentiellement sur un travail spécifique de répétitions de sprints permettait d'améliorer les performances de RSA.

Buchheit a démontré que 4 semaines de programmation ne suffisaient pas pour obtenir des résultats significatifs, seulement une tendance, alors qu'une programmation de 10 semaines permettait d'obtenir des résultats probants. Au vu de mes résultats, je peux en déduire que 6 semaines de programmation sont suffisantes pour obtenir des résultats significatifs au RSA (meilleur temps, temps moyen, etc.). Ces améliorations significatives sont dues à un gain en explosivité (voir figure 15) et en puissance de la part des joueuses. Ces qualités furent développées au cours des répétitions de sprints et lors des nombreux changements de direction. En effet, si l'on regarde la figure 14 ci-dessous, on observe que le groupe a développé plus de puissance lors des phases de post-test, il y a un donc un gain de puissance.

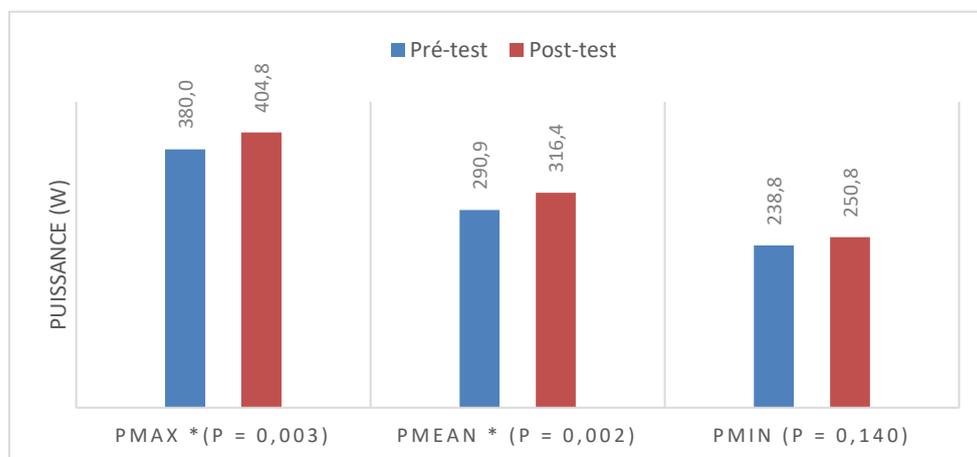


Figure 14 : Puissances développées au cours du RSA lors de la phase de pré-test et de post-test (valeurs du groupe)

Concernant l'indice de fatigabilité, nous ne remarquons pas de différences significatives entre la phase de pré-test et la phase de post-test. (Figure 12). Tout comme le travail de Buchheit et al., (2010) on observe une tendance à la baisse que ce soit pour l'indice de fatigabilité du temps ( $p = 0,096$ ) ou de la puissance ( $p = 0,124$ ). Cette tendance à la baisse pourrait s'expliquer par une adaptation oxydative des muscles, ainsi qu'une amélioration de la consommation maximale d'O<sup>2</sup>.

Cependant, il semblerait que 6 semaines de programmation ne soient pas suffisantes pour faire baisser, de manière significative, l'indice de fatigabilité des joueuses. Il conviendrait d'effectuer une programmation plus longue comme l'ont fait certains auteurs (Buchheit et al., 2010 programmation sur 10 semaines ; Nedrehagen et al., 2015 programmation sur 8 semaines). L'autre option serait d'intégrer dans la programmation, un travail visant à développer plus spécifiquement, la capacité aérobie des joueuses. Comme nous l'avons vu précédemment, avec les travaux de Francaux et al., (2000) et de Harris et al., (1976), un athlète ayant une meilleure capacité aérobie, a une resynthèse du PCr beaucoup plus rapide. Et par conséquent, un indice de décrémentation plus faible lors des répétitions de sprints.

De plus, l'analyse corrélationnelle de l'étude montre une corrélation (-0,628) entre l'indice de décrémentation de RSA des joueuses et leurs VMA. Par conséquent, plus une joueuse a une VMA élevée plus son indice de fatigabilité est faible. Ces résultats vont dans le sens des travaux de Buchheit et al., (2008) et de Dupont et al., (2010), qui démontrent une corrélation entre la filière aérobie et les performances au RSA. En effet, ils ont prouvé qu'il existait une forte concordance entre la VO<sub>2</sub> max des athlètes et leurs résultats au test de répétitions de sprints. Un entraînement visant à développer la VO<sub>2</sub> max des joueuses ainsi que leur capacité aérobie leur permettrait, potentiellement, d'obtenir des meilleurs résultats.

Au cours des séances de répétitions de sprints, j'ai intégré le travail d'hypoventilation volontaire dans le but d'optimiser les résultats du RSA. N'ayant été utilisé que partiellement, et n'ayant pas obtenu de résultat significatif sur la variable de l'indice de fatigabilité, je ne peux faire d'interprétation concernant son efficacité.

Au cours de la programmation, les joueuses ont réalisé un travail de répétitions de gammes athlétiques, de pose du pied au sol visant à améliorer leurs techniques de course. J'ai pu observer de manière visuelle, non quantifiable, une amélioration au niveau de leurs postures et de leurs foulées (plus aériennes et plus souples). Tout le travail, de dynamisme sur pointe de pied est bénéfique lors des phases d'accélération. Une meilleure foulée, permet à la joueuse

d'avoir une meilleure économie de course et par conséquent un faible coût énergétique. Lors des sprints on demande aux joueuses d'être en pointe et de ne pas attaquer avec le talon (griffer le sol). Il faut donc du temps, pour réapprendre et modifier les schémas moteurs ainsi que leur mécanique de course. Pour observer des progrès plus importants, un cycle sur plusieurs mois, axé essentiellement sur ce travail serait intéressant.

Au cours de la programmation, les joueuses ont également suivi des séances de pliométrie. En effet, de nombreux auteurs tels que, Ramirez-Campillo et al. (2021), ainsi que Negra et al., (2020) ont montré qu'un entraînement pliométrique améliorerait les performances de répétitions de sprints. Dans la revue de littérature, je supposais une éventuelle corrélation entre la hauteur de saut et les résultats du RSA. L'analyse multi-corrélationnelle de Spearman montre une corrélation entre les résultats au Tbest et de la hauteur de saut (pré-test : -0,776 ; post-test : -0,825). Ces résultats sont donc en adéquation avec la littérature. Par conséquent, une amélioration des performances de saut améliorerait les performances du RSA.

Il serait donc intéressant d'évaluer les effets de l'entraînement pliométrique. Pour cela, les joueuses ont réalisé un CMJ lors de la phase de pré-test et la phase de post-test. En analysant les résultats obtenus ci-dessous (pré-test = 32,1 cm ; post-test = 34,2 cm), on observe une amélioration significative de la détente ( $p = 0,002$ ), ainsi que des W/kg (pré-test = 29,8 W/kg ; post-test = 32,6 W/kg) avec un p-value de 0,001. Ces résultats s'expliquent par un gain en raideur musculaire et une adaptation neuronale qui permet une meilleure coordination intermusculaire et intramusculaire (Ramirez-Campillo et al. 2021). On peut donc dire que l'entraînement pliométrique, a permis d'améliorer les performances de sauts des joueuses, ainsi que leurs explosivités et leurs puissances. Par conséquent, la pliométrie combinée aux autres

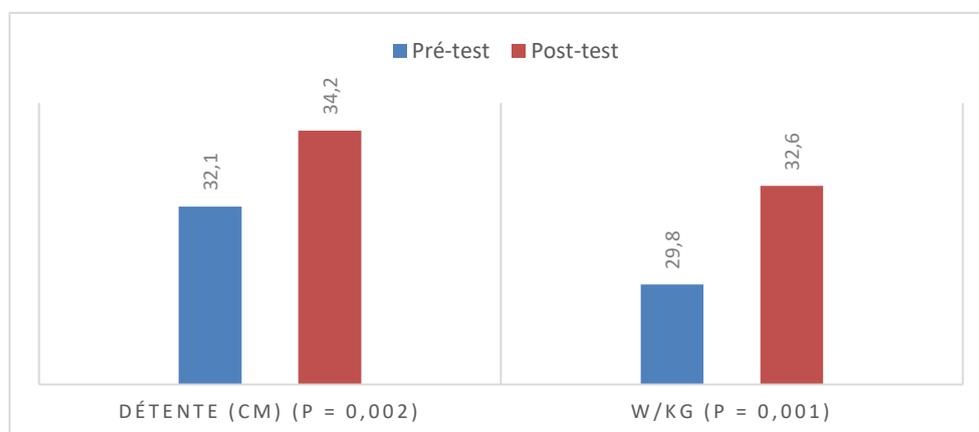


Figure 15 : Résultat obtenu à l'issue du contre mouvement jump (CMJ) lors de la phase de pré-test et de post-test (valeurs du groupe)

méthodes d'entraînement ont permis d'observer des différences significatives pour certaines variables du RSA.

Enfin, la RPE (à l'issue du test) et la fréquence cardiaque (pendant le test) ont été récupérées auprès des joueuses afin de vérifier la validité du test. En effet, ce test demande un effort maximal, on s'attend donc à avoir une RPE très élevée ainsi qu'une fréquence cardiaque proche de la fréquence cardiaque maximale. Sur l'ensemble des deux tests, nous avons recueilli une RPE de 8,32 et de 8,43, ainsi qu'une fréquence cardiaque théorique de 92 % pour les deux phases. Ces résultats montrent bien que les joueuses ont été au maximum de leurs capacités, les résultats sont bien validés.

## 6.2 Détermination des profils anaérobies

Le RSA et plus particulièrement le Rast-Tets permettent de déterminer les profils anaérobies des joueuses. En effet, la répétition de sprints avec un faible temps de repos occasionne une fatigue physiologique et musculaire. Par conséquent, de manière inévitable, on observe une baisse de performance qui varie en fonction de la joueuse. Même si l'ensemble des joueuses est confronté à des répétitions de sprints au cours d'un match, chaque poste ne demande pas les mêmes exigences physiques (Datson et al., 2017). Au sein d'une équipe, il existe donc, différents profils anaérobies.

Si l'on regarde les graphiques ci-dessous (figures 16 et 17), et que l'on s'attarde sur les données de l'attaquante, on observe que c'est la joueuse la plus rapide avec un sprint à 5'62 s. En effet, une attaquante se doit d'être explosive et d'avoir une pointe de vitesse élevée pour faire la différence dans la profondeur (espace entre la dernière défenseuse et le but). Une attaquante a un temps de repos plus conséquent par rapport aux autres joueuses. Ce temps de repos lui permet de récupérer suffisamment afin de reproduire son meilleur sprint à chaque fois. Si on analyse les données de l'attaquante, on remarque un premier sprint très rapide et une dégradation des temps au fur et à mesure des sprints. Cette dégradation importante est due à l'effort très intense qu'elle a fourni lors de son premier sprint. Même si l'attaquante semble avoir le bon profil pour le poste d'attaquante, la joueuse se doit d'améliorer son indice de fatigabilité (IF pré-test = 27,1 ; IF post-test = 24,9). Cela lui permettrait de récupérer plus rapidement et d'augmenter sa fréquence de sprints par match.

Si l'on regarde la joueuse qui évolue au milieu de terrain, on observe que son premier sprint n'est pas très rapide. En comparaison avec l'attaquante, on remarque une faible déperdition entre son premier sprint et son dernier. Elle a un indice de fatigabilité de 17,7 ce qui montre sa capacité à répéter des sprints de haute intensité. Une milieu centrale se doit de répéter des courses de très hautes intensités avec un faible temps de repos (box to box). Une milieu n'a pas la nécessité d'être très rapide sur un sprint mais elle se doit d'être performante sur la durée. On peut dire qu'elle a le bon profil anaérobie pour jouer dans le cœur du jeu.

Enfin, la dernière joueuse évolue au poste de défenseuse centrale, mais lorsque je regarde son profil anaérobie, il ne correspond pas à son poste. En effet, elle est capable d'aller très vite sur un sprint et elle est capable de maintenir ce niveau d'intensité sur plusieurs sprints. Or, si l'on se réfère aux travaux de Datson et al., (2017), on remarque que les défenseuses centrales sont celles qui effectuent le moins de sprints à hautes intensités. Sans tenir compte des aspects technico-tactique, en positionnant la joueuse à ce poste, on n'exploite pas le maximum de ses capacités physiques. Son profil correspondrait plus à celui d'une défenseuse latérale. Aujourd'hui, le football moderne, demande aux latéraux de se projeter énormément afin d'être un acteur prépondérant lors des phases offensives. Ce poste est devenu très sollicitant sur le plan physique, car il demande de parcourir des grandes distances à très hautes intensités avec un faible temps de repos. Ce qui correspondrait parfaitement au profil de la joueuse, car elle est capable de maintenir une puissance élevée malgré la répétition des efforts (Figure 17).

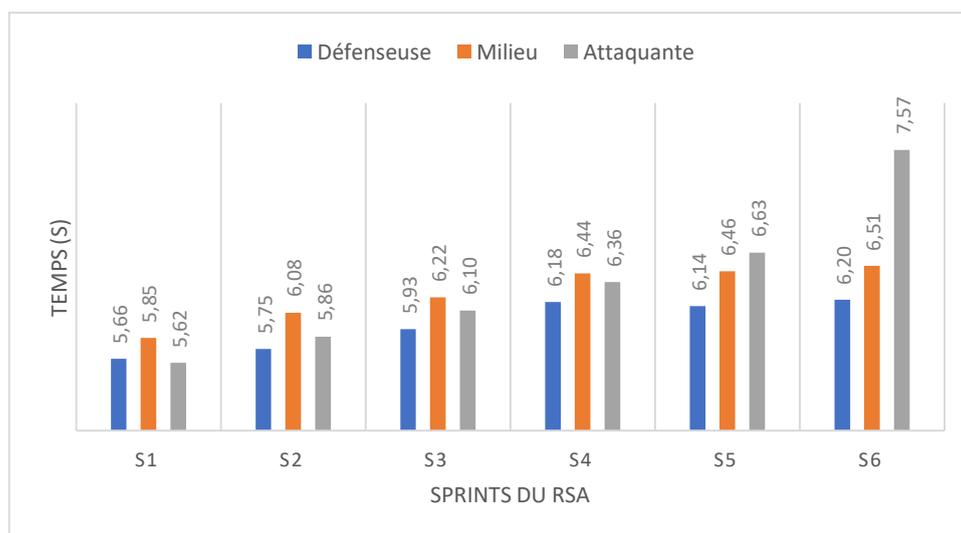


Figure 16 : Temps des sprints du RSA de 3 joueuses évoluant à des postes différents

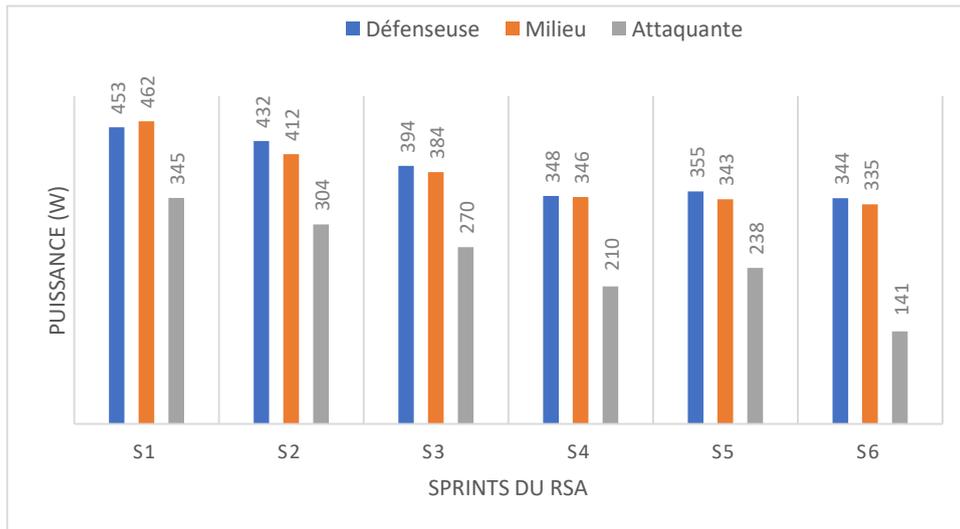


Figure 17 : Puissance développée au cours des sprints du RSA de 3 joueuses évoluant à des postes différents

## Conclusion et perspectives

Cette étude avait plusieurs objectifs. Le premier était de caractériser une équipe de féminine amateur, évoluant au meilleur niveau régional. En fin de saison, l'équipe a fini dans la première partie du tableau. Cette population étant peu étudiée, il était intéressant d'effectuer une batterie de tests afin d'obtenir des valeurs de référence. De plus, certaines joueuses n'avaient jamais effectué de tests évaluant leurs qualités physiques. Avec le staff, nous avons donc mis en place une fiche de suivi, avec les résultats des différents tests qu'elles avaient passés. Cela va leur permettre de mieux se connaître et de déterminer des axes d'améliorations.

A l'issue des tests de début de saison et de l'analyse des matchs, nous avons constaté que les joueuses avaient des difficultés à répéter des efforts de très hautes intensités. La capacité de répétitions de sprints faisant partie intégrante du projet de jeu, une problématique a émergé, faisant naître le deuxième objectif de cette étude.

Celui-ci étant de comparer les effets d'un entraînement sur les performances de répétitions de sprints. Pour cela, j'ai combiné différentes méthodes d'entraînements tels que, la pliométrie, le travail de technique de course, les jeux réduits, les répétitions de sprints ainsi que la technique d'hypoventilation. Dans le but, de développer l'ensemble des facteurs pouvant améliorer les performances de RSA. Cependant, il est difficile d'apprécier l'impact d'une méthode par rapport à d'autres.

On a pu observer des différences significatives concernant la détente et les W/kg qui montrent le gain en explosivité et en puissance des joueuses. La pliométrie combinée aux autres méthodes d'entraînement ont permis d'observer des différences significatives pour certaines variables du RSA (Tbest, Tmean, Tmin, Pmax, Pmean). Cependant, on note une simple tendance à la baisse pour l'indice de décrémentation. Il serait donc intéressant d'établir un nouveau protocole avec une programmation de 8 semaines et un nombre de sujets plus important afin de valider complètement la programmation mise en place.

Dans l'éventualité qu'il n'y ait toujours pas d'améliorations significatives, je séparerais mon effectif en trois. Un groupe réaliserait les séances de répétitions de sprints en hypoventilation. Le second groupe, en complément des séances de répétitions de sprints, aurait un travail supplémentaire visant à améliorer la capacité aérobie des joueuses. Enfin, le troisième serait le groupe contrôle.

La programmation a eu lieu lors de la dernière phase du championnat. Durant cette période et après une saison intense, nous avons obtenu le maintien. Cela influençant l'aspect

motivationnel, il se peut que certaines joueuses aient eu un léger relâchement. Nous aurions peut-être obtenu de meilleurs résultats si la programmation avait eu lieu plus tôt dans la saison.

Enfin, je retiens que le test de répétitions de sprints est primordial pour évaluer la footballeuse d'aujourd'hui. Au-delà d'évaluer les qualités physiques, ce test permet également de déterminer le profil aérobie de la joueuse. Ceci peut être une indication importante pour le coach afin qu'il puisse exploiter au mieux les capacités de ses joueuses.

## Bibliographie

1. Andersen, Emily. Lockie, Robert. Dawes, J. (2018). Relationship of Absolute and Relative Lower-Body Strength to Predictors of Athletic Performance in Collegiate Women Soccer Players. *Sports*. 6(4), 106.
2. Arazi, Hamid. Keihaniyan, Abbas. EatemadyBoroujeni, Amin. Oftade, Amir. Takhsha, Sheida. Asadi, Abbas. Ramirez-Campillo, Rodrigo. (2017). Effects of Heart Rate vs. Speed-Based High Intensity Interval Training on Aerobic and Anaerobic Capacity of Female Soccer Players. *Sports*. 5(3), 57.
3. Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer: with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand*. 619, 1–156
4. Balsöm, PD. Seger, JY. Ekblom, B. (1992). Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. *J. Appl Physiol*. 65(2), 144-149.
5. Buchheit, M. Gregory, D. (2008). Déterminants de la capacité de répétition de sprint chez des footballeurs adolescents de haut niveau. martin-buchheit.net.
6. Buchheit, M. Mendez-Villanueva, A. Quod, M. Quesnel, T. Ahmaidi, S. (2010). Improving acceleration and repeated sprint ability in well-trained adolescent handball players: speed versus sprint interval training. *International journal of sports physiology and performance*. 5(2), 52–164.
7. Buchheit, M. Mendez-Villanueva, A. Delhomel, G. Brughelli, M. Ahmaidi, S. (2010). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *Journal of strength and conditioning research*. 24(10), 2715–2722.
8. Bishop, D. Castagna, C. (2002). La scienza della « repeated sprint ability ». *Teknosport*. n°24.
9. Charef, S. Kheiredine, B. & Mohamed, B. (2019). Effets de l'entraînement intermittent & Interval Training et la Méthode-HIIT «Sintesi» sur RSA en football. *Revue des Sciences Humaines*. 781-797.
10. Datson, N. Drust, B. Weston, M. Jarman, IH. Lisboa, PJ. Gregson, W. (2017). Match Physical Performance of Elite Female Soccer Players During International Competition. *J Strength Cond Res*. 31(9), 2379-2387.
11. Dawson, B. Fitzsimons, M. Green, S. Goodman, C. Carey, M. Cole, K. (1998). Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 78(2), 163–169.

12. Dellal, A. (2008). Analyze of the soccer player physical activity and of its consequences in the training : special reference to the high intensities intermittent exercises and the small sided-games. Doctoral thesis. University of Sport Sciences.
13. Dellal, A. (2017). Une saison de préparation physique en football. 2<sup>e</sup> édition. DeBoeck Supérieur.
14. Draper, N. Whyte, G. (1997). Here's a new running based test of anaerobic performance for which you need only a stopwatch and a calculator. *Peak Performance*. 3-5.
15. Dupont, G. McCall, A. Prieur, F. Millet, G. P. Berthoin, S. (2010). Faster oxygen uptake kinetics during recovery is related to better repeated sprinting ability. *European journal of applied physiology*. *110*(3), 627–634.
16. Ferrari Bravo, D. Impellizzeri, FM. Rampinini, E. Castagna, C. Bishop, D. Wisloff, U. (2008). Sprint vs interval training in football. *International journal of sports medicine*. *29*(8), 668–674.
17. Fornasier-Santos, C. Millet, G P.Woorons, X. (2018). Repeated-sprint training in hypoxia induced by voluntary hypoventilation improves running repeated-sprint ability in rugby players. *Eur. J. Sport Sci*. *18*(4), 504–512.
18. Francaux, M. Demeure, R. Goudemant, J.-F. Poortmans, J. R. (2000). Effect of Exogenous Creatine Supplementation on Muscle PCr Metabolism. *International Journal of Sports Medicine*. *21*(2), 139–145.
19. Harris, R.C. Edwards, R.H. Hultman, E. Nordesjö, L.O. Nylind, B. Sahlin, K. (1976). The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. *Pflügers Archiv*, *367*, 137-142.
20. Hewitt, A. Withers, R. Lyons, K. (2008). Match analyses of Australian international female soccer players using an athlete tracking device. *Science and football VI*. 224 p.
21. Le Meur, Y. (2014). Repeated Sprint Ability : Recommendation for Training. *Sport Science Infographics*.
22. Lockie, RG. Liu, TM., Stage, AA. Lazar, A. Giuliano, DV. Hurley, JM. Torne, IA. Beiley, MD. Birmingham-Babauta, SA. Stokes, JJ. Risso, FG. Davis, DL. Moreno, M. R. Orjalo, AJ. (2020). Assessing Repeated-Sprint Ability in Division I Collegiate Women Soccer Players. *Journal of strength and conditioning research*. *34*(7), 2015–2023.

23. Mémain, G. Pieulhet, M. Aubert, F. (2021). La prépa physique du Football Féminin - Préparation athlétique, Spécificités et Prévention. 4Trainer éditions. 42 – 43.
24. Millet, G. Le Gallais, D. (2007). Effet d'un entraînement pliométrique sur la performance et les caractéristiques neuromusculaires de jeunes triathlètes. La préparation physique: optimisation et limites de la performance sportive. Ed. STAPS Collection.
25. Mombaerts, E. (1991). De l'analyse du jeu à la formation du joueur de football. Ed. Actio. Paris.
26. Nedrehagen, ES. Saeterbakken, AH. (2015). The Effects of in-Season Repeated Sprint Training Compared to Regular Soccer Training. *Journal of human kinetics*, 49, 237–244.
27. Negra, Y. Chaabene, H. Fernandez-Fernandez, J. Sammoud, S. Bouguezzi, R. Prieske, O. Granacher, U. (2020). Short-Term Plyometric Jump Training Improves Repeated-Sprint Ability in Prepuberal Male Soccer Players. *Journal of strength and conditioning research*. 34(11), 3241–3249.
28. Pauole, K. Madole, K. Garhammer, J. Lacourse, M. Rozenek, R. (2000). Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power, and leg speed in college-aged men and women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 443-450.
29. Polman, R. Walsh, D. Bloomfield, J. (2004). Effective conditioning of female soccer players. *J Sports Sci*. 22(2), 191-203.
30. Ramirez-Campillo, R. Gentil, P. Negra, Y. Grgic, J. Girard, O. (2021). Effects of Plyometric Jump Training on Repeated Sprint Ability in Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine*. 51(10), 2165–2179.
31. Randers, MB., Hagman, M., Brix, J., Christensen, JF., Pedersen, MT., Nielsen, JJ., Krstrup, P. (2018). Effects of 3 months of full-court and half-court street basketball training on health profile in untrained men. *J Sport Health Sci*. 7(2), 132-138.
32. Rodríguez-Fernández, A. Sánchez Sánchez, J. Rodríguez-Marroyo, JA. Casamichana, D. Villa, JG. (2017). Effects of 5-week pre-season small-sided-game-based training on repeat sprint ability. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 57(5), 529–536.
33. Rogers, S. A., Hassmén, P., Hunter, A., Alcock, A., Crewe, S. T., Strauts, J. A., Weissensteiner, J. R. (2018). The Validity and Reliability of the MyJump2 Application

to Assess Vertical Jumps in Trained Junior Athletes. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 23(1), 69-77.

34. Silvers-Granelli, H. Mandelbaum, B. Adeniji, O. Insler, S. Bizzini, M. Pohlig, R. Junge, A. Snyder-Mackler, L. Dvorak, J. (2015). Efficacy of the FIFA 11+ Injury Prevention Program in the Collegiate Male Soccer Player. *The American journal of sports medicine*. 43(11), 2628–2637.
35. Stølen, T. Chamari, K. Castagna, C. Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 35(6), 501–536.
36. Strauss, A. Sparks, M. Pienaar, C. (2019). The Use of GPS Analysis to Quantify the Internal and External Match Demands of Semi-Elite Level Female Soccer Players during a Tournament. *Journal of sports science & medicine*. 18(1), 73–81.
37. Tannath, J. (2018). Testing, prescribing and monitoring training in team sports : The efficiency and versatility of the 30-15 Intermittent Fitness Test. [sportperfsci.com](http://sportperfsci.com).
38. Wycliffe, W. (2014). Timing of Goals Scored in Selected European and South American Football Leagues, FIFA and UEFA Tournaments and the Critical Phases of a Match

# Annexes

## Annexe 1 : Influence de la position de jeu sur le profil d'activité physique lors d'un match

**TABLE 1.** Influence of playing position on match physical activity profile.\*†‡

	CD	WD	CM	WM	A	All positions	p
TD (m)	9,489 ± 562§ <sup>3-5</sup>	10,250 ± 661   <sup>3¶3</sup>	10,985 ± 706   <sup>5#3**3</sup>	10,623 ± 665   <sup>4</sup>	10,262 ± 798   <sup>3¶3</sup>	10,321 ± 859	<0.001
Walking (m)	3,401 ± 142¶ <sup>3</sup>	3,301 ± 190# <sup>3</sup>	3,224 ± 183   <sup>3#3</sup>	3,328 ± 182	3,449 ± 214¶ <sup>3**3</sup>	3,326 ± 194	<0.001
Jogging (m)	4,158 ± 457¶ <sup>4</sup>	4,382 ± 426¶ <sup>3</sup>	4,857 ± 451§ <sup>3-4</sup>	4,488 ± 445¶ <sup>3</sup>	4,202 ± 606¶ <sup>3</sup>	4,448 ± 537	<0.001
Running (m)	1,367 ± 193§ <sup>4-5</sup>	1,743 ± 293   <sup>4¶3</sup>	2,029 ± 310   <sup>5#3**3</sup>	1,865 ± 324   <sup>4</sup>	1,714 ± 338   <sup>4¶3</sup>	1,744 ± 373	<0.001
HSR (m)	423 ± 79§ <sup>4-5</sup>	634 ± 168   <sup>4</sup>	683 ± 170   <sup>5</sup>	700 ± 167   <sup>5</sup>	651 ± 135   <sup>5</sup>	608 ± 181	<0.001
Sprinting (m)	111 ± 42§ <sup>3-5</sup>	163 ± 79   <sup>3</sup>	170 ± 69   <sup>3</sup>	220 ± 116   <sup>3</sup>	221 ± 53   <sup>5</sup>	168 ± 82	<0.001
THSR (m)	1,901 ± 268§ <sup>4-5</sup>	2,540 ± 500   <sup>4¶3</sup>	2,882 ± 500   <sup>5**4</sup>	2,785 ± 510   <sup>5</sup>	2,586 ± 463   <sup>4</sup>	2,520 ± 580	<0.001
TVHSR (m)	534 ± 113§ <sup>4-5</sup>	796 ± 237   <sup>4</sup>	853 ± 229   <sup>4</sup>	920 ± 260   <sup>4</sup>	872 ± 161   <sup>5</sup>	776 ± 247	<0.001
VHSRP (m)	103 ± 48§ <sup>4-5</sup>	309 ± 161   <sup>4#4††3</sup>	311 ± 197   <sup>4#4††3</sup>	485 ± 195   <sup>5¶3**3</sup>	530 ± 127   <sup>5¶4**4</sup>	313 ± 210	<0.001
VHSRWP (m)	371 ± 100¶ <sup>3</sup>	418 ± 120# <sup>3</sup>	485 ± 163   <sup>3#4††3</sup>	366 ± 116¶ <sup>3</sup>	274 ± 114¶ <sup>4**3</sup>	399 ± 143	<0.001
Explosive Sprints (%)	53 ± 10	48 ± 9	54 ± 10   <sup>††3</sup>	50 ± 14	48 ± 8	51 ± 10	0.090
Leading Sprints (%)	47 ± 10	52 ± 9	46 ± 10   <sup>§§3</sup>	50 ± 14	52 ± 8	49 ± 10	0.088

\*CDs = central defenders; WDs = wide defenders; CMs = central midfielders; WMs = wide midfielders; A = attackers; TD = total distance; HSR = high-speed running; THSR = total high-speed running; TVHSR = total very high-speed running; VHSRP = total very high-speed running with team in possession of the ball; VHSRWP = total very high-speed running without team in possession of the ball (mean ± SD).

†Numbers denote magnitude of effect size (ES) for significant differences: 3 = moderate ES (>0.6-1.2), 4 = large ES (>1.2-2.0), and 5 = very large ES (>2.0).

‡Significant difference (p ≤ 0.05).

§Different from all other playing positions.

||Different from CD.

¶Different from CM.

#Different from A.

\*\*Different from WD.

††Different from WM.

‡‡Different from percentage of leading sprints.

§§Different from percentage of explosive sprints.

Figure 9 : Influence de la position de jeu sur le profil d'activité physique lors d'un match (Datson et al., 2017)

## Annexe 2 : Courbe de Howald sur le principe des filières énergétiques musculaires

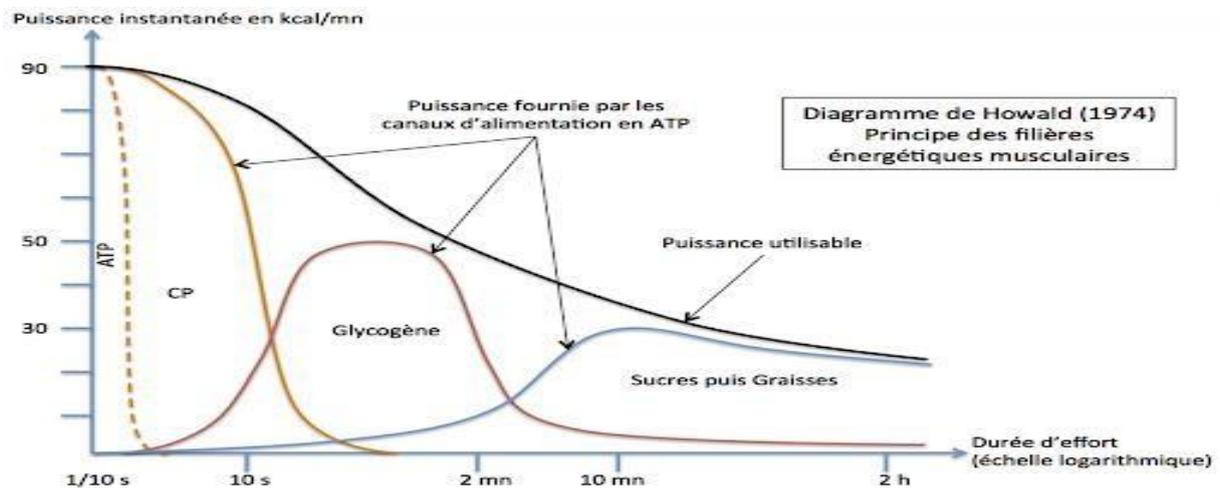


Figure 10 : Courbe de Howald sur le principe des filières énergétiques musculaires

## Annexe 3 : Protocole de prévention des ischio-jambiers

### RENFORCEMENT AVEC POIDS DE CORPS



### RENFORCEMENT AVEC CHARGE ADDITIONNELLE OU DESEQUILIBRE



## Annexe 4 : Échelle de Borg « RPE » (CR-10)

### Echelle de catégorie de Borg, 1982 (CR-10)

<b>0</b>	<b>RIEN DU TOUT</b>
<b>0.5</b>	<b>EXTRÊMEMENT LÉGER</b>
<b>1</b>	<b>TRÈS LÉGER</b>
<b>2</b>	<b>LÉGER</b>
<b>3</b>	<b>MODÉRÉ</b>
<b>4</b>	<b>LÉGÈREMENT DUR</b>
<b>5</b>	<b>DUR</b>
<b>6</b>	
<b>7</b>	<b>TRÈS DUR</b>
<b>8</b>	
<b>9</b>	
<b>10</b>	<b>EXTRÊMEMENT DUR</b>
<b>•</b>	<b>MAXIMAL</b>

## Résumé

**Objectifs :** Le premier objectif de mon étude était de caractériser une population de football féminin amateur de niveau régional. Le deuxième objectif était de constater les effets d'une programmation visant à améliorer les performances de répétitions de sprints. Enfin, le troisième objectif de cette étude était de déterminer les profils aérobies des joueuses.

**Matériels et méthodes :** 14 footballeuses amateurs ont participé à cette étude, âgées de  $22,8 \pm 4,2$  année, mesurant  $166 \pm 0,04$  cm et pesant  $59,7 \pm 7,7$  kg. Le Rast-Test et le CMJ ont été réalisés pré et post programmation, afin d'observer d'éventuelles différences significatives ( $p < 0,05$ ) entre le pré-test et le post-test. Une programmation sur 6 semaines visant à améliorer la capacité de réitération de sprints a été réalisée. Ces 6 semaines étaient axées sur un travail de technique de course, de pliométrie, ainsi qu'un travail spécifique de répétitions de sprints.

**Résultats :** Le test Wilcoxon est quant à lui effectué pour comparer les résultats de chaque variable entre le pré-test et le post-test. L'analyse des résultats montrent des différences significatives pour la détente ( $p = 0,002$ ), ainsi que pour les W/kg ( $p = 0,001$ ). On observe également des différences significatives pour le Tbest ( $p = 0,003$ ), Tmean ( $p = 0,002$ ), Tmin ( $p = 0,004$ ). Concernant l'indice de fatigabilité, on n'observe pas de différences significatives ( $p = 0,096$ ).

**Discussion et conclusion :** L'entraînement spécifique de répétitions de sprints, de pliométrie, ainsi que des autres méthodes d'entraînement, s'est montré efficace. En effet, on observe des évolutions que ce soit pour le test du RSA ou du CMJ. Ces améliorations significatives sont dues à une adaptation neuromusculaire (coordination intramusculaire et intermusculaire), à un gain en explosivité et en puissance de la part des joueuses. Cependant, on note une simple tendance à la baisse pour l'indice de fatigabilité. Une programmation sur 8 semaines pourrait permettre d'obtenir des meilleurs de résultats. Enfin, un travail visant à développer plus spécifiquement la capacité aérobie permettrait d'améliorer la capacité oxydative du muscle, ainsi que la consommation maximale d'O<sub>2</sub> des joueuses.

**Mots clés :** Amateur ; Femme ; Football ; Pliométrie ; Répétitions Sprints.

## Abstract

**Objectives :** The first objective of my study was to characterize a regional level amateur women's soccer population. The second objective was to observe the effects of programming to improve sprint repetition performance. Finally, the third objective of this study was to determine the aerobic profiles of the players.

**Materials and methods :** 14 amateur female soccer players participated in this study, aged  $22.8 \pm 4.2$  years, measuring  $166 \pm 0,04$  cm and weighing  $59.7 \pm 7.7$  kg. The Rast-Test and CMJ were performed pre- and post-programming, in order to observe any significant differences ( $p < 0.05$ ) between pre- and post-test. A 6-week programming aimed at improving sprint reiteration ability was performed. These 6 weeks focused on running technique, plyometric training, and specific sprint repetition training.

**Results :** The Wilcoxon test was performed to compare the results of each variable between the pre-test and the post-test. The analysis of the results shows significant differences for the relaxation ( $p = 0.002$ ), as well as for the W/kg ( $p = 0.001$ ). Significant differences were also observed for  $T_{best}$  ( $p = 0.003$ ),  $T_{mean}$  ( $p = 0.002$ ),  $T_{min}$  ( $p = 0.004$ ). Concerning the fatigability index, no significant differences were observed ( $p = 0.096$ ).

**Discussion and conclusion :** The specific training of repetitions of sprints, plyometrics, as well as other training methods, proved to be effective. In fact, we observed improvements in both the RSA and CMJ tests. These significant improvements are due to a neuromuscular adaptation (intramuscular and intermuscular coordination), to a gain in explosiveness and power on the part of the players. However, there was a simple downward trend in the fatigability index. An 8-week program could provide better results. Finally, a work aimed at developing more specifically the aerobic capacity would make it possible to improve the oxidative capacity of the muscle, as well as the maximum consumption of  $O^2$  of the players.

**Key words :** Amateur ; Female ; Pliometric; Repeated-sprint ability ; Soccer.

Pour conclure, cette année fut riche en apprentissage, aussi bien humainement que professionnellement. En effet, la voie de l'alternance m'a permis de découvrir le monde du travail, ainsi que toute la rigueur que celui-ci demande.

Sur le plan sportif, j'ai acquis des compétences dans la conception et dans l'animation de contenu technico-tactique. Grâce aux rencontres que j'ai pu faire, j'ai pu élargir ma vision de football sur de nombreux aspects.

Au cours de cette année, j'ai dû faire preuve d'adaptation afin de faire face aux différentes difficultés que j'ai pu rencontrer.