

Année universitaire 2024-2025

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

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

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

MEMOIRE

TITRE : Effet d'un entraînement individualisé basé sur le profil Accélération /Vitesse, sur la capacité de répétition de sprints chez des joueurs de handball du pôle espoirs.

Par : M. TO THI José

Sous la direction de : M. DAUSSIN Frédéric

Soutenu au Département des Sciences du Sport et
de l'Éducation Physique le : 27 juin 2025

« Le département des Sciences du Sport et de l'Éducation Physique de l'UFR3S n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les mémoires ; celles-ci sont propres à leurs auteurs. »

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de cette alternance et de ce mémoire qui m'a permis d'apprendre et d'évoluer vers ma future carrière professionnelle de préparateur physique.

Tout d'abord, je souhaite remercier la Faculté des Sciences du Sport et de l'Éducation Physique de Lille ainsi que la doyenne de l'UFR et responsable du Master 2 EOPS (Entraînement et Optimisation de la Performance Sportive), Mme. Murielle GARCIN, pour m'avoir permis de réaliser cette alternance et ce mémoire.

Merci à M. Frédéric DAUSSIN, maître de conférences à l'Université de Lille et directeur de ce mémoire, pour l'aide qu'il a pu m'apporter et pour ses conseils sur la rédaction de mon mémoire. Je le remercie également pour le temps qu'il m'a consacré tout au long de cette année.

Je tiens également à adresser mes remerciements à la Ligue de Handball des Hauts-de-France, notamment à mes futurs collègues de travail, M. Médi AIT BLAL (Responsable du pôle espoirs handball masculin d'Excellence) et M. Yohan DELATTRE (Coordinateur du pôle espoirs handball masculin d'Excellence), pour leur accueil, la confiance qu'ils m'ont accordée, et pour m'avoir permis de mettre en place mon expérimentation.

Ainsi que mes parents, mon frère, ma sœur et ma copine pour leur soutien constant et leurs encouragements.

Sommaire

1	Introduction.....	1
2	Revue de littérature	1
2.1	Le handball.....	1
2.1.1	Définition	1
2.1.2	Handball et performance	3
2.2	RSA.....	4
2.2.1	Définition	4
2.2.2	RSA et performance.....	5
2.2.3	Méthodes d'entraînement pour développer la RSA.....	6
2.3	Profil FV et AV.....	7
2.3.1	Définition	7
2.3.2	Profil AV et performance.....	10
2.3.3	Profil AV et entraînement	11
2.4	Problématique, Objectif et Hypothèses.....	12
2.4.1	Problématique	12
2.4.2	Objectif.....	13
2.4.3	Hypothèses	13
3	Matériel et Méthodes	14
3.1	Structure	14
3.2	Design expérimental	14
3.3	Critères d'inclusion	15
3.4	Critères d'exclusion	15
3.5	Population	16
3.6	Matériels et méthodes	16
3.6.1	Profil AV horizontal.....	17
3.6.2	Un test de répétition de sprints via les cellules photoélectriques <i>Witty Pro Microgate®</i> 18	
3.7	Protocole d'entraînement	19
3.8	Analyse statistique	20
4	Résultats.....	21
4.1	Comparaison de la force au sein des deux groupes	22
4.2	Comparaison de la vitesse au sein des deux groupes.....	23
4.3	Comparaison des deux groupes sur la capacité à répéter des sprints.....	24
4.4	Comparaison des deux groupes du temps de sprint sur 35 mètres.....	25
5	Discussion	26
5.1	Les résultats.....	26

5.2	Limites	28
5.3	Conclusions et perspectives	29
6	Bibliographie.....	31
7	Résumé.....	36
8	Abstract	38

Glossaire

GPS	Global Positioning System (Système de positionnement global)
TD	Total Distance (Distance totale)
TDC	Distance totale parcourue à des vitesses supérieures à 18 km·h⁻¹.
Accel	Accélération
Decel	Décélération
RSA	Repeated Sprint Ability (Capacité à répéter des sprints)
pH	Potentiel d'Hydrogène
SD	Standardized Differences (Différences standardisées)
CL	Confidence Limit (Intervalle de confiance)
FV	Force – Vitesse
AV	Accélération - Vitesse
HZT-Pmax	Puissance mécanique maximale dans la direction horizontale
HZT-F0	Production maximale de force horizontale
HZT-V0	Vitesse de course maximale
DRF	Decrease Rate of Force (Taux de diminution de force)
PCr	PhosphoCréatine
FI	Fatigue Index (Indice de fatigue)
Sdec	Score de décrémentation
RAST	Running Anaerobic Sprint Test (Test anaérobie de sprint en course)
m	Mètres
VBT	Velocity Based Training
1RM	1 Répétition Maximale
VMP	Vitesse Moyenne de Propulsion
PV	Perte de Vitesse
F₀	Force maximale théorique
V₀	Vitesse maximale théorique

1 Introduction

La réflexion autour de ce travail a commencé au pôle espoirs de handball des Hauts-de-France, où j'ai pu observer les séances d'entraînement et échanger avec l'entraîneur. L'approche individualisée, déjà mise en place au sein du pôle, m'a particulièrement interpellé, car elle reflète l'importance d'adapter les entraînements aux besoins spécifiques des athlètes. Cette observation m'a conduit à m'interroger sur l'impact potentiel d'un travail encore plus ciblé, basé sur le profil Accélération/Vitesse (AV), sur les capacités de répétition de sprints (RSA) et, par extension, sur l'optimisation performance sportive des joueurs.

Ce choix de sujet répond également à une démarche personnelle en lien avec mes aspirations professionnelles. En tant que futur préparateur physique, je souhaite optimiser l'individualisation des entraînements pour permettre aux polistes, de développer un profil physique spécifique et durable en lien avec les exigences de leur discipline. Ce profil vise à les préparer à performer au plus haut niveau. C'est pourquoi ce mémoire s'articule autour de la question suivante : Quel est l'effet d'un entraînement individualisé basé sur le profil AV, sur la RSA chez des handballeurs de haut niveau ?

L'objectif final est d'améliorer les qualités primaires de chaque athlète pour accroître leur qualité à répéter des sprints et, ainsi, optimiser leur performance globale.

2 Revue de littérature

2.1 Le handball

2.1.1 Définition

Le handball est un sport olympique et professionnel où s'affrontent deux équipes de sept joueurs, comprenant six joueurs de champ et un gardien de but, sur un terrain de 40 x 20 mètres. Ce jeu se distingue par des transitions offensives et défensives rapides, ainsi que par des contacts physiques réguliers, avec pour objectif principal de marquer plus de buts que l'équipe adverse au terme de deux périodes de 30 minutes chacune. Les joueurs doivent donc être en excellente condition physique pour enchaîner les actions nécessaires afin de surpasser leurs adversaires, tout en maintenant un rythme et une intensité élevés durant tout le match. Au cours d'une rencontre, ils réalisent divers mouvements de base (marche, course, saut, changements de direction) ainsi que des gestes spécifiques au handball, tels que la passe, la réception, le tir et le blocage. Dans le handball de haut niveau, chaque poste (arrière, pivot, ailier et gardien de but) correspond à des rôles distincts au sein de l'équipe, impliquant des schémas de

mouvement et des exigences physiques propres à chaque position (García-Sánchez et al. 2023 ; Ortega-Becerra, Belloso-Vergara, et Pareja-Blanco 2020).

Selon Wagner et al. (2014), la performance en handball est fortement influencée par les concepts tactiques, les facteurs sociaux et les aspects cognitifs. De plus, comme dans d'autres sports collectifs, des éléments tels que la nutrition, les maladies, les blessures, ainsi que les influences externes liées aux équipements et aux conditions environnementales peuvent également affecter les performances des joueurs et de l'équipe (Figure 1).

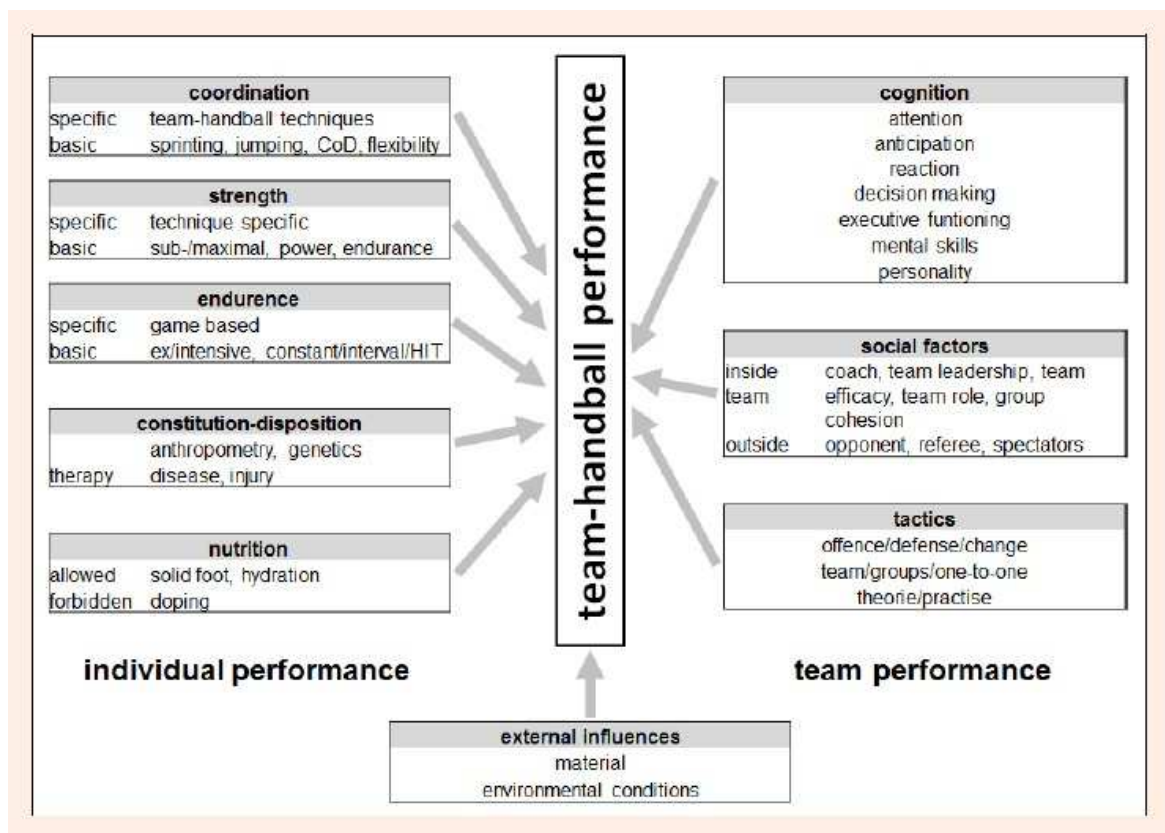


Figure 1 : Déterminants de la performance de handball en équipe.

2.1.2 Handball et performance

L'étude menée par Ortega-Becerra et al. (2020) vise à examiner les exigences physiques et physiologiques des joueurs de handball adolescents en comparant les paramètres de mouvement et les intensités d'exercice entre la première et la deuxième mi-temps, ainsi qu'au cours des différentes phases du match. Des mesures ont été réalisées lors de deux matchs amicaux joués sans remplacement par de jeunes joueurs de handball. L'analyse des performances a été effectuée à l'aide d'un système de positionnement global (GPS). Les auteurs ont mesuré plusieurs variables clés (Figure 2), notamment la distance totale parcourue, la distance parcourue à des vitesses élevées (par exemple, supérieures à 18 km·h⁻¹), ainsi que le nombre d'accélération, de décélération et de sprints. De plus, la mesure de la fréquence cardiaque a permis d'analyser les réponses physiologiques des joueurs pendant les phases d'effort intense.

Variables	1ère mi-temps	2ème mi-temps	p	Δ (%)
DT (m)	2394.2 ± 215.0	2128.7 ± 202.0	<0.001	-11.9
DT >18 km.h-1 (m)	126.8 ± 93.0	94.1 ± 56.3	0.003	-25.8
Accel (n)	45.2 ± 8.9	35.9 ± 9.8	<0.001	-20.6
Decel (n)	55.9 ± 11.7	47.1 ± 12.8	0.001	-15.7
Sprints (n)	31.1 ± 8.9	24.9 ± 7.6	0.011	-19.9
RSA ≤30s (n)	11.1 ± 5.5	8.1 ± 5.1	0.003	-27.0

Figure 2 : Performance de course et activités répétées de haute intensité durant chaque mi-temps chez les joueurs de handball adolescents. Les valeurs p indiquent des différences significatives entre les mi-temps. TD : Distance totale parcourue ; TDC>18 km·h⁻¹ : Distance parcourue à des vitesses supérieures à 18 km·h⁻¹ ; Accel : nombre d'accélération ; Decel : nombre de décélération ; Sprints : nombre de sprints ; RSA≤30s : répétition d'accélération entrecoupées d'un maximum de 30 s entre elles ; Δ : pourcentage de changement des différentes variables entre la première et la deuxième mi-temps.

L'analyse des données met en évidence une diminution significative de plusieurs indicateurs de performance physique entre la première et la deuxième mi-temps chez des joueurs adolescents de handball. La distance totale parcourue (DT) chute de 2394,2 ± 215,0 m à 2128,7 ± 202,0 m (-11,9 % ; $p < 0,001$), et la distance parcourue à plus de 18 km/h diminue de 25,8 % ($p = 0,003$), ce qui reflète une baisse de l'intensité de course. Les accélérations (-20,6 %), les décélération (-15,7 %), le nombre

total de sprints ($-19,9\%$) et surtout les sprints répétés en moins de 30 secondes ($\text{RSA} \leq 30\text{s}$: $-27,0\%$; $p = 0,003$) sont également significativement réduits. Ces résultats traduisent une altération progressive de la capacité des joueurs à reproduire des efforts de haute intensité au cours du match, en particulier leur capacité à répéter des sprints courts avec peu de récupération, c'est-à-dire la RSA.

Cette baisse de performance en deuxième mi-temps souligne l'importance du développement de la RSA dans la préparation physique des handballeurs. En effet, ce sport se caractérise par une forte densité d'efforts intermittents intenses, comme l'ont montré Starczewski et al. (2020) et Buchheit et al. (2010). L'amélioration de la RSA permet non seulement de maintenir un haut niveau de performance tout au long du match, mais aussi de répondre aux exigences du handball de haut niveau, où la répétition d'efforts courts et intenses est déterminante. Chez les joueurs de haut niveau, les exigences physiques sont particulièrement marquées : ils parcourent en moyenne 3664 ± 1122 mètres par match, avec une intensité de course de $84,8 \pm 17,2$ m/min. Ils réalisent également de nombreuses accélérations, décélérations et changements de direction intenses (jusqu'à 3,9 événements de haute intensité par minute), tout en maintenant une charge externe et interne élevée sur l'ensemble du match (García-Sánchez et al., 2023). Le développement de la RSA est donc fondamental pour atteindre ces standards et permettre aux joueurs non seulement de soutenir la fréquence et l'intensité des efforts répétés, mais aussi de se rapprocher des exigences du haut niveau, favorisant ainsi leur performance et leur réussite sur le terrain.

2.2 RSA

2.2.1 Définition

Les répétitions de sprints sont une composante essentielle des sports collectifs comme le handball, où les athlètes réalisent des efforts explosifs courts, tels que des sprints de 5 à 25 mètres, avec des changements de direction fréquents. Ces efforts se combinent souvent avec des mouvements de saut maximal, notamment après des courses intenses entrecoupées de brefs intervalles de récupération (Girard et al. 2011). La capacité à répéter ces séquences d'efforts explosifs, appelée RSA, est cruciale pour optimiser la performance des athlètes. En effet, améliorer cette aptitude influe directement sur le rendement global pendant les compétitions. Il est donc essentiel que les entraîneurs se concentrent sur l'amélioration de la RSA, afin de permettre aux joueurs de maintenir un haut niveau de performance tout au long des matchs, caractérisés par des sollicitations répétées (Charron et al., 2020).

D'un point de vue physiologique, la RSA est une qualité complexe, influencée par une interaction entre plusieurs facteurs neuromusculaires et métaboliques. Sur le plan neuromusculaire, la vitesse maximale de sprint est déterminée par l'activation des unités motrices et la force musculaire, mais aussi par la transmission neuronale efficace, qui permet une contraction rapide et puissante des muscles. Une activation optimale des unités motrices permet de générer une force importante lors de la phase de propulsion du sprint. Cependant, cette capacité de production de force peut être limitée par la fatigue musculaire, qui affecte la capacité à maintenir une vitesse élevée lors des répétitions successives (Collins et al., 2018).

Du point de vue métabolique, la récupération rapide de la phosphocréatine (PCr) joue un rôle clé. La PCr est une source d'énergie immédiate pour les sprints courts, et son épuisement rapide peut limiter la performance lors des sprints répétés. Une capacité accrue à resynthétiser la PCr entre les sprints permet de maintenir une intensité élevée sur plusieurs répétitions. La régulation des niveaux de lactate et d'ions H^+ (qui s'accumulent pendant les efforts intenses) est également cruciale, car une accumulation excessive de lactate peut entraîner une baisse du pH (potentiel d'Hydrogène) musculaire, limitant ainsi la production de force et la vitesse de contraction. La gestion efficace du transport Na^+/K^+ (sodium/potassium) est essentielle pour maintenir l'équilibre électrolytique et éviter la défaillance musculaire prématurée, permettant ainsi une meilleure performance au cours des séries de sprints (Ulupinar et al., 2024).

En somme, la performance en RSA est fortement corrélée à la capacité à gérer ces facteurs physiologiques, en particulier la vitesse maximale de sprint et l'efficacité de la récupération entre les répétitions. Une performance optimale dans les sprints répétés dépend de la combinaison d'une production maximale de force lors du premier sprint et de la capacité à récupérer rapidement pour maintenir cette performance sur plusieurs répétitions (Buchheit, 2012).

2.2.2 RSA et performance

Lors des RSA, la fatigue se traduit par une réduction de la vitesse maximale, une baisse de la puissance de pointe, ou une diminution du travail total réalisé. Pour évaluer la capacité à résister à cette fatigue, les chercheurs utilisent principalement deux indicateurs : l'indice de fatigue (FI) (Figure 3) et le score de décrémentation en pourcentage (Sdec) (Figure 4). Le FI est généralement défini comme la différence de performance entre le meilleur et le moins bon sprint au cours d'un test RSA (Girard et al. 2011).

$$FI = 100 \times \frac{(S_{\text{best}} - S_{\text{worst}})}{S_{\text{best}}}$$

S_{best} correspond au meilleur temps de sprint.
 S_{worst} correspond au moins bon temps de sprint.

Figure 3 : Équation de l'indice de fatigue.

$$S_{\text{dec}}(\%) = \left\{ 1 - \frac{(S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_{\text{final}})}{S_{\text{best}} \times \text{number of sprints}} \right\} \times 100$$

($S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_{10}$) étant l'addition de l'ensemble des temps de sprint réalisé.

Figure 4 : Équation du score de décrémentation.

Le Sdec présente l'avantage de considérer l'ensemble des sprints réalisés, tandis que le FI tend à être fortement influencé par des performances exceptionnelles, qu'elles soient très bonnes ou très mauvaises, lors du premier ou dernier sprint. Girard et al. (2011) ont conclu que le Sdec constitue l'approche la plus fiable et valide pour évaluer la fatigue lors des tests de RSA.

2.2.3 Méthodes d'entraînement pour développer la RSA

La RSA constitue une qualité fondamentale pour les sports collectifs tels que le handball, où les athlètes doivent répéter des sprints courts et explosifs avec des périodes de récupération relativement courtes (≤ 60 secondes), tout en maintenant un haut niveau de performance. Cette capacité repose sur des facteurs neuromusculaires, notamment l'activation musculaire et le recrutement des unités motrices, ainsi que sur des facteurs métaboliques tels que la récupération de la PCr et la capacité tampon des ions Hydrogène (H^+). L'amélioration de la RSA est cruciale pour répondre aux exigences intermittentes des matchs, permettant ainsi d'optimiser les performances dans les phases critiques de jeu (Girard et al., 2011).

Une récente méta-analyse de Liu et al. (2024), incluant 13 études et 422 athlètes, a exploré les effets de différentes méthodes d'entraînement sur la RSA, comparant l'entraînement combiné (CT – Combined Training) à l'entraînement en mode unique (SGL – Single Mode Training) et à un groupe témoin actif (CON). Les résultats ont montré que le CT, en particulier la combinaison d'entraînement pliométrique et de sprints (PT + ST), était la méthode la plus efficace pour améliorer la RSA. Ce type d'entraînement a conduit à des améliorations significatives de la performance moyenne et de la meilleure performance lors des tests de sprints répétés. Ces effets peuvent s'expliquer par des adaptations

spécifiques, telles que l'amélioration de la capacité du cycle étirement-raccourcissement et la régulation des ions H^+ .

Parmi les autres méthodes d'entraînement, l'entraînement pliométrique (PT) se distingue par son impact positif sur la force explosive et la coordination intermusculaire, optimisant ainsi les performances de sprint unique (Chaabene et al., 2021). L'entraînement en résistance (RT), quant à lui, améliore la force musculaire et la capacité de travail lors des sprints répétés, avec une augmentation notable de la performance du premier sprint (+8 à 9%). En complément, l'entraînement par intervalles à haute intensité (HIIT) et l'entraînement de sprint (ST) contribuent à améliorer la récupération entre les sprints grâce à une meilleure capacité aérobie et une augmentation du $VO_2\text{max}$. Enfin, la combinaison de ces méthodes dans un programme structurant permet de cibler efficacement les limitations neuromusculaires et métaboliques de la RSA (Liu et al., 2024).

L'étude de Liu et al. (2024), souligne l'importance de la personnalisation et de la périodisation des programmes d'entraînement en fonction des besoins individuels des athlètes et des exigences spécifiques à leur sport. En particulier, l'intégration du profil Force/Vitesse (FV) dans la conception des programmes pourrait offrir des pistes précieuses pour adapter les stratégies d'optimisation de la RSA, en ciblant à la fois les qualités neuromusculaires et les besoins spécifiques liés au poste.

2.3 Profil FV et AV

2.3.1 Définition

La puissance et la force jouent un rôle crucial dans l'atteinte de performances sportives optimales. Leur évaluation et leur développement constituent donc une priorité pour les professionnels de la préparation physique, que ce soit pour juger de l'efficacité d'un programme d'entraînement, repérer des aptitudes sportives spécifiques, diagnostiquer des points faibles ou suivre la progression de la récupération après une blessure (Boehringer & Whyte, 2019). Parmi les outils récents à la disposition des entraîneurs, le profil FV suscite un intérêt croissant pour optimiser la prescription d'entraînements individualisés. Il repose sur l'idée qu'il existe un profil optimal de production de force et de vitesse propre à chaque athlète, permettant d'adapter les charges et contenus d'entraînement afin de maximiser la performance, la prévention des blessures et les gains en explosivité (Lindberg et al., 2021).

Cependant, bien que le terme "profil FV" soit couramment utilisé, il est essentiel de noter que les données de base utilisées pour établir ce profil sont généralement issues de mesures de vitesse et

d'accélération. Dans le cadre de l'analyse terrain, ce que l'on mesure concrètement est donc un profil AV, à partir duquel on déduit les composantes de force en appliquant les lois de la dynamique ($F = m \times a$). Ce lien méthodologique a été mis en évidence par Morin et al. 2021 qui ont proposé un protocole réalisable directement sur le terrain, permettant de construire des profils AV individuels à partir de données de vitesse issues de systèmes GPS. Leur travail montre que ces profils sont à la fois fiables et utilisables pour analyser précisément les qualités mécaniques en sprint, tout en évitant les contraintes matérielles liées à l'utilisation de plateformes de force ou de systèmes de capture vidéo en laboratoire. De plus, Alonso-Callejo et al. 2023 ont confirmé la validité et la fiabilité de l'utilisation du profil AV pour évaluer indirectement les paramètres du profil FV dans un contexte d'évaluation de terrain.

L'approche de profilage puissance-force-vitesse repose sur deux relations fondamentales (Figure 5) : la relation force-vitesse (linéaire) et la relation puissance-vitesse (parabolique). Ces relations caractérisent les capacités mécaniques maximales du système neuromusculaire des membres inférieurs.

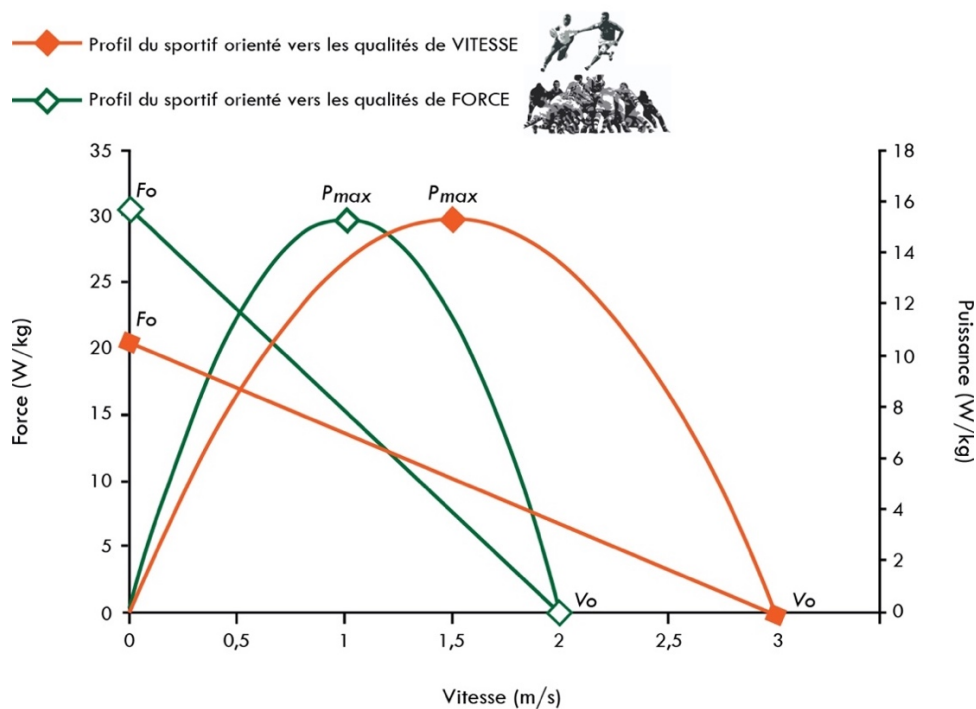


Figure 5 : Relation force-vitesse (linéaire) et puissance-vitesse (parabolique) typiques des extenseurs des membres inférieurs pour deux sportifs présentant la même puissance maximale mais des profils FV différents : un profil FV orienté vers les qualités de force (F0, production de force maximale à vitesse faible, lignes vertes) et un profil orienté vers les qualités de vitesse (V0, production de force à vitesse élevée, lignes orange).

L'approche de profilage puissance-force-vitesse repose sur les relations force-vitesse et puissance-vitesse, qui caractérisent les capacités mécaniques maximales du système neuromusculaire des membres inférieurs (Morin & Samozino, 2016). À partir de la relation AV, plusieurs paramètres clés permettent d'évaluer la performance d'un athlète dans un contexte de sprint. Parmi ces paramètres, la **production maximale de force horizontale** (HZZT-F0) est un indicateur essentiel de la capacité à générer une grande force au départ du sprint, ce qui permet une impulsion initiale plus rapide. Une production plus élevée de force, exprimée par la valeur de HZZT-F0, est liée à une meilleure capacité à accélérer rapidement sur de courtes distances.

La **vitesse maximale théorique** (HZZT-V0), quant à elle, détermine la capacité de l'athlète à atteindre des vitesses élevées en maintenant une production de force horizontale. Bien que la vitesse réelle soit influencée par plusieurs facteurs, HZZT-V0 donne une idée de la vitesse que l'athlète pourrait atteindre dans des conditions idéales, sans résistance mécanique. Elle représente également l'aptitude à maintenir une production de force élevée à des vitesses de sprint maximales.

Un autre paramètre clé est la **puissance mécanique maximale** (HZZT-Pmax), qui correspond à la capacité de l'athlète à produire de la puissance horizontale. Cette puissance est essentielle pour les sprints, en particulier lors des phases d'accélération, où l'athlète doit générer une grande quantité de force rapidement tout en maintenant une vitesse élevée.

Le ratio de force (RF) évalue l'efficacité mécanique de l'athlète dans l'application de la force. Plus la valeur du RF est élevée, plus l'athlète applique efficacement la force vers l'avant, maximisant ainsi l'accélération. Le ratio de force maximale (RFmax) représente l'efficacité maximale de la production de force, spécifiquement au début du sprint, et est un indicateur clé de la capacité de l'athlète à démarrer rapidement. Il est calculé selon la formule :

$$RF = \frac{F_h}{F_{res}}$$

Où F_h est la composante horizontale de la force et F_{res} la force résultante totale produite.

Enfin, le **taux de diminution de la force** (DRF) décrit la perte d'efficacité dans l'application de la force à mesure que la vitesse augmente. Un faible taux de diminution indique que l'athlète est capable de maintenir une bonne production de force même à des vitesses plus élevées, ce qui est un facteur déterminant pour maintenir la performance sur des distances plus longues.

2.3.2 Profil AV et performance

Les recherches montrent qu'en plus de la HZT-F0, la performance sur 100 mètres est fortement influencée par la capacité à appliquer des forces importantes dans la direction horizontale. Pour des sprints plus courts (10 à 20 mètres), cette capacité devient encore plus déterminante, la production de la HZT-F0 jouant un rôle prépondérant. Selon Morin & Samozino. (2016), il est possible d'établir un profil AV à partir de paramètres simples : la masse corporelle, la taille de l'athlète et un transducteur de position linéaire. Cette méthode offre un diagnostic précis et favorise l'individualisation des interventions d'entraînement, permettant ainsi d'optimiser la préparation physique en fonction des besoins spécifiques des athlètes.

Un profil AV peut être orienté davantage vers la production de force ou vers la vitesse, en fonction des caractéristiques spécifiques de l'athlète. Cette orientation est influencée par plusieurs facteurs, tels que les exigences de la discipline sportive ou le poste occupé par le joueur (Haugen et al., 2019). Par exemple, dans des sports comme le rugby ou le handball, les avants ou pivots peuvent privilégier une dominante force pour maximiser leurs performances dans les phases de contact, tandis que les joueurs d'ailes, souvent sollicités pour des courses rapides sur de longues distances, nécessitent une dominante vitesse. La compréhension de ces différences permet d'individualiser l'entraînement et d'optimiser les performances en fonction des besoins spécifiques de chaque athlète (Colombo, 2022).

Un exemple concret de ces principes est fourni par les données de deux joueurs d'une équipe d'élite de rugby (Figure 6). Bien qu'ils aient des performances similaires sur 20 mètres et une puissance mécanique horizontale maximale comparable, leurs profils AV sont opposés. Le joueur C possède une plus grande capacité de production de force horizontale, surtout au début du sprint, grâce à une meilleure efficacité d'application de la force au sol. Cependant, sa diminution du rapport de force est plus rapide, ce qui signifie qu'il perd plus rapidement en efficacité à mesure que la vitesse augmente, contrairement au joueur D, dont la vitesse maximale est plus élevée.

L'entraînement du joueur D doit se concentrer sur le développement de la HZT-F0. Sur le plan de la prévention des blessures, cela suggère que le joueur D pourrait tirer un meilleur bénéfice d'exercices visant la force horizontale. Une diminution de son temps d'exposition à des sprints à haute vitesse pourrait contribuer à réduire le risque de blessures.

Cela permet d'adopter une approche plus ciblée, augmentant ainsi l'efficacité de l'entraînement tout en renfonçant la prévention.

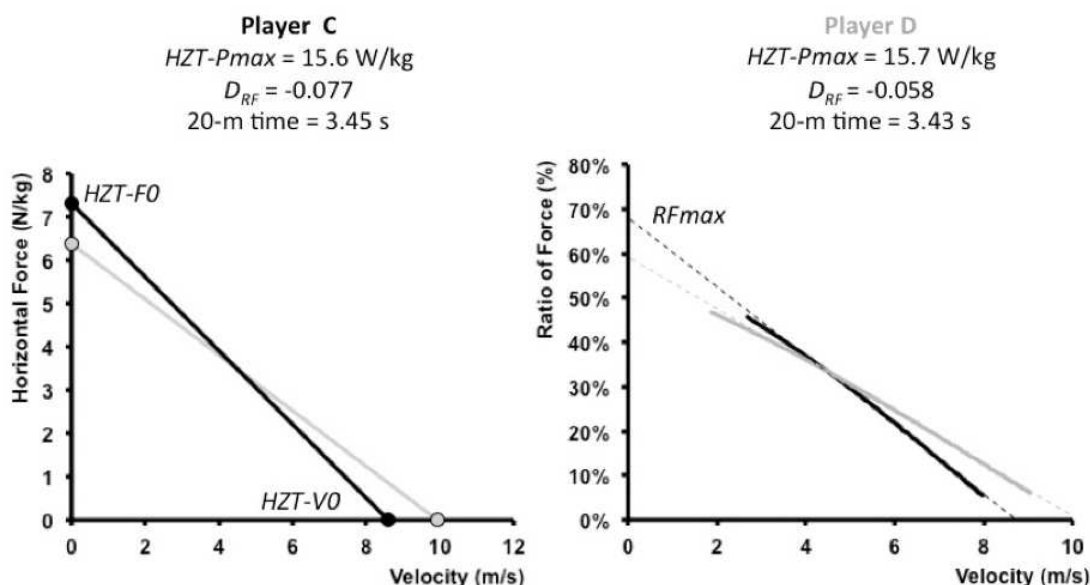


Figure 6 : Profils force-vitesse horizontaux de 2 joueurs de rugby de haut niveau (masse corporelle pour C, 108,8 kg, et D, 86,1 kg) obtenus lors de sprints maximaux de 30 m. Les deux joueurs ont atteint leur vitesse de course maximale avant le marquage des 30 m. Abréviations : HZA-Pmax, puissance mécanique maximale dans la direction horizontale ; DRF, taux de diminution du rapport de force avec l'augmentation de la vitesse pendant l'accélération du sprint ; HZA-F0, production maximale de force horizontale ; HZA-V0, vitesse de course maximale.

2.3.3 Profil AV et entraînement

Le profil AV est un outil précieux pour évaluer les capacités physiques des athlètes, en identifiant leurs points forts et leurs faiblesses dans la production de force à différentes vitesses. Ce concept est au cœur de l'entraînement basé sur la vitesse, ou « Velocity Based Training » (VBT), qui ajuste l'intensité de l'entraînement en fonction de la vitesse concentrique moyenne pour optimiser la production de force dans une zone de vitesse ciblée. Contrairement aux méthodes traditionnelles basées sur un pourcentage fixe de la répétition maximale (1RM), le VBT permet une individualisation précise de la charge de travail. En ajustant la charge en temps réel en fonction de la vitesse de mouvement, cette approche s'adapte aux fluctuations de performance dues à la fatigue, à l'état physique ou à la récupération de l'athlète. Cette flexibilité améliore la précision du contrôle de la charge et de l'intensité, permettant de mieux gérer la fatigue accumulée au cours des séances, d'éviter le surentraînement et de maximiser les gains de force tout en préservant l'intégrité physique de l'athlète. Ainsi, le VBT offre une réponse plus

adaptée aux besoins individuels des athlètes et une meilleure gestion des variations physiologiques au cours de l'entraînement (Colombo, 2022).

Selon la méta-analyse de Held et al. (2022), les approches basées sur une perte de vitesse contrôlée, faible (lowVL, $\leq 20\%$) ou élevée (highVL, $> 20\%$), surpassent généralement les méthodes traditionnelles en termes d'amélioration de la force, des performances de saut et de sprint. L'entraînement lowVL s'est avéré particulièrement efficace pour développer la force et la performance au saut tout en réduisant les niveaux de fatigue et en préservant les fibres musculaires rapides de type IIX. En revanche, le highVL, bien que légèrement moins performant pour les sauts, s'est distingué par son efficacité à améliorer la vitesse, notamment lors de sprints courts.

Ainsi, le VBT offre des avantages significatifs pour optimiser les performances sportives en adaptant les charges et résistances aux besoins spécifiques des athlètes. Il constitue une stratégie clé pour développer la puissance explosive et la vitesse tout en minimisant les risques de surcharge, renforçant son rôle indispensable dans les programmes d'entraînement modernes.

En lien avec cette approche, l'étude de Morin & Samozino. (2016) souligne qu'un programme d'entraînement visant à améliorer l'accélération en sprint devrait se concentrer sur l'augmentation de la HZT-Pmax en optimisant ses composants, tels que HZT-F0 et la vitesse maximale de course. Cela nécessite d'analyser les profils individuels des joueurs pour mieux personnaliser l'entraînement en fonction des distances à optimiser. En combinant les profils verticaux et horizontaux, il devient possible d'identifier les facteurs clés influençant la HZT-F0, qui résulte de l'interaction entre la force globale de l'athlète et sa capacité à transférer cette force au mouvement spécifique du sprint. Une HZT-F0 élevée dépend d'une bonne puissance maximale vertical (VTC-Pmax) et d'un transfert efficace de la force verticale vers l'horizontal, tandis qu'une faible HZT-F0 peut indiquer un mauvais transfert, même en présence d'une VTC-Pmax élevée.

2.4 Problématique, Objectif et Hypothèses

2.4.1 Problématique

Au vu de la littérature et des différentes notions sur le sujet, plusieurs éléments ont orienté la formulation de ma problématique. D'une part, il a été démontré que la performance dans les RSA est influencée par des facteurs physiologiques complexes, notamment la production de force maximale et la capacité à récupérer rapidement la PCr entre chaque sprint (Morin & Samozino, 2016). Ces éléments sont directement liés au profil AV, qui permet de différencier les athlètes selon leur capacité à produire

de la force à différentes vitesses. D'autre part, les recherches sur l'individualisation de l'entraînement, notamment par le biais du VBT, montrent qu'adapter l'intensité et la charge de travail en fonction du profil spécifique de chaque athlète permet de maximiser les gains de force tout en optimisant la récupération et en réduisant le risque de fatigue excessive (Colombo, 2022).

À partir de ces données, ma réflexion s'est orientée vers l'importance de l'individualisation du profil AV des joueurs de handball. En effet, étant donné les différences notables entre les athlètes, tant sur le plan de la production de force horizontale que de la vitesse, il semble pertinent de se demander comment une telle individualisation peut influencer RSA sur le terrain. Dans cette optique, il est essentiel de souligner que la musculation constitue une composante importante de leur planification d'entraînement. Ainsi, évaluer les effets spécifiques d'un entraînement individualisé en musculation sur la performance en situation de jeu permettrait d'interroger la notion de transfert, et d'optimiser les contenus au service des exigences du handball.

Ma problématique est la suivante : L'individualisation de l'entraînement basé sur le profil Accélération/Vitesse des handballeurs du pôle espoirs influence-t-elle leur capacité à répéter des sprints ?

2.4.2 Objectif

L'objectif qui en découle est d'analyser si un entraînement individualisé, basé sur le profil Accélération/Vitesse des handballeurs, permet d'améliorer leur capacité à répéter des sprints à haute intensité.

2.4.3 Hypothèses

Une fois mon objectif défini, j'ai émis les hypothèses suivantes :

- Hypothèse principale : Un entraînement individualisé, adapté au profil AV de chaque joueur, permettra d'améliorer leur RSA, en ciblant le développement de leurs qualités dominantes.
- Hypothèse secondaire : Les athlètes présentant un profil orienté vers l'accélération obtiendront, à l'issue de l'intervention, de meilleures performances en RSA que ceux dont le profil orienté vers la vitesse.

3 Matériel et Méthodes

3.1 Structure

Je réalise cette alternance au sein du pôle espoirs de Handball de Dunkerque. Il est placé sous l'égide de la Fédération Française de Handball, ce pôle constitue le second niveau du parcours de performance pour les jeunes handballeurs, en combinant les catégories "accession" et "excellence" (Figure 7). Les infrastructures dédiées permettent d'assurer un suivi sportif, scolaire et médical optimal.

Infrastructure :

- Stades de Flandres (Dunkerque)

A noter qu'il existe un partenariat avec l'établissement scolaire suivant :

- Lycée Jean Bart (Dunkerque)

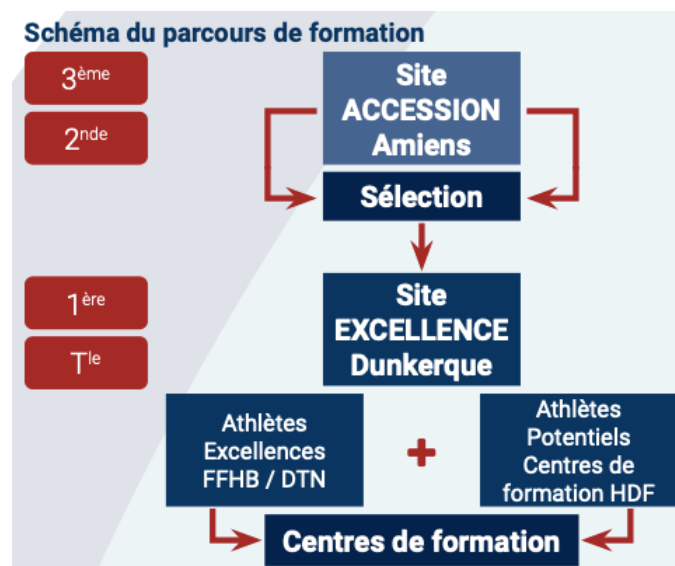


Figure 7 : Schéma du parcours de formation.

Le pôle espoirs de Dunkerque vise à préparer les jeunes athlètes à intégrer les équipes de haut niveau tout en leur permettant de réussir leur projet scolaire, dans le cadre d'un double projet exigeant et formateur.

3.2 Design expérimental

Cette étude a été menée auprès de deux échantillons non appariés, dans le but d'évaluer les effets d'un protocole d'individualisation du profil AV sur la RSA chez des joueurs de handball. Le premier groupe, désigné comme le groupe « FORCE », était composé de neuf joueurs, tout comme le second groupe, nommé « VITESSE ».

Deux cycles de sept semaines ont été réalisés. Le premier cycle correspondait à la condition contrôle, tandis que le second cycle représentait la condition expérimentale (Figure 8) :

- La première session, dite initiale, avait pour but d'établir un diagnostic afin de déterminer le niveau de départ de l'ensemble des participants.
- La deuxième session, conduite à l'issue du premier cycle, permettait d'observer l'évolution des performances dans un contexte sans individualisation, servant ainsi de référence.
- Enfin, la troisième session, réalisée à la fin du second cycle, constituait une évaluation sommative visant à analyser les effets de l'intervention individualisée, en comparant les résultats obtenus avec ceux des sessions précédentes.

Cet agencement méthodologique avait pour objectif de permettre une comparaison rigoureuse entre les deux cycles, assurant ainsi la validité et la fiabilité des résultats obtenus.

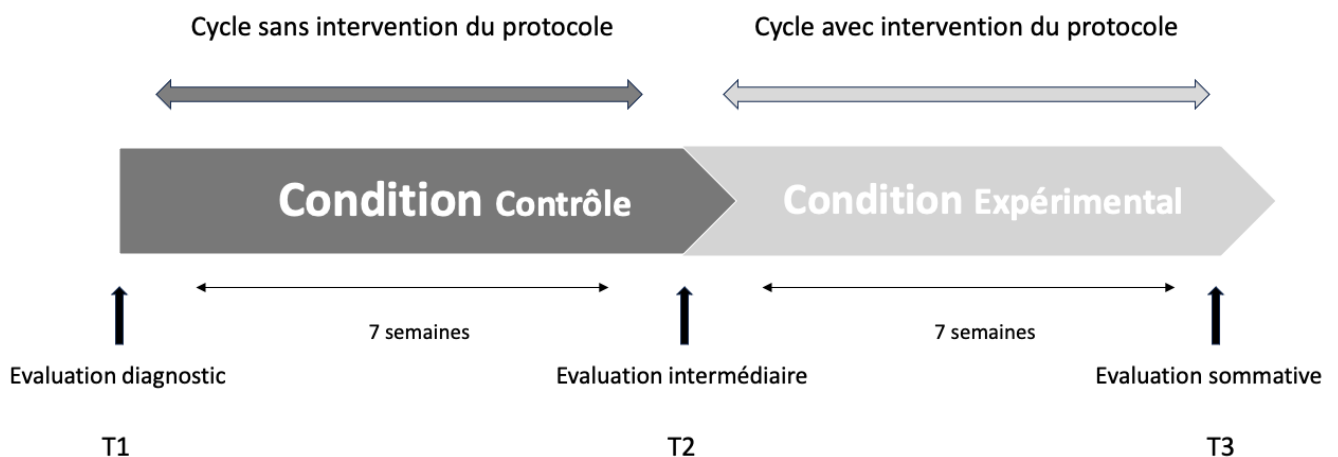


Figure 8 : Schéma illustrant les sessions de tests : Test 1 (T1), Test 2 (T2), Test 3 (T3)

3.3 Critères d'inclusion

Tous nos sujets étaient des joueurs de handball de haut niveau, âgés de $16 \pm 0,9$ ans, n'ayant jamais suivi de protocole d'individualisation de leur profil ni subi de blessures graves au cours des dernières années.

3.4 Critères d'exclusion

Tous les joueurs de handball qui ont déjà effectués un protocole d'individualisation de leur profil ou participés à d'autres activités sportives en dehors du handball pouvant nuire à la collecte de données, et les blessés sont exclus.

3.5 Population

Pour notre étude, nous avons retenu dix-huit joueurs sur les vingt-deux du pôle espoirs, âgés de $16 \pm 0,9$ ans, avec une taille moyenne de $185,5 \pm 5,9$ cm et un poids moyen de $77,4 \pm 13$ kg (Tableau 1). Quatre joueurs ont été exclus du protocole en raison de blessures survenues avant la passation des tests. Les participants, ayant plus de deux ans d'expérience dans le handball, ont été recrutés au sein d'une structure de haut niveau. Ces athlètes s'entraînent six fois par semaine, en plus d'une ou deux compétitions hebdomadaires, et suivent leurs cours scolaires réguliers chaque semaine.

Les joueurs ont été répartis en deux groupes distincts à partir des résultats obtenus lors du test de profil AV, selon une méthode de discrimination basée sur la moyenne des valeurs de force et de vitesse. Plus précisément, la moyenne du paramètre force (F_0) et celle du paramètre vitesse (V_0) avaient été calculées sur l'ensemble des joueurs. Les joueurs dont la valeur de F_0 était supérieure à la moyenne du groupe ont été classés dans le groupe FORCE, tandis que ceux dont la V_0 était supérieure à la moyenne ont été classés dans le groupe VITESSE.

Cette méthode de répartition a permis de proposer des contenus d'entraînement individualisés, ciblant les qualités dominantes de chaque groupe, dans le but d'optimiser leur capacité à répéter des sprints.

Variables	Groupe FORCE (n=9)	Groupe VITESSE (n=9)
	Moyenne $\pm$ Ecart-type	Moyenne $\pm$ Ecart-type
Âge (ans)	$16 \pm 0,9$	$16 \pm 0,8$
Poids (kg)	$77,4 \pm 13$	$73,1 \pm 6,8$
Taille (cm)	$185,5 \pm 5,9$	$183,8 \pm 5,1$

Tableau 1 : Données anthropométriques.

3.6 Matériels et méthodes

Les sujets réalisé un test de profil AV avec un dispositif motorisé de résistance au sprint, le 1080 Sprint (*1080 Motion, Stockholm, Suède*) puis un test répétition de sprint via les cellules photoélectriques de la marque Witty Pro (*Microgate®, Bolzano, Italie*). Lors des trois sessions de test, les joueurs de handball ont réalisé le même protocole d'échauffement standardisé comportant de la mobilité articulaire et du renforcement musculaire. Cet échauffement visait à préparer l'organisme à de nouvelle adaptation physiologique avec un objectif de réduire les risques de blessure et d'améliorer les performances du sportif (Ding et al., 2022).

Avant la session des mesures, les outils utilisés ont été présentés aux joueurs et un essai sur la fonctionnalité des tests a été réalisé.

3.6.1 Profil AV horizontal

Pour évaluer le profil AV horizontal des membres inférieurs de chaque joueur, nous avons utilisé un dispositif motorisé de résistance au sprint, le 1080 Sprint (Figure 9). L'étude de (Rakovic et al., 2022) montre que ce système intègre une technologie avancée de traînée adaptative, permettant de fournir une résistance totalement contrôlée dans les phases résistées et assistées du mouvement.

L'appareil était capable d'enregistrer le temps de fonctionnement avec une précision de 0,01 seconde, ainsi que les valeurs moyennes et maximales de plusieurs variables essentielles, telles que :

- La force (exprimée en Newtons [N]),
- La puissance de sortie (exprimée en Watts [W]),
- La vitesse de déplacement de l'athlète (exprimée en mètres par seconde [m/s]).



Figure 9 : 1080 Sprint motion 1

Le test du profil AV a été réalisé à l'aide du dispositif 1080 Sprint dans un gymnase, impliquant 18 joueurs au total. Afin d'optimiser l'organisation et de garantir une passation fluide, les joueurs ont été convoqués par groupes de cinq. Avant le début du test, chaque joueur a été mesuré pour sa taille et pesé afin d'ajuster les paramètres nécessaires aux calculs ultérieurs. Suite à ces préparatifs, les joueurs ont effectué un échauffement standardisé incluant des activations générales, des exercices de mobilité dynamique et des déplacements spécifiques.

Chaque joueur a ensuite réalisé deux sprints de 40 mètres (m), avec un temps de récupération d'au moins trois minutes entre chaque sprint pour minimiser l'impact de la fatigue sur les performances. Le dispositif a permis de recueillir des données précises sur les performances de chaque joueur, notamment leurs temps sur les distances intermédiaires de 10 m, 20 m, 30 m et 40 m.

3.6.2 Un test de répétition de sprints via les cellules photoélectriques *Witty Pro Microgate®*

Nous avons utilisé des cellules photoélectriques de la marque *Witty Pro Microgate®* (Figure 10).



Figure 10 : Cellules photoélectriques *Witty Pro Microgate®*.

Pour évaluer les performances aux répétitions de sprints, nous utilisons le Running Anaerobic Sprint Test (RAST). Le RAST a été développé en 1997 par Draper et Whyte pour fournir un moyen de déterminer la puissance anaérobie. Il consistait à effectuer six sprints de 35 m avec des intervalles de repos de 10 secondes (Burgess et al., 2016).

Le test RAST a été utilisé pour mesurer la RSA. Les cellules photoélectriques, placées à une hauteur de taille et espacées de 35 m, permettaient de mesurer avec précision le temps de chaque sprint (**Figure 11**).

Le test s'est déroulé dans un environnement contrôlé au sein d'un gymnase. Les joueurs ont commencé par un échauffement standardisé incluant des exercices généraux et spécifiques. Ils étaient ensuite appelés individuellement pour réaliser le test. Chaque sprint débutait à 0,3 m derrière la première cellule photoélectrique, afin d'éviter tout déclenchement prématuré du signal laser et de garantir la précision des mesures. Un compte à rebours de 3 secondes était donné avant chaque départ, et les périodes de repos de 10 secondes étaient surveillées par le préparateur physique.

Les mesures comprenaient les temps enregistrés lors des six sprints effectués par chaque joueur, ainsi que le Sdec, un indicateur permettant d'évaluer la perte de performance au fil des répétitions. Le Sdec a été calculé selon la formule suivante (Girard et al., 2011) :

$$S_{dec}(\%) = \{1 - (S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_{final}) / S_{best} \times \text{nombre de sprints}\} \times 100$$

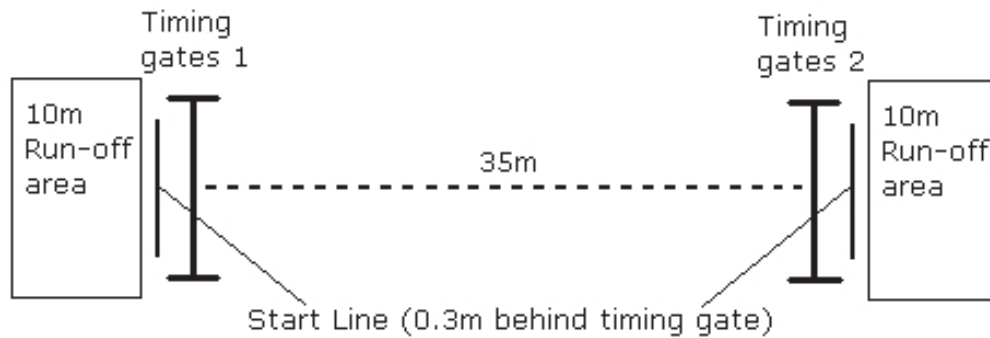


Figure 11 : Running-Based Anaerobic Sprint Test.

3.7 Protocole d'entraînement

Dans le cadre de ce protocole (Figure 13), des exercices polyarticulaires du bas du corps tels que le squat et les fentes ont été intégrés trois fois par semaine, avec une modulation des charges avec une VBT selon le profil AV de chaque joueur : le groupe FORCE travaillait à basse vitesse ($VMP \leq 0,5$ m/s) avec des charges lourdes, tandis que le groupe VITESSE s'entraînait à haute vitesse ($VMP \geq 1,0$ m/s) avec des charges légères (**Figure 12**). Ce cycle d'individualisation, mené sur 7 semaines, visait à optimiser le développement spécifique des qualités neuromusculaires ciblées tout en limitant la fatigue et le risque de blessure.

	Raideur				Puissance				Élasticité		
	100 %	90 %	80 %	70 %	60 %	50 %	40 %	30 %	20 %	10 %	0 %
	Force absolue (maximale)		Force accélérative		Force vitesse (puissance vitesse)		Vitesse force (puissance vitesse)		Force de démarrage (vitesse)		
	80 %-100 % 1RM		60 %-80 % 1RM		40 %-60 % 1RM		20 %-40 % 1RM		Poids de corps 20 % 1RM		
Plages de vitesse du bas du corps	<0.50 m/s		0.50-0.75 m/s		0.75-1.0 m/s		1.0-1.3 m/s		>1.3 m/s		
Plages de vitesse du haut du corps	<0.40 m/s		0.40-0.60 m/s		0.60-0.85 m/s		0.85-1.1 m/s		>1.1 m/s		

Figure 12 : Zones spécifiques de forces selon les différentes vitesses NUNZIO SIGNORE (2023).

Protocole réalisé 3x / semaine pendant 7 semaines				
Groupe	Séries	Répétitions	Intensité	Récupération
Force	2-3	4-8	<0,50 m/s >80% 1RM	Minimum 3'
Vitesse	4-10	3-5	1.1-1.3 m/s	Minimum 2'
Mouvements				

Figure 13 : Protocole d'entraînement. < = inférieur, > = supérieur, ' = minute.

3.8 Analyse statistique

Les données quantitatives sont exprimées par leurs moyenne +/- écart-type et les données qualitatives sont exprimées en pourcentage. Pour comparer les deux cycles de nos échantillons indépendants, nous avons vérifié la normalité des paramètres suivants avec le test de Shapiro-Wilk et l'homogénéité des variances avec le test de Levene. Si ces conditions sont réunies, nous utiliserons le test paramétrique, à savoir le test ANOVA à mesure répétées. Cependant, si l'une des conditions n'est pas respectée, nous utiliserons un test non paramétrique, c'est-à-dire le test de Kruskal & Wallis.

La taille de l'effet (ES = Effect size) a été calculée à l'aide du test de Cohen. Avec, selon la valeur inférieure à 0,2 considérée comme un effet faible, 0,5 comme un effet moyen, 0,80 comme un effet élevé, 1,20 comme un effet très élevé et 2 comme un effet immense. Les valeurs sont considérées significatives pour un $p < 0,05$. Nous avons réalisé les statistiques en utilisant le site Anasats et Excel.

4 Résultats

Au sein du Groupe FORCE, l'âge moyen des participants était de $16 \pm 0,9$ ans, et leur taille est demeurée stable à $185,5 \pm 5,9$ cm (avant) et $185,5 \pm 6,7$ cm (après). Le poids moyen est passé de $76,4 \pm 8,7$ kg à $78,2 \pm 9,6$ kg sans différence significative ($p > 0,05$). Concernant les performances, une augmentation significative de la force maximale théorique relative (F_0) a été observée, passant de $7,91 \pm 0,35$ N/kg à $8,31 \pm 0,3$ N/kg ($p = 0,001$) ; (ES = 1,8). La vitesse maximale théorique (V_0) n'a pas montré de modification significative, avec des valeurs de $9,33 \pm 0,44$ m/s à $9,37 \pm 0,40$ m/s après le protocole ($p = 0,82$). Le pourcentage du Sdec est passé de $5,21 \pm 2,65\%$ à $5,79 \pm 3,19\%$ sans modification significative ($p = 0,08$). Un changement majeur a été noté sur le temps de sprint sur 35 mètres, qui a diminué de manière significative, passant de $4,79 \pm 0,26$ secondes avant le protocole à $4,57 \pm 0,28$ secondes après le protocole ($p = 0,001$) ; (ES = 0,85). Enfin, le temps total cumulé des six sprints du test RAST s'est également amélioré de manière significative entre T1 et T3 ($p = 0,001$) ; (ES = 0,81), traduisant une amélioration notable de la capacité à répéter des sprints, même si le maintien de performance n'a pas évolué.

Dans le Groupe VITESSE, les participants affichaient un âge moyen de $16 \pm 0,8$ ans, et leur taille moyenne est restée inchangée à $183,8 \pm 5,9$ cm (avant) et $183,8 \pm 7,2$ cm (après). Leur poids moyen a également augmenté, passant de $73,1 \pm 6,8$ kg à $78,8 \pm 12,9$ kg ($p < 0,05$) ; (ES = 0,12). Sur le plan des performances, la F_0 n'a pas montré de modification significative, avec des valeurs de $7,35 \pm 0,43$ N/kg avant et $7,30 \pm 0,43$ N/kg ($p = 0,78$). En revanche, la V_0 a significativement augmenté, passant de $9,43 \pm 0,33$ m/s à $9,75 \pm 0,30$ m/s ($p = 0,04$) ; (ES = 0,48). Le pourcentage du Sdec est passé de $6,47 \pm 2,90\%$ à $7,05 \pm 3,82\%$ sans modification significative ($p = 0,91$). De manière similaire au Groupe FORCE, le Groupe VITESSE a également démontré une amélioration très significative de son temps de sprint sur 35 mètres, passant de $5,06 \pm 0,21$ secondes à $4,83 \pm 0,18$ secondes ($p = 0,001$) ; (ES = 1,09). En complément, le temps total cumulé des six sprints du test RAST a également diminué de manière significative dans ce groupe. L'analyse révèle une réduction significative entre T1 et T3 ($p = 0,01$) ; (ES = 1,11), soulignant une progression marquée de la performance absolue sur la répétition de sprints, malgré l'absence de changement au niveau du maintien de performance (Sdec) (Tableau 2).

Variables	Groupe FORCE (n=9)	Groupe FORCE (n=9)	P-value	ES
	Avant le protocole	Après le protocole		
	Moyenne $\pm$ Ecart-type	Moyenne $\pm$ Ecart-type		
Âge (ans)	16 $\pm$ 0,9	16 $\pm$ 0,9		
Poids (kg)	77,4 $\pm$ 13	78,2 $\pm$ 9,6		
Taille (cm)	185,5 $\pm$ 5,9	185,5 $\pm$ 6,7		
F0 (N/kg)	7,91 $\pm$ 0,35	8,31 $\pm$ 0,3	0,001	1,82
V0 (m/s)	9,33 $\pm$ 0,44	9,37 $\pm$ 0,40	0,82	
Sdec (%)	5,21 $\pm$ 2,65	5,79 $\pm$ 3,19		
Sprint 35 mètres (secondes)	4,79 $\pm$ 0,26	4,57 $\pm$ 0,28	0,001	0,85
Temps cumulé aux sprints (secondes)	30,21 $\pm$ 1,51	28,98 $\pm$ 1,55	0,001	0,81
	Groupe VITESSE (n=9)	Groupe VITESSE (n=9)		
	Avant le protocole	Après le protocole		
	Moyenne $\pm$ Ecart-type	Moyenne $\pm$ Ecart-type		
Âge (ans)	16 $\pm$ 0,8	16 $\pm$ 0,8		
Poids (kg)	73,1 $\pm$ 6,8	78,8 $\pm$ 12,9		
Taille (cm)	183,8 $\pm$ 5,9	183,8 $\pm$ 7,2		
F0 (N/kg)	7,35 $\pm$ 0,43	7,30 $\pm$ 0,43	0,78	
V0 (m/s)	9,43 $\pm$ 0,33	9,75 $\pm$ 0,30	0,04	0,48
Sdec (%)	6,47 $\pm$ 2,90	7,05 $\pm$ 3,82		
Sprint 35 mètres (secondes)	5,06 $\pm$ 0,21	4,83 $\pm$ 0,18	0,001	1,09
Temps cumulé aux sprints (secondes)	32,29 $\pm$ 1,17	30,99 $\pm$ 1,25	0,001	1,11

Tableau 2 : Comparaison des variables de performance entre la phase pré-protocole (T1) et post-protocole (T3) : Force maximale théorique (F_0), Vitesse maximale théorique (V_0), Sdec, Sprint 35 m et temps cumulé aux sprints.

4.1 Comparaison de la force au sein des deux groupes

L'ANOVA a mis en évidence un effet temps ($p < 0,05$), un effet groupe ($p < 0,05$) et une interaction ($p < 0,05$).

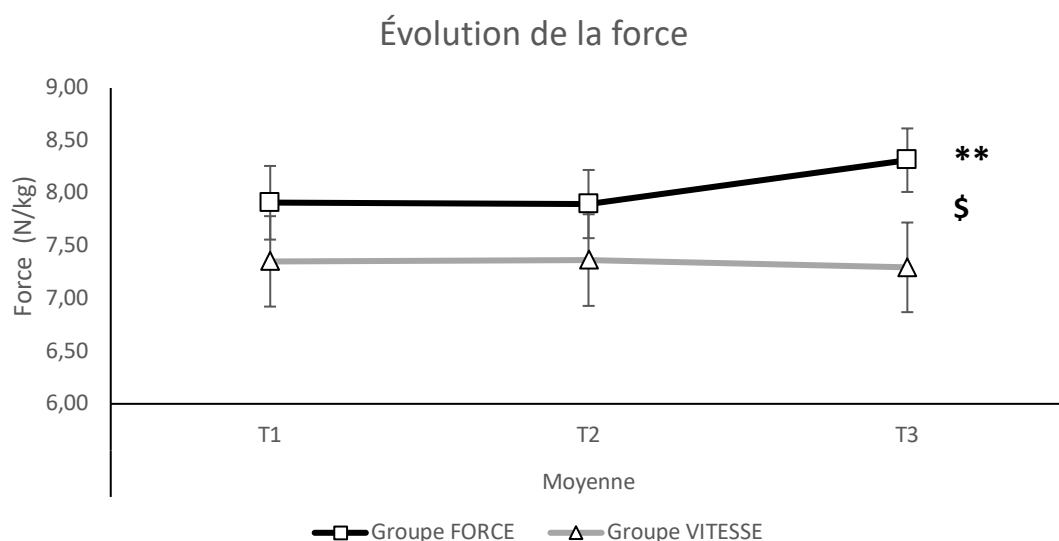


Figure 14 : Comparaison de l'évolution de la force (N/kg) entre les groupes FORCE et VITESSE, entre T1, T2, T3. ** = $p < 0,001$ il y a une différence significative pour le groupe FORCE entre T2-T3 et T1-T3. \$ = $p < 0,001$ il y a une différence significative entre les groupes pour le T3.

L'analyse intra-groupe révèle que, chez les athlètes du groupe FORCE, aucune différence significative n'est observée entre T1 et T2 ($p > 0,05$). En revanche, une amélioration significative de la force est constatée entre T2 et T3 ($p < 0,001$) ; (ES = 1,9) ainsi qu'entre T1 et T3 ($p < 0,001$) ; (ES = 1,8). Ces résultats suggèrent une efficacité de l'entraînement axé sur la force pour améliorer la performance des athlètes de ce groupe.

En ce qui concerne le groupe VITESSE, aucune différence significative n'est observée entre les trois temps de mesure (T1-T2, T2-T3, et T1-T3), ce qui traduit une stabilité de la force au cours de la période. À l'inverse, le groupe FORCE présente une amélioration significative de la force entre T2 et T3. Cette progression spécifique n'étant pas observée dans le groupe VITESSE, l'analyse intergroupes révèle une interaction significative ($p < 0,001$) entre le facteur temps et le facteur groupe, indiquant une évolution différente des performances de force selon le type d'entraînement suivi. Cette interaction soutient l'efficacité de l'entraînement individualisé basé sur le développement de la force.

4.2 Comparaison de la vitesse au sein des deux groupes

L'ANOVA a mis en évidence un effet du temps ($p < 0,05$), sans effet de groupe ($p > 0,05$) ni interaction significative entre les deux facteurs ($p > 0,05$).

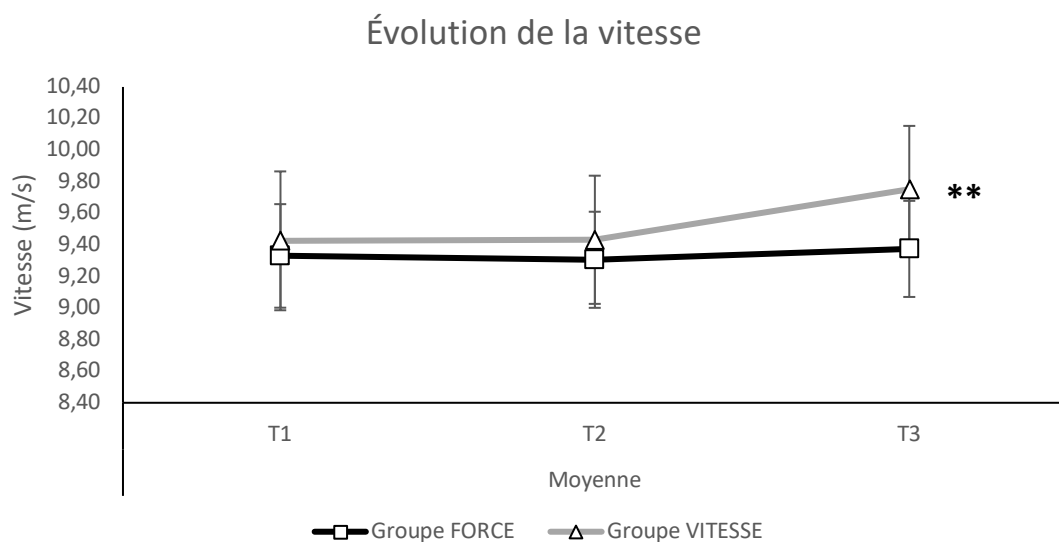


Figure 15 : Comparaison de l'évolution de la vitesse (m/s) entre les groupes FORCE et VITESSE, entre T1, T2, T3. ** = $p < 0,001$ il y a une différence significative pour le groupe VITESSE entre T2-T3 et T1-T3.

L'analyse intra-groupe montre que, chez les athlètes du groupe VITESSE, une amélioration significative de la vitesse est observée entre T2 et T3 ($p < 0,001$) ; (ES = 1,8), ainsi qu'entre T1 et T3 ($p < 0,001$) ; (ES = 1,7), traduisant un effet positif de l'entraînement individualisé axé sur la vitesse. À

l'inverse, aucune évolution notable n'est constatée dans le groupe FORCE, où les performances de vitesse restent stables sur l'ensemble de la période. L'analyse intergroupes révèle une interaction significative entre le temps et le groupe, suggérant que l'évolution des performances de vitesse diffère selon le type d'entraînement suivi. Cette interaction met en évidence l'efficacité spécifique de l'approche individualisée centrée sur le développement de la vitesse.

4.3 Comparaison des deux groupes sur la capacité à répéter des sprints

L'ANOVA n'a mis en évidence ni effet du temps ($p > 0,05$), ni effet de groupe ($p > 0,05$), ni interaction entre les deux facteurs ($p > 0,05$).

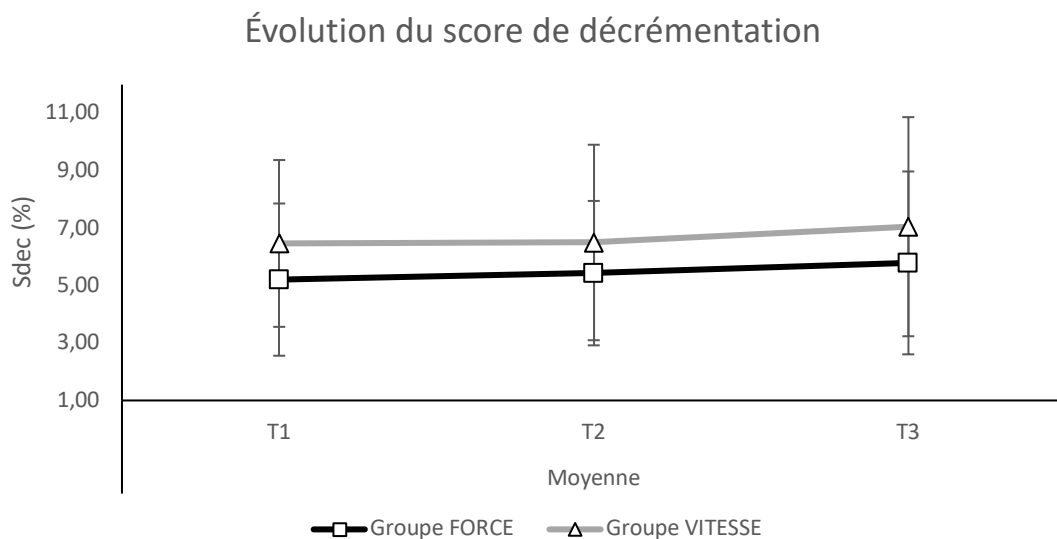


Figure 16 : Comparaison de l'évolution du score de décrémentation (%) entre les groupes FORCE et VITESSE, entre T1, T2, T3.

Une analyse complémentaire a été menée sur le temps total cumulé des six sprints réalisés lors du test RAST, afin d'observer l'évolution globale de la performance sur la répétition d'efforts. L'ANOVA à deux voies pour échantillons indépendants a révélé un effet temps significatif ($p = 0,001$), indiquant une amélioration des performances dans les deux groupes entre les différentes sessions de test. Un effet groupe significatif a également été mis en évidence ($p = 0,004$), tandis qu'aucune interaction groupe $\times$ temps n'a été observée ($p > 0,05$).

Dans le groupe FORCE, le temps total cumulé des sprints a diminué de manière significative entre T1 et T3 ($p = 0,001$) ; (ES = 0,81), traduisant une amélioration élevée de la performance. Le groupe VITESSE présente également une diminution significative de ce même indicateur ($p = 0,01$) ; (ES = 1,11). Ces résultats indiquent que, bien que le Sdec n'ait pas été modifié de façon significative, les joueurs des deux groupes ont été capables de réaliser l'ensemble des sprints plus rapidement à l'issue du

protocole d'entraînement individualisé. Cela suggère une amélioration de la performance absolue sur la répétition de sprints, et met en lumière l'intérêt de considérer à la fois des indicateurs de maintien de performance (Sdec) et de performance totale (temps cumulé) dans l'évaluation de la RSA.

4.4 Comparaison des deux groupes du temps de sprint sur 35 mètres

L'ANOVA a mis en évidence un effet temps ($p < 0,05$), un effet groupe ($p < 0,05$) et une interaction ($p < 0,05$).

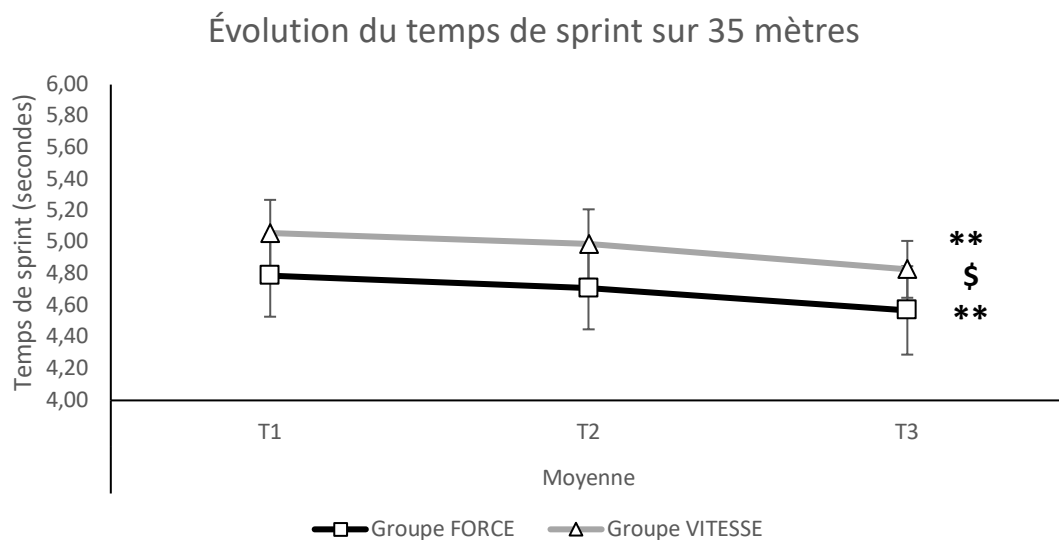


Figure 17 : Comparaison de l'évolution du temps de sprint sur 35 mètres (secondes) entre les groupes FORCE et VITESSE, entre T1, T2, T3. * = $p < 0,001$ il y a une différence significative pour le groupe FORCE et VITESSE entre T2-T3 et T1-T3. \$ = $p < 0,001$ il y a une différence significative entre les groupes pour le T3.

Un effet temps significatif a été observé dans les deux groupes. Dans le groupe FORCE, le temps moyen de sprint est passé de 4,79 s à 4,57 s, soit une amélioration de 4,6 % ($p < 0,001$; ES = 0,85). Dans le groupe VITESSE, le temps est passé de 5,06 s à 4,83 s, soit une amélioration de 4,5 % ($p < 0,001$; ES = 1,09). Ces résultats indiquent que les deux types d'entraînement individualisé force ou vitesse ont permis une amélioration significative des performances en sprint court chez les joueurs. En revanche, aucun effet groupe n'a été mis en évidence ($p > 0,05$), les différences absolues entre les groupes n'étant pas statistiquement significatives sur l'ensemble des temps de mesure. Cependant, une interaction significative entre le facteur temps et le facteur groupe a été observée ($p < 0,001$). Cette interaction reflète une évolution différenciée des performances selon le type d'entraînement suivi. Bien que les pourcentages d'amélioration soient comparables, le groupe FORCE atteint une performance finale absolue supérieure, avec un temps moyen plus faible à T3 que le groupe

VITESSE (4,57 s contre 4,83 s). Cela suggère une meilleure efficacité du protocole force pour améliorer le sprint sur 35 mètres dans cette population spécifique.

5 Discussion

5.1 Les résultats

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer l'effet d'un entraînement individualisé, basé sur le profil AV, sur la RSA chez de jeunes joueurs de handball du pôle espoirs. Les résultats ont révélé des améliorations significatives des qualités FV spécifiques au sein de chaque groupe, mais aucune différence significative n'a été observée au niveau de la capacité à répéter des sprints.

Nous avons observé une amélioration très élevée de F_0 au sein du groupe FORCE, accompagnée d'une diminution significative du temps sur 35 mètres. Cette progression est en cohérence avec l'orientation de leur entraînement, spécifiquement axé sur le développement de la force. De manière similaire, le groupe VITESSE a montré une amélioration très élevée de V_0 avec un effet important, ainsi qu'une amélioration notable de son temps de sprint sur 35 mètres. Ces résultats confirment l'intérêt d'un entraînement individualisé ciblant les qualités dominantes des athlètes FV, et soulignent l'efficacité de cette approche pour développer les qualités spécifiques des joueurs. Ces résultats confirment l'efficacité d'un entraînement ciblé sur les qualités dominantes de chaque athlète, en lien avec les principes de l'individualisation basés sur le profil AV (Morin & Samozino, 2016 ; Colombo, 2022). L'utilisation du VBT a permis d'ajuster les charges en temps réel, optimisant ainsi la production de force dans une zone de vitesse ciblée et s'adaptant aux fluctuations de performance de l'athlète (Liao et al., 2021 ; Suchomel et al., 2021 ; Zhang et al., 2022). Ces données suggèrent que l'entraînement individualisé basé sur le profil AV est une approche efficace pour développer spécifiquement les qualités de force et de vitesse chez de jeunes joueurs de handball.

Ces conclusions sont en accord avec l'étude de Lindberg et al. (2021) menée sur des athlètes masculins a clairement mis en évidence l'efficacité d'un entraînement basé sur le profil FV. Leurs résultats ont montré que les athlètes présentant un déficit de force ont significativement accru leur force maximale, avec des gains allant jusqu'à $8,1 \pm 3,7\%$ pour la 1RM au squat. De même, les athlètes identifiés avec un déficit de vitesse ont obtenu de plus grandes améliorations de leur vitesse maximale ou de leur puissance à des charges plus faibles, se traduisant par des améliorations de la vitesse de sprint sur 20m de $1,4 \pm 0,8\%$. Ces adaptations spécifiques ont directement contribué à des gains notables dans la performance de sprint. Cette concordance avec nos propres observations suggère fortement que l'entraînement individualisé, précisément adapté au profil AV de chaque joueur, est une approche

efficace pour développer spécifiquement les qualités de force et de vitesse chez de jeunes joueurs de handball, et que ces adaptations ciblées se traduisent concrètement par une amélioration de la performance au sprint.

Malgré les améliorations significatives des qualités spécifiques de force et de vitesse, aucune différence statistiquement significative n'a été observée au niveau du Sdec au test RAST dans aucun des groupes. Cela indique que le protocole d'individualisation, tel qu'il a été mis en œuvre, n'a pas entraîné de modification significative de la capacité à répéter des sprints. Cette absence de changement significatif peut s'expliquer par plusieurs facteurs. D'abord, la durée du protocole (7 semaines) pourrait avoir été trop courte pour générer des adaptations métaboliques suffisantes, essentielles à l'amélioration de la RSA. En effet, la capacité à répéter des sprints dépend fortement de la récupération rapide de la PCr et de la régulation des ions H⁺ (Buchheit, 2012 ; Ulupinar et al., 2024). Liu et al. (2024) soulignent dans leur méta-analyse que les gains en répétition de sprints sont généralement plus marqués lorsque les protocoles incluent une combinaison d'entraînement de force, de pliométrie et de sprints, sur des périodes supérieures à 8 semaines. Ensuite, le test RAST, bien que validé pour évaluer la RSA (Burgess et al., 2016), est un test linéaire et ne reproduit pas fidèlement les exigences multidirectionnelles et intermittentes du handball. Chaabene et al. (2021) suggèrent que les tests de la RSA pour les sports collectifs devraient inclure des changements de direction pour mieux refléter les contraintes spécifiques de la discipline. Par conséquent, l'efficacité de l'entraînement individualisé basé sur le profil AV pour améliorer la RSA globale chez les jeunes handballeurs pourrait nécessiter des interventions plus longues et des évaluations plus spécifiques au sport, ciblant davantage les adaptations métaboliques et la capacité à répéter des efforts.

En complément de cette première analyse, une attention particulière a été portée sur le temps total cumulé des six sprints, permettant de mieux apprécier la performance absolue lors du test. Le groupe FORCE a vu son temps total de sprint diminuer de manière significative entre T1 et T3 ($p = 0,001$; $ES = 0,81$), traduisant une amélioration élevée de la performance. De même, le groupe VITESSE a montré une réduction significative de ce même indicateur ($p = 0,01$; $ES = 1,11$). Ces résultats suggèrent que, même en l'absence de modification du Sdec, les joueurs ont été capables de réaliser les sprints de manière plus rapide dans leur ensemble, confirmant une amélioration globale de la performance. Ainsi, l'ajout de cet indicateur met en lumière la nécessité de croiser différentes approches d'analyse pour mieux évaluer la RSA, à la fois en termes de maintien de performance (Sdec) et de performance absolue (temps cumulé).

Par ailleurs, il est important de considérer la jeune tranche d'âge des joueurs ($16 \pm 0,9$ ans). À cet âge, les athlètes sont encore en pleine phase de croissance et de maturation, ce qui peut influencer et parfois masquer les effets de l'entraînement sur des périodes courtes (Nobari et al., 2021 ; Mainer-Pardos et al., 2021; Sánchez Pastor et al., 2023). Les adaptations neuromusculaires et physiologiques sont en constante évolution, et des gains naturels peuvent survenir indépendamment du programme. Il est plausible qu'un cycle d'entraînement plus long aurait permis de consolider les adaptations spécifiques observées et de les transférer de manière plus significative à la RSA. De plus, l'intégration d'un entraînement aérobie ciblé pourrait être bénéfique pour améliorer le métabolisme de récupération, comme recommandé par Buchheit et al. (2010), en complément de l'entraînement basé sur le profil AV. En effet, une meilleure capacité aérobie contribue à une récupération plus rapide entre les sprints répétés, un facteur clé de la performance en RSA (Buchheit, 2012). Ainsi, pour optimiser le transfert des gains mécaniques vers la RSA chez les jeunes handballeurs, il est essentiel d'envisager des protocoles d'entraînement de plus longue durée et d'intégrer des composantes visant spécifiquement l'amélioration des capacités de récupération métabolique.

En somme, cette étude confirme que l'individualisation de l'entraînement basée sur le profil AV est une stratégie pertinente pour développer les qualités mécaniques de force et de vitesse chez les jeunes handballeurs. Les améliorations significatives des temps de sprint sur 35 mètres dans les deux groupes. Cependant, le transfert de ces gains spécifiques vers la capacité à répéter des sprints n'a pas été significatif dans le cadre de ce protocole de 7 semaines. Cela suggère que la RSA est une qualité complexe qui nécessite des adaptations à la fois neuromusculaires et métaboliques, et que la durée de l'intervention ainsi que la spécificité du test sont des facteurs déterminants. Les exigences physiques du handball de haut niveau, caractérisées par des efforts intermittents intenses et des changements de direction fréquents (Starczewski et al., 2020 ; García-Sánchez et al., 2023), renforcent la nécessité d'une approche d'entraînement holistique. En conclusion, pour maximiser l'efficacité de l'entraînement individualisé basé sur le profil AV en handball, il est crucial de prolonger les cycles d'intervention, d'intégrer des méthodes d'entraînement combinées (force, pliométrie, sprint) et des composantes aérobies, et d'utiliser des tests de performance plus spécifiques aux exigences du sport.

5.2 Limites

Malgré des résultats encourageants concernant l'amélioration significative des qualités spécifiques (accélération ou vitesse) dans chaque groupe, plusieurs limites doivent être soulignées afin d'interpréter les résultats avec rigueur.

Tout d'abord, il existe un manque d'études scientifiques combinant profil AV et RSA dans les sports collectifs, en particulier dans le handball. La plupart des travaux actuels se concentrent sur le football ou le rugby, et peu d'études évaluent l'effet différencié de l'individualisation selon le profil AV sur la performance spécifique de terrain (Held et al., 2022 ; Morin et al., 2021). Ce vide dans la littérature limite les comparaisons directes et renforce l'intérêt exploratoire de la présente étude.

Parmi les limites méthodologiques, il convient de souligner l'influence possible de facteurs externes tels que la fatigue liée aux matchs ou aux séances précédentes, la motivation variable des joueurs ou encore l'heure de passation des tests, susceptibles d'affecter les performances mesurées. En effet, la fatigue induite peut réduire la vitesse et la puissance de sprint (Michalsik et al., 2012).

Autre point à considérer : l'entraînement de handball lui-même, réalisé 4 à 5 fois par semaine, peut avoir contribué aux améliorations observées. Une étude de Hermassi et al. (2019) montre que 12 semaines de musculation en cours de saison, intégrées dans l'entraînement habituel, ont significativement amélioré la puissance maximale, la force, ainsi que les performances de sprint (5, 15 et 30 m) chez des joueurs masculins de handball. Ainsi, les gains de F_0 ou V_0 constatés dans notre étude pourraient résulter des effets combinés du protocole individualisé et de l'activité handball.

Enfin, le facteur de maturation doit être pris en compte. Les joueurs inclus dans l'étude étant âgés de $16 \pm 0,9$ ans, ils peuvent encore être en phase de croissance active. La littérature rappelle que des améliorations naturelles des qualités neuromusculaires peuvent survenir indépendamment de l'entraînement, influencées par la montée hormonale, le développement de la coordination ou l'augmentation de la taille corporelle. Nobari et al. (2021) ; Mainer-Pardos et al. (2021) et Sánchez Pastor et al. (2023) soulignent l'effet de la maturation sur la vitesse, l'économie de course et les adaptations du système nerveux, en particulier durant la période pubertaire.

5.3 Conclusions et perspectives

En conclusion, cette étude souligne l'intérêt d'un entraînement individualisé basé sur le profil AV pour optimiser les qualités spécifiques des jeunes handballeurs issus d'un pôle espoirs. Les améliorations significatives observées en force maximale horizontale (+5 %) dans le groupe FORCE et en vitesse maximale de course (+3 %) dans le groupe VITESSE témoignent de l'efficacité d'une planification centrée sur les dominantes individuelles. Cette approche, soutenue par les principes du VBT, démontre qu'une prescription ajustée à la vitesse d'exécution permet de cibler avec précision les adaptations neuromusculaires souhaitées.

Cependant, l'absence d'évolution significative du Sdec au test RAST met en évidence que le transfert des gains mécaniques vers la capacité à répéter des sprints ne s'opère pas de manière automatique. Cette dissociation confirme que la RSA dépend également de facteurs métaboliques complexes, comme la récupération de la PCr ou la tolérance à l'accumulation d'ions H^+ et que ces derniers nécessitent un entraînement complémentaire et une durée d'intervention plus longue. Par ailleurs, le test utilisé, de nature linéaire, ne reflète pas les exigences directionnelles, intermittentes du handball.

Ainsi, pour les entraîneurs, ces résultats suggèrent qu'il serait plus efficace de mettre en place des cycles d'entraînement plus longs, d'au moins huit semaines, combinant travail de force, pliométrie, sprint et entraînement aérobique, tout en s'appuyant sur des tests RSA plus spécifiques à la réalité du terrain (changements de direction, freinages, contraintes de duel). Il convient également de prendre en compte les caractéristiques individuelles (niveau de maturité biologique, historique d'entraînement) ainsi que les contraintes du calendrier compétitif dans la planification.

Mes perspectives de recherche futures devraient inclure l'utilisation de mesures plus fines de la charge interne (lactatémie, variabilité de la fréquence cardiaque, perception de l'effort) et de la récupération énergétique (taux de resynthèse de la PCr), afin de mieux comprendre les mécanismes expliquant la tolérance à l'effort répété. L'intégration d'un groupe témoin serait également nécessaire pour renforcer la robustesse des conclusions. Par ailleurs, il serait pertinent de comparer les profils FV et AV, dans l'objectif d'analyser plus finement la notion de transfert des qualités développées en musculation vers la performance sur le terrain, notamment en sprint.

Pour conclure, ce travail montre concrètement que l'individualisation de l'entraînement peut être utile en préparation physique, et ouvre des pistes intéressantes pour aider les jeunes handballeurs à transformer leurs progrès en performance durable sur le terrain.

6 Bibliographie

- Alonso-Callejo, A., García-Unanue, J., Guitart-Trench, M., Majano, C., Gallardo, L., & Felipe, J. L. (2023). Validity and Reliability of the Acceleration-Speed Profile for Assessing Running Kinematics' Variables Derived From the Force-Velocity Profile in Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004637>
- Boehringer, S., & Whyte, D. G. (2019). Validity and Test-Retest Reliability of the 1080 Quantum System for Bench Press Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(12), 3242-3251. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003184>
- Buchheit, M. (2012). Repeated-Sprint Performance in Team Sport Players : Associations with Measures of Aerobic Fitness, Metabolic Control and Locomotor Function. *International Journal of Sports Medicine*, 33(03), 230-239. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1291364>
- 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>
- Burgess, K., Holt, T., Munro, S., & Swinton, P. (2016). Reliability and validity of the running anaerobic sprint test (RAST) in soccer players. *Journal of Trainology*, 5(2), 24-29.
https://doi.org/10.17338/trainology.5.2_24
- Chaabene, H., Negra, Y., Moran, J., Prieske, O., Sammoud, S., Ramirez-Campillo, R., & Granacher, U. (2021). Plyometric Training Improves Not Only Measures of Linear Speed, Power, and Change-of-Direction Speed But Also Repeated Sprint Ability in Young Female Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(8), 2230-2235.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003128>

- Charron, J., Garcia, J. E. V., Roy, P., Ferland, P.-M., & Comtois, A. S. (2020). Physiological Responses to Repeated Running Sprint Ability Tests : A Systematic Review. *International Journal of Exercise Science*, 13(4), 1190-1205. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33042370/>
- Claude Colombo. (2022). *Individualisation de l'entraînement : Réflexions et exemples dans le sport de haut niveau* (INSEP Éditions). <https://books.openedition.org/insep/2646?lang=fr>
- Collins, B. W., Pearcey, G. E. P., Buckle, N. C. M., Power, K. E., & Button, D. C. (2018). Neuromuscular fatigue during repeated sprint exercise : Underlying physiology and methodological considerations. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(11), 1166-1175. <https://doi.org/10.1139/apnm-2018-0080>
- Ding, L., Luo, J., Smith, D. M., Mackey, M., Fu, H., Davis, M., & Hu, Y. (2022). Effectiveness of Warm-Up Intervention Programs to Prevent Sports Injuries among Children and Adolescents : A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10), 6336. <https://doi.org/10.3390/ijerph19106336>
- García-Sánchez, C., Navarro, R. M., Karcher, C., & De La Rubia, A. (2023). Physical Demands during Official Competitions in Elite Handball : A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 3353. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043353>
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-Sprint Ability – Part I : Factors Contributing to Fatigue. *Sports Medicine*, 41(8), 673-694. <https://doi.org/10.2165/11590550-000000000-00000>
- Haugen, T. A., Breitschädel, F., & Seiler, S. (2019). Sprint mechanical variables in elite athletes : Are force-velocity profiles sport specific or individual? *PLOS ONE*, 14(7), e0215551. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215551>
- Held, S., Speer, K., Rappelt, L., Wicker, P., & Donath, L. (2022). The effectiveness of traditional vs. velocity-based strength training on explosive and maximal strength performance : A network meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 13, 926972. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.926972>

- Hermassi, S., Schwesig, R., Aloui, G., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2019). Effects of Short-Term In-Season Weightlifting Training on the Muscle Strength, Peak Power, Sprint Performance, and Ball-Throwing Velocity of Male Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(12), 3309-3321. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003068>
- Liao, K.-F., Wang, X.-X., Han, M.-Y., Li, L.-L., Nassis, G. P., & Li, Y.-M. (2021). Effects of velocity based training vs. traditional 1RM percentage-based training on improving strength, jump, linear sprint and change of direction speed performance : A Systematic review with meta-analysis. *PLOS ONE*, 16(11), e0259790. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259790>
- Lindberg, K., Solberg, P., Rønnestad, B. R., Frank, M. T., Larsen, T., Abusdal, G., Berntsen, S., Paulsen, G., Sveen, O., Seynnes, O., & Bjørnsen, T. (2021). Should we individualize training based on force-velocity profiling to improve physical performance in athletes? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(12), 2198-2210. <https://doi.org/10.1111/sms.14044>
- Liu, H., Li, R., Zheng, W., Ramirez-Campillo, R., De Villarreal, E. S., & Zhang, M. (2024). The Effect of Combined Strength, Plyometric, and Sprint Training on Repeated Sprint Ability in Team-Sport Athletes : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Sports Science and Medicine*, 718-743. <https://doi.org/10.52082/jssm.2024.718>
- Mainer-Pardos, E., Gonzalo-Skok, O., Nobari, H., Lozano, D., & Pérez-Gómez, J. (2021). Age-related differences in linear sprint in adolescent female soccer players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 13(1), 97. <https://doi.org/10.1186/s13102-021-00327-8>
- Michalsik, L., Aagaard, P., & Madsen, K. (2012). Locomotion Characteristics and Match-Induced Impairments in Physical Performance in Male Elite Team Handball Players. *International Journal of Sports Medicine*, 34(07), 590-599. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1329989>
- Morin, J.-B., Le Mat, Y., Osgnach, C., Barnabò, A., Pilati, A., Samozino, P., & Di Prampero, P. E. (2021). Individual acceleration-speed profile in-situ : A proof of concept in professional

football players. *Journal of Biomechanics*, 123, 110524.

<https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2021.110524>

Morin, J.-B., & Samozino, P. (2016). Interpreting Power-Force-Velocity Profiles for Individualized and Specific Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(2), 267-272. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0638>

Nobari, H., Fani, M., Pardos-Mainer, E., & Pérez-Gómez, J. (2021). Fluctuations in Well-Being Based on Position in Elite Young Soccer Players during a Full Season. *Healthcare*, 9(5), 586. <https://doi.org/10.3390/healthcare9050586>

NUNZIO SIGNORE. (2023). *VBT : LA PUISSANCE À VITESSE MAXIMALE - 4TRAINER EDITIONS* (Illustrated). 4trainer. https://www.4trainer.fr/collection-100-prepa-physique/588-vbt-la-puissance-a-vitesse-maximale-4trainer-editions-9782492430862.html?srsId=AfmBOoy2MpW3HjAMvWJFbRbp-B7lmfID2wSXzQCq-hf-KB7z_RxWmaH

Ortega-Becerra, M., Belloso-Vergara, A., & Pareja-Blanco, F. (2020). Physical and Physiological Demands During Handball Matches in Male Adolescent Players. *Journal of Human Kinetics*, 72(1), 253-263. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0111>

Rakovic, E., Paulsen, G., Helland, C., Haugen, T., & Eriksrud, O. (2022). Validity and Reliability of a Motorized Sprint Resistance Device. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(8), 2335-2338. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003830>

Sánchez Pastor, A., García-Sánchez, C., Marquina Nieto, M., & de la Rubia, A. (2023). Influence of Strength Training Variables on Neuromuscular and Morphological Adaptations in Prepubertal Children : A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6), 4833. <https://doi.org/10.3390/ijerph20064833>

Starzewski, M., Borkowski, L., & Zmijewski, P. (2020). Repeated Sprint Ability Demands in U16 to U19 Highly Trained Handball Players Concerning Playing Position. *International Journal of*

Environmental Research and Public Health, 17(16), 5959.

<https://doi.org/10.3390/ijerph17165959>

Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., Hornsby, W. G., & Stone, M. H. (2021). Training for Muscular Strength : Methods for Monitoring and Adjusting Training Intensity. *Sports Medicine*, 51(10), 2051-2066. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01488-9>

Ulupınar, S., Özbay, S., Gençoğlu, C., Ouergui, I., Öget, F., Kışalı, N. F., Kılıcı, F., Yılmaz, H. H., & Ardigo, L. P. (2024). Evaluating bioenergetic pathway contributions from single to multiple sprints. *Scientific Reports*, 14(1), 27295. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-78916-z>

Wagner, H., Finkenzeller, T., Würth, S., & von Duvillard, S. P. (2014). Individual and team performance in team-handball : A review. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(4), 808-816. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25435773/>

Zhang, X., Feng, S., Peng, R., & Li, H. (2022). The Role of Velocity-Based Training (VBT) in Enhancing Athletic Performance in Trained Individuals : A Meta-Analysis of Controlled Trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9252. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159252>

7 Résumé

Objectifs : Ce mémoire vise à étudier les effets d'un entraînement individualisé, fondé sur le profil Accélération/Vitesse (AV), sur la capacité à répéter des sprints (RSA) chez de jeunes handballeurs du pôle espoirs des Hauts-de-France. Cette démarche repose sur l'hypothèse que cibler les qualités mécaniques dominantes (force ou vitesse) de chaque joueur permettrait d'améliorer leurs performances spécifiques et, potentiellement, leur capacité à répéter des sprints.

Méthodologie : Dix-huit joueurs de handball (âge moyen : $16 \pm 0,9$ ans), ont été évalués grâce à un test de sprint avec résistance (1080 Sprint) afin d'établir leur profil AV. En fonction de leurs résultats, ils ont été répartis en deux groupes : un groupe FORCE ($n = 9$) et un groupe VITESSE ($n = 9$). Une première condition de 7 semaines sans individualisation a été suivie d'une seconde condition de 7 semaines avec un entraînement individualisé selon les principes du Velocity Based Training (VBT). Le test RAST (Running Anaerobic Sprint Test) a permis de mesurer la RSA à trois moments clés (T1, T2, T3).

Résultats : Aucun changement significatif n'a été observé concernant le score de décrémentation (Sdec), indicateur principal de la RSA. Cependant, des améliorations significatives ont été notées dans chaque groupe : une augmentation de 5 % de la force horizontale maximale dans le groupe FORCE, et une amélioration de 3 % de la vitesse maximale de course dans le groupe VITESSE. De plus, les deux groupes ont réduit leur temps de sprint sur 35 mètres.

Conclusion : L'individualisation de l'entraînement basée sur le profil AV s'avère efficace pour développer les qualités mécaniques spécifiques (accélération ou vitesse), mais reste insuffisante pour améliorer significativement la capacité à répéter des sprints dans ce protocole. Cette limite peut s'expliquer par la durée relativement courte de l'intervention (7 semaines), la nature linéaire du test RAST, et l'absence d'un protocole plus complet combinant force, pliométrie et travail aérobie. Des cycles plus longs et mieux structurés, incluant des tests plus spécifiques au handball (changements de direction, efforts intermittents), pourraient permettre un transfert plus efficace vers la performance de match.

Mots clés : Profil Accélération/Vitesse, Répétition de sprints, Individualisation, Handball, Velocity Based Training

Compétences acquises : Au cours de cette expérience, j'ai développé des compétences solides en individualisation de l'entraînement, en adaptant les contenus selon le profil Accélération/Vitesse de

chaque athlète, afin de cibler spécifiquement leurs qualités dominantes (force ou vitesse). J'ai également appris à utiliser des outils technologiques avancés, tels que le 1080 Sprint et les cellules photoélectriques Witty Pro, pour mesurer avec précision les performances en sprint, établir des diagnostics fiables et suivre l'évolution des joueurs. Enfin, j'ai acquis une méthodologie rigoureuse en recherche appliquée : conception de protocole expérimental, planification des tests, traitement statistique des données et interprétation critique des résultats dans une perspective de performance.

8 Abstract

Objectives: This study aimed to investigate the effects of an individualized training program based on the Acceleration/Velocity (AV) profile on the repeated sprint ability (RSA) of youth elite handball players from the Hauts-de-France regional training center. The central hypothesis was that tailoring training to the athlete's dominant mechanical qualities either force or speed would lead to improvements in sprint-specific performance and, potentially, better repeated sprint capacity.

Methods: Eighteen handball players (mean age: 16 ± 0.9 years) were assessed using the 1080 Sprint system to determine their horizontal AV profiles. Based on the results, they were assigned to a FORCE group ($n = 9$) or a SPEED group ($n = 9$). The intervention included two training conditions: a 7-week non individualized period followed by a 7 week individualized training condition using the principles of Velocity Based Training (VBT). Repeated Sprint Ability was measured at three time points (T1, T2, T3) using the Running Anaerobic Sprint Test (RAST).

Results: No significant improvements were found in the Sdec (percentage decrement score), which measures RSA. However, both groups showed meaningful mechanical gains: the FORCE group improved horizontal force output by 5%, while the SPEED group enhanced maximal running velocity by 3%. Additionally, both groups significantly reduced their 35 meter sprint time.

Conclusion: Individualized training based on AV profiles appears effective for enhancing specific mechanical qualities, such as acceleration or speed, but does not significantly impact repeated sprint ability within a 7-week protocol. This limitation may stem from the short duration of the program, the linear nature of the RAST, and the absence of more comprehensive methods combining strength, plyometrics, and aerobic work. Future interventions should consider longer training cycles and include testing protocols that better reflect the demands of handball (e.g., changes of direction, intermittent efforts) to improve transfer to game performance.

Keywords : Acceleration/Velocity Profile, Repeated Sprint Ability, Individualization, Handball, Velocity Based Training

Skills acquired : During this internship experience, I developed strong skills in training individualization by tailoring workout programs to each athlete's Acceleration/Velocity profile, focusing specifically on their dominant physical qualities (either force or speed). I also learned to effectively use

advanced technological tools such as the 1080 Sprint and Witty Pro photoelectric cells to accurately assess sprint performance, conduct reliable diagnostics, and monitor player progress. Finally, I acquired rigorous applied research skills, including experimental protocol design, test planning, statistical data processing, and critical interpretation of results with a performance-oriented approach.