

Année universitaire 2024-2025

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

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

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

#### MEMOIRE

TITRE : Effets de sprints en fin d'échauffement sur le développement de la vitesse en handball

Par : ANNICKTE Noah

Sous la direction de : M. DAUSSIN Frédéric

Soutenu au Département des Sciences du Sport  
et de l'Éducation Physique le :  
26/06/2025

« 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 l'ensemble des personnes qui ont rendu cette étude et mon stage possible, et sans qui je n'aurais jamais pu progresser.

Je remercie tout d'abord Monsieur Frédéric DAUSSIN, mon directeur de mémoire. Je le remercie pour son soutien, sa disponibilité ainsi que ses précieux conseils. Il a su m'orienter dans la réalisation de ce mémoire.

Je remercie également le Lille Lomme Métropole Handball, notamment son président Monsieur Thomas Dutilleul ainsi que Messieurs Nicolas Maingot et Johann Coquin, respectivement entraîneurs des équipes U17 France et de l'équipe réserve de Nationale 2, pour la confiance qu'ils m'ont accordée tout au long de l'année 2025 dans leur structure.

Je tiens également à remercier Monsieur Tom Pernet, pour sa transmission de connaissance, pour sa bienveillance et aussi pour son accompagnement tout au long de ce stage. C'est en partie grâce à lui que ce mémoire a pu être réalisé.

Enfin, j'adresse également mes remerciements à l'ensemble des joueuses, pour leur implication et leur participation à cette étude. Rien de tout cela n'aurait été possible sans elles.

## **Sommaire :**

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REVUE DE LITTERATURE.....</b>	<b>2</b>
2.1	LE HANDBALL.....	2
2.1.1	<i>Règlement et logique interne.....</i>	2
2.1.2	<i>Les qualités physiques au handball.....</i>	4
2.1.3	<i>Intensités de match.....</i>	6
2.2	LA VITESSE.....	8
2.2.1	<i>Définition.....</i>	8
2.2.2	<i>Les méthodes de développement de la vitesse.....</i>	9
<b>3</b>	<b>PROBLEMATIQUE, OBJECTIFS ET HYPOTHESES.....</b>	<b>12</b>
3.1	PROBLEMATIQUE.....	12
3.2	OBJECTIFS.....	13
3.3	HYPOTHESES.....	13
<b>4</b>	<b>STAGE .....</b>	<b>13</b>
4.1	MILIEU PROFESSIONNEL.....	13
4.2	LES SUJETS DE L'ETUDE .....	15
4.3	PROTOCOLE, MATERIELS ET TECHNIQUES DE MESURE.....	15
4.4	ANALYSE STATISTIQUE.....	16
<b>5</b>	<b>RESULTATS .....</b>	<b>17</b>
5.1	10M DEPART ARRETE .....	18
5.2	20M DEPART LANCE.....	19
5.3	30M DEPART ARRETE .....	20
<b>6</b>	<b>DISCUSSION.....</b>	<b>21</b>
6.1	INTERPRETATION DES RESULTATS .....	21
6.2	LIMITES DE L'ETUDE .....	23
6.2.1	<i>Nombre d'individus inclus et homogénéité de la cohorte .....</i>	23
6.2.2	<i>Absence de groupe témoin.....</i>	23
6.3	APPLICATIONS PRATIQUES SUR LE TERRAIN .....	24
6.4	PERSPECTIVES.....	24
<b>7</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>25</b>
<b>9</b>	<b>WEBOGRAPHIE .....</b>	<b>28</b>
<b>10</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>28</b>
10.1	RESUME DE L'ETUDE (FRANÇAIS, ANGLAIS ET MOTS-CLES) .....	28
10.1.1	<i>Résumé de l'étude.....</i>	28
10.1.2	<i>Abstract .....</i>	29
10.1.3	<i>Mots-clés .....</i>	29
10.2	TROIS COMPETENCES À MINIMA ACQUISES ENTRE LE DEBUT DE MISE EN STAGE ET LA SOUTENANCE .....	29
	Figure 1: répartition des postes au handball.....	3
	Figure 2: les différents types de défense au handball .....	3

Figure 3: Moyenne ± ET du temps de jeu passé aux différentes zones de la Fréquence Cardiaque maximale (Stojiljković et al., 2020).....	6
Figure 4: différences entre la distance parcourue en défense et en attaque à différentes vitesses de course (Manchado et al., 2020).....	7
Figure 5: distance parcourue en fonction des intensités de course en fonction des postes (Font et al., 2021) .....	7
Figure 6: schéma du test 30m. Les cellules photoélectriques mesurant le temps sont placées à 0, 10 et 30 m du point de départ (START).....	16
Figure 7 : Résultats par individu du 10 départ arrêté en semaine 0 et après 9 semaines de protocole ...	19
Figure 8:Résultats par individu du 20 départ lancé en semaine 0 et après 9 semaines de protocole.....	20
Figure 9: Résultats par individu du 30 départ arrêté en semaine 0 et après 9 semaines de protocole ....	21
 Tableau 1: Données anthropométriques des joueuses retenues pour le test. N =10.....	15
Tableau 2: Pourcentage de sprints réalisés sur le cycle .....	18

Glossaire :

JO : Jeux Olympiques

LLMH : Lomme Lille Métropole Handball

U17 : *Under 17*, moins de 17 ans

N2/N2F : Nationale 2, Nationale 2 Féminine

CMJ : Counter Movement Jump

D-A : départ arrêté

D-L : départ lancé

VO<sub>2</sub>max : consommation maximale d'oxygène, en mL/min/kg

## **1 Introduction**

De nos jours, la performance et son optimisation occupent une place de plus en plus importante dans la pratique sportive. Selon Platonov, la performance sportive exprime les possibilités maximales d'un individu dans une discipline à un moment donné de son développement (Platonov, 1988). Le résultat, qui dépend d'une performance optimale, est un facteur prédominant dans le sport. Cela peut s'expliquer, notamment, par les enjeux financiers qui ne font qu'augmenter, et qui permettent aux clubs, amateurs ou professionnels, de continuer à se développer et devenir réguliers à leur échelle, régionale, nationale ou internationale.

Aujourd'hui, la préparation physique doit permettre de trouver un équilibre entre le développement des qualités physiques, le maintien d'un niveau de forme optimal afin de performer au meilleur moment tout en évitant les blessures qui bloquent la continuité du joueur et de l'équipe. L'utilisation d'outils pour la quantification de la charge d'entraînement devient donc primordial pour faire face à ces contraintes.

Le handball est une pratique qui s'est beaucoup développée à la suite de son introduction aux Jeux Olympiques (JO) en 1972 et, notamment en France, grâce aux exploits réalisés par les équipes de France masculine et féminine aux différents championnats du monde et JO. Les hommes comptent 6 titres de champions du monde depuis 1995, 4 titres de champions d'Europe depuis 2006 et 3 victoires aux JO depuis 2008, tandis que les femmes comptent 1 victoire aux JO, 3 titres de championnes du monde et un titre de championnes d'Europe (*Wikipédia*, s. d.).

Le handball est un sport complet qui nécessite de nombreuses qualités physiques complémentaires. On y retrouve notamment la vitesse, l'explosivité, la force et l'endurance (Manchado et al., 2013). Développer l'ensemble de ces qualités biomécaniques et physiologiques permettrait donc aux joueurs de se démarquer des adversaires et de créer ainsi des différences afin de remporter le match. Plusieurs méthodes ont été décrites afin d'améliorer la vitesse : survitesse, travail de départ en sprint, sprint avec résistance. Cependant, l'évaluation de tests mis en place en fin d'entraînement et l'impact sur la vitesse de joueurs de hand-ball n'a pas été décrit. Ce mémoire propose une nouvelle approche afin d'évaluer l'effet d'un protocole modifiant l'échauffement des joueurs sur la qualité de la vitesse. L'objectif spécifique de mon stage a été de mettre en place des sprints en fin d'échauffement et d'analyser leur impact sur la qualité de la vitesse des joueuses. Cette nouvelle démarche expérimentale, réalisée dans le club du Lille Lomme Métropole Handball (LLMH), avec l'équipe réserve qui évolue en Nationale 2 (N2) féminine et les U17 France, permettra non seulement de proposer de nouveaux concepts d'échauffement pour le hand-ball, mais également de prodiguer des conseils aux coachs sportifs, en particulier Nicolas Maingot et Johann Coquin, qui m'ont accompagné pendant ce stage.

Dans une première partie, nous analyserons l'activité du handball, en détaillant les postes des joueuses et les qualités physiques importantes pour la pratique de cette activité. Puis, nous établirons les problématiques, objectifs et hypothèses concernant cette étude. Enfin, nous traiterons les résultats obtenus durant les différents tests, et nous les analyserons statistiquement afin de réfuter ou non les hypothèses établies précédemment.

## 2 Revue de littérature

### 2.1 Le handball

#### 2.1.1 Règlement et logique interne

Le handball est une discipline sportive de plus en plus pratiquée en France et dans le monde, en témoignent les 591 324 licenciés en 2024, soit une augmentation de près de 30 % par rapport à 2023 (*Statista.com*, s. d.). C'est un sport collectif qui se pratique à 6 joueurs de champ ainsi qu'un gardien. Les joueurs sont autorisés à toucher la balle avec le corps, sauf avec le pied et la jambe, à l'exception du gardien qui, lui, peut arrêter le ballon avec n'importe quelle partie du corps. La logique interne de la discipline dit que pour remporter un match, il faut marquer un but de plus que l'adversaire (Mariot, 2004). Il existe 3 types de résultats en championnat : victoire, match nul ou défaite.

Le terrain mesure 40m de long pour 20m de large. Il existe deux zones : la zone de but ou des 6m, délimitée par un trait plein autour du but et se situant à un rayon de 6m du but, et une zone dite de jet-franc ou des 9m, délimitée par des traits pointillés et située à 9m du but. Seul le gardien est autorisé à entrer dans la zone des 6m (Mariot, 2004). Pour marquer, il faut que le dernier appui au moment du tir soit pris avant cette ligne des 6m. Dans le cas contraire, cela est considéré comme une faute et le ballon est rendu à l'adversaire.

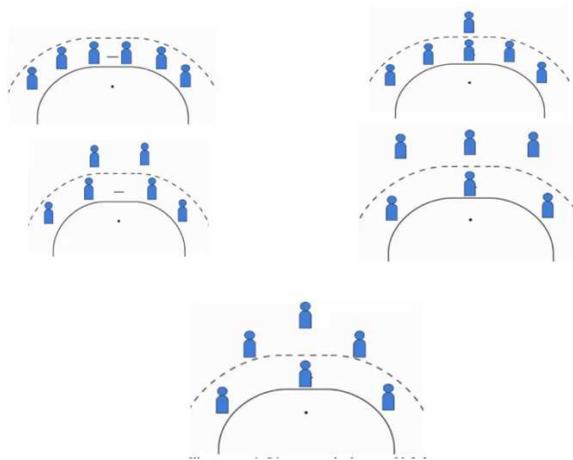


*Figure 1: répartition des postes au handball*

Les postes des joueurs se répartissent de la manière suivante (Figure 1) :

- 1 : le gardien
- 2 : les ailiers droits et gauches
- 3 : les arrières droits et gauches
- 4 : le demi-centre
- 5 : le pivot

Le jeu s'articule autour de mouvements coordonnés des joueurs, qu'on appelle enclenchements, soit en fonction des forces en présence sur le terrain (retrouver des joueuses en 1 contre 1, des relations à 2 privilégiées), soit en réaction au type de défense proposée par les adversaires, qui existe sous plusieurs formes : 0-6, 1-5, 2-4, 3-3 et 1-2-3 (Figure 2).



*Figure 2: les différents types de défense au handball*

## 2.1.2 Les qualités physiques au handball

En termes de préparation physique, chaque poste possède des besoins différents (Darsau-Carre, 2010) :

- Le poste de gardien est très spécifique : il est seul dans sa zone. Il doit avoir une bonne anticipation, une bonne mobilité pour contrer les puissants tirs adverses sans se blesser, ainsi qu'une capacité de relance longue afin de pouvoir lancer les contre-attaques de son équipe. Cependant, il possède les moins bons taux de force des membres inférieurs (Massuca et al., 2015).
- Le demi-centre, lui, a un rôle d'organisateur. Il dit à ses coéquipiers où se placer et il annonce les enclenchements à mettre en place. Avec les arrières, ils sont ceux qui jouent sur le plus grand espace,  $64m^2$  (Bělka et al., 2016). Ses principales qualités physiques sont la puissance, la vivacité et la vitesse de prise de décision (Darsau-Carre, 2010). Dans l'étude de Massuca (2015), les demi-centres obtenaient les meilleures hauteurs de saut ( $40,17 \pm 5,71$  cm au Counter Movement Jump (CMJ)). L'étude a été faite sur des athlètes masculins, de 4 niveaux différents : « top élite » ; « moderate élite » ; « sub-élite » ; « moderately trained ». En comparaison, nos athlètes sont considérées comme « moderately trained ».
- Les arrières ont besoin de qualités d'appuis car ils sont ceux qui peuvent jouer des duels (1 contre 1), d'une qualité de détente afin de tirer au-dessus de la défense, ou encore de puissance pour tirer de loin. Ils présentent aussi la meilleure capacité aérobie comparée aux autres postes (Massuca et al., 2015). Leur performance est également liée à la puissance de leurs membres inférieurs, associée aux nombreux changements de directions et d'actions explosives qu'ils doivent effectuer au cours d'un match (Massuca et al., 2015).
- Les ailier sont les premiers attaquants, car ils finalisent le plus souvent les contre-attaques. Leur qualité principale est la vitesse : ils possèdent la meilleure (4,39 secondes sur 30m), mais sont ceux qui sautent le moins haut (Massuca et al., 2015). Ils sont également les joueurs qui parcourent le plus de distances par match (Font et al., 2021).
- Les pivots sont les joueurs qui se situent au milieu de la défense adverse et qui jouent sur la plus petite zone, à savoir  $12m^2$  (Bělka et al., 2016). Ils doivent avoir des appuis ancrés au sol, mais rester suffisamment mobiles pour se déplacer dans la défense et être en bonne position de tir (Darsau-Carre, 2010). D'après Massuca et collaborateurs en 2015, les pivots présentent la deuxième pire détente des 5 positions ( $36,73 \pm 8,23$  cm au CMJ), sont ceux qui ont la moins bonne capacité aérobie ( $790 \pm 477,34$ m parcourus au Yo-Yo intermittent tes niveau 2) (Massuca et al., 2015) et sont ceux qui parcourent le moins de distance en match (Manchado et al., 2020).

L'explosivité est décrite comme « notre capacité à produire le maximum de force dans un temps le plus faible possible » (Miller, 1997). Reiss la décrit comme « la qualité reine du sport » (2020). Elle fait partie

intégrante du handball, en attaque comme en défense : sauter, courir, repousser, passer, lancer ou encore dribbler (Darsau-Carre, 2010). Cette qualité physique joue également un rôle majeur dans les changements de direction (Manna et al., 2009). Ces changements de direction consistent en « une accélération suivie d'une décélération, avant de réaccélérer dans une nouvelle direction ». Ils sont considérés comme un facteur essentiel dans la performance d'une équipe (Loturco et al., 2022). Par exemple, au handball, selon une étude pendant des jeux réduits (3v3, 4v4, 5v5) sur des matchs de 2x20min, les données récoltées grâce aux GPS donnent environ 500 accélérations et 510 décélérations, ce qui démontrent l'importance des changements de direction (Stojiljković et al., 2020). Sur les 40 minutes de temps de jeu, cela représente en moyenne 25 changements de direction par minute.

Reiss définit la force par « la capacité à générer une tension (interne) à la suite d'une stimulation nerveuse qui s'exprime par rapport à un segment corporel et/ou une charge additionnelle (externe) » (Reiss & Prévost, 2020). Le travail de force a 2 objectifs : développer d'autres qualités physiques telles que la vitesse, l'agilité ou l'explosivité, et prévenir les blessures (Manna et al., 2009), souvent dues à une surcharge de travail (Rechik et al., 2007). En effet, une étude a démontré, par une méta-analyse, qu'un entraînement en force sur 8 mois permet de réduire les blessures de 66% (Lauersen et al., 2018).

La qualité d'endurance permet de développer et d'optimiser à la fois les systèmes cardio-vasculaires et cardio-respiratoires, en effectuant des actions maintenues à une intensité donnée et un temps donné (Dellal, 2021). Ce paramètre est important à prendre en compte au handball puisque les distances parcourues diffèrent d'un poste à l'autre (Font et al., 2021). Ainsi, chez des athlètes professionnels, il a été calculé que les demi-centres parcourent environ 4040m, les ailiers 3903m, les arrières 3571m et les pivots 3149m. Au niveau amateur, les distances sont plus faible et en moyenne de 2500m par match (González-Haro et al., 2020). Au handball, parcourir ces distances en y mettant l'intensité nécessaire à la performance est donc important pour la réussite de celle-ci. Être capable de répéter des efforts intenses est donc primordial dans la réussite d'une équipe. Chez les femmes, le temps moyen sur un match passé à VO<sub>2</sub>max est de  $79,4 \pm 6,4\%$  (Michalsik et al., 2013). Dans l'étude de Stojiljković (figure 3), qui portait sur l'impact du jeu réduit sur des joueuses de handball, plus de la moitié du temps de jeu est passée à un V<sub>O2max</sub> supérieur à 70%, ce qui montre l'importance de cette qualité physique (Stojiljković et al., 2020).

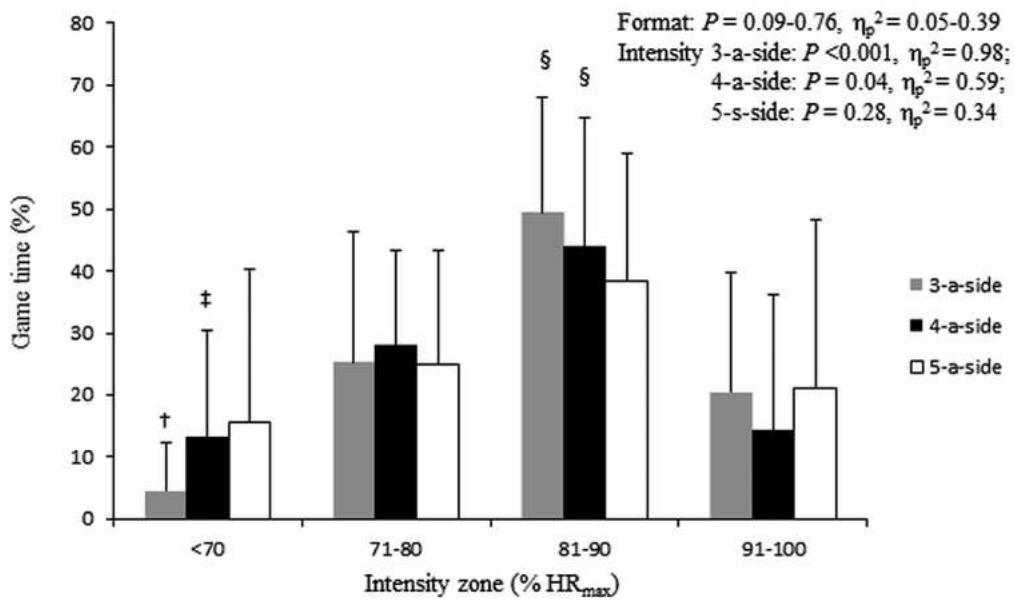
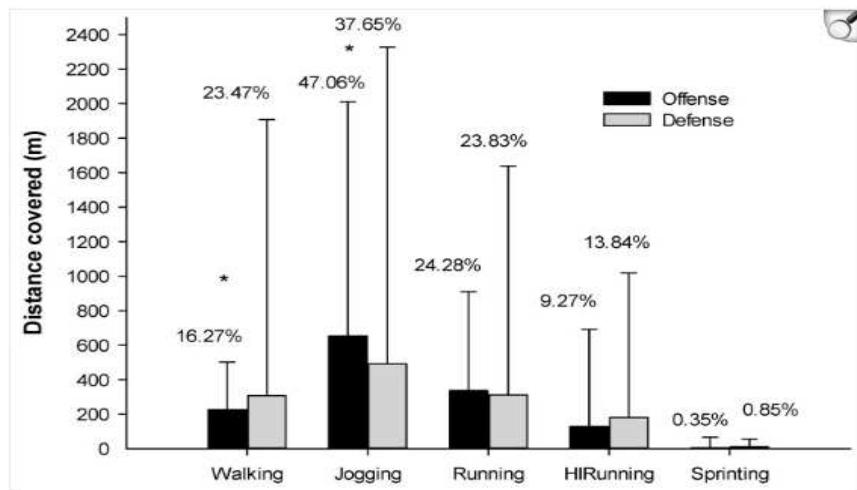


Figure 3: Moyenne  $\pm$  ET du temps de jeu passé aux différentes zones de la Fréquence Cardiaque maximale (Stojiljković et al., 2020)

Dans une méta-analyse, Garcia-Sánchez démontre que le rythme de course moyen est plus élevé chez les femmes ( $110 \pm 7,2 \text{ m}.\text{min}^{-1}$ ) que chez les hommes ( $78,4 \pm 19,7 \text{ m}.\text{min}^{-1}$ ) (García-Sánchez et al., 2023).

### 2.1.3 Intensités de match

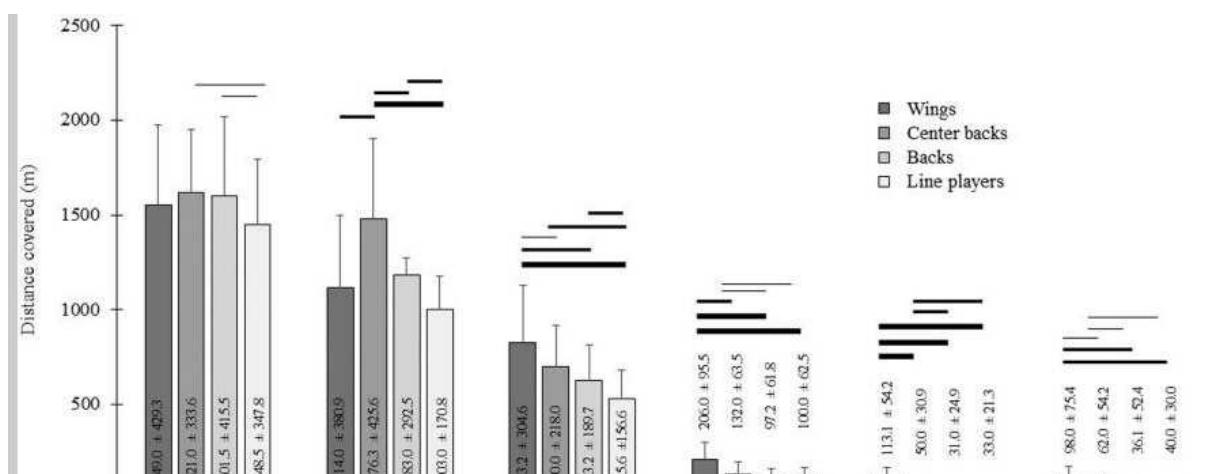
Les distances parcourues à certaines intensités varient au cours d'un match (Manchado et al., 2020). Nous voyons, sur la figure 4, que les intensités de course les plus fréquentes sont « marcher », « trottiner » et « courir ».



Differences in distance covered in offense and defense during different locomotion characteristics. \* Statistical differences;  $p \leq 0.05.$ ; HIRunning: High-Intensity running

*Figure 4: différences entre la distance parcourue en défense et en attaque à différentes vitesses de course (Manchado et al., 2020)*

Dans la figure 4, nous voyons également que les courses à haute intensité (vitesses comprises entre 5,5 et 6,9 m/s) et sprints (vitesses  $> 7\text{m/s}$ ) représentent entre 10 et 15 % des efforts d'un match (Manchado et al., 2020). L'étude s'est portée sur les équipes participant au « Final Four » de la ligue des champions masculine de Handball, sur la saison 2019/2020. Ces données ont donc été recueillies sur des joueurs professionnels. Cela montre que la vitesse est une qualité physique importante car les efforts de haute intensité sont les plus décisifs durant un match pour, par exemple, se démarquer d'un adversaire, le prendre de vitesse. Ces allures de course ont été déterminées pour des athlètes de haut niveau et diffèrent de celles des joueuses de notre étude.



*Figure 5: distance parcourue en fonction des intensités de course en fonction des postes (Font et al., 2021)*

Font (2021), lui, montre dans son étude que les distances parcourues à certaines intensités varient selon les postes (Font et al., 2021). En effet, d'après la figure 5, les ailieurs sont les joueurs qui parcourent le plus de distance à haute intensité ( $> 5,0 \text{ m/s}$ ) et en sprint ( $> 6,7 \text{ m/s}$ ). C'est une donnée importante pour les entraîneurs et les préparateurs physiques qui peuvent alors orienter les entraînements. Cependant, dans cette revue, on y observe que les ailieurs ont obtenu des vitesses maximales moyennes inférieures sur le match, de 17 % de leur vitesse maximale atteinte sur un test 30m, ce qui souligne également l'importance de l'explosivité. D'autres études ont été menées sur les actions à haute intensité selon le poste occupé. Par exemple, les ailieurs réalisent  $12 \pm 4,9$  sprints, les arrières en réalisent  $5 \pm 2$  et les pivots  $4 \pm 2$  (Buchheit, 2003). Cela suggère que la vitesse joue un rôle clé dans la performance et le résultat d'un match de handball. La travailler de manière efficace, sans créer de fatigue supplémentaire durant la saison, est un donc enjeu majeur pour la performance de l'équipe.

## 2.2 La vitesse

### 2.2.1 Définition

La vitesse peut se définir par « la faculté de faire parcourir à son corps ou à ses membres la plus grande distance dans un temps donné, ou d'effectuer le temps le plus court sur une distance donnée » (Reiss & Prévost, 2020). Il existe plusieurs types de vitesse :

- La vitesse de réaction se réfère à la rapidité avec laquelle un individu peut répondre à un stimulus après l'avoir perçu. Elle mesure la célérité de la transition entre la détection d'un signal, souvent visuel ou auditif, et l'émission de la réponse appropriée (Marmion, 2012).
- La capacité de démarrage/d'accélération correspond à la vitesse sur des distances inférieures à 20m (Rumpf et al., 2016). Elle se réfère au changement initial de vitesse et de performance de sprint sur des courtes distances (Aldrich et al., 2024).
- La vitesse linéaire maximale est la vitesse maximale en ligne droite, sans changements de directions.
- La vitesse gestuelle ou acyclique correspond à la vitesse d'un geste, comme un tir au handball (Pradet & Hubiche, 1996).
- La vitesse de changement de direction se définit comme la décélération brutale afin d'orienter le corps dans une autre direction, elle précède une phase de course à haute intensité et permet de prendre l'avantage dans des situations d'opposition (Dos'Santos et al., 2018).
- L'agilité réactive est une « habileté ouverte » mobilisant les aptitudes perceptives et décisionnelles. Cette agilité réactive est encore assez éloignée de ce que Young appelle aujourd'hui « agilité active » ou contextuelle propre aux situations d'adversité proposées par le jeu qui demandent la capacité à se mouvoir de façon plus ou moins prévisible dans des

espaces/temps où les réponses sont co-construites par les partenaires et adversaires (Pradet & Hubiche, 1996). Pour rappel, l'agilité se définit comme un mouvement rapide du corps avec un changement de vitesse ou de direction en réponse à un stimulus (Sheppard & Young, 2006).

Il semble important d'indiquer que le sprint se décompose en 3 parties : la phase d'accélération, la phase de vitesse maximale et la phase de décélération (Aldrich et al., 2024). Plusieurs paramètres jouent sur la qualité de la vitesse : vitesse de réaction, vitesse acyclique, vitesse cyclique (Pradet & Hubiche, 1996). Cette dernière peut être définie comme la capacité à reproduire un certain nombre de fois le même geste en un temps le plus court possible (Pradet & Hubiche, 1996). Elle est la capacité qu'a l'athlète de réaliser un certain nombre de mouvements, dans le laps de temps le plus court possible (Maclaw, 2022).

Une autre étude avait pour but de comparer 3 disciplines différentes (rugby, football et handball) sur des tests de changements de direction, de vitesse linéaire et d'élan de sprint chez des athlètes féminines (Loturco et al., 2022). En lien avec notre étude, au handball, les auteurs ont montré que les changements de direction sont directement liés à la vitesse linéaire : en effet, les joueuses qui avaient la vitesse la plus élevée étaient ceux qui présentaient les meilleures performances lors des tests de changements de direction. Compte tenu du nombre important de changements de direction au handball, travailler la qualité de vitesse pourrait donc améliorer les performances des athlètes féminines.

Dans notre étude, la vitesse se définit comme la performance maximale aux tests 30m départ arrêté et 20m départ lancé. C'est une qualité essentielle au handball au vu des efforts intenses et répétés durant un match.

## 2.2.2 Les méthodes de développement de la vitesse

### 2.2.2.1 Les séances sprints sans résistance

Une des méthodes de développement de la vitesse est la réalisation de sprints. Cela consiste à réaliser plusieurs sprints d'intensité maximale, sans charge ni aide pour l'athlète (Rumpf et al., 2016). Dans cette méta-analyse, les effets de cette méthode d'entraînement sont visibles sur les distances suivantes : 0-10m ; 0-20m ; 0-30m ; > 30m, avec une taille d'effet moyenne sur toutes les distances. La distance sur laquelle la méthode de sprint sans résistance a eu le plus d'effet est 31+m. Cependant, il semblerait que ce type de séance à base de sprints sans résistance atteigne ses limites avec des athlètes de haut niveau (Broussel-Derval, 2021). Cela peut s'expliquer par le fait que ces athlètes s'entraînent tous les jours, parfois 2 fois par jour, et que ce type de séance n'engendre plus les adaptations nécessaires afin d'améliorer la vitesse. Cette méthode est intéressante pour un public amateur car elle ne demande pas de matériel et est par conséquent facile à mettre en place.

### **2.2.2.2 Entraînement en résistance**

Pour améliorer la vitesse, la méthode d’entraînement en résistance, qui consiste à créer une résistance à l’athlète, comme le sprint en côte, la course lestée avec un parachute ou un élastique, ou avec un chariot, peut être mise en place (Broussal-Derval, 2021). C’est une méthode où il faut particulièrement veiller à garder une bonne technique de course. Un moyen particulièrement utilisé pour la contre-vitesse est le charriot. Cette méthode est largement mise en place pour améliorer la phase d’accélération du sprint (Rumpf et al., 2016). Plusieurs études ont montré qu’un rajout d’une masse de l’ordre de 12,6% de la masse corporelle serait optimal pour le développement de la vitesse et de la capacité d’accélération (Panascì et al., 2023). Chez des joueurs de rugby, un entraînement sur une période de 8 semaines a permis de montrer qu’un travail en résistance permet d’améliorer significativement la qualité de vitesse en comparaison d’un travail sans résistance. De plus, une charge inférieure à 20% du poids de corps permet de travailler la vitesse maximale, alors qu’une charge supérieure à 20% du poids de corps de l’athlète a un impact sur l’accélération (Petrakos et al., 2016). Dans une autre étude, Zahidi et ses collaborateurs (2022) ont comparé l’effet d’un entraînement combiné en sprint avec chariot enchaîné d’un travail de sprint sans résistance (Zahidi & Ait Ali Braham, 2022). L’étude s’est faite sur des U17 nationaux (plus haut niveau de leur catégorie) et a duré sept semaines. Ils ont divisé leur effectif en trois groupes : un groupe qui réalise les sprints avec charriots uniquement, un autre qui réalise les sprints avec charriots et sprints sans résistance, et un groupe contrôle qui ne pratique que les entraînements de football. Les résultats obtenus démontrent que le groupe avec chariot uniquement a obtenu des améliorations sur 0-20m et 0-30m, alors que le groupe qui effectue un programme combiné n’a obtenu des améliorations significatives que sur 0-30m. Ils observent également une différence significative sur l’amélioration du 30m, en faveur du groupe chariot uniquement.

L’utilisation des charges plus lourdes vont créer des adaptations sur la force (Zahidi & Ait Ali Braham, 2022), ce qui concorde avec l’impact sur l’accélération des charges de plus de 20% du poids de corps. Il semblerait également que le travail avec chariot et une charge supérieure à 10% du poids de corps entraîne une amélioration de l’amplitude de la foulée et une réduction du temps de contact au sol (Rumpf et al., 2016).

### **2.2.2.3 Survitesse**

La survitesse est également un moyen d’améliorer la vitesse (Broussal-Derval, 2021). L’objectif de cette méthode est de créer une vitesse supérieure à la vitesse maximale de l’athlète. Pour cela, il est possible d’utiliser plusieurs moyens : traction de l’athlète (avec un élastique par exemple) ou encore un travail en pente. L’idéal, pour ce travail de pente, est de le faire avec une inclinaison de 3% maximum, pour

éviter les déformations trop importantes du geste et ainsi limiter les forces de freinage (Reiss & Prévost, 2020). Reiss démontre également que la vitesse supplémentaire créée doit être de l'ordre de 6%, afin de ne pas risquer la blessure. Les adaptations physiologiques induites par la survitesse utilisant une traction sont l'amélioration de la vitesse maximale, l'augmentation de l'amplitude de foulée, l'augmentation de la fréquence de pas et une diminution du temps de contact au sol (Cecilia-Gallego et al., 2022). Il est précisé dans cette étude que les auteurs n'ont pu démontrer si la réduction du temps de contact au sol est due à une meilleure réponse musculaire ou à l'appareil qui tracte l'athlète.

#### 2.2.2.4 La pliométrie

La contraction pliométrique est une contraction faisant se succéder en un temps très bref (inférieur à 300 ms) une phase excentrique, puis une phase concentrique (Habert, 2014). Cet enchaînement de la phase excentrique, qui correspond à l'allongement du muscle qui va permettre d'augmenter l'énergie élastique qui va ensuite être stockée, à la phase concentrique, qui correspond au raccourcissement du muscle, s'appelle cycle étirement-raccourcissement. L'énergie stockée durant la phase excentrique, qui survient grâce au réflexe myotatique, qui est un réflexe de protection à la suite d'un étirement trop violent d'un muscle qui envoie un signal d'alerte au muscle concerné lui indiquant qu'il doit se contracter (Cometti, 2004).

Dans la méta-analyse de Rumpf (Rumpf et al., 2016), les auteurs montrent que la pliométrie semble jouer un rôle plutôt sur la phase d'accélération que la vitesse en elle-même, grâce à une amélioration de la puissance des membres inférieurs. Néanmoins, la pliométrie permettrait de développer la vitesse maximale, grâce à une meilleure technique de course basée sur une meilleure amplitude de foulée et une diminution du temps de contact au sol (Barr et al., 2014).

#### 2.2.2.5 Travail en force

Pour développer sa vitesse, le travail en force joue un rôle important (Reiss & Prévost, 2020). En effet, les 2 types de forces (horizontale et verticale) impactent différemment la vitesse : travailler en force horizontale (hip-thrust) renforce la qualité d'accélération, alors que travailler la force verticale (squat) jouera un rôle sur la vitesse maximale (distance > 40m). Dans l'étude de Reiss et Prévost (Reiss & Prévost, 2020), au-delà d'améliorer la force exprimée par les muscles travaillés, l'idée de travailler en force lors d'un cycle de vitesse permet de :

- Réduire les déséquilibres musculaires
- Améliorer l'amplitude

- Améliorer la capacité de décontraction musculaire
- Améliorer la qualité du tissu conjonctif et d'augmenter le rendement

Il est donc important de prendre en compte la discipline avant de réaliser un programme de musculation qui a pour but de développer la qualité de vitesse. Les changements de direction sont importants et doivent être pris en compte dans la réalisation des mouvements, toujours selon Reiss et Prévost.

Le travail en force a cependant un effet moins efficace que les autres méthodes sur le développement de la vitesse (Rumpf et al., 2016). Dans cette méta-analyse, la taille d'effet de cette méthode d'entraînement sur le développement de la vitesse linéaire en sprint est faible ( $ES = 0,34$ ). De plus, à mesure que la distance de sprint augmentait, l'impact de l'entraînement en force diminuait.

#### **2.2.2.6 Les points clés du développement de la vitesse et le contexte de travail**

Reiss et Prévost (2020) montrent que chez les amateurs, la vitesse maximale est souvent atteinte entre le 20<sup>e</sup> et le 30<sup>e</sup> mètre de course. Pour les professionnels, la vitesse maximale est atteinte vers le 50<sup>e</sup> mètre, parfois le 70<sup>e</sup>. D'autres études indiquent que la vitesse maximale pour les athlètes de sport d'équipe est généralement atteinte lors d'un sprint plus long de 30 à 40m, et s'ils démarrent en état en mouvement (Rumpf et al., 2016). Reiss et Prévost postulent également que, pour les non-pratiquants, il faudrait éviter de dépasser des distances de travail en vitesse maximale de plus de 20m avant que les athlètes ne soient prêts, en raison d'une tension maximale mise sur la chaîne postérieure (notamment les ischio-jambiers), pouvant engendrer des blessures.

Le plus important dans le développement de la vitesse est donc de prendre en compte les spécificités du terrain (Rumpf et al., 2016) : quelle intensité de course l'athlète travaille-t-il le plus souvent ? sur quelle distance court-il le plus souvent ? combien de sprints par match ?

### **3 Problématique, objectifs et hypothèses**

#### **3.1 Problématique**

Dans le sport de haut niveau, la performance est un paramètre très important et son optimisation requiert la mise en place de protocoles spécifiques. Selon Weineck (1997), elle se définit par « le degré d'amélioration possible d'une certaine activité motrice sportive et, s'inscrivant dans un cadre complexe, elle est conditionnée par une pluralité de facteurs spécifiques. ». Comme nous l'avons vu précédemment,

le développement des qualités physiques sera primordial pour performer. Nous avons pu voir, à travers de la revue de littérature, que la vitesse est une qualité importante au handball, en particulier au niveau amateur. En effet, les performances physiques varient beaucoup à ce niveau, cela fait de la qualité de vitesse une cible à privilégier dans la préparation physique. Chez ce public particulier, il semble que le travail de sprint sans résistance est une méthode efficace pour développer la vitesse. La vitesse maximale étant atteinte sur des distances inférieures à 30m, nous allons donc nous focaliser sur ces courtes distances. Dans ce projet de recherche, nous avons évalué si la mise en place d'un protocole spécifique chez des joueuses de handball amateur, en fin d'échauffement, permet d'optimiser leurs performances, en particulier la vitesse linéaire (20m départ lancé et 30m départ arrêté) ainsi que l'explosivité (10m départ arrêté).

### **3.2 Objectifs**

L'objectif principal de ce mémoire est d'analyser l'impact de la modification d'un programme d'échauffement sur la vitesse maximale de joueuses de handball de niveau amateur. Plus spécifiquement, compte tenu de l'effectif restreint, des conditions du stage et du matériel mis à disposition, nous souhaitons faire la preuve de concept que l'inclusion de sprints en fin d'échauffement permet d'améliorer la vitesse mesurée sur 10, 20 ou 30 mètres.

### **3.3 Hypothèses**

Nous avons posé l'hypothèse principale que l'ajout de sprints en fin d'échauffement améliore la vitesse sur une distance de 10, 20 ou 30 mètres.

Notre hypothèse secondaire est que ces sprints, ajoutés en fin d'échauffement, favorisent l'explosivité.

## **4 Stage**

### **4.1 Milieu professionnel**

Mon stage de deuxième année de Master 2 EOPS a été effectué au sein du club du Lille Lomme Métropole Handball (LLMH). Dès mon arrivée en août 2024, mon objectif était de préparer physiquement les joueuses pour les matchs de Nationale 2 et les U17 France. Mon mémoire de Master 2 traite principalement des résultats obtenus sur les joueuses de nationale 2, étant donné que la majorité des joueuses U17 s'entraînent avec le pôle espoir les mardis et jeudis. Les 2 groupes s'entraînent les

mardis, jeudis et vendredis, et les jours de match peuvent varier, le samedi soir ou le dimanche après-midi.

Le LLMH est un club en constant développement et mutation. Créé en 1966 par Pierre MORDEFROID, l'OSM Lomme (aujourd'hui LLMH) a toujours figuré parmi les meilleurs clubs de handball tant au niveau régional que national. Aujourd'hui, il fait figure de référence dans le milieu. L'OSM Lomme a connu des jours de gloire avec une montée rapide à haut niveau. Dans les années 70, sous la houlette de son président Jacques Fourcy, les joueurs de M. Costa (Bernard Vasseur, Jean Pierre Lepointe entraîneur adjoint de l'équipe de France, Championne du Monde en 1995, Philippe Lebecque ou encore Gérard Millot) ont porté fièrement le club jusqu'en Nationale 2, deuxième division nationale à l'époque. Dans le même temps, en 1979 la section féminine atteint la N2F. A la fin des années 80, le club connaît un renouveau avec l'apport de joueurs du Lille Université Club. La nouvelle équipe, entraînée par M. Augostini et composée entre autres d'Hervé Ternel, Laurent Michel et Michel Destombes (gardien de l'équipe de France de 1976 à 1986), atteint la N1. L'OSM Lomme est alors à l'apogée de sa gloire au niveau masculin.

L'ère des filles : En 1995, Michel Ternel, alors président du club, décide de confier la création d'une nouvelle équipe féminine à Laurent Worm. Jeune entraîneur à l'époque, il fait ses gammes avec des filles originaires des différentes FAC de la région. C'est ainsi que Myriam Boudjada, Béatrice Delécaux, Sokha Ou, Virginie Frère ou encore Séverine Sampson ont foulé les parquets de la salle du parc de Lomme. En 5 ans, les filles ont atteint le troisième niveau français : La Nationale 1. Depuis plusieurs bonnes prestations sont venues alimenter l'évolution du club. La politique de l'OSM Lomme, désormais appelé le Lomme Lille Métropole Handball est la formation de jeunes joueurs.

Aujourd'hui, l'ensemble du club travaille pour proposer aux licenciés une pratique complète du handball tant au niveau loisirs que dans le domaine de la compétition. L'équipe première féminine évolue en 2<sup>e</sup> division nationale, et compte à la fois des joueuses professionnelles et amateurs. Cette saison, l'objectif du club est de se maintenir dans cette division, voire d'accéder à la première division. Pour l'équipe réserve, l'objectif est de se maintenir en nationale 2, tout en aidant les U17 France à progresser. C'est pour cette raison que les entraînements sont communs.

Durant ce stage de Master, j'ai été accompagné par Nicolas Maingot et Johann Coquin, respectivement entraîneurs des U17 France et de la N2 féminine. Ensemble, nous avons mis en place tout au long des 41 semaines de stage, 3 fois par semaine, les mardis, jeudis et vendredis, des séances, incluant de la préparation physique, souvent axée sur de la course ainsi que du renforcement musculaire. Les séances se déroulent sur le terrain de handball uniquement. Il n'y a pas d'accès à la salle de musculation pour des raisons d'accès limités et d'organisation.

#### 4.2 Les sujets de l'étude

Dans ce groupe, il y a 27 joueuses âgées entre 15 et 27 ans de la N2 féminine ( $n = 17$ ) et des U17 France ( $n = 10$ ). Dans les deux équipes, plusieurs joueuses font partie du pôle espoir ( $n = 7$ ) et ne sont donc pas présentes à 2 séances par semaine avec le reste du groupe. Pour ces 7 joueuses, elles s'entraînent avec le reste du groupe le vendredi soir. En moyenne, le nombre de participantes aux séances varie donc de 8 à 16 joueuses. Dans notre étude, compte tenu des disponibilités des joueuses, 15 sujets ont réalisé les pré-tests. Des blessures et un absentéisme trop régulier de certaines joueuses ont contraint à exclure 5 joueuses de l'étude, amenant à un total de 10 sujets pour cette étude. Les données anthropométriques des joueuses retenues pour le test sont indiquées sur le tableau 1 :

Nom	Sexe	Taille (cm)	Poids (kg)	Âge (ans)
Joueuse 1	F	160	63	20
Joueuse 2	F	161	65	25
Joueuse 3	F	171	56	17
Joueuse 4	F	168	53	16
Joueuse 5	F	178	74	20
Joueuse 6	F	161	80	23
Joueuse 7	F	172	60	21
Joueuse 8	F	176	64	17
Joueuse 9	F	157	55	19
Joueuse 10	F	167	68	19

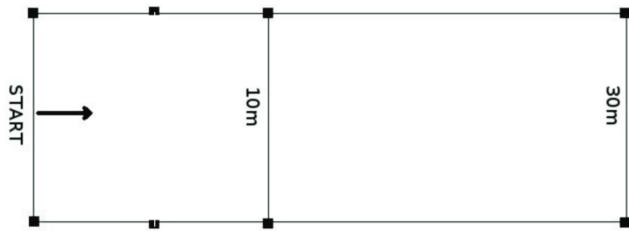
<b>Moyenne ± ET</b>	/	<b>167,1 ± 7,19</b>	<b>63,8 ± 8,53</b>	<b>19,7 ± 2,79</b>
---------------------	---	---------------------	--------------------	--------------------

Tableau 1: Données anthropométriques des joueuses retenues pour le test.  $N = 10$

#### 4.3 Protocole, matériels et techniques de mesure

Pour ce protocole, nous avons réalisé un test sprint 30m départ arrêté (figure 5), dont le temps d'exécution est mesuré à l'aide des cellules photoélectriques. Les paires de cellules sont placées à 0, 10 et 30 mètres du point de départ afin d'acquérir les données sur les distances 10m départ arrêté, 20m départ lancé et 30m départ arrêté. Ces tests ont pour objectif de déterminer la vitesse linéaire maximale atteinte sur ces distances. Nous avons réalisé une première mesure le 21 janvier, permettant de mesurer la vitesse avant mise en place du protocole, puis une seconde mesure après 9 semaines de protocole afin comparer les données obtenues. Aucun autre test intermédiaire n'a pu être effectué, à la demande des entraîneurs, pour éviter de gêner la séance d'entraînement et de perdre trop de temps sur les autres activités sportives de la séance de handball.

Ces tests ont été réalisés dans la salle du parc, à Lomme, où les joueuses s'entraînent habituellement et jouent en compétition. Cela nous a permis d'obtenir les résultats dans les conditions de compétition. Les données obtenues ont été retranscrites dans un tableur Excel et/ou Graph Pad Prism afin de les représenter graphiquement et de les analyser statistiquement.



*Figure 6: schéma du test 30m. Les cellules photoélectriques mesurant le temps sont placées à 0, 10 et 30 m du point de départ (START).*

Avant de démarrer les tests, et afin de standardiser les conditions d'évaluation et de reproductibilité des tests effectués, un échauffement standardisé commun a été réalisé, puis chaque joueuse effectue 2 sprints en fin d'échauffement. Le temps de récupération entre les sprints est de 3 minutes. Sur les 2 sprints, la meilleure performance des 2 est retenue. Ensuite, un cycle d'optimisation de la performance de 9 semaines a été mis en place, avec un échauffement commun à base de déverrouillage articulaire, de mobilité, de réalisation de gammes (pas chassés, montées de genou, talons-fesses). Une montée en intensité est effectuée avec quelques accélérations progressives, avant de réaliser les sprints par 2, afin de garder une intensité maximale. Pour des raisons d'indisponibilité occasionnelle du terrain lors de l'entraînement, des exercices de renforcement musculaire ont été mis en place afin de ne pas perdre les effets de l'échauffement.

#### 4.4 Analyse statistique

Après avoir retrancrit les données des tests (semaine 0 et semaine 9) dans un tableur Excel, la moyenne et écart type des 2 échantillons pré-test et post-test ont été calculés. La normalité et l'homogénéité des variances ont été vérifiées avec les tests de Shapiro-Wilk et le test de Levene, respectivement. L'utilisation de ces tests a permis de valider si la distribution de chaque variable était normale, et l'homogénéité des variances. Nous avons donc sélectionné le test T de Student pour échantillons appariés ainsi que le test Wilcoxon afin de comparer l'évolution des données entre la semaine 0 et la semaine 9. La valeur retenue pour vérifier la significativité doit être inférieure à 0,05 ( $p < 0,05$ ).

La taille d'effet a également été mesurée, en utilisant le  $d$  de Cohen. Les différents seuils sont :

- 0,2 : effet faible
- 0,5 : effet moyen

- 0,8 : effet élevé
- 1,2 : effet très élevé
- 2,0 : effet immense

Cela nous a permis d'observer l'effet de notre protocole sur le développement de la vitesse. Les résultats sont présentés selon une comparaison avant/après par individu.

## 5 Résultats

Nous avons, dans un premier temps, analysé le pourcentage de sprint réalisé par les sujets de l'étude. Sur les 14 individus inclus au début du stage, les taux de présence de chacune des joueuses montrent des disparités associées à une blessure, une absence lors des séances d'entraînement durant ces 9 semaines de protocole. Un seuil de 50% de pourcentage de sprint réalisés pendant l'étude a été fixé, estimant qu'en dessous de 50%, des facteurs externes (désentraînement etc.) peuvent altérer l'analyse des données. Aussi, à la lecture d'autres études qui ont été menées sur le thème de la vitesse et du sprint, les distances moyennes parcourues étaient d'environ 700m. dans notre cycle de travail, la distance maximale qui pouvait être parcourue était de 1180m. Nous avons estimé que sprinter sur la moitié de cette distance pouvait biaiser nos résultats et nous avons préféré exclure celles qui n'ont pas atteint ce seuil. D'autres sujets ont été exclus, notamment car ils n'ont pas pu réaliser le post-test pour des raisons diverses (blessures, absences). Au total, la cohorte, après exclusion de certains sujets pour les raisons listées ci-dessus, regroupe 10 individus de sexe féminin.

Joueuse	Pourcentage de sprints réalisés sur le cycle
Joueuse 1	88
Joueuse 2	53
Joueuse 3	82
Joueuse 4	100
Joueuse 5	88
Joueuse 6	94
Joueuse 7	65
Joueuse 8	71
Joueuse 9	71
Joueuse 10	100
Joueuse 11	Blessée
Joueuse 12	69/blessée lors du post-test
Joueuse 13	43
Joueuse 14	78/blessée lors du post-test
Joueuse 15	41

Tableau 2: Pourcentage de sprints réalisés sur le cycle

### 5.1 10m départ arrêté

Les données avant la mise en place du protocole (semaine 0, pré-test) et après 9 semaines de protocole (post-test) montrent que les joueuses parcourent 10 mètres en  $2,09 \pm 0,23$  secondes avec une taille d'effet faible ( $d = 0,2$ ) avant la mise en place du protocole de sprint à la fin de l'échauffement. Après 9 semaines d'entraînement, les données obtenues par ces mêmes joueuses sont de  $2,08 \pm 0,18$  secondes. Aucune différence significative n'est observée sur le 10m départ arrêté après la période d'entraînement ( $p\text{-value} = 0,47$ ).

Les données avant la mise en place du protocole (semaine 0, pré-test) et après 9 semaines de protocole (post-test), montrent que 4 des 10 joueuses ont progressé sur le 10m départ arrêté (Figure 7), avec une taille d'effet faible ( $d = 0,2$ ). Aucune différence significative n'est observée sur le 10m départ arrêté après la période d'entraînement ( $p\text{-value} = 0,47$ ).

**B**      **10 m départ arrêté**

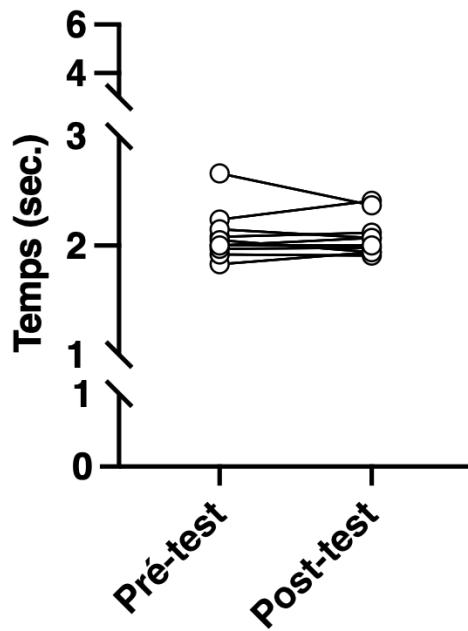


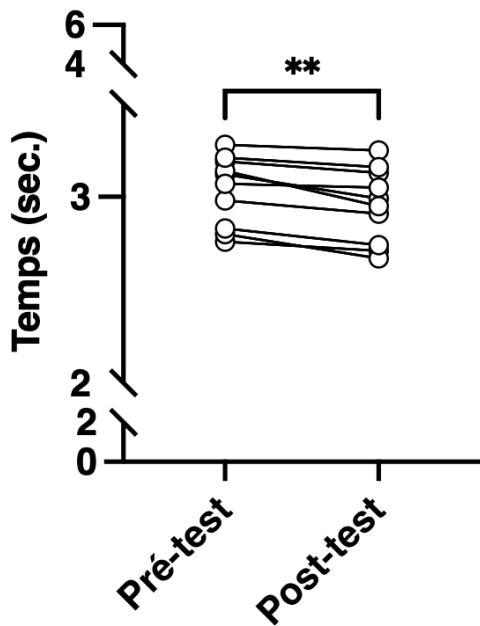
Figure 7 : Résultats par individu du 10 départ arrêté en semaine 0 et après 9 semaines de protocole

### 5.2 20m départ lancé

Les données avant la mise en place du protocole (semaine 0, pré-test) et après 9 semaines de protocole (post-test) montrent que les joueuses parcoururent 20 mètres en  $3,04 \pm 0,19$  secondes avec une taille d'effet moyenne ( $d = 0,65$ ) avant la mise en place du protocole de sprint à la fin de l'échauffement. Après 9 semaines d'entraînement, les données obtenues par ces mêmes joueuses sont de  $2,96 \pm 0,20$  secondes (Figure 6). Une différence significative est observée sur le 20m départ lancé après la période d'entraînement ( $p\text{-value} = 0,0009$ ).

Les données avant la mise en place du protocole (semaine 0, pré-test) et après 9 semaines de protocole (post-test), montrent que les 10 joueuses ont progressé sur le 20m départ lancé (Figure 8), avec une taille d'effet moyenne ( $d = 0,65$ ). Une différence significative est observée sur le 20m départ lancé après la période d'entraînement ( $p\text{-value} = 0,0009$ ).

## B      20 m départ lancé



*Figure 8: Résultats par individu du 20 départ lancé en semaine 0 et après 9 semaines de protocole*

### 5.3 30m départ arrêté

Les données avant la mise en place du protocole (semaine 0, pré-test) et après 9 semaines de protocole (post-test) montrent que les joueuses parcoururent 30 mètres en  $5,13 \pm 0,36$  secondes avec une taille d'effet moyenne ( $d = 0,5$ ) avant la mise en place du protocole de sprint à la fin de l'échauffement. Après 9 semaines d'entraînement, les données obtenues par ces mêmes joueuses sont de  $5,04 \pm 0,34$  secondes. Aucune différence significative n'est observée sur le 30m départ arrêté après la période d'entraînement ( $p\text{-value} = 0,07$ ).

Les données avant la mise en place du protocole (semaine 0, pré-test) et après 9 semaines de protocole (post-test), montrent que 7 des 10 joueuses ont progressé sur le 30m départ arrêté (Figure 9), avec une taille d'effet moyenne ( $d = 0,5$ ). Aucune différence significative n'est observée sur le 30m départ arrêté après la période d'entraînement ( $p\text{-value} = 0,07$ ), même si une tendance peut être observée étant donné que 70% des sujets ont amélioré leur temps sur 30m.

**B**  
**30 m départ arrêté**

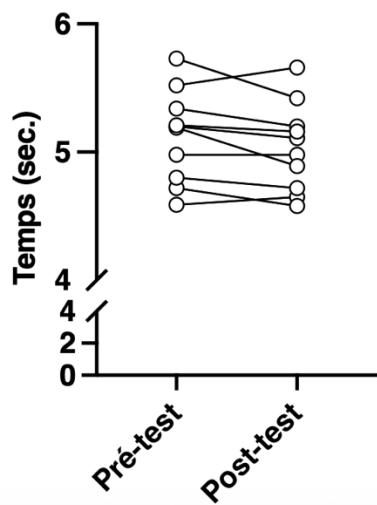


Figure 9: Résultats par individu du 30 départ arrêté en semaine 0 et après 9 semaines de protocole

## 6 Discussion

### 6.1 Interprétation des résultats

Notre étude avait pour objectif de déterminer si l'incorporation de sprints en fin d'échauffement a un impact sur le développement de la qualité de vitesse linéaire en sprint (mesurée grâce au test 20m départ lancé et test 30m départ arrêté), d'explosivité (mesurée grâce au test 10m départ arrêté) ou les 2. Les données du 20m départ lancé mettent en évidence que l'incorporation de sprints en fin d'échauffement permet d'améliorer la vitesse linéaire. En revanche, nous n'avons pas observé d'amélioration significative sur le test 30m, ce qui peut s'expliquer par une non-progression sur le 10m départ arrêté et suggère que le protocole n'a pas eu d'impact sur l'explosivité. L'explosivité, représentée par le 10m départ arrêté, semble jouer un rôle plus important que la vitesse sur un 30m départ arrêté, au regard des résultats obtenus dans notre étude.

Concernant la vitesse, nos résultats sont en cohérence avec la littérature scientifique, qui démontre que la réalisation de sprints permet d'améliorer la vitesse (Broussel-Derval, 2021). McMorrow et al., (2019) ont également montré l'efficacité d'un travail de sprint sans résistance sur le développement de la vitesse. L'étude, qui s'est portée sur des footballeurs professionnels durant 6 semaines, montre une différence avec notre étude sur la distance des tests. McMorrow et collaborateurs ont réalisé un test 20m avec des cellules placées à 5m, 10m et 20m. L'étude a montré une amélioration significative de 3,9% sur 10m

départ arrêté ainsi qu'une amélioration de 2,9% sur le 20m départ arrêté pour le groupe réalisant des sprints sans résistance (McMorrow et al., 2019).

Une étude, comparable à la nôtre, publiée en 2023, a été menée sur des joueurs de rugby, sur une durée de 8 semaines, pendant la présaison (Panascì et al., 2023). Les 2 tests du protocole étaient le 10m et le 30m, comme l'étude réalisée dans ce mémoire. Dans cette étude, le programme d'entraînement était constitué de 2 sessions par semaine, et consistait, pour le groupe de sprinteurs sans résistance, en la réalisation de 3 séries de 3x20m de sprint sans résistance. En comparaison, l'autre groupe devait réaliser 2 séries de sprints avec chariot (12,6% du poids corporel sur le chariot) enchaînées avec 1 série de sprint sans résistance (2x3x20m + 1x3x20m). Les résultats ont montré que le groupe de sprinteurs sans résistance obtenait un meilleur temps sur 10m et 30m, bien que cela soit moins significatif que le groupe qui effectuait des sprints avec résistance.

Concernant l'explosivité, l'étude de McMorrow et al., (2019) démontre que le groupe pratiquant des sprints sans résistance améliore significativement ses résultats sur le test 5m et 10m (respectivement de 5,1% et de 3,9%), démontrant ainsi que l'explosivité peut être améliorée avec la réalisation de sprints sans résistance. Nos résultats ne semblent donc pas reproduire les données de la littérature. Il semble important de noter que, dans l'étude de McMorrow, les athlètes réalisent plus de sprints que dans notre étude, ce qui pourrait expliquer la différence de résultats entre ces deux études.

Étant donné la faible distance de test (30m) que les athlètes ont parcourue, nos résultats suggèrent que l'amélioration de la vitesse est due à une amélioration de la fréquence gestuelle. En effet, Pradet (1999) nous indique que la vitesse dépend de 3 critères : le temps de réaction, la vitesse d'exécution d'un geste acyclique et la vitesse cyclique. La vitesse de réaction n'a aucun impact sur nos tests car les joueuses démarrent quand elles le désirent et la vitesse acyclique n'intervient pas dans le sprint car il n'y a pas de geste isolé (comme un tir par exemple). La fréquence gestuelle est alors le dernier paramètre sur lequel notre protocole a pu avoir un impact.

Dans notre étude, nous aurions pu modifier les distances de course afin de faire plus de répétitions de départ de sprint, afin d'améliorer l'explosivité. Par exemple, passer de 3x20m à 2x10m et 2x20m, ce qui aurait permis de travailler le départ en sprint et ainsi développer l'explosivité. Nous aurions également pu faire varier la position de départ, en mettant les athlètes dans des positions qui les forçaient à développer des taux de force plus important qu'un départ classique.

## **6.2 Limites de l'étude**

Comme toute étude, notre approche expérimentale présente des limites qu'il faut souligner afin d'interpréter nos résultats en fonction des biais, d'évaluer les points d'amélioration de notre protocole pour proposer de nouvelles investigations dans ce domaine.

### **6.2.1 Nombre d'individus inclus et homogénéité de la cohorte**

La première limite de notre étude concerne la taille de l'échantillon. Le nombre de sujets testés est faible, avec 15 sportives testées et 10 ont été retenues. En effet, quelques joueuses, n'ayant pas rempli les 50% de sprints à effectuer, n'ont pu être incluses dans notre étude (cf. partie « *résultats* »). D'autres sportives ont été blessées au cours du protocole, ou certaines n'étaient présentes qu'à la séance pré-test ou post-test, ce qui fait que leurs données n'ont pas pu être retenues. À titre de comparaison, dans leur étude de 2021, Chandrakant et collaborateurs ont réalisé son étude sur 120 sujets (Chandrakant, 2021).

Le nombre de sportives incluses dans notre étude ( $N=10$ ) reste faible pour obtenir des résultats significatifs et reproductibles, compte tenu de la variabilité entre individus. Il est important de rappeler que l'équipe dans lequel l'étude a été réalisée est en partenariat avec un autre club, entraînant un échange des joueuses pour les entraînements et matchs. Par conséquent, la présence de certaines filles en séances n'a pas été constante et continue, altérant la continuité du protocole et les résultats obtenus. De plus, Des joueuses se sont blessées au cours du cycle et n'ont donc pas pu faire le post-test. Enfin, toutes les joueuses n'ont pas participé à l'ensemble des séances. Toutes ces causes, liées à plusieurs facteurs indépendants de l'étude, sont une vraie limitation à notre étude et peuvent fournir un biais à cette étude. Cependant, il est important de noter que des résultats significatifs ont été obtenus, sur un nombre faible de participantes. Augmenter le nombre de sportives pourrait donc donner des résultats intéressants en suivant notre protocole, pour l'optimisation de la performance sportive en handball.

### **6.2.2 Absence de groupe témoin**

L'absence d'un groupe contrôle constitue une autre limite importante de l'étude. Sans comparaison directe avec un groupe n'ayant pas suivi le protocole (ou ayant suivi un protocole différent), il est difficile d'attribuer avec certitude l'ensemble des améliorations observées à l'intervention elle-même. Certains gains peuvent être dus à des facteurs extérieurs comme un apprentissage des tests, une adaptation naturelle à l'entraînement en cours de saison, ou une amélioration spontanée des qualités physiques. Néanmoins, la constitution d'un groupe témoin n'a pas été envisageable dans le contexte de notre étude, en raison de la taille relativement réduite de l'échantillon étudié ici. Une répartition des

handballeuses en deux groupes aurait conduit à des effectifs trop faibles pour permettre une analyse statistique convenable dans chacun d'eux, ce qui aurait compromis la validité des résultats.

### 6.3 Applications pratiques sur le terrain

Cette étude nous a permis d'observer que mettre en place des sprints en fin d'échauffement est un moyen de développer la vitesse linéaire. Cela peut être une bonne méthode, pour les clubs amateurs, étant donné qu'elle ne nécessite aucun matériel. De plus, elle ne demande que peu de temps en comparaison d'une séance uniquement orientée vers la vitesse. Notre protocole incluant uniquement 2 ou 3 sprints par séance permet une répétition relativement fréquente, sans induire de fatigue chez les athlètes. À l'inverse, une séance axée uniquement sur la réalisation de sprints demande beaucoup de récupération (1'/10m parcourus) et, par conséquent, beaucoup de temps. En saison, cette méthode de travail serait alors peu pertinente pour les clubs amateurs, qui n'ont pas les infrastructures de manière permanente et qui doivent faire en fonction des horaires des autres catégories.

Pour un meilleur résultat, l'inclusion de la notion de compétition entre les joueuses et un enjeu entre elles permettrait d'obtenir une intensité maximale et modulerait ainsi nos résultats. Le point auquel il faut particulièrement prêter attention est la qualité du reste de l'échauffement, qui doit être réalisé de manière optimale pour permettre de réaliser des sprints à intensité maximale.

### 6.4 Perspectives

Une idée intéressante, en gardant le protocole de cette étude, serait d'une part d'avoir plus de sujets à tester, ce qui nous permettrait de limiter les marges d'erreur statistiques et d'autre part, de comparer l'effet de cet entraînement sur un groupe qui s'entraîne une ou deux fois par semaine avec un groupe qui s'entraîne trois fois par semaine (la N2). Avec plus de sujets à tester, nous aurions pu comparer l'effet de ce protocole avec un groupe contrôle qui ne réalisait pas les sprints en fin d'échauffement. L'intérêt de comparer avec l'équipe professionnelle semble limité, étant donné qu'elles s'entraînent quasiment 2 fois par jour (musculation et terrain) et que l'intensité des séances et les enjeux sont complètement différents.

La période de la saison pourrait également être modifiée. En effet, notre protocole a eu lieu après les vacances de Noël, où les entraînements étaient peu nombreux en raison d'une période sans matchs (reprise de la compétition plusieurs semaines après les vacances de Noël), et, par conséquent, la marge d'amélioration était plus importante. Il serait intéressant de réaliser ce protocole durant une période de

compétition, par exemple en début de saison, où il y a un enchaînement de matchs. De plus, cela permettrait d'allonger la période du protocole, et de comparer si une période prolongée est plus efficace, ou bien s'il y a un seuil à partir duquel l'entraînement ne permet plus de développer la vitesse.

## 7 Conclusion

Notre étude nous a permis d'observer une amélioration de la vitesse grâce à des sprints placés en fin d'échauffement. Cette observation concorde effectivement avec la littérature scientifique. À l'inverse, la qualité d'explosivité n'est pas améliorée, ce qui pourrait être expliqué par toutes les raisons citées dans la partie « limites ».

L'enjeu pour les entraîneurs et préparateurs physiques, notamment dans le monde amateur, sera alors de trouver la meilleure période de la saison afin de travailler efficacement ces qualités en limitant les facteurs externes.

## 8 Bibliographie

Aldrich, E. K., Sullivan, K., Wingo, J. E., Esco, M. R., Leeper, J., Richardson, M. T., Winchester, L. J., & Fedewa, M. V. (2024). The Effect of Resisted Sprint Training on Acceleration : A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Exercise Science*, 17(6), 986-1002. <https://doi.org/10.70252/VKAV1115>

Barr, M. J., Sheppard, J. M., Agar-Newman, D. J., & Newton, R. U. (2014). Transfer Effect of Strength and Power Training to the Sprinting Kinematics of International Rugby Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2585-2596. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000423>

Bělka, J., Hůlka, K., Šafář, M., & Weisser, R. (2016). External and internal load of playing positions of elite female handball players (U19) during competitive matches. *Acta Gymnica*, 46(1), 12-20. <https://doi.org/10.5507/ag.2015.025>

Broussel-Derval, A. (2021). *Produire de la vitesse*. <https://www.broussel-derval.com/2021/10/01/produire-de-la-vitesse/>

Buchheit, M. (2003). *Réflexion sur l'évaluation de qualités physiques et le suivi des sportifs dans les structures de haut niveau : Bilans médicaux, épreuves d'effort en laboratoire et tests de terrain, L'exemple du Handball.* ) <https://mart1buch.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/08/m-buchheit-reflexion-sur-levaluation-physique-et-le-suivi-des-sportifs-en-handball.pdf>)

Cecilia-Gallego, P., Odriozola, A., Beltran-Garrido, J. V., & Álvarez-Herms, J. (2022). Acute effects of overspeed stimuli with towing system on athletic sprint performance : A systematic review with meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 40(6), 704-716. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.2015165>

Chandrakant, S. D. (2021). *Utility of Plyometric Training Method for Improving Explosive Power of Leg and Speed of Hockey Players.*

[https://www.aiirjournal.com/uploads/Articles/2021/09/5310\\_09.Dr.%20Chandrakant%20S.%20Duble.pdf](https://www.aiirjournal.com/uploads/Articles/2021/09/5310_09.Dr.%20Chandrakant%20S.%20Duble.pdf)

Cometti, G. (2004). *La détente et la pliométrie*. [http://hthiry.free.fr/volley/Utile/Sections/volley/Preparation%20physique/Pliomtrie%20\(G.%20COME TTI\).pdf](http://hthiry.free.fr/volley/Utile/Sections/volley/Preparation%20physique/Pliomtrie%20(G.%20COME TTI).pdf)

Darsau-Carre, R. (2010). *Analyse de l'activité des joueurs de champ en handball, dans le but d'évaluer et de développer les qualités physiques du handballeur en formation.* <http://s3.e-monsite.com/2010/11/06/18814945projet-de-performance-handball-pdf.pdf>

Dellal, A. (2021). *Une saison de préparation physique en football* (3e éd). De Boeck supérieur.

Dos'Santos, T., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2018). The Effect of Angle and Velocity on Change of Direction Biomechanics: An Angle-Velocity Trade-Off. *Sports Medicine*, 48(10), 2235-2253. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0968-3>

Font, R., Karcher, C., Reche, X., Carmona, G., Tremps, V., & Irurtia, A. (2021). Monitoring external load in elite male handball players depending on playing positions. *Biology of Sport*, 38(3), 475-481. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2021.101123>

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>

González-Haro, P. J., Gómez-Carmona, C. D., Bastida-Castillo, A., Rojas-Valverde, D., Gómez-López, M., & Pino-Ortega, J. (2020). Analysis of playing position and match statusrelated differences in external load demands on amateur handball: A case study. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 22, e71427. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e71427>

Habert, B. (2014). *La place de la pliométrie au sein de la rééducation.* [https://www.maisondeskines.com/\\_upload/article-pdf/KS550P59.pdf](https://www.maisondeskines.com/_upload/article-pdf/KS550P59.pdf)

Lauersen, J. B., Andersen, T. E., & Andersen, L. B. (2018). Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: A systematic review, qualitative analysis and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(24), 1557-1563. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099078>

Loturco, I., Pereira, L. A., Reis, V. P., Abad, C. C. C., Freitas, T. T., Azevedo, P. H. S. M., & Nimphius, S. (2022). Change of Direction Performance in Elite Players From Different Team Sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(3), 862-866. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003502>

Manchado, C., Tortosa Martínez, J., Pueo, B., Cortell Tormo, J. M., Vila, H., Ferragut, C., Sánchez Sánchez, F., Busquier, S., Amat, S., & Chirosa Ríos, L. J. (2020). High-Performance Handball Player's Time-Motion Analysis by Playing Positions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6768. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186768>

Manchado, C., Tortosa-Martínez, J., Vila, H., Ferragut, C., & Platen, P. (2013). Performance Factors in Women's Team Handball: Physical and Physiological Aspects—A Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1708-1719. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182891535>

Manna, I., Khanna, G., & Dhara, P. (2009). Training induced changes on physiological and biochemical variables of young indian field hockey players. *Biology of Sport*, 26(1), 33-43.

<https://doi.org/10.5604/20831862.890173>

Mariot, J. (2004). *Handball* (EP&S).

Marmion, J.-F. (2012). *Histoire de la psychologie*. Éd. « Sciences humaines ».

Massuca, L., Branco, B., Miarka, B., & Fragoso, I. (2015). Physical Fitness Attributes of Team-Handball Players are Related to Playing Position and Performance Level. *Asian Journal of Sports Medicine*, 6(1). <https://doi.org/10.5812/asjsm.24712>

McMorrow, B. J., Ditroilo, M., & Egan, B. (2019). Effect of Heavy Resisted Sled Sprint Training During the Competitive Season on Sprint and Change-of-Direction Performance in Professional Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(8), 1066-1073. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0592>

Michalsik, L., Madsen, K., & Aagaard, P. (2013). Match Performance and Physiological Capacity of Female Elite Team Handball Players. *International Journal of Sports Medicine*, 35(07), 595-607. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1358713>

Miller, C. (1997). Évaluation des capacités musculaires. *Les Cahiers de l'INSEP*, 21(1), 33-45. <https://doi.org/10.3406/insep.1997.1315>

Panascì, M., Di Gennaro, S., Ferrando, V., Filipas, L., Ruggeri, P., & Faelli, E. (2023). Efficacy of Resisted Sled Sprint Training Compared With Unresisted Sprint Training on Acceleration and Sprint Performance in Rugby Players : An 8-Week Randomized Controlled Trial. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18(10), 1189-1195. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2023-0103>

Petrakos, G., Morin, J.-B., & Egan, B. (2016). Resisted Sled Sprint Training to Improve Sprint Performance : A Systematic Review. *Sports Medicine*, 46(3), 381-400. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0422-8>

Pradet, M., & Hubiche, J.-L. (1996). *La préparation physique*. INSEP publ.

Rechik, V., Lindsay, M., & Nowak, A. (2007). *SPORT ET SANTÉ:LES BLESSURES CHEZ LES SPORTIFS*. [https://psychaanalyse.com/pdf/LES%20BLESSURE%20CHEZ%20LES%20SPORTIFS%20\(53%20Pages%20-%20202,7%20Mo\).pdf](https://psychaanalyse.com/pdf/LES%20BLESSURE%20CHEZ%20LES%20SPORTIFS%20(53%20Pages%20-%20202,7%20Mo).pdf)

Reiss, D., & Prévost, P. (2020). *La nouvelle bible de la préparation physique : Le guide scientifique et pratique pour tous* (3e éd). Amphora.

Rumpf, M. C., Lockie, R. G., Cronin, J. B., & Jalilvand, F. (2016). Effect of Different Sprint Training Methods on Sprint Performance Over Various Distances : A Brief Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(6), 1767-1785. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001245>

Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review : Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932. <https://doi.org/10.1080/02640410500457109>

Stojiljković, N., Scanlan, A., Dalbo, V., Stankovic, R., Milanović, Z., & Stojanović, E. (2020). Physiological responses and activity demands remain consistent irrespective of team size in recreational handball. *Biology of Sport*, 37(1), 69-78. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2020.92516>

Zahidi, S., & Ait Ali Braham, M. (2022). *Effects of a Potentiation Method of Resisted Sled Sprint Training On Mechanical Sprint Performance in Young Soccer Players.* <https://doi.org/10.5281/ZENODO.15277774>

## 9 Webographie

Maclaw, S. (2022). *La vitesse.* <https://performancesportives.com/la-vitesse/>

Statista.com. (s. d.). [Logiciel]. fr.statista.com

Wikipédia. (s. d.). [Logiciel]. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Équipe\\_de\\_France\\_féminine\\_de\\_handball](https://fr.wikipedia.org/wiki/Équipe_de_France_féminine_de_handball)

## 10 Annexes

10.1 Résumé de l'étude (français, anglais et mots-clés)

10.1.1 Résumé de l'étude

La préparation physique est devenue un élément indispensable dans le monde du sport, particulièrement quand les clubs recherchent la performance lors de compétitions. Le handball est une discipline en plein développement, et la recherche de performance est de plus en plus importante même au niveau amateur.

Comment développer les qualités physiques nécessaires aux handballeurs afin qu'ils puissent performer, en particulier la qualité de vitesse reste une question en suspens. L'objectif de ce mémoire est de démontrer l'impact d'un protocole consistant à inclure des sprints en fin d'échauffement sur la qualité de vitesse.

Dans cette étude, j'ai suivi une équipe réserve amateur de handballeuses qui évolue en N2, et mis en place un protocole de 9 semaines qui consistait à réaliser des sprints d'une distance comprise entre 20m et 30m en réalisant un test 30m départ arrêté, avec un jeu de cellules placé à 10m.

Les résultats de cette étude démontrent une amélioration significative sur le 20m départ lancé ( $p = 0,0009$ ), indiquant une progression sur la qualité de vitesse. Les données sur 10m départ arrêté et 30m départ arrêté montrent que l'explosivité n'a pas été améliorée, en témoignent les  $p$ -value, respectivement égales à 0,47 et 0,07. Les données obtenues dans cette étude indiquent que la vitesse a été améliorée grâce à une meilleure technique de course.

Cette étude, présentée dans ce mémoire, suggère que les sprints en fin d'échauffement permettent d'améliorer la qualité de vitesse.

### 10.1.2 Abstract

Physical preparation has become an indispensable element in the world of sport, particularly when clubs are looking for performance in competition. Handball is a fast-growing discipline, and the quest for performance is increasingly important even at amateur level.

How to develop the physical qualities needed by handball players so that they can perform, in particular the quality of speed remains an open question. The aim of this dissertation is to demonstrate the impact of a protocol consisting of including sprints at the end of warm-up on speed quality.

In this study, I followed an amateur reserve team of women handballers who play in N2 and set up a 9-week protocol that consisted of sprints of a distance between 20m and 30m by performing a 30m standing start test, with a set of cells placed 10m away.

The results of this study showed a significant improvement in the 20m rolling start ( $p = 0.0009$ ), indicating a progression in speed quality. Data for the 10m standing start and 30m standing start show that explosiveness was not improved, as evidenced by p-values of 0.47 and 0.07 respectively. The data obtained in this study indicate that speed was improved through better running technique.

This study, presented in this dissertation, suggests that sprinting at the end of warm-up improves speed quality.

### 10.1.3 Mots-clés

Vitesse – sprint – préparation physique – explosivité – performance

## 10.2 Trois compétences à minima acquises entre le début de mise en stage et la soutenance

Ce stage m'a permis d'acquérir un grand nombre de compétences, dont 3 semblent se démarquer particulièrement :

- Innover : trouver des exercices qui répondent aux exigences physiques du niveau dans lequel évoluent les filles, et qui répondent aux demandes des entraîneurs.

- S'adapter : trouver des parades aux aléas d'une séance d'entraînement (blessures, absence de dernière minute) afin de garder de la qualité dans l'exercice.
- Communiquer : la qualité la plus difficile de ce stage. Trouver les mots justes pour motiver des joueuses à s'entraîner avec intensité quand les entraînements se faisaient en petit nombre.  
Motiver les plus expérimentées par la voix pendant les exercices.