

Année universitaire 2024-2025

Master 1^{ère} année

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

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

MEMOIRE

TITRE : Analyse des effets de l'individualisation de l'entraînement en HIIT établie à partir de profils physiologiques sur l'amélioration des performances aérobies et anaérobies des joueuses de rugby élite.

Par : Théo Tiberghien

Sous la direction de : Jeremy Coquart

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

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

Remerciements

Je tiens à adresser mes remerciements à l'ensemble des personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Tout particulièrement,

Merci

À Jeremy Coquart , mon directeur de mémoire, pour son suivi rigoureux, ses précieux conseils et son enthousiasme pour le sujet.

À Cyril Fouda, Alexandra Pertus, Louis Mitchell, coachs au sein du Stade Villeneuvois Lille Métropole (SVLM), pour leur temps et pour m'avoir donné l'opportunité d'allier pratique et théorie pendant les entraînements.

À Margaux Lalli, préparatrice physique de l'élite 1 du SVLM, pour son expertise, son suivi et ses questionnements, qui m'ont poussé à explorer sans relâche le sujet.

Merci à l'ensemble des joueuses de l'élite 1 pour avoir accepté de prendre part à cette étude.

Merci à mes proches, pour leur temps, leur présence et leur soutien tout au long de mon cursus d'apprentissage.

Sommaire

1-	<i>Introduction</i>	1
2-	<i>Revue de littérature</i>	3
	2.1 La spécificité du rugby	3
	2.1.1 La nature intermittente du rugby.....	3
	2.1.2 Caractéristiques du rugby féminin	9
	2.2 High Intensity Interval Training (HIIT)	11
	2.2.1 Les intérêts de l'entraînement par intervalles de haute intensité	11
	2.3 L'individualisation du HIIT	15
	2.3.1 Programmer le HI IT	17
3-	<i>Problématique</i>	19
4-	<i>Objectif</i>	20
5-	<i>Hypothèses</i>	21
6-	<i>Stage</i>	21
	6.1 Milieu professionnel	21
	6.2 Sujets	22
7-	<i>Matériel(s) et méthode(s)</i>	23
	7.1 Matériel	23
	7.2 Protocole	23
	7.2.1 Les tests.....	23
	7.2.2 L'entraînement.....	25
8-	<i>Traitement statistique</i>	27
9-	<i>Résultats</i>	28
10-	<i>Discussion</i>	31
	<i>Conclusion</i>	33

***Bibliographie*..... 34**

***Annexe(s)* 39**

***Résumé* 41**

Glossaire

A

ATP: Adénosine Triphosphate
ASR : Anaerobic speed reserve

C

COD : Change of direction

E

ES : Effect size : taille d'effet

F

FC Max : Fréquence cardiaque maximale

G

GBHIT : Jeux réduits
GPS : Global Positioning system

H

H⁺ : Ions hydrogènes
HIIT: High intensity interval training

I

IFT : Intermittent fitness test

K

kg : Kilogramme

L

LI: Intervalles longs

O

O₂ : Oxygène

P

PCr : Créatine phosphate
pH : Potentiel hydrogène

R

RST : Répétition de sprint

S

SI : Intervalles courts
SIT : Speed interval training

V

VMA : Vitesse maximale aérobie
V_{max} : Vitesse maximale
VO₂ max : Consommation maximale d'oxygène.
VIFT : Vitesse intermittent fitness test

Y

YO-YO IR1 : YO-YO intermittent recovery test level 1

NOMBRES

$\frac{3}{4}$: Arrières

1- Introduction

L'essor de nos propres professions (entraîneurs spécialisés, préparateurs physiques, préparateurs mentaux, data analystes) caractérise une volonté, de la part des acteurs du monde sportif, d'optimiser les facteurs de performance. Une quête motivée par une concurrence plus entraînée, plus physique ou encore plus professionnalisée que jamais. Cette évolution transparaît sur la pratique, traduisant notamment une augmentation de l'intensité dans les sports collectifs de haut niveau ces dernières années (Barnes et al., 2014; Janetzki et al., 2021; Lago-Peñas et al., 2023).

Glaister (2005) et Spencer et al., (2005) définissent les activités collectives de grand terrain, mais aussi les sports de raquette comme une succession d'efforts intensifs et répétés. La notion de répétition s'associe à celle d'effort intermittent puisqu'elle suppose la nécessité d'une période de repos avant d'effectuer à nouveau une tâche de haute intensité. En compétition, la demande physiologique de la majorité des activités collectives devient de plus en plus similaire avec la nature intermittente que propose l'entraînement par intervalles de haute intensité (HIIT : High intensity interval training) (Stone & Kilding, 2009). Le rugby à XV n'échappe pas à la règle et est défini par Bridgeman & Gill (2021) comme un sport intermittent de haute intensité impliquant la force et la puissance maximale ainsi que des efforts statiques, des impacts, des collisions mais également des courses à grande vitesse. Ces périodes d'effort intense sont entrecoupées d'efforts de faible intensité et de périodes de repos.

En ce sens, les joueurs et joueuses de rugby à XV doivent être en mesure de répéter des efforts courts de haute intensité un grand nombre de fois et cela alors qu'ils sont répartis sur une durée de jeu de 80 minutes. La demande physiologique, métabolique et nerveuse que confère l'effort intermittent tend à favoriser la détérioration de la qualité des tâches effectuées au fur et à mesure que celles-ci sont répétées. Il convient donc pour les préparateurs physiques d'entraîner la capacité des pratiquant.es à répéter des efforts intenses avec des périodes de repos incomplètes afin de minimiser la perte de qualité des actions durant les matchs (Cometti, 2014).

Dans cette conception, le HIIT se présente comme l'outil idéal pour entraîner cette faculté

notamment par la nature modulable de ses composantes permettant d'adapter réellement l'entraînement aux spécificités de l'activité. Cependant, son utilisation par la plupart des clubs peut être remise en question. En effet, souvent proposée au groupe sous une forme identique et selon les mêmes paramètres pour l'ensemble des individus, ce type de séance pourrait davantage prendre en considération la spécificité du joueur afin d'optimiser l'acquisition de gains.

Laursen & Buchheit (2019) proposent une approche beaucoup plus individualisée se basant sur l'élaboration de profils physiologiques déterminés à partir de la Vmax (vitesse maximale) et de la VMA (vitesse maximale aérobie).

À partir de ces profils, le préparateur physique peut individualiser la séance en manipulant les différentes variables, telles que l'intensité des périodes d'effort ou la durée des périodes de récupération, et peut de cette manière cibler précisément les adaptations. Il s'adapte ainsi à chaque individu. Cette approche soutient une gestion plus fine de la charge d'entraînement et des adaptations induites. Une telle conception de l'entraînement peut être nécessaire pour éviter les inadaptations ou les non-réponses (Sandford et al., 2021).

Malgré l'intérêt grandissant de la recherche à ce sujet, peu d'études se sont intéressées à l'individualisation de l'entraînement à partir de ces profils. De plus, la majeure partie de celles-ci se concentrent sur un public masculin.

L'objectif de ce mémoire est d'observer si l'individualisation de l'entraînement par intervalles de haute intensité sur la base de profils physiologiques induit une amélioration significative des performances anaérobies et aérobies chez les joueuses de rugby élite.

2- Revue de littérature

2.1 La spécificité du rugby

Depuis sa création lors d'un match de football en 1823, le rugby à XV n'a cessé de se développer, faisant partie à ce jour des sports les plus populaires en Europe et en Occitanie.

À l'origine associé à une exclusivité masculine étant donné la rugosité qu'il impose, ce sport d'origine anglaise a vu son intérêt grandir auprès des femmes du monde entier depuis les années 1970 (Carle & Nauright, 1999).

Hormis le football américain, le rugby n'est semblable à aucun autre sport du fait des exigences physiques et physiologiques qu'il préconise. Comme évoqué en introduction, la plupart des sports collectifs actuels sont basés sur le principe d'effort intermittent de haute intensité. Cependant, très peu d'entre eux comportent une variété d'actions de haute intensité aussi riche que celle proposée par le rugby. En effet, on peut y recenser des périodes de course à haute vitesse, des collisions, des impacts, des mêlées, des mauls ou encore des plaquages. Dubois (2017) met l'accent sur l'exigence physique que suppose la pratique du rugby.

Les phases de combat et les nombreux impacts, associés aux accélérations et aux courses de haute intensité font du rugby un sport intermittent particulier, marqué par de nombreux changements de rythme (Ziv & Lidor, 2016).

2.1.1 La nature intermittente du rugby

L'effort intermittent pourrait être simplement défini comme étant une alternance de périodes d'efforts de haute intensité (comme de la course à haute vitesse) et de périodes de faible intensité (comme de la course à faible allure, de la marche ou le maintien de positions statiques). À l'inverse, l'entraînement continu se caractérise par une intensité d'effort constante et une durée d'exercice prolongée sans périodes de récupération. La différence majeure entre ces deux modalités d'entraînement concerne la sollicitation énergétique qu'elles engendrent.

En effet, l'intensité stable que suggère l'entraînement continu entraîne une sollicitation majoritairement aérobie. En revanche, l'effort intermittent fait appel principalement à deux systèmes énergétiques : le système anaérobie et le système aérobie. Dans le cas du rugby, le processus anaérobie interviendra essentiellement lors des efforts intenses, et le processus aérobie davantage lors des phases de récupération (Duthie et al., 2003, 2012).

La contribution anaérobie permet d'assurer la resynthèse d'Adénosine-triphosphate (ATP) en utilisant dans un premier temps essentiellement la créatine phosphate (PCr) comme substrat. La disponibilité de la PCr permet une re-synthétisation rapide de l'ATP favorisant ainsi un débit de production important. Cependant, les stocks en phosphagènes sont réduits au sein du métabolisme humain et permettent d'assurer la production d'ATP pour un effort d'une intensité maximale allant de 5 à 10 secondes (Balsom et al., 1994). Au-delà, le système anaérobie alactique n'est plus en mesure d'assurer la resynthèse de l'ATP. En ce sens, la filière anaérobie lactique devient, grâce à l'utilisation du glycogène musculaire comme substrat, la filière majoritairement productrice d'ATP. Cependant, cette dégradation des glucides (glycolyse) implique la production de pyruvate, qui en l'absence d'oxygène (O_2) ne peut être pris en charge par le métabolisme aérobie. Le pyruvate est alors, à la suite de plusieurs réactions, transformé en acide lactique. Cette dégradation qui est associée à la production d'ions Hydrogènes (H^+) serait à l'origine de la diminution du potentiel hydrogène (pH) causant ainsi l'acidose musculaire et à terme l'arrêt de l'exercice (Cairns, 2006).

Comme évoqué précédemment, les phases de récupération qui constituent l'entraînement intermittent sollicitent davantage le système aérobie. Cette implication permet dans un premier temps la régénération des stocks de PCr, mais seulement partiellement en fonction de la durée de la récupération. En effet, selon Sahlin et al. (1975), la phosphorylation oxydative (processus permettant la resynthèse de PCr) permettrait de reconstituer 70 à 80% des stocks de PCr en 3 à 5 minutes. Il faudrait alors 10 minutes pour reconstituer les stocks dans leur intégralité. Sachant que l'effort intermittent ne permet pas d'intégrer des périodes de récupération de cette durée, nous pouvons considérer qu'il se constitue alors de périodes de récupérations incomplètes.

Duthie et al., (2003) soulignent que des récupérations incomplètes peuvent ne pas permettre une reconstitution totale des réserves en PCr, augmentant ainsi le recours à la glycolyse anaérobie lors des périodes de travail suivantes.

Dans un second temps, l'implication du système aérobie durant les périodes de récupération implique la présence d'O₂ et favorise la resynthèse d'ATP à travers l'oxydation du glucose et des acides gras (Burke et al., 2004)). De plus, la présence aérobie permet une stabilisation de l'acidose musculaire et la conversion du lactate en pyruvate, favorisant ainsi son utilisation pour produire de l'ATP notamment à travers le processus du cycle de Cori (au niveau hépatique).

En d'autres termes, l'alternance de périodes d'efforts intenses et de périodes de récupération qui caractérise l'effort intermittent permet une récupération partielle et favorise ainsi un temps passé à des intensités élevées (maximales ou supra maximales) supérieur à celui permis par l'exercice continu.

Nous détaillerons plus précisément dans les parties ultérieures l'influence de cette combinaison pour l'entraînement.

Comme nous venons de l'exposer, la nature incomplète des récupérations favorise l'utilisation de la glycolyse anaérobie au cours des périodes d'effort. C'est ce processus et les effets qu'il engendre qui sont à l'origine de la difficulté supplémentaire que peuvent percevoir les athlètes à mesure que le nombre de répétitions effectuées augmente.

L'effort intermittent n'engendre donc pas les mêmes sollicitations en fonction de la durée des périodes de repos et de la durée des périodes d'effort qu'il propose. De même, l'intensité et la nature des actions effectuées durant l'effort influenceront la récupération des joueuses, tout comme l'intensité de la récupération influencera la capacité anaérobie des athlètes durant la période d'effort suivante (Laursen & Buchheit, 2019).

En ce sens, même si la majorité des sports collectifs sont intermittents, ils ne suggèrent pas les mêmes aptitudes.

En effet, certaines pratiques sportives nécessiteront une capacité à répéter des efforts longs, d'autres au contraire, demanderont de répéter des efforts très courts un grand nombre de fois. De plus, la nature des actions (contact, course en ligne droite, course en courbe, changements de direction, décélération, sauts) influencera les facteurs de performance physiologiques de ces disciplines. Cette variabilité entre les sports collectifs intermittents demande une analyse accrue de l'activité afin d'orienter le travail intermittent de manière spécifique.

À présent, il convient donc d'analyser plus précisément les caractéristiques d'un match de rugby afin de mieux percevoir l'orientation de l'entraînement en HIIT.

Ziv & Lidor (2016) indiquent que le rugby est un sport de nature intermittente marqué par de nombreux changements de rythme, allant d'efforts de haute intensité tels que des sprints ou des enchaînements de tâches, à de la course à faible allure, des périodes de marche ou encore d'attente. Cependant, ces dernières années le rugby évolue vers une pratique davantage orientée vers l'attaque, où l'enchaînement rapide des actions est priorisé afin de créer des brèches, et où les phases de jeu statiques tendent à diminuer (Quarrie & Hopkins, 2007; Schoeman et al., 2017). En effet, la diminution du nombre de mêlées au cours des 20 dernières années (Tableau 1) caractérise une optique de jeu basée sur les phases de combat spontanées réduisant ainsi le nombre de phases de jeu arrêtées.

Cette tendance est associée à une augmentation du nombre de rucks, traduisant l'aspiration des équipes à favoriser les phases de jeu ouvertes, les passes longues et en ce sens les phases de jeu courues (Tableau 1). Quarrie & Hopkins (2007) font le même constat et mettent en lumière que l'augmentation progressive du temps de jeu effectif contribue à augmenter l'exigence physique liée à la course.

	RWC 2019	RWC 2015	RWC 2011	RWC 2007	RWC 2003
Ballon en jeu	45%	44%	44%	44%	42%
Passes	273	282	262	224	241
Rucks/mauls	174	178	162	144	136
Jeu au pied	45	39	41	56	52
Mêlées	14	13	17	19	21
Alignements	25	26	24	31	33
Pénalités / CF	17	22	21	19	24

Tableau 1 : Statistiques des éditions de la coupe du monde de rugby (RWC) de 2003 à 2019. Données et tableau : World rugby

Une étude basée sur 763 joueurs ayant participé à des matchs de niveau international entre 2004 et 2010 a démontré que ces derniers parcourraient en moyenne 5400 à 6300 m par match (Quarrie et al., 2013). Cependant, ces chiffres sous-entendent des différences marquées entre les joueurs sur la manière dont les distances sont parcourues. En effet, selon les postes, certains joueurs parcourent plus de distance que d'autres. Une différence justifiée par leur positionnement sur le terrain, leur conférant également des intensités de courses plus ou moins élevées.

Au cours d'un match de rugby à XV, les arrières parcourent une distance totale supérieure à celle parcourue par les avants (Lacome, 2013). Ces valeurs sont semblables chez les femmes puisque l'on recense en moyenne des distances respectives de 5188 m pour les avants et de 5604 m pour les arrières (Curtis et al., 2023). Néanmoins, la nature des efforts effectués s'avère être plus intense chez les avants que chez les arrières, ainsi les arrières passent significativement plus de temps à sprinter et à marcher. Inversement, les avants passent plus de temps sur des efforts intenses (Virr et al., 2014). En effet, la position frontale des postes 1 à 8 (1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} lignes) leur impose des distances très courtes à parcourir mais à des intensités très élevées afin de percuter le bloc adverse avec puissance. Ces courses énergivores sont généralement associées ou enchaînées avec des mouvements de poussée et de tirage (mauls, déblayage) ou des plaquages.

L'enchaînement de ces tâches constituant les efforts de haute intensité dure en moyenne 4,1 secondes pour les avants. À titre de comparaison, ils ont une durée moyenne de 2,3 secondes chez les arrières (Roberts et al., 2008). Cependant, Roberts et al. (2008) démontrent qu'avec des moyennes respectives de 23 sprints par match pour les arrières et 16 sprints par match pour les avants, les $\frac{3}{4}$ (les arrières) réalisent significativement plus de sprints que leurs coéquipiers. Alors, ces valeurs mettent en évidence que la majorité des efforts intenses effectués par les avants sont de nature statique, comprenant ainsi les mêlées et les rucks. La durée des actions de haute intensité constitue un pourcentage minime lorsque celle-ci est rapportée au temps de jeu total. Puisqu'en effet, le pourcentage du temps moyen consacré aux activités de faible intensité représenterait entre 80% et 90,8% du temps total pour les avants et entre 88% et 95% du temps total de jeu pour les arrières (Lacome, 2013).

Cette même étude a évalué le temps de travail des joueurs sur la totalité du temps de jeu et il serait compris entre 11, 2 et 11, 9 minutes pour les avants, autour de $10 \pm 1,4$ minutes pour les centres (9,10, 12 et 13) et de $7,1 \pm 1,3$ minutes pour les ailiers et les arrières (11, 14 et 15).

Le ratio d'un exercice intermittent définit le rapport entre la durée de la période d'exercice et la durée de la période de récupération. C'est une caractéristique fréquemment utilisée pour programmer l'entraînement type HIIT. Par exemple, si les périodes d'effort et de récupération ont une durée identique, le ratio sera égal à 1. Dans le cadre des sports collectifs, connaître ce ratio durant un match permet d'identifier l'intensité réelle et la fréquence des efforts réalisés et d'ainsi cibler les contenus d'entraînement afin de développer les aptitudes sollicitées en compétition.

Au cours de l'étude citée précédemment, Roberts et al. (2008) ont fait ressortir que les joueurs des lignes avant avaient des temps de récupération plus courts ($22,6 \pm 4,2s$) que ceux des lignes arrière ($29,9 \pm 14,1s$). Il est intéressant de lier ces données avec celles obtenues auparavant ; elles permettent d'observer que les avants réalisent des efforts de haute intensité plus longs que les arrières mais disposent de temps de récupération légèrement plus réduits.

Afin d'illustrer ces propos, il s'avère pertinent d'étudier davantage les valeurs de ratio d'un match de rugby à XV. Même si les données recueillies dépendent des méthodes d'analyses utilisées, la littérature rapporte des ratios compris entre 1:15 et 1:5 pour les arrières et 1:10 et 1:4 pour les avants. Ces valeurs ne démontrent pas de différences significatives à propos du ratio temps de travail / temps de récupération entre les deux groupes. Austin et al. (2011) ont étudié 20 joueurs de première division Australienne durant 1 an et ont recensé des ratios de 1:4 pour les avants et des ratios compris entre 1:5 et 1:6 pour les arrières.

L'analyse des caractéristiques d'un match de rugby à XV nous permet de déterminer des premières orientations pour l'entraînement. En effet, au regard des données précédentes, il semblerait pertinent d'orienter le travail des avants sur la capacité à répéter des sprints courts. Un entraînement de ce type permettrait de développer leur aptitude à enchaîner des actions de haute intensité, brèves, un grand nombre de fois. Le travail des arrières serait davantage orienté sur leur capacité à réaliser des courses prolongées à haute intensité.

En effet, développer cette aptitude leur permettrait d'enchaîner plus aisément de grandes courses à des allures élevées durant le match.

2.1.2 Caractéristiques du rugby féminin

Étant donné que notre étude se concentre sur un public féminin, il apparaît essentiel d'analyser les éventuelles spécificités que peut présenter le rugby à XV féminin.

Tout d'abord, de la même manière que chez les hommes, les joueuses évoluant aux postes arrière parcourent plus de distance que les avants. En effet, une étude de Callanan et al. (2021) tend à confirmer les données mises en avant par Curtis et al. (2023), précédemment citées. Cette étude, basée sur un échantillon de 116 joueuses de bon niveau, recense des distances moyennes de 5696 m pour l'ensemble des joueuses et de 5964 m pour les arrières. En relation avec cette dernière valeur, cette recherche expose une donnée intéressante, celle de la distance marchée par les arrières au cours d'un match. En effet, les $\frac{3}{4}$ sembleraient marcher en moyenne 1152 ± 152 m par match, des données en cohérence avec celles trouvées dans la littérature à propos du rugby masculin. À noter que les auteurs évoquent des distances moyennes parcourues à haute intensité de 294 ± 150 m pour les arrières. Des données qui rejoignent celles renseignées dans la littérature à propos du pourcentage d'actions de haute intensité évoquées plus tôt dans ce mémoire.

Cependant, les valeurs de distance relative au cours d'un match tendent à être supérieures chez les femmes que chez les hommes (Curtis et al., 2023).

Par les spécificités physiologiques respectives que présentent les deux genres, nous savons qu'il est normal d'observer des valeurs de consommation maximale d'oxygène (VO_2 max) plus élevées chez les hommes. En effet, ils possèdent en moyenne une capacité respiratoire plus importante en raison de la taille de leurs poumons et d'un taux d'hémoglobine plus élevé que celui de la femme.

Une étude réalisée sur 32 joueuses de niveau élite nous renseigne sur les valeurs de VO_2 max moyenne, estimées à partir d'un test navette. Elles sont respectivement de $41,12 \pm 9,28$ ml.min⁻¹.kg⁻¹ pour les avants et de $46,49 \pm 4,75$ ml.min⁻¹.kg⁻¹ pour les arrières (Hene et al., 2011).

À titre de comparaison avec les joueurs masculins, Gabbett & Jenkins (2011) ont recensé des valeurs de VO_2 max de 55 à 60 $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ pour les arrières et de 50 à 55 $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ pour les avants.

En termes d'intensité de jeu, de ratios temps d'effort/temps de récupération et de temps de jeu effectif, les valeurs recensées dans le rugby féminin sont relativement semblables à celles trouvées chez les hommes et ne traduisent pas de différences significatives (Virr et al., 2014).

La réalisation d'une étude auprès d'un public féminin oblige une considération des facteurs hormonaux. Même si le cycle menstruel n'est pas en lien direct avec le sujet de notre étude, il apparaît essentiel de l'évoquer. En effet, il peut fortement impacter les performances des athlètes. En conséquence, il doit être pris en compte par le préparateur physique, dans une optique d'individualisation, lorsqu'il programme la charge d'entraînement.

D'autant plus que certaines phases du cycle peuvent augmenter les risques de blessure si la charge d'entraînement n'est pas adaptée. En effet, l'augmentation de la quantité de progestérone et d'œstrogène est en lien avec le relâchement des ligaments, pouvant augmenter les risques de blessures (Hansen & Kjaer, 2016), même si cette sécrétion hormonale associée à la montée du taux d'œstrogène peut améliorer les performances sportives. Certaines phases du cycle comme la période de règles ou la phase lutéale peuvent mettre en difficulté les joueuses pour réaliser des efforts intenses. En ce sens, si les moyens nécessaires sont à disposition, il est intéressant d'étudier davantage les cycles menstruels de chaque athlète afin de programmer l'entraînement de manière adaptée (Meignié et al., 2021). Ainsi, le préparateur physique peut anticiper la programmation d'une séance coûteuse énergétiquement au cours de phases qui en favorisent la réalisation.

Il semble également cohérent d'évoquer le contexte dans lequel se trouve le rugby féminin. En effet, le rugby n'étant pas reconnu comme un sport professionnel sur le territoire français, de nombreuses joueuses sont contraintes d'associer une ou plusieurs activités professionnelles avec une pratique sportive de haut niveau. Une organisation qui confère une charge de travail colossale, pouvant mettre en difficulté les préparateurs physiques lors de la programmation des séances d'entraînement.

2.2 High Intensity Interval Training (HIIT)

L'analyse réalisée ci-dessus nous permet d'appréhender le rugby comme une pratique intermittente alternant des phases de haute intensité et des phases de repos. Manifestement, le contenu de ces phases peut prendre divers aspects au cours d'un match.

En effet, les périodes d'efforts peuvent se présenter sous forme de combat, de course ou d'effort statique. Quant aux phases de repos, elles peuvent être immobiles ou de faible allure. Néanmoins, le contenu, l'intensité, la durée et la fréquence de ces périodes varient selon les postes. Dans cette conception et puisqu'il se rapproche du format de compétition, l'entraînement par intervalles de haute intensité semble être l'outil optimal pour améliorer les capacités anaérobies et aérobies des joueurs de rugby. Naturellement, le contenu HIIT peut être adapté afin d'engendrer des adaptations spécifiques en fonction du profil du joueur.

Nous détaillerons ce point ultérieurement mais il convient à présent d'étudier plus précisément les intérêts que présente le HIIT.

2.2.1 Les intérêts de l'entraînement par intervalles de haute intensité

En raison des récupérations incomplètes induites par ce type d'effort, l'alternance de périodes intenses et de phases de récupération favorise l'implication du système anaérobie lactique. Cependant, la sollicitation prolongée de la glycolyse anaérobie favorise l'acidose musculaire et augmente l'état de fatigue générale. Cet état de fatigue est responsable de la dégradation de la qualité des actions au fur et à mesure du match. Davidow et al. (2020) ont mis en avant que la fatigue physique pourrait potentiellement affecter la technique de plaquage des joueurs de rugby à XV. S'ajoute à cette baisse de qualité, une diminution de l'intensité des actions en deuxième mi-temps (Curtis et al., 2023).

En ce sens, prévenir et retarder l'apparition de la fatigue physique semble être déterminant afin de diminuer les risques de blessures, d'améliorer la qualité des actions en fin de match, d'augmenter les chances de performances mais aussi d'éviter une baisse de l'intensité de jeu.

Les résultats de l'étude de Lacombe (2013) tendent à démontrer que la combinaison des phases de travail et de récupération est optimale afin de prévenir une diminution importante de l'intensité de jeu. L'un des principaux objectifs du HIIT est donc de retarder l'apparition de cette fatigue, notamment causée par les facteurs limitant du processus anaérobie.

Pour cela, le HIIT agit sur les capacités oxydatives et les fonctions cardiovasculaires.

En effet, ce type de travail sollicite des intensités généralement situées entre 80 et 100% de FC max (Fréquence cardiaque maximale) (Keating et al., 2017), permettant un travail à des pourcentages élevés de VO_2 max (> 90%). Cependant, grâce aux périodes de récupération qui le constituent, le HIIT permet une sollicitation à des hauts pourcentages de VO_2 max plus importante que celle permise par l'exercice continu.

C'est le temps passé à ce niveau d'intensité qui constitue l'essence des bénéfices induits par l'entraînement intermittent de haute intensité. En effet, Buchheit & Laursen (2013) démontrent que plusieurs minutes par séance passées à des intensités supérieures à 90% de VO_2 max représenteraient un stimulus optimal pour induire des adaptations cardiovasculaires et périphériques.

L'objectif recherché à travers ces intensités est l'amélioration de la VO_2 max des joueurs et des joueuses. D'autant plus que les améliorations de VO_2 max les plus importantes sont obtenues lorsque les intensités de travail sont comprises entre 90 et 100% de VO_2 max (Wenger & Bell, 1986). Dans une optique d'amélioration de la VO_2 max, l'entraînement intermittent semble donc être totalement adapté.

Dans ce contexte, le développement de la VO_2 max vise l'amélioration des performances lors d'exercices intermittents. En effet, le développement des capacités oxydatives impacte positivement la capacité de récupération des athlètes, notamment grâce à une plus grande disponibilité en O_2 . Ainsi, lors des phases de récupération l'acide lactique est plus facilement traité, réduisant de cette façon l'acidose musculaire.

De plus, la plus grande disponibilité en O_2 favorise une reconstitution des stocks

de PCr plus rapide, retardant l'implication de la glycolyse anaérobie lors des prochaines répétitions. Buchheit et al. (2007) ont démontré que des VO₂ max élevées étaient en relation avec des meilleures capacités de récupération et donc des meilleures performances lors d'un exercice intermittent.

Un autre intérêt du HIIT est qu'il propose une plus grande variabilité des contenus d'entraînement, permettant de mieux cibler les adaptations souhaitées.

En effet, la manipulation de ses neuf composantes (l'intensité et la durée des périodes d'effort, les ratios périodes d'effort/récupération en terme de durée et d'intensité, la modalité d'exercice, le nombre de répétitions et de séries, la durée et l'intensité des périodes de récupérations entre les répétitions et entre les séries (Buchheit & Laursen, 2013a)) offre des possibilités variées permettant d'appuyer le travail sur les facteurs nerveux, périphériques ou sur les adaptations cardiovasculaires.

En ce sens, certains entraînements imposeront un temps passé à VO₂ max moins important que d'autres (Figure 1). Les entraînements intermittents par intervalles longs ainsi que les entraînements intermittents sous forme de jeu réduit sont les formats sollicitant le plus longtemps VO₂max (Figure 1). En d'autres termes, il est essentiel de sélectionner avec précaution le format de la séance afin qu'il soit en adéquation avec ce qui est recherché.

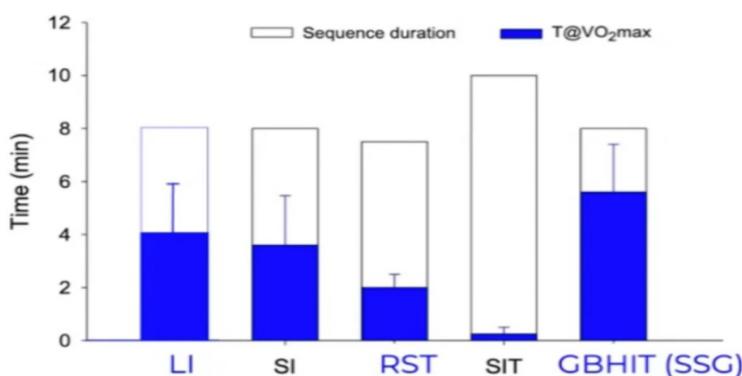


Figure 1 : Part du temps passé à VO₂ max selon le type d'exercice intermittent (Buchheit, 2013).

À travers leurs nombreux travaux sur l'entraînement intermittent, Buchheit et Laursen se sont intéressés aux différentes formes que peut prendre le HIIT et les adaptations que cela pourrait engendrer.

En partant du contexte, (demandes physiologiques de l'activité, profil du joueur, planification de l'entraînement) il est possible d'orienter le contenu de l'entraînement en fonction de ce qui est souhaité (solicitation nerveuse, contribution aérobie ou anaérobie) (Figure 2). À partir de toutes les possibilités que cette réflexion comporte, ils ont déterminé six types de HIIT, chacun d'entre eux ciblant des adaptations nerveuses et/ou métaboliques différentes :

Le type 1 est basé sur une sollicitation exclusivement aérobie, engendrant des adaptations sur la qualité de transport et d'utilisation de l'O₂. En plus d'engendrer les mêmes adaptations sur le système cardio-respiratoire, le type 2 impose une charge neuromusculaire supplémentaire. Le type 3 sollicitera également le processus aérobie mais avec une large implication de la glycolyse anaérobie dans la production d'ATP. Le quatrième type de HIIT est similaire au précédent mais avec l'ajout d'une contrainte nerveuse. Le type 5 propose une contribution aérobie limitée, compensée par une forte activité anaérobie, s'additionnant à un travail neuromusculaire. Enfin, le sixième et dernier type n'est pas considéré comme un entraînement intermittent puisqu'il implique uniquement une charge nerveuse.

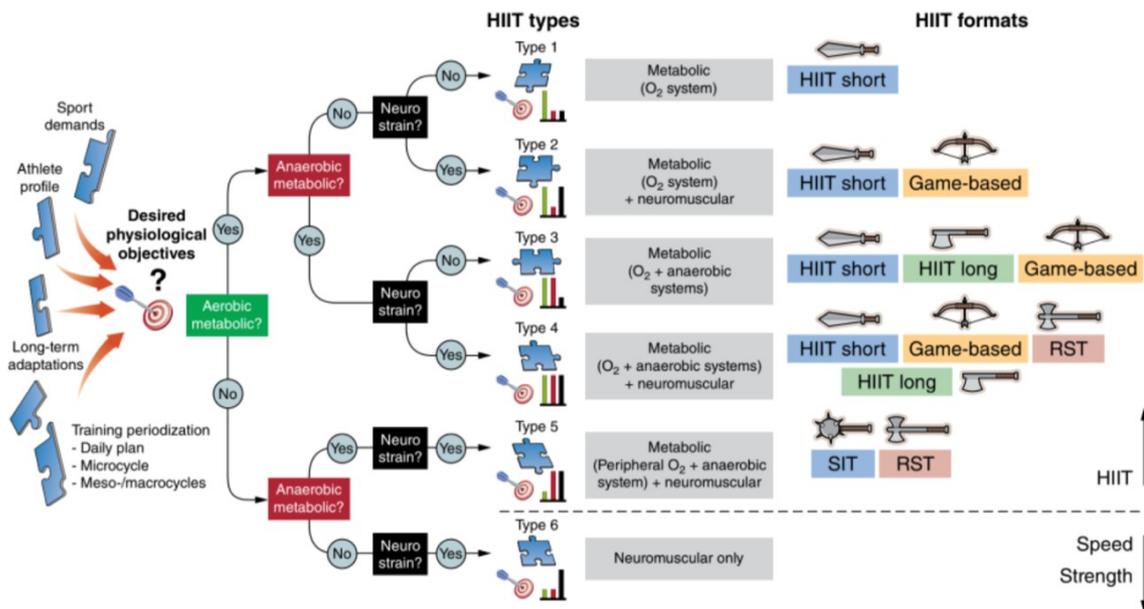


Figure 2 : Facteurs à prendre en considération afin de choisir le type de séance approprié au contexte (Buchheit & Laursen, 2019)

Par exemple, si on se place dans le contexte d'une compensation pour un joueur évoluant au poste de centre (12 ou 13) et n'ayant pas disputé la dernière rencontre, nous chercherons une sollicitation aérobie mais également anaérobie, ainsi qu'une charge nerveuse afin de reproduire au maximum la charge de travail d'un match de rugby. En ce sens, il sera judicieux

d'orienter le travail vers un entraînement HIIT de type 4 (Figure 2) pouvant prendre la forme d'un effort avec intervalles longs ou courts, d'une répétition de sprint ou d'un jeu réduit.

De plus, le contenu de la séance peut être adapté à la spécificité de l'activité, intégrant par exemple des plaquages, des sauts, des passages au sol ou encore des changements de direction.

L'implication d'une charge neuromusculaire peut être contrôlée et gérée en adaptant le contenu d'entraînement avec le type de déplacement réalisé (vélo, sauts, changements de direction, escaliers, course, sprint). De plus, le revêtement sur lequel l'effort est réalisé impactera également la charge neuromusculaire induite. Par exemple, courir sur le bitume sera nettement plus contraignant que de courir sur l'herbe (Laursen & Buchheit, 2019).

Le HIIT peut également solliciter des adaptations supplémentaires, spécifiquement au niveau nerveux. Par exemple, la répétition de sprint peut engendrer des améliorations sur les qualités d'explosivité des joueurs et des joueuses.

Cette variabilité vient illustrer l'aspect adaptatif et individualisable du HIIT.

L'entraînement par intervalles de haute intensité permet donc un développement des qualités physiques essentielles à la performance en rugby à XV sans sacrifier la spécificité de l'activité.

2.3 L'individualisation du HIIT

En plus de sa pertinence pour l'entraînement des pratiquants de rugby, le HIIT présente un aspect modulable et adaptatif idéal. Cependant, la variabilité de ses composantes et son coût énergétique important exigent de l'entraîneur, une compréhension fine de la programmation de l'entraînement intermittent.

Nous allons, à travers la partie suivante, exposer et détailler les tenants et aboutissants de la programmation du HIIT afin de détailler le travail qui sera réalisé pour la conception des séances, support de ce mémoire.

2.3.1 Programmer le HIIT

Comme évoqué en introduction, l'individualisation de l'entraînement en HIIT repose sur l'élaboration de profils physiologiques déterminés à partir des mesures de la Vmax et de la VMA. À présent, avant de détailler les différents protocoles de mesures ainsi que les prescriptions utilisées pour programmer l'exercice intermittent, il s'agit de présenter les différents profils. À partir des informations de Vmax et de VMA les joueurs peuvent être catégorisés comme ayant un profil orienté vitesse, endurance ou hybride (Sandford et al., 2021). Les résultats obtenus traduisent en fonction du profil une ou plusieurs prédominance(s) de certaines qualités physiques chez les athlètes. Ces attributs peuvent constituer une prérogative pour évoluer à certaines positions, notamment au sein des sports collectifs. Par exemple, au football les profils hybrides (fit and fast : endurants et rapides) seront recherchés pour les postes de défenseurs latéraux, en raison des nombreuses courses effectuées et des replis défensifs intenses auxquels ils sont soumis (Tableau 2).

	Speed Profile						Energetic Profile	
	MSS (km/h)	MAS (km/h)	ASR	V _{IFT} (km/h)	CS (km/h)	D' (m)	CP (W)	W' (kJ)
Fit and Fast (Full backs)	34.0	18.5	15.5	20.5	15.5	320	515	38.0
Fit and Slow (Midfield)	29.0	18.5	10.5	20.0	16.0	220	530	28.0
Less Fit and Fast (Central defenders, Attackers)	35.0	16.0	19.0	19.0	13.2	350	440	42.0
Less Fit and Slow	30.0	16.0	14.0	18.5	13.8	300	460	32.0

Tableau 2 : Profils et résultats des joueurs de football selon les postes. Données et tableau : The 30-15 Intermittent Fitness Test – two decades of learnings (Buchheit et al., 2021)

Au cœur de la majorité des sports collectifs, et en particulier au niveau élite, les profils orientés vitesse et hybrides sont ceux qui impactent sensiblement la performance (Haugen & Buchheit, 2016)

Pour mesurer la VMA Laursen & Buchheit (2019) recommandent des tests tels que le VAMEVAL ou le demi-cooper. La programmation de l'intensité de course en % de VMA a longtemps été privilégiée pour le HIIT (Billat, 2001). Cependant, il s'avère que cette mesure présente des limites, d'autant plus pour les exercices supra-maximaux (intensité > VMA). En effet, deux sujets avec une même VMA peuvent présenter une aptitude anaérobie, une capacité de récupération ou encore une efficacité à changer de direction totalement différente.

Cependant, Buchheit et al. (s. d.) présentent le 30-15 Intermittent Fitness Test (IFT) comme valide pour programmer l'exercice intermittent. Il permet d'obtenir une VMA intermittente, donc plus spécifique et plus précise pour le HIIT.

En effet, le test 30-15 IFT a été conçu pour contrer cette limite concernant les efforts supra-maximaux, puisqu'en plus de solliciter FCmax et VO2max, il prend en considération la capacité de récupération entre deux périodes d'efforts, les capacités d'accélération, de décélération et de changement de direction (Buchheit, 2008a, 2008b).

Les deux tests YO-YO ainsi que le 30-15 IFT sont les seuls protocoles intermittents basés sur des navettes. Étant donné qu'elles impliquent des efforts intermittents répétés et des changements de direction, ces évaluations semblent être les plus pertinentes pour évaluer les pratiquants de sports intermittents (Buchheit et al., s. d.). Les vitesses maximales atteintes durant les tests 30-15 IFT et YOYO intermittent recovery test level 1 (YO-YO IR1) ont montré une forte corrélation (Buchheit & Rabbani, 2014).

La vitesse obtenue lors du 30-15 IFT (VIFT) est cependant davantage liée à la Vmax ainsi qu'à la vitesse de réserve anaérobie (ASR : anaerobic speed reserve) et constitue une possible référence pour programmer l'intensité d'entraînement (Buchheit & Rabbani, 2014). L'ASR correspond à la différence entre la Vmax et la VMA d'un athlète. Elle reflète la capacité de travail dans le domaine de haute intensité et affecte directement la tolérance des athlètes à un effort au-dessus de VMA. Plus la proportion d'ASR utilisée est grande, plus la tolérance à l'exercice est faible (Blondel et al., 2001; Buchheit et al., 2010, 2012).

Buchheit et al. (s. d.) recommandent une prescription de l'intensité d'exercice en % d'ASR pour des intensités supérieures à VMA.

Une fois les profils déterminés, il revient au préparateur physique ou à l'entraîneur d'orienter l'entraînement en HIIT en fonction de ses attentes et de l'exigence de son sport. En effet, en fonction de la discipline ou de l'objectif du microcycle il sera par exemple plus intéressant de programmer des intervalles long plutôt que de la répétition de sprint ou des intervalles courts (Buchheit & Laursen, 2013b).

Cette prescription de l'entraînement nécessite de connaître les réponses glycolytiques anaérobies ainsi que la réponse neuromusculaire pour chaque type d'entraînement intermittent. L'organisation du microcycle prend alors en considération l'ensemble des entraînements de la semaine et permet notamment une gestion optimale de la charge neuromusculaire (Bonacci et

al., 2009). Le Tableau 3 propose une organisation de l'entraînement pour une équipe professionnelle de football. On remarque que les jours contenant des séances de HIIT sont séparés par des séances axées sur la technique, la tactique ou la prévention des blessures, autrement dit, des séances conduisant une faible charge nerveuse. Cette organisation repose sur les préconisations de Bompa & Buzzichelli (2019) qui recommandent un délai d'en moyenne 48h entre deux séances de HIIT.

Microcycle (physical emphasis)	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
Off-season $\dot{V}O_2$ development (generic)							
AM	Injury prevention HIT ^a : 2 × 5 min, 10 s [95 % V_{IFT}]/ 10 s [0]	Speed (technique) Soccer	Soccer HIT ^a : 2 × 4 min 10 s [100 % V_{IFT}]/ 10 s [0]	Injury prevention Soccer	Power/speed Soccer	Soccer HIT ^a : 5 × 3 min, [90 % $V_{Inc.Test}$]/ 2 min [0]	Rest
PM	Soccer HIT: 2 × 6 min [SSG] ^b 5 versus 5 RPE 6	Rest	Soccer HIT: 2 × 4–5 min [SSG] ^b 4 versus 4 RPE 7	Rest	Soccer	Rest	

Note that during SSG, the number of players is modified with respect to exercise duration (the shorter the SSG, the higher the expected intensity)

Tableau 3 : Exemple d'entraînement par intervalles de haute intensité programmée au cours d'un microcycle d'une semaine pour des footballeurs de niveau élite (homme, adulte) (Buchheit & Laursen, 2013)

L'organisation et les modalités des exercices apparaissent comme essentielles puisqu'elles peuvent permettre d'ajuster plus précisément la charge et les adaptations induites. Par exemple, l'introduction de changements de direction (COD) au sein des séances de HIIT a montré une augmentation modérée de l'accumulation de lactate sanguin, indépendamment de l'intensité et de la durée de l'effort (taille d'effet $\approx +1$, pour tous les modèles de HIT courts testés, c'est-à-dire 10 s/10 s, 15 s/15 s et 30 s/30 s) (Dellal et al., 2010). D'autres facteurs comme la surface de course peuvent influencer la charge (Binnie et al., 2013). Nous détaillerons par la suite le choix de certaines modalités durant la présentation des séances.

3- Problématique

Depuis plusieurs années, l'entraînement par intervalles de haute intensité est adopté par de nombreux préparateurs physiques pour entraîner les athlètes de sports collectifs.

Cette modalité est souvent préférée à l'entraînement continu en raison des sollicitations semblables à l'activité de compétition qu'elle induit mais aussi grâce aux gains de VO_2 max plus conséquents qu'elle engendre (Milanović et al., 2015). Malgré sa démocratisation, le HIIT est trop peu souvent individualisé au regard des besoins spécifiques des joueurs.euses. Cette gestion de l'entraînement limite les améliorations que les joueurs.euses pourraient

percevoir si ce type de séance était adapté à leur profil et au contexte dans lequel ils se trouvent.

Buchheit et Laursen ont réalisé de nombreux travaux sur le sujet, et suggèrent une approche personnalisée de l'entraînement intermittent fondée sur la détermination de profils physiologiques. Permettant par la suite d'individualiser et d'adapter les contenus d'entraînement pour obtenir précisément les adaptations souhaitées. Une telle approche, supportant l'individualisation de l'entraînement, semblerait être banalisée aujourd'hui mais est en réalité trop peu utilisée sur le terrain. Peu d'études se sont intéressées (à ma connaissance) à l'individualisation de l'entraînement par intervalles de haute intensité en se basant sur l'établissement de profils. D'autant plus que très peu de recherches sur ce sujet concernent un public féminin de haut niveau.

4- Objectif

L'objectif de ce mémoire est donc d'observer si l'individualisation de l'entraînement intermittent de haute intensité, en déterminant préalablement des profils physiologiques, induit des améliorations spécifiques en fonction des joueuses. Il sera également question de constater si des améliorations significatives des performances anaérobies et aérobies sont observées.

Ces travaux permettront d'en connaître davantage sur l'intérêt d'individualiser l'entraînement intermittent à partir de profils chez des joueuses de niveau élite. De plus, cela offrira la possibilité à la structure de récolter des données supplémentaires sur les capacités aérobies et anaérobies des joueuses et d'enrichir son expérience sur ce type de contenu pour le proposer d'une manière d'autant plus améliorée par la suite.

5- Hypothèses

Les hypothèses formulées sont les suivantes :

- H1 : L'individualisation de l'entraînement en HIIT sur la base des profils physiologiques engendrera des améliorations des capacités anaérobies et aérobie des joueuses.
- H2 : Le groupe vitesse présente des améliorations de Vmax plus importantes que le groupe endurance et présente également des améliorations de la VMA.
- H3 : L'entraînement sous le format de répétition de sprint permet d'améliorer la Vmax.
- H4 : Le groupe endurance présente des améliorations de VMA plus importantes que le groupe vitesse et ne présente pas d'amélioration significatives de le Vmax.

6- Stage

6.1 Milieu professionnel

Après avoir effectué 1 an de stage au sein du SVLM j'ai eu la chance de poursuivre l'aventure villeneuvoise cette saison en tant qu'alternant en préparation physique. Le SVLM est un des piliers du projet des grands clubs de la Métropole Européenne de Lille, notamment grâce à son équipe fanion féminine qui évolue en Élite 1. Le club compte 520 licenciés répartis entre autres dans l'école de rugby, une équipe masculine évoluant en régional 1, l'élite 1, son équipe réserve et une équipe cadette évoluant au meilleur niveau national.

Le club repose sur une identité familiale fédératrice des valeurs d'entraide et de solidarité et est surtout guidé par une véhémence volonté de devenir un club de rugby féminin professionnel.

Au cours de cette saison mes missions ont été diverses mais se sont principalement concentrées autour de l'équipe première. En effet, en plus d'encadrer les jeunes U-14 et U-16 dans le cadre du développement de leurs qualités physiques, j'ai été chargé d'accompagner Margaux, la préparatrice physique en poste, dans la prise en charge de la préparation physique et de la réathlétisation de l'élite 1. Le groupe élite comprend 35 joueuses âgées en moyenne de 25 ± 4 ans, mesurant $167 \pm 6,28$ cm et pesant en moyenne $74 \pm 13,5$ kg. En début de saison le groupe

était constitué de 20 avants et 15 arrières mais cette répartition évolue au cours de la saison en raison des fluctuations de joueuses entre le groupe réserve et le groupe élite.

Mes interventions se sont réparties entre terrain et salle, me permettant d'innover et d'allier pratique ainsi que théorie sur des thématiques variées.

6.2 Sujets

La présente étude a été réalisée sur les joueuses du groupe Élite 1. Le groupe s'entraîne 5 fois par semaine comprenant 3 entraînements spécifiques rugby, avec possibilité d'y intégrer de la préparation physique terrain, et deux séances de préparation physique en salle.

Seulement 16 joueuses ont été retenues pour cette étude. Les critères d'inclusions étaient les suivants :

- Avoir participé à l'ensemble des pré-tests et post-tests
- Avoir participé à l'ensemble des séances affiliées à son groupe
- Faire partie du groupe élite 1

Afin de faciliter la présentation des sujets, les données ci-dessous (Tableau 4 ; Tableau 5) sont classées selon les groupes de travail. Cette classification a été obtenue après la passation des tests et l'établissement des profils.

Nous avons établi deux groupes de travail : Le groupe profil vitesse et le groupe profil endurance.

Groupe vitesse, n = 9				
Sujet	Age	Taille (cm)	Poids (kg)	Poste
Joueuse 1	28	163,4	77,3	Troisième ligne
Joueuse 2	29	173,7	80,8	Pilier
Joueuse 4	25	173,5	75,28	Troisième ligne
Joueuse 5	25	182,0	110,3	Deuxième ligne
Joueuse 6	23	169,0	87,5	Talon
Joueuse 8	20	156,6	66,05	Ailier
Joueuse 11	24	170,8	76,42	Pilier
Joueuse 15	34	168,0	84,01	Pilier
Joueuse 17	22	173,1	89,51	Troisième ligne
Moyenne	25,56	170,0	83,02	
Ecart Type	3,98	6,74	11,72	

Tableau 4 : Données anthropométriques du groupe vitesse

Groupe endurance, n = 7				
Sujet	Age	Taille (cm)	Poids (kg)	Poste
Joueuse 3	25	160,4	56,06	Centre
Joueuse 9	28	170,8	81,7	Deuxième ligne
Joueuse 10	25	158,2	65,47	Demi de mêlée
Joueuse 12	27	170,4	70,3	Demi d'ouverture
Joueuse 13	24	168,3	71,89	Centre
Joueuse 14	22	168,7	70,6	Demi d'ouverture
Joueuse 16	27	168,3	76	Talon
Moyenne	25,43	166,4	70,29	
Ecart Type	1,92	4,63	7,48	

Tableau 5 : Données anthropométriques du groupe endurance

7- Matériel(s) et méthode(s)

7.1 Matériel

Pour le déroulement du YO-YO IR1, réalisé sur terrain synthétique, un décimètre a été utilisé afin de respecter les distances préconisées. La bande son a été téléchargée depuis la plateforme YouTube.

La session de test a été enregistrée à l'aide d'un trépied et d'un téléphone pour procéder par la suite à une vérification de l'accomplissement des paliers par les joueuses et ainsi apporter plus de précision aux résultats.

La mise en place du test de vitesse maximale a nécessité l'emploi d'un décimètre afin de standardiser la distance (40m).

Pour mesurer la Vmax un GPS Vector X7 de la marque Catapult, ainsi que le logiciel Catapult, ont été utilisés.

Enfin, lors des séances, un sifflet, un chronomètre et l'application smartWODtimer ont été utilisés pour standardiser les périodes d'effort et de repos.

Pour les séances réalisées en salle les appareils suivants ont été utilisés :

- Rameur concept2
- Air bike Laroq

7.2 Protocole

7.2.1 Les tests

La Vmax nous renseigne sur les capacités anaérobies des joueuses, nous permettant d'en savoir davantage sur leur capacité à réaliser des efforts courts à intensité maximale.

En parallèle la VMA nous renseigne sur la capacité des joueuses à maintenir des hauts niveaux d'intensité pendant un long moment.

Pour estimer la VMA, nous avons sélectionné le test YO-YO IR1 en raison de sa nature intermittente et en conséquence de son étroite relation avec l'activité de compétition. D'autant plus qu'il implique des changements de direction et une récupération active, un contenu semblable à celui retrouvé dans un match de rugby.

La validité du YO-YO IR1 a été approuvée par la littérature scientifique, caractérisant le test comme étant fiable pour mesurer les améliorations de VO₂ max (Bangsbo et al., 2008).

De plus, son utilisation a été recommandée afin de déterminer la capacité des athlètes de sports collectifs à réaliser un effort intermittent sous une sollicitation maximale du système aérobie. Nous avons choisi de ne pas réaliser le 30-15 IFT dans un souci de réutilisation des données par la suite.

La réalisation du test se déroule selon les consignes suivantes, l'objectif étant de compléter le maximum de paliers jusqu'à épuisement :

Les participants démarrent au signal sonore. Ils doivent atteindre le plot situé à 20 m au moment du second signal sonore, et rejoindre la ligne de départ au même moment que le troisième signal (1er Niveau = 8 km/h). Une fois les 40 m effectués (20 m aller-retour) les participants marchent dans la zone de récupération jusqu'au plot situé à 5 m, font le tour du plot puis se replacent en attendant le prochain signal (Figure 3). La fréquence des signaux augmente au fur et à mesure des paliers, augmentant ainsi l'allure de course.

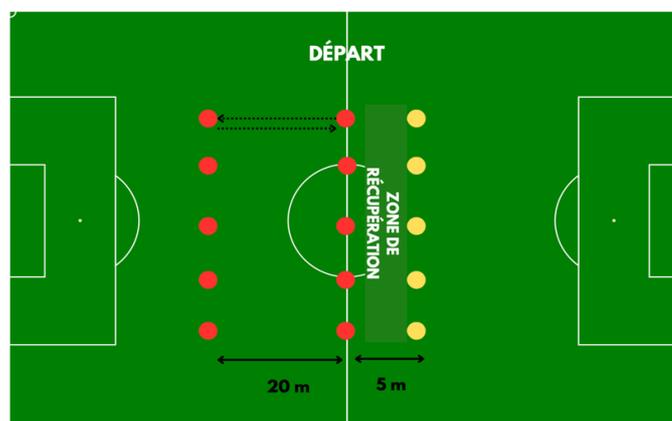


Figure 3 : Installation et distance du YO-YO Intermittent Recovery Test

Chaque palier complété correspond à une vitesse de course atteinte et une distance totale parcourue. Ces valeurs nous renseignent sur la VO_2 max du sujet et nous permettent d'estimer la VMA. En effet, en divisant la VO_2 max par 3,5 nous pouvons obtenir une estimation de la VMA.

Pour mesurer la V_{max} , et ainsi compléter notre analyse, les joueuses ont été testées, à la suite d'un échauffement standardisé, sur une distance de 40m. Le GPS, placé dans une brassière, nous a permis d'identifier sur le logiciel le pic de vitesse de chaque joueuse.

L'étude de Clemente et al. (2023) a mis en évidence la fiabilité de la distance de 40 m pour mesurer le pic de vitesse maximale.

À partir de ces valeurs, nous avons réparti les joueuses selon deux profils :

- Profil vitesse (Groupe vitesse)
- Profil endurance (Groupe endurance)

En considération du faible effectif disponible, ainsi qu'en raison de notre volonté d'observer si l'entraînement d'une qualité entraînerait le développement de la seconde (influence du développement anaérobie sur l'aérobie et inversement), nous avons choisi de ne pas établir de groupe hybride.

L'élaboration du profil de chaque joueuse a été établie au regard des résultats aux tests de V_{max} et de VMA en comparaison avec la moyenne, la médiane du groupe ainsi qu'au regard des résultats répartis en quartiles. De plus, la spécificité et les prérequis des postes ont été pris en compte pour répartir les joueuses qui auraient tendance à présenter un profil hybride (cf. annexe).

7.2.2 L'entraînement

Les joueuses des deux groupes ont suivi un programme d'entraînement de 6 semaines, adapté en fonction de leur profil.

En raison du contexte de la saison, du nombre d'entraînements, des créneaux dédiés à la préparation physique sur terrain et en considérant la gestion de la charge d'entraînement, nous avons pu mettre en place qu'une séance par semaine sur terrain. Cependant, nous avons

également ajouté une séance de HIIT sur appareil ergo une fois par semaine.

Pour le groupe vitesse l'objectif était de développer cette qualité prédominante à travers l'entraînement intermittent tout en essayant de développer les qualités aérobies.

Pour ce faire, les 10 joueuses du groupe vitesse ont suivi des entraînements de type RST (repetition sprint training) durant 6 semaines (Tableau 6) (cf. annexe). Les séances ont été établies en suivant les recommandations de la littérature scientifique (Bishop et al., 2011; Buchheit, 2012; Moghaddam et al., 2023). Pour les séances en salle, le principe était le même que sur le terrain, suivant la logique d'intervalles courts avec intention maximale à chaque série. Durant ces séances l'exercice était réalisé sur air bike (cf. annexe).

Bloc 1 (Vitesse)	
7 x 30 m / 25 secondes de repos	
3 min 30	
7 x 30 m / 25 secondes de repos	
3 min 30	
7 x 30 m / 25 secondes de repos	
Durée totale séries	10 minutes
Repos total entre séries	7 minutes
Total	17 minutes

Tableau 6 : Exemple de séance suivie par le groupe vitesse

Pour le groupe endurance l'objectif était de développer cette qualité prédominante à travers l'entraînement intermittent tout en observant potentiellement un impact positif sur les performances anaérobies à l'issue du protocole.

Pour ce faire, les 7 joueuses du groupe endurance ont suivi des entraînements de type intervalles longs durant 6 semaines (Tableau 7) (cf. annexe). Les joueuses devaient réaliser ces intervalles en respectant une intensité donnée (différente pour chacune), programmée en % de VMA, et la maintenir durant un temps imparti. La distance à réaliser pour chaque joueuse était donc calculée en amont, en prenant en considération dans le calcul de la distance la vitesse perdue avec les changements de direction. Afin de compenser le coût énergétique du COD, il est nécessaire d'enlever 3% de la distance par COD (Buchheit et al., 2021). Les calculs ont été effectués grâce aux données de VMA estimées à partir du YO-YO IR1 (Tableau 8) (cf. annexe). Les joueuses ont également réalisé des séquences de jeux réduits avec des distances de jeu et des consignes adaptées afin d'induire les adaptations souhaitées. Pour ces séquences de jeu, les dimensions du terrain étaient de 64 m x 48 m, des dimensions reconnues comme sollicitant davantage le système cardiorespiratoire (Kennett et al., 2012). L'intensité durant ces séquences était contrôlée avec un cardiofréquencemètre. Les séances en salle étaient basées sur le même principe d'intervalles longs avec une distance à atteindre

dans un temps imparti. Durant ces séances l'exercice était réalisé sur rameur (cf. annexe). Les séances terrain (intervalles longs et jeux réduits) ont été établies en suivant les recommandations de la littérature scientifique (Buchheit & Laursen, 2013b; Kennett et al., 2012; Seitz et al., 2014).

Bloc 2 (Endurance)	
2 min 30 95 % VMA	
Distance = 0-22-0-40-0-50-0	
2 min de repos	
2 min 30 95 % VMA	
Distance = 0-22-0-40-0-50-0	
2 min de repos	
2 min 30 95 % VMA	
Distance = 0-22-0-40-0-50-0	
2 min de repos	
Jeu réduit 5 vs 5 (balle équipe 1) 2 minutes	
2 minutes 30 de repos	
Jeu réduit 5 vs 5 (balle équipe 2) (2 minutes)	
Total Travail	12 minutes
Total repos	10 minutes
Total	22 minutes

Tableau 7 : Exemple de séance suivie par le groupe endurance

Distance / navette			224 m	Navette = 0-22-0-40-0-50-0		
Distance avec changement de direction			200 m			
Joueuse	Distance au YO-YO (m)	VO2 max (ml/kg/min)	VMA (Estimée)	95% VMA	Distance à parcourir sur 2 minutes (km)	Nombre de navette à compléter
Joueuse 1	320	45,698	13,1	12,4	0,517	2 navettes complètes + 22
Joueuse 5	560	49,538	14,2	13,4	0,560	2 navettes complètes +0- 22 - 0 - 22
Joueuse 17	760	52,738	15,1	14,3	0,596	2 navettes complètes +0 - 22 - 0 - 40
Joueuse 19	880	54,658	15,6	14,8	0,618	2 navettes complètes +0 - 50 - 0 - 22
Joueuse 25	1280	61,058	17,4	16,6	0,690	2 navettes complètes + 0 - 50 - 0 - 40

Tableau 8 : Exemple de calcul de distance pour les séances d'intervalles longs pour 5 joueuses

8- Traitement statistique

Afin de comparer les résultats obtenus et d'analyser l'ampleur des différences, nous avons procédé à une analyse statistique. Pour cela, les logiciels Excel ainsi que Anatsats ont été utilisés.

Dans un premier temps afin d'observer si chaque groupe a progressé ou non de la même manière, nous avons souhaité analyser une potentielle différence intergroupe concernant les améliorations de VMA. Pour ce faire, après avoir vérifié la normalité de l'ensemble des variables grâce au test de Shapiro-Wilk, nous avons vérifié leur homogénéité avec le test de Levene. Cette dernière n'étant pas respectée pour l'ensemble des variables, nous avons sélectionné le test pour échantillons indépendants de Mann et Whitney. Nous avons procédé de la même manière pour la qualité de Vmax.

La valeur p nous renseigne sur la significativité des valeurs. Si elle est inférieure à 0,05, les valeurs sont considérées comme significatives.

Pour observer si les éventuelles améliorations sont différentes selon les profils, nous avons effectué une analyse intragroupe pré et post test pour chacune des qualités (Vmax avant et après protocole pour les deux groupes, VMA avant et après protocole pour les deux groupes). La normalité des variances n'étant pas validée par le test de Shapiro-Wilk, nous avons sélectionné le test de Wilcoxon pour échantillons appariés.

Nous avons également calculé les moyennes, les écarts-types ainsi que la taille de l'effet (ES) de chaque variable. La taille de l'effet permet de déterminer la force de l'effet observé, et ainsi donner davantage de profondeur à l'interprétation d'une valeur dite significative. Voici comment l'interpréter : 0,20 - 0,50 « faible » ; 0,50 - 0,80 « moyen » ; 0,80 - 1,20 « élevé » ; 1,20 - 2,00 « très élevé » ; > 2,00 « immense ». Les détails de ces calculs et l'ensemble des valeurs obtenues sont disponibles en annexe de ce mémoire (cf. annexe).

9- Résultats

Ci-dessous (Tableau 9 ; Tableau 10) sont présentés les résultats obtenus au test de 40 m ainsi que la VMA estimée à partir du YO-YO IR1 avant et après protocole.

Groupe vitesse						
n = 9	Pré test		Post test		Résultats	
	VMA (Estimée) (km/h)	Vmax (Km/h)	VMA (Estimée) (km/h)	Vmax (Km/h)	Δ VMA	Δ Vmax
Joueuse 1	14,15	24,08	15,07	24,4	0,92	0,32
Joueuse 2	13,42	24,7	13,79	25,6	0,37	0,9
Joueuse 4	15,07	26,96	15,25	27,9	0,18	0,94
Joueuse 5	13,06	24,48	13,42	24,8	0,36	0,32
Joueuse 6	14,15	24,48	14,16	25,1	0,01	0,62
Joueuse 8	14,52	24,37	15,81	27,1	1,29	2,73
Joueuse 11	14,34	23,22	14,7	25,8	0,36	2,58
Joueuse 15	14,15	23,51	14,7	24,8	0,55	1,29
Joueuse 17	14,3	25,06	14,52	28,2	0,22	3,14
Moyenne	14,12888889	24,54	14,60222222	25,97		
Mediane	14,15	24,48	14,7	25,6		
Ecart-type	0,59	1,07	0,74	1,42		
Max	15,07	26,96	15,81	28,2		
Min	13,06	23,22	13,42	24,4		
Normalité	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Homogénéité	NON	NON	NON	NON		

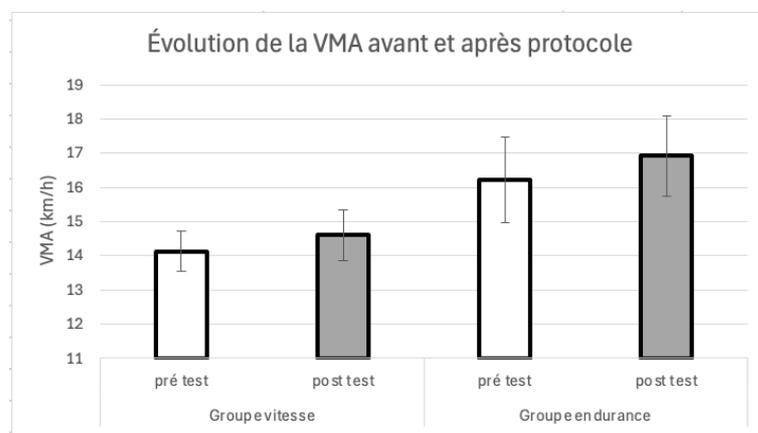
Tableau 9 : Résultats du groupe vitesse aux tests de Vmax et de VMA avant et après protocole

Groupe endurance						
n = 7	Pré test		Post test		Résultats	
	VMA (Estimée) (km/h)	Vmax (Km/h)	VMA (Estimée) (km/h)	Vmax (Km/h)	Δ VMA	Δ Vmax
Joueuse 3	17,45	27,68	18,36	28,8	0,91	1,12
Joueuse 9	16,35	27,36	17,08	28,4	0,73	1,04
Joueuse 10	14,52	23,33	15,25	26	0,73	2,67
Joueuse 12	14,7	25,13	16,35	25,9	1,65	0,77
Joueuse 13	15,8	27,83	16,53	28,9	0,73	1,07
Joueuse 14	17,99	27,07	18,91	27,9	0,92	0,83
Joueuse 16	15,98	24,77	16,71	25,1	0,73	0,33
Moyenne	16,22	26,17	16,92	27,26		
Mediane	15,98	27,07	16,53	27,86		
Ecart-type	1,243	1,621	1,175	1,457		
Max	17,99	27,828	18,91	28,908		
Min	14,52	23,328	15,25	25,092		
Normalité	OK	OK	OK	OK	NON	NON
Homogénéité	NON	NON	NON	NON		

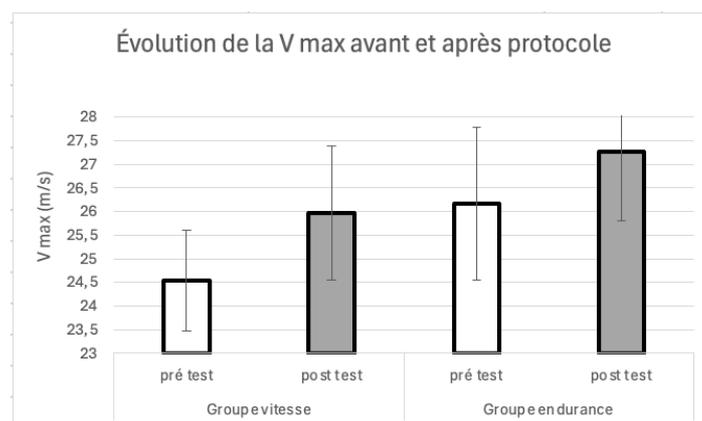
Tableau 10 : Résultats du groupe endurance aux tests de Vmax et de VMA avant et après protocole

Le test de Mann et Whitney réalisé à partir du Δ VMA des deux groupes montre une différence significative (avec $U = 11,5$ et $p = 0,034$) (Graphique 1). L'hypothèse H_0 , selon laquelle les deux groupes ont une distribution similaire, est rejetée. L'ES calculé pour cette variable confirme la tendance, avec un effet moyen ($r = 0,53$) (cf. annexe). Le groupe endurance, ayant suivi les entraînements par intervalles longs et les jeux réduits, présente des améliorations de VMA supérieures à celles présentées par le groupe vitesse ($P < 0,05$) (Graphique 1).

À l'inverse, le test réalisé à partir du Δ Vmax des deux groupes ne révèle pas de différence significative (avec $U = 30$ et $p = 0,87$) (Graphique 2). L'hypothèse H_0 selon laquelle les groupes ont une distribution similaire n'est pas rejetée. Aucun groupe ne s'est plus amélioré qu'un autre sur les valeurs de Vmax (ES = 0,04).



Graphique 1 : Évolution de la VMA des deux groupes, estimée à partir du YO-YO IRI

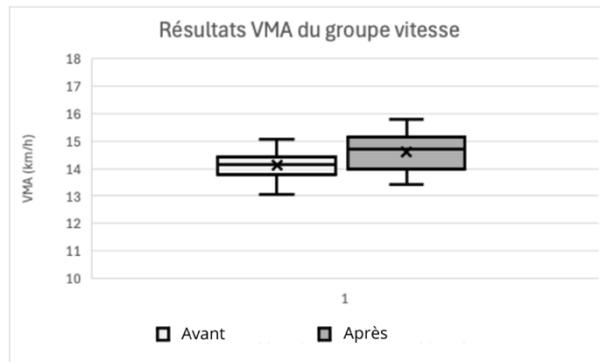


Graphique 2 : Évolution de la Vmax des deux groupes avant et après protocole

Le test de Wilcoxon ne révèle pas systématiquement de différences significatives intragroupe. En effet, avant le protocole, le groupe vitesse présentait une valeur moyenne de VMA égale à $14,13 \pm 0,59$ km/h. Après protocole, cette dernière a été mesurée à $14,6 \pm 0,74$ km/h. Le test de

Wilcoxon révèle pour cette variable une différence significative. De plus, une taille d'effet de 0,65 est obtenue. Cependant, après calcul de la probabilité nous avons obtenu $p = 0,051$. En ce sens nous ne pouvons pas considérer les améliorations des performances aérobies du groupe vitesse comme significatives (Graphique 3).

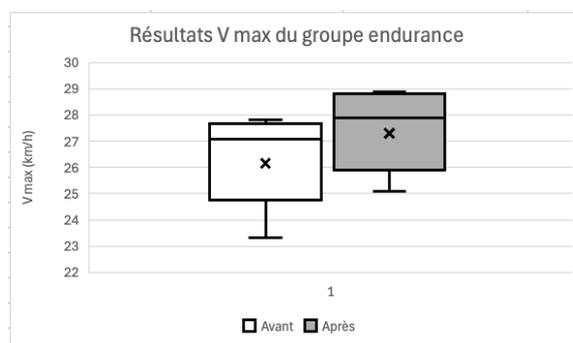
L'analyse statistique nous permet d'observer un résultat plus ou moins similaire concernant les évolutions de V_{max} du groupe vitesse dont la valeur moyenne a évolué de $24,54 \pm 1,07$ km/h à $25,97 \pm 1,42$ km/h. En effet, le test de Wilcoxon apparié révèle une différence significative ($p = 0,05$) en rejetant H_0 , témoignant d'un effet positif de l'entraînement individualisé sur la performance anaérobie de ce groupe (cf. annexe). L'ES pour cette variable est de 0,65, signifiant un effet modéré.



Graphique 3 : Résultats test VMA groupe vitesse

Le test de Wilcoxon traduit une différence significative des valeurs de VMA avant et après protocole pour le groupe endurance (avec $w = 2$ et $p = 0,043$), confirmant l'analyse intergroupes effectuée préalablement. La présente analyse traduit un effet positif de l'individualisation de l'entraînement du groupe endurance sur les performances aérobies ($p < 0,05$), marqué par une ES de 0,77 (cf. annexe).

Enfin, l'analyse des valeurs de V_{max} du groupe endurance traduit une amélioration significative des performances au test de vitesse, illustrée par une moyenne passant de $26,17 \pm 1,62$ km/h à $27,26 \pm 1,46$ km/h. H_0 a été rejetée, illustrant l'amélioration des performances sur le test de 40 m pour le groupe endurance ($p = 0,043$ et $ES = 0,77$) (Graphique 4).



Graphique 4 : Résultats test V_{max} du groupe endurance

10- Discussion

Les résultats présentés ci-dessus résultent de 6 semaines d'entraînement par intervalles de haute intensité adapté selon une spécificité de travail. Dans cette partie nous les discuterons.

L'analyse statistique réalisée révèle une différence significative ($p = 0,03$) des améliorations de VMA entre le groupe vitesse et le groupe endurance. Étant donné que les deux groupes ont suivis des programmes d'entraînement différents, ce résultat va dans le sens de la littérature scientifique, stipulant que manipuler les variables du HIIT permet d'induire des adaptations différentes (Buchheit & Laursen, 2013b; Du & Tao, 2022). En effet, l'analyse intragroupe révèle une amélioration significative de la VMA du groupe endurance ($p = 0,04$), caractérisée par une amélioration de 4,2%, à l'inverse du groupe vitesse présentant, malgré une amélioration de 3%, une amélioration non significative de la VMA. Ces résultats traduisent donc que les individus du groupe endurance ont amélioré leurs performances aérobies à la suite de la période d'entraînement sous forme d'intervalles longs et de jeux réduits. L'entraînement intermittent sous forme de répétition de sprint n'a pas eu d'effet significatif sur les performances aérobies des individus du groupe vitesse.

Ces résultats vont à l'encontre de ceux obtenus au cours de l'étude de Ferrari Bravo et al. (2008), durant laquelle il a été observé que les participants du groupe répétition de sprint ont perçu de meilleures améliorations des performances aérobies, ainsi que sur le YO-YO IR1 que le groupe ayant suivi des intervalles longs.

Cependant, nos résultats révèlent une amélioration significative de la V_{max} du groupe vitesse ($p = 0,05$), validant notre hypothèse selon laquelle l'entraînement sous forme de répétition de sprint permettrait d'améliorer la V_{max} .

Une donnée intéressante parmi nos résultats est celle indiquant l'amélioration significative de la V_{max} du groupe endurance ($p = 0,04$ et $ES = 0,77$), caractérisée par une amélioration de 4,17 % de la V_{max} mesurée sur le test de 40 m. La littérature scientifique n'apporte pas de preuves d'une possible corrélation entre $VO_2 \max$ et $V \max$. En ce sens, l'amélioration de la $V \max$ du groupe endurance pourrait s'expliquer par des adaptations induites par le contenu des entraînements spécifiques rugby ou par celui des matchs.

La faible quantité d'études similaire ne nous permet pas d'avoir de solides points de comparaison pour nos résultats. Cependant, ces données nous donnent de bonnes perspectives d'amélioration, notamment par les nombreuses limites rencontrées au cours de cette étude.

En effet, dans un premier temps, l'une des principales limites concerne l'échantillonnage qui est non seulement inégal, mais également trop peu conséquent pour obtenir des données fiables et représentatives. Un échantillon plus important permettrait d'augmenter la puissance statistique et ainsi limiter le risque d'erreurs de type II. De plus, les échantillons plus larges font preuve d'une moins grande sensibilité face aux variations individuelles.

Aussi, nous sommes conscients que certains paramètres comme le contenu des séances de rugby, la fatigue accumulée entre les séances (muscultation, entraînement de rugby et match) ou encore la pénibilité des séances d'intervalles longs ont pu influencer les résultats.

L'utilisation d'une intensité relative, comme le % de VMA, représente également une limite de notre étude, pouvant notamment expliquer les différences d'amélioration de VMA entre les individus du groupe endurance (Tableau 10 ; cf. annexe). En effet, de nombreuses études ont montré une variation individuelle en réponse à des programmes standardisés prescrits en utilisant l'intensité et la durée relative (Mann et al., 2014). Pour des intensités élevées (> VMA) les proportions d'ASR utilisées ne seront systématiquement pas les mêmes pour des individus ayant une VMA semblable. En ce sens, les sollicitations et donc les réponses adaptatives seront différentes.

Programmer en % d'ASR apparaît donc comme une perspective d'amélioration de notre étude, permettant d'imposer un stress homéostatique équivalent entre les individus et ainsi avoir une réponse adaptative plus uniforme (Collison et al., 2022; Sandford et al., 2021).

De plus, de nombreuses contraintes comme l'accessibilité à la piste d'athlétisme, l'accès au terrain ou les conditions météorologiques ne nous ont pas permis de réaliser le test de VMA initialement souhaité. Le test VAMEVAL nous aurait permis d'obtenir une mesure plus fiable. En effet, au cours du YO-YO IR1 les athlètes lents et peu en forme sollicitent une grande partie de leur ASR, tandis que les athlètes plus en forme courent en dessous de leur VMA (Buchheit et al., 2021).

Pour une future application sur le terrain il serait également intéressant de privilégier la formation d'un groupe hybride à celle d'un groupe endurance. En effet, au regard des résultats

obtenus par le groupe endurance aux différents tests, la plupart d'entre eux présentent un profil hybride. Cette répartition a plus de cohérence avec l'activité de compétition étant donné l'impact des profils uniquement endurants sur la performance au rugby.

Malgré les limites qui la constituent, cette étude permet tout de même d'observer l'intérêt d'individualiser le HIIT et l'intérêt de manipuler ses différentes composantes pour obtenir les adaptations souhaitées. Les adaptations de l'individualisation de l'entraînement en HIIT par l'élaboration de profils physiologiques constituent une piste de recherche qu'il est intéressant d'approfondir et qui pourrait permettre d'obtenir de nouvelles orientations pour l'entraînement.

Conclusion

La présente étude apporte des données supplémentaires sur l'individualisation de l'entraînement en HIIT chez un public encore peu exploré dans la littérature. Malgré les limites précédemment citées, les données obtenues permettent d'identifier quelques enseignements clés pour l'optimisation de l'entraînement.

En effet, malgré les échantillons réduits, les résultats tendent à démontrer l'intérêt de manipuler certains paramètres de l'entraînement intermittent pour obtenir des adaptations plus précises. Les principales variables qui ont été manipulées durant le protocole d'entraînement sont la durée et l'intensité des périodes d'effort ainsi que la durée et l'intensité des périodes de repos.

La classification des sujets selon leur profil physiologique a mis en évidence l'intérêt d'employer des intervalles longs pour développer les qualités aérobies des joueuses de rugby élite. Par ailleurs, nos résultats tendent à démontrer que l'entraînement par intervalles de haute intensité sous forme de répétitions de sprint pourrait permettre d'améliorer la vitesse maximale. En revanche, contrairement à l'une de nos hypothèses initiales, ce type d'entraînement n'a pas permis d'améliorer les performances aérobies du groupe vitesse.

Enfin, ce mémoire confirme l'intérêt d'une individualisation fine de l'entraînement intermittent dans le but d'optimiser les adaptations physiologiques. Il serait toutefois pertinent d'approfondir la recherche à ce sujet en prenant en considération les limites identifiées dans la partie discussion.

Bibliographie

- Austin, D., Gabbett, T., & Jenkins, D. (2011). The physical demands of Super 14 rugby union. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(3), 259-263. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.01.003>
- Balsom, P. D., Söderlund, K., & Ekblom, B. (1994). Creatine in Humans with Special Reference to Creatine Supplementation. *Sports Medicine*, 18(4), 268-280. <https://doi.org/10.2165/00007256-199418040-00005>
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test. *Sports Medicine*, 38(1), 37-51. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00004>
- Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. S. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine*, 35(13), 1095-1100. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1375695>
- Billat, L. V. (2001). Interval training for performance: A scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 31(1), 13-31. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131010-00002>
- Binnie, M. J., Dawson, B., Pinnington, H., Landers, G., & Peeling, P. (2013). Effect of training surface on acute physiological responses after interval training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 1047-1056. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182651fab>
- Bishop, D., Girard, O., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated-Sprint Ability—Part II. *Sports Medicine*, 41(9), 741-756. <https://doi.org/10.2165/11590560-000000000-00000>
- Blondel, N., Berthoin, S., Billat, V., & Lensele, G. (2001). Relationship Between Run Times to Exhaustion at 90, 100, 120, and 140 % of $vV'O_{2max}$ and Velocity Expressed Relatively to Critical Velocity and Maximal Velocity. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 27-33. <https://doi.org/10.1055/s-2001-11357>
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization-6th Edition : Theory and Methodology of Training*. Human Kinetics.
- Bonacci, J., Chapman, A., Blanch, P., & Vicenzino, B. (2009). Neuromuscular adaptations to training, injury and passive interventions: Implications for running economy. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 39(11), 903-921. <https://doi.org/10.2165/11317850-000000000-00000>
- Bridgeman, L. A., & Gill, N. D. (2021). The Use of Global Positioning and Accelerometer Systems in Age-Grade and Senior Rugby Union: A Systematic Review. *Sports Medicine - Open*, 7, 15. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00305-x>
- Buchheit, M. (2008a). 30-15 Intermittent Fitness Test et répétition de sprints. *Science & Sports*, 23(1), 26-28. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2007.12.002>

Buchheit, M. (2008b). The 30-15 intermittent fitness test : Accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 365-374. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181635b2e>

Buchheit, M. (2012). *Should We be Recommending Repeated Sprints to—ProQuest*. <https://www.proquest.com/docview/916740581?fromopenview=true&pq-origsite=gscholar&sourcetype=Scholarly%20Journals>

Buchheit, M., Dikmen, U., & Vassallo, C. (s. d.). *The 30-15 Intermittent Fitness Test – two decades of learnings*.

Buchheit, M., Hader, K., & Alberto, M.-V. (2012). Tolerance to high-intensity intermittent running exercise : Do oxygen uptake kinetics really matter? *Frontiers in Physiology*, 3. <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00406>

Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013a). High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle. *Sports Medicine*, 43(5), 313-338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>

Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013b). High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle : Part II: Anaerobic Energy, Neuromuscular Load and Practical Applications. *Sports Medicine*, 43(10), 927-954. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0066-5>

Buchheit, M., Laursen, P. B., Millet, G. P., Pactat, F., & Ahmaidi, S. (2007). Predicting Intermittent Running Performance : Critical Velocity versus Endurance Index. *International Journal of Sports Medicine*, 29, 307-315. <https://doi.org/10.1055/s-2007-965357>

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), 152-164. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.2.152>

Buchheit, M., & Rabbani, A. (2014). The 30-15 Intermittent Fitness Test versus the Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 : Relationship and sensitivity to training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 522-524. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2012-0335>

Burke, L. M., Kiens, B., & Ivy, J. L. (2004). Carbohydrates and fat for training and recovery. In *Food, Nutrition and Sports Performance II*. Routledge.

Cairns, S. P. (2006). Lactic acid and exercise performance : Culprit or friend? *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 36(4), 279-291. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636040-00001>

Callanan, D., Rankin, P., & Fitzpatrick, P. (2021). An Analysis of the Game Movement Demands of Women’s Interprovincial Rugby Union. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(Suppl 2), S20-S25. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004065>

Carle, A., & Nauright, J. (s. d.). *A Man’s Game? : Women Flaying Rugby Union in Australia*.

Clemente, F. M., Akyildiz, Z., Garrett, J., Beato, M., Yildiz, M., Birlik, S., & Moran, J. (2023). Testing the peak running speed in analytical and contextual-based scenarios : Applied research in

young adult soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 41(14), 1372-1382. <https://doi.org/10.1080/02640414.2023.2273085>

Collison, J., Debenedictis, T., Fuller, J. T., Gerschwitz, R., Ling, T., Gotch, L., Bishop, B., Sibley, L., Russell, J., Hobbs, A., & Bellenger, C. R. (2022). Supramaximal Interval Running Prescription in Australian Rules Football Players : A Comparison Between Maximal Aerobic Speed, Anaerobic Speed Reserve, and the 30-15 Intermittent Fitness Test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(12), 3409-3414. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004103>

Cometti, G. (2014). Le rugby du coté de la littérature. *Centre d'expertise de la performance*, 10, 2.

Curtis, C., Mitchell, S., & Russell, M. (2023). Match-Play Demands and Anthropometric Characteristics of National and International Women's Fifteen-a-side Rugby Union: A Systematic Scoping Review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 37(10), e569. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004526>

Davidow, D., Redman, M., Lambert, M., Burger, N., Smith, M., Jones, B., & Hendricks, S. (2020). The effect of physical fatigue on tackling technique in Rugby Union. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(11), 1105-1110. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.04.005>

Dellal, A., Keller, D., Carling, C., Chaouachi, A., Wong, D. P., & Chamari, K. (2010). Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3219-3226. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b94a63>

Du, G., & Tao, T. (2022). Effects of a paddling-based high-intensity interval training prescribed using anaerobic speed reserve on sprint kayak performance. *Frontiers in Physiology*, 13, 1077172. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1077172>

Dubois, R. (2017). *Effets de la charge de travail sur la performance et les caractéristiques physiologiques de rugbymen professionnels. Etude longitudinale*. [These de doctorat, Pau]. <https://theses.fr/2017PAUU3029>

Duthie, G., Pyne, D., & Hooper, S. (2003). Applied Physiology and Game Analysis of Rugby Union. *Sports Medicine*, 33(13), 973-991. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333130-00003>

Gabbett, T. J., & Jenkins, D. G. (2011). Relationship between training load and injury in professional rugby league players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(3), 204-209. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2010.12.002>

Glaister, M. (2005). Multiple sprint work : Physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 35(9), 757-777. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535090-00003>

Hansen, M., & Kjaer, M. (2016). Sex Hormones and Tendon. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 920, 139-149. https://doi.org/10.1007/978-3-319-33943-6_13

Haugen, T., & Buchheit, M. (2016). Sprint Running Performance Monitoring : Methodological and Practical Considerations. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 46(5), 641-656. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0446-0>

Hene, N. M., Basett, S., & Andrews, B. (2011, juin). Physical fitness profiles of elite women's rugby union players. *South African Journal for Research in Sport Physical Education and Recreation.*, 2-6.

Janetzki, S. J., Bourdon, P. C., Norton, K. I., Lane, J. C., & Bellenger, C. R. (2021). Evolution of Physical Demands of Australian Football League Matches from 2005 to 2017: A Systematic Review and Meta-Regression. *Sports Medicine - Open*, 7(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00301-1>

Keating, S. E., Johnson, N. A., Mielke, G. I., & Coombes, J. S. (2017). A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 18(8), 943-964. <https://doi.org/10.1111/obr.12536>

Kennett, D. C., Kempton, T., & Coutts, A. J. (2012). Factors Affecting Exercise Intensity in Rugby-Specific Small-Sided Games. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(8), 2037. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823a3b26>

Lacome, M. (2013). *Analyse de la tâche et physiologie appliquée au rugby : Etude de la fatigue associée à l'exercice maximal isométrique répété* [Phdthesis, UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON 1]. <https://theses.hal.science/tel-00912834>

Lago-Peñas, C., Lorenzo-Martinez, M., López-Del Campo, R., Resta, R., & Rey, E. (2023). Evolution of physical and technical parameters in the Spanish LaLiga 2012-2019. *Science & Medicine in Football*, 7(1), 41-46. <https://doi.org/10.1080/24733938.2022.2049980>

Laursen Paul & Buchheit Martin. (2019a). *Science and Application of High-Intensity Interval Training*. Human Kinetics.

Laursen Paul & Buchheit Martin. (2019b). *Science and Application of High-Intensity Interval Training*. Human Kinetics.

Mann, T. N., Lamberts, R. P., & Lambert, M. I. (2014). High responders and low responders : Factors associated with individual variation in response to standardized training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(8), 1113-1124. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0197-3>

Meignié, A., Duclos, M., Carling, C., Orhant, E., Provost, P., Toussaint, J.-F., & Antero, J. (2021). The Effects of Menstrual Cycle Phase on Elite Athlete Performance : A Critical and Systematic Review. *Frontiers in Physiology*, 12, 654585. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.654585>

Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO₂max Improvements : A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Sports Medicine*, 45(10), 1469-1481. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0365-0>

Moghaddam, M., Cervantes, M., Cheshier, B., & Jacobson, B. H. (2023). Sprint Interval Training on Stationary Air Bike Elicits Cardiorespiratory Adaptations While Being Time-Efficient. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 37(9), 1795. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004483>

Quarrie, K. L., & Hopkins, W. G. (2007). Changes in player characteristics and match activities in Bledisloe Cup rugby union from 1972 to 2004. *Journal of Sports Sciences*, 25(8), 895-903. <https://doi.org/10.1080/02640410600944659>

Quarrie, K. L., Hopkins, W. G., Anthony, M. J., & Gill, N. D. (2013). Positional demands of international rugby union : Evaluation of player actions and movements. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(4), 353-359. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.08.005>

Roberts, S. P., Trewartha, G., Higgitt, R. J., El-Abd, J., & Stokes, K. A. (2008). The physical demands of elite English rugby union. *Journal of Sports Sciences*, 26(8), 825-833. <https://doi.org/10.1080/02640410801942122>

Sahlin, K., Harris, R. C., & Hultman, E. (1975). Creatine kinase equilibrium and lactate content compared with muscle pH in tissue samples obtained after isometric exercise. *Biochemical Journal*, 152(2), 173-180. <https://doi.org/10.1042/bj1520173>

Sandford, G. N., Laursen, P. B., & Buchheit, M. (2021). Anaerobic Speed/Power Reserve and Sport Performance: Scientific Basis, Current Applications and Future Directions. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 51(10), 2017-2028. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01523-9>

Schoeman, R., Coetzee, D., & Schall, R. (2017). Analysis of Super Rugby from 2011 to 2015. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(3), 190-201. <https://doi.org/10.1080/24748668.2017.1314122>

Seitz, L. B., Rivière, M., de Villarreal, E. S., & Haff, G. G. (2014). The Athletic Performance of Elite Rugby League Players Is Improved After an 8-Week Small-Sided Game Training Intervention. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(4), 971. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a1f24a>

Should We be Recommending Repeated Sprints to—ProQuest. (s. d.). Consulté 25 décembre 2024, à l'adresse <https://www.proquest.com/docview/916740581?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true&sourcetype=Scholarly%20Journals>

Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 35(12), 1025-1044. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535120-00003>

Stone, N. M., & Kilding, A. E. (2009). Aerobic Conditioning for Team Sport Athletes. *Sports Medicine*, 39(8), 615-642. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939080-00002>

Virr, J. L., Game, A., Bell, G. J., & Syrotuik, D. (2014). Physiological demands of women's rugby union : Time-motion analysis and heart rate response. *Journal of Sports Sciences*, 32(3), 239-247. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.823220>

Wenger, H. A., & Bell, G. J. (1986). The Interactions of Intensity, Frequency and Duration of Exercise Training in Altering Cardiorespiratory Fitness. *Sports Medicine*, 3(5), 346-356. <https://doi.org/10.2165/00007256-198603050-00004>

Ziv, G., & Lidor, R. (2016). On-field Performances of Rugby Union Players—A Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(3), 881-892. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001129>

Annexe(s)

Pré test				
Joueuse	Pallier	Distance (m)	VO2 max (ml/kg/min)	VMA (Estimée)
Joueuse 1	14.3	560	49,538	14,15
Joueuse 2	14.1	480	48,258	13,79
Joueuse 3	14.5	640	50,818	14,52
Joueuse 4	16.5	1280	61,058	17,45
Joueuse 5	14.8	760	52,738	15,07
Joueuse 6	13.1	320	45,698	13,06
Joueuse 7	14.3	560	49,538	14,15
Joueuse 8	17.2	1480	64,258	18,36
Joueuse 9	15.6	1000	56,578	16,17
Joueuse 10	14.5	640	50,818	14,52
Joueuse 11	15.4	920	55,298	15,80
Joueuse 12	16.3	1200	59,778	17,08
Joueuse 13	14.5	640	50,818	14,52
Joueuse 14	14.3	560	49,538	14,15
Joueuse 15				
Joueuse 16	14.4	600	50,178	14,34
Joueuse 17	14.6	680	51,458	14,70
Joueuse 18	15.3	880	54,658	15,62
Joueuse 19	15.4	920	55,298	15,80
Joueuse 20	16.8	1400	62,978	17,99
Joueuse 21	14.8	760	52,738	15,07
Joueuse 22	14.8	740	52,418	14,98
Joueuse 23	14.3	560	49,538	14,15
Joueuse 24				
Joueuse 25	15.5	960	55,938	15,98
Joueuse 26	14.7	720	52,098	14,89
Joueuse 27	13.3	400	46,978	13,42
Joueuse 28	14.4	600	50,178	14,34
Moyenne		800,8	53,39	15,25
Mediane		700	51,778	14,79
Ecart type		297,32	4,76	1,36

Tableau 11 : Résultats pré test YO-YO IRI détaillés

Post test				
Joueuse	Pallier	Distance (m)	VO2 max (ml/kg/min)	VMA (Estimée)
Joueuse 1	14.8	760	52,74	15,07
Joueuse 2	13.3	400	46,98	13,42
Joueuse 3				
Joueuse 4	17.2	1480	64,26	18,36
Joueuse 5	15.1	800	53,38	15,25
Joueuse 6	13.3	400	46,98	13,42
Joueuse 7	14.3	560	49,54	14,15
Joueuse 8	17.5	1600	66,18	18,91
Joueuse 9				
Joueuse 10	15.4	920	55,30	15,80
Joueuse 11			15,00	
Joueuse 12	15.7	1040	57,22	16,35
Joueuse 13	15.1	800	53,38	15,25
Joueuse 14				
Joueuse 15	16.1	1120	58,50	16,71
Joueuse 16	14.6	680	51,46	14,70
Joueuse 17	15.7	1040	57,22	16,35
Joueuse 18				
Joueuse 19	15.8	1080	57,86	16,53
Joueuse 20	17.5	1600	66,18	18,91
Joueuse 21				
Joueuse 22				
Joueuse 23	14.5	640	50,82	14,52
Joueuse 24	14.6	680	51,46	14,70
Joueuse 25	16.1	1120	58,50	16,71
Joueuse 26				
Joueuse 27				
Joueuse 28	14.5	640	50,82	14,52
Moyenne		913,7	55,20	15,77
Mediane		800	53,38	15,25
Ecart type		362,77	10,62	1,66

Tableau 21 : Résultats post test YO-YO IRI détaillés

Effect size VMA groupe vitesse test wilcoxon apparié	
n	9
W	6
Moyenne théorique	22,5
Ecart type	8,44
score z	-1,95
r	0,65
P	0,051

Tableau 12 : Résultats test Wilcoxon et calcul de la taille d'effet et de p pour VMA du groupe vitesse

Effect size Vmax groupe vitesse test wilcoxon apparié	
n	9
W	6
Moyenne théorique	22,5
Ecart type	8,44
score z	-1,95
r	0,65
P	0,05

Tableau 13 : Résultats test Wilcoxon et calcul de la taille d'effet et de p pour V max du groupe vitesse

Effect size VMA groupe endurance test wilcoxon apparié	
n	7
W	2
Moyenne théorique	14
Ecart type	5,92
score z	-2,03
r	0,77
P	0,043

Tableau 14 : Résultats test Wilcoxon et calcul de la taille d'effet et de p pour VMA du groupe endurance

Effect size Vmax groupe endurance test wilcoxon apparié	
n	7
W	2
Moyenne théorique	14
Ecart type	5,92
score z	-2,03
r	0,77
P	0,043

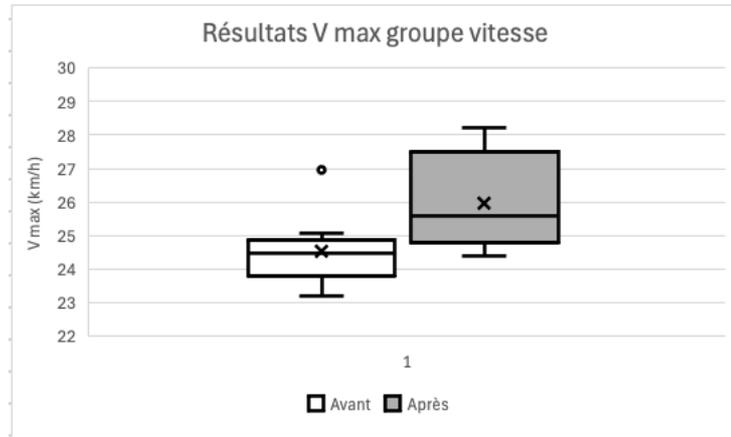
Tableau 15 : Résultats test Wilcoxon et calcul de la taille d'effet et de p pour V max du groupe endurance

Effect size Δ VMA inter-groupe test Mann et Whitney	
Moyenne	31,5
U	11,5
Ecart type	9,45
score z	-2,12
r	0,53
P	0,034

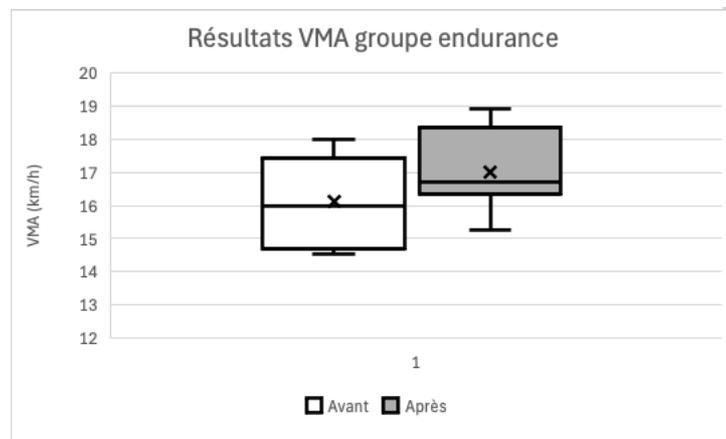
Tableau 16 : Résultats test Mann et Whitney et calcul de la taille d'effet et de p pour ΔVMA intergroupe

Effect size Δ Vmax inter-groupe test Mann et Whitney	
Moyenne	31,5
U	30
Ecart type	9,45
score z	-0,16
r	0,04
P	0,874

Tableau 17 : Résultats test Mann et Whitney et calcul de la taille d'effet et de p pour ΔV max intergroupe



Graphique 5 : Résultats tests Vmax groupe vitesse avant et après protocole



Graphique 6 : Résultats tests VMA groupe endurance avant et après protocole

Bloc 2 (Rameur)	
2 minutes -> 500 à 750 m (selon VO2 max)	
1 minute 30 s de repos	
2 minutes -> 500 à 750 m (selon VO2 max)	
1 minute 30 s de repos	
2 minutes -> 500 à 750 m (selon VO2 max)	
1 minute 30 s de repos	
2 minutes -> 500 à 750 m (selon VO2 max)	
Total 1 série	2 minutes
Total repos	6 minutes
Total	14 minutes

Tableau 19 : Exemple de séance HIIT en salle pour le groupe endurance

Bloc 1 (Assault bike)	
6 x 10 s sprint / 25 secondes de repos	
3 minutes de repos	
6 x 10 s sprint / 25 secondes de repos	
3 minutes de repos	
6 x 10 s sprint / 25 secondes de repos	
3 minutes de repos	
Total 1 série	2 minutes 30 s
Total repos	9 minutes
Total	16 minutes 30 s

Tableau 18 : Exemple séance HIIT en salle pour le groupe vitesse

Table 2: Yo-Yo Intermittent Recovery Test (Level 1) norms for adult WOMEN

FEMALES		
rating	meters	level
elite	> 1600	> 17.5
excellent	1320-1600	16.6-17.5
good	1000-1280	15.6-16.5
average	680-960	14.6-15.5
below average	320-640	13.1-14.5
poor	< 320	< 13.1

Tableau 20 : Norme pour adulte femme résultats YO-YO IRI

Résumé

Objectif : L'objectif de cette étude est d'observer les effets de l'individualisation de l'entraînement en HIIT établie à partir de profils physiologiques sur l'amélioration des performances aérobies et anaérobies des joueuses de rugby élites.

Méthode : 16 joueuses de rugby à XV de niveau élite ont été réparties dans deux groupes de travail. 9 joueuses constituent le groupe profil vitesse et 7 joueuses constituent le groupe profil endurance. Chaque groupe a suivi deux séances d'entraînement par intervalles de haute intensité (HIIT) par semaine pendant 6 semaines. Les contenus d'entraînement ont été adaptés en fonction des profils, visant l'amélioration de la qualité prédominante du groupe. Le groupe vitesse a suivi des séances de répétitions de sprint, comprenant généralement des séries de 5 à 7 sprints allant de 10 à 40 m séparés par des périodes de repos allant de 10 à 30 s. Entre les séries, les périodes de repos duraient de 2 minutes à 4 minutes.

Le groupe endurance a suivi des séances de type intervalles de longue durée allant jusqu'à 2 minutes 30 s d'effort, avec une intensité imposée en % de VMA. Les séances étaient parfois composées de séquences de jeux réduits pouvant durer jusqu'à 3 minutes. Les périodes de repos duraient entre 1 minute 30 s et 3 minutes.

À l'aide d'une analyse statistique nous réalisons une comparaison avant – après sur les performances aérobies et anaérobies des joueuses. Les performances anaérobies sont mesurées par le biais d'un test de vitesse maximale sur 40 m. Les performances aérobies sont contrôlées par le biais de la VMA estimée à partir du YO-YO IR1, test de nature intermittente.

Résultats : L'entraînement individualisé selon les profils a conduit à un même niveau d'amélioration de la vitesse maximale pour les deux groupes (taille de l'effet = 0,04). Cependant, le test de Mann et Whitney révèle une différence significative entre les deux groupes concernant les améliorations de VMA ($p = 0,03$). L'entraînement individualisé du groupe vitesse n'a pas engendré d'amélioration significative des performances aérobies mais a engendré une amélioration significative de la V_{max} sur 40 m ($p = 0,05$ et $ES = 0,65$).

L'individualisation de l'entraînement du groupe endurance a engendré des améliorations significatives des performances aérobies et anaérobies ($p = 0,043$ et $p = 0,043$). Un effet moyen a été calculé pour les deux variables ($ES = 0,77$).

Conclusion : L'individualisation de l'entraînement selon les profils physiologiques a permis d'observer des améliorations significatives des performances concernant les qualités prédominantes de chaque groupe. Ce travail nous renvoi des données intéressantes mais il serait intéressant d'approfondir le sujet avec des protocoles contenant plus de séances d'entraînement et des échantillons plus importants pour pouvoir observer l'influence de l'entraînement sur la qualité non prédominante du groupe.

Mots clés : HIIT – Profils - Rugby féminin – Performance

Compétences développées. :

- Cette saison forte d'enseignement et vecteur de responsabilisation, m'a permis d'acquérir une bonne **capacité d'adaptation** face à des événements imprévus ou changeant. La variabilité des missions qui m'ont été confiées ainsi que ce travail de recherche m'ont appris à **faire preuve d'une réflexion plus profonde** face aux problématiques que je rencontre. Enfin, ce travail m'a permis de **développer une démarche et une rigueur scientifique** qu'il me manquait.

Abstract

Objective : The aim of this study was to examine the effects of individualized high-intensity interval training (HIIT) based on physiological profiles on the improvement of aerobic and anaerobic performance in elite female rugby players.

Method : Sixteen elite-level rugby union players were divided into two groups: nine players in the "speed profile" group and seven in the "endurance profile" group. Each group completed two HIIT sessions per week over a period of six weeks. Training content was adapted to the physiological profile of each group, targeting the improvement of their predominant quality. The speed group followed sprint repetition sessions, typically composed of 5 to 7 sprints ranging from 10 to 40 meters, with rest intervals of 10 to 30 seconds between efforts and 2 to 4 minutes between sets.

The endurance group followed longer interval sessions of up to 2 minutes and 30 seconds at a prescribed intensity based on a percentage of MAS (Maximal Aerobic Speed). Some sessions included small-sided games lasting up to 3 minutes. Rest intervals ranged from 1 minute and 30 seconds to 3 minutes. A statistical analysis was conducted to compare pre- and post-intervention aerobic and anaerobic performance. Anaerobic performance was assessed via a 40-meter maximal sprint test, while aerobic performance was estimated using the MAS derived from the intermittent Yo-Yo IR1 test.

Results : Individualized training based on physiological profiles led to similar improvements in maximal sprint speed for both groups (effect size = 0.04). However, the Mann–Whitney test revealed a significant difference in MAS improvements between the two groups ($p = 0.03$). The individualized training in the speed group did not result in significant improvements in aerobic performance but did produce a significant improvement in V_{max} over 40 m ($p = 0.05$; ES = 0.65). In contrast, the individualized training of the endurance group led to significant improvements in both aerobic and anaerobic performance ($p = 0.043$ for both), with a medium effect size calculated for both variables (ES = 0.77).

Conclusion : Individualized training based on physiological profiles resulted in significant performance improvements in the predominant quality of each group. These findings are promising, but further research involving a greater number of sessions and larger sample sizes is needed to better assess the impact of training on non-dominant physical qualities.

Keywords : HIIT – Physiological profiles – Women's rugby – Performance