

Année universitaire 2022-2023

Master 1<sup>ère</sup> année

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

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

## Mémoire

TITRE : EFFET D'UN PROTOCOLE D'ENTRAINEMENT DE SPRINT  
EN RESISTANCE SUR DES JOUEURS DE HOCKEYS SUR GAZON  
ADOLESCENTS.

Par : Pablo BARNIER

Sous la direction de : Frédéric DAUSSIN



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

# Remerciements

Tout d'abord, je souhaite remercier mon directeur de mémoire, M. DAUSSIN, pour ses conseils avisés et sa disponibilité ainsi que pour m'avoir fait découvrir la machine 1080 Sprint qui m'a inspiré pour le choix de ce sujet de mémoire. Je souhaite également le remercier d'avoir pris le temps de m'expliquer en détail les fonctionnalités de la machine tout au long de l'expérimentation.

Ensuite je tiens à exprimer ma profonde gratitude au Centre de Ressources, d'Expertise et de Performance Sportive (CREPS) de Wattignies pour m'avoir accueilli afin d'effectuer cette étude et d'avoir mis à disposition les installations nécessaires à sa réalisation.

Je remercie tout particulièrement l'équipe du CREPS de Wattignies, en particulier Antoine LECOUFFE et Fabian BERNARD. Leur expertise et leur engagement autour de l'optimisation de la performance a été une source d'inspiration. J'ai eu la chance de pouvoir les observer, d'apprendre de leurs connaissances approfondies et de bénéficier de leurs précieux conseils tout au long de cette recherche. Leur disponibilité et leur volonté de partager leur expérience ont grandement enrichi mon apprentissage et contribué à la réussite de ce projet.

Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance envers les athlètes et les entraîneurs du CREPS de Wattignies qui ont participé à cette étude et plus particulièrement les jeunes joueurs de hockey sur gazon, qui ont généreusement donné de leur temps et ont fait preuve d'un engagement exemplaire. Leur collaboration active, leur disponibilité et leur enthousiasme ont été des éléments essentiels pour la collecte des données et la réalisation des tests.

# Glossaire

**BJ** (Broad Jump) : Un test d'évaluation de la puissance des membres inférieurs pendant lequel l'athlète effectue un saut horizontal en partant d'une position statique.

**BJ FA** (Broad Jump Free Arms) : Broad jump avec l'utilisation des bras pour générer de la propulsion, utilisé pour évaluer la puissance et la capacité de saut des membres inférieurs.

**CMJ** (Counter Movement Jump) : Un saut vertical, où l'athlète fléchit les jambes avant de sauter, utilisé pour évaluer la puissance et la capacité de saut des membres inférieurs.

**CMJ FA** (Counter Movement Jump Free Arms) : CMJ effectué avec l'utilisation des bras pour générer de la propulsion, utilisé pour évaluer la puissance et la capacité de saut des membres inférieurs.

**DC** (Developer Couché) : Un exercice de musculation qui consiste à pousser une barre chargée depuis la position couchée, principalement pour développer la force des muscles du haut du corps.

**F0** : Force maximale théorique, qui représente la force maximale qu'un individu peut théoriquement générer lors d'un mouvement.

**GF** (Groupe Force) : groupe de sujets qui sont soumis à un entraînement visant à développer leur force.

**GV** (Groupe Vitesse) : groupe de sujets qui sont soumis à un entraînement visant à développer leur vitesse.

**M/S** : Mètres par seconde, une unité de mesure de la vitesse.

**Profil F/V** : Le profil force-vitesse, qui représente la relation entre la force musculaire et la vitesse de contraction musculaire chez un individu, utilisé pour décrire les caractéristiques individuelles de la force et de la vitesse.

**Résistance en sprint** : Une méthode d'entraînement qui implique l'utilisation de charges ou de résistances externes pendant les sprints pour développer la force et la puissance musculaires.

**S0** (Semaine 0) : La semaine de référence, le point de départ du protocole d'entraînement ou d'une étude où sont effectués les tests pré études.

**S7** (Semaine 7) : La semaine finale, le point d'évaluation après une période d'entraînement ou d'étude de 7 semaines, utilisé pour effectuer les tests post études pour évaluer les changements ou les améliorations dans les performances.

**T-test** : Test de changement de direction permettant d'évaluer la capacité à effectuer des changements de direction rapides, souvent utilisé dans les sports nécessitant des mouvements multidirectionnels.

**V0** : Vitesse maximale théorique, qui représente la vitesse maximale qu'un individu peut théoriquement atteindre lors d'un mouvement.

# Sommaire

<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>0</b>
<b>GLOSSAIRE .....</b>	<b>0</b>
<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>0</b>
<b>1. REVUE DE LITTÉRATURE .....</b>	<b>2</b>
1.1. LA VITESSE .....	2
1.2. LES QUALITÉS PHYSIQUES .....	3
1.3. RELATION FORCE / VITESSE .....	4
1.4. ENTRAÎNEMENT DE SPRINT EN RÉSISTANCE .....	5
1.5. ENTRAÎNEMENT DE SPRINT EN RÉSISTANCE AU HOCKEY SUR GAZON .....	8
1.6. ENTRAÎNEMENT DE SPRINT EN RÉSISTANCE ET PUBLIC ADOLESCENT .....	8
<b>2. PROBLÉMATIQUE .....</b>	<b>9</b>
<b>3. OBJECTIFS .....</b>	<b>9</b>
<b>4. HYPOTHÈSES .....</b>	<b>9</b>
<b>5. STAGE .....</b>	<b>10</b>
5.1. MILIEU PROFESSIONNEL .....	10
5.2. SUJET .....	11
5.3. MATÉRIEL ET TECHNIQUE DE MESURE .....	11
5.4. PROTOCOLE .....	13
5.4.1. TESTS DE DÉBUT ET FIN DE PROTOCOLE .....	13
5.4.2. RÉPARTITION DES GROUPES ET ANALYSES DES PROFILS F/V .....	14
5.4.3. CONTEXTE ET CARACTÉRISTIQUE DE L'EXPÉRIMENTATION .....	14
5.5. ANALYSE STATISTIQUE .....	16
<b>6. RESULTATS .....</b>	<b>18</b>
<b>7. DISCUSSION .....</b>	<b>23</b>
7.1. INTERPRÉTATION .....	23
7.2. LIMITES .....	25
7.3. APPLICATIONS SUR LE TERRAIN .....	26
7.4. PERSPECTIVES .....	28
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>29</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>31</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>36</b>
<b>RESUMES FRANÇAIS ET ANGLAIS, ET MOTS CLES .....</b>	<b>45</b>
<b>COMPÉTENCES ACQUISES .....</b>	<b>46</b>

# Introduction

Le hockey sur gazon est en développement en France avec plus de 11000 licenciés en 2022 contre 8000 en 2020. Il est le deuxième sport collectif le plus pratiqué sur grand terrain au monde et le 4<sup>ème</sup> en nombre de spectateurs. La popularité et la professionnalisation de ce sport risquent encore d'évoluer notamment avec les Jeux Olympiques de 2024 puisque le hockey est une discipline olympique.

Le hockey sur gazon est un sport qui oppose 2 équipes de 11 joueurs sur un grand terrain, le terrain mesurant 91,40m de long et 55m de large. La durée d'un match est de 4 quarts temps de 15 minutes. Chaque équipe dispose de 7 remplaçants, il n'y a pas de hors-jeu et les enchaînements d'actions collectives et/ou individuelles sont nombreux. L'objectif est de mettre plus de buts que l'équipe adverse et, pour inscrire un but, il faut que la balle soit touchée par une crosse attaquante dans le cercle d'envoi adverse.

Avec 91,40m de long et sans règle de hors-jeu, les sprints sont nombreux. En effet « lors d'une rencontre de haut niveau, la durée des sprints est d'environ 2 secondes à raison de 20 à 40 occurrences par match en fonction des postes et du niveau de jeu notamment – ce qui équivaldrait à un sprint toutes les 2 minutes pour un match de hockey de 60 min (4 × 15 minutes) » (Le Croller et Hollville, 2016).

De plus, selon l'étude de Matt Spencer et col. (2004) réalisée sur l'équipe masculine australienne de hockey sur gazon, on observe des différences quant au nombre de sprints effectués pendant un match selon les positions. Les attaquants intérieurs ont effectué entre 39+1 et 42+15 sprints contre 18+1 et 22+7 pour les latéraux et défenseurs. La durée moyenne du sprint pendant le jeu était de 1,8+0,4s, la durée maximale moyenne du sprint était de 4,1+2,1s.

Ainsi, le hockey sur gazon, comme beaucoup de sports collectifs, nécessite de reproduire des efforts maximaux relativement courts (sprint anaérobie) entrecoupés de courtes périodes de récupération et cela tout au long du match. La technique de course, les qualités d'accélération et l'aptitude à répéter des sprints sont donc des composantes essentielles de la performance dans cette discipline.

Il est donc intéressant dans un but d'optimisation de la performance de joueurs de hockey sur gazon de chercher à développer le sprint et les qualités physiques qui y sont associées pour les rendre plus performants sur le terrain.

Mon sujet d'étude portera donc sur l'efficacité de l'entraînement de sprint en résistance afin de développer la puissance des membres inférieurs et l'accélération.

Pour comprendre au mieux mon expérimentation, nous allons tous d'abord définir la vitesse et les qualités physique qui y sont associées. Ensuite, nous parlerons de la relation force/vitesse et du sprint en résistance comme méthode d'entraînement. Pour finir, nous observerons la pertinence de cette méthode d'entraînement sur des joueurs de hockey sur gazon et sur un public d'adolescents.

## **1. Revue de Littérature**

### **1.1. La Vitesse**

La qualité fondamentale et la plus déterminante de la performance lors d'un sprint est la vitesse. En préparation physique, on peut définir la vitesse comme 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, 2013).

La vitesse évolue sous différentes formes, nous pouvons donc distinguer plusieurs types de vitesse, comme la vitesse cyclique, la vitesse acyclique, la vitesse de réaction ou encore la vitesse angulaire.

La vitesse cyclique désigne une succession d'actions effectuée avec la fréquence la plus élevée possible dans un temps donné, on parle alors de fréquence de mouvement qui inclut la vitesse gestuelle et la vitesse de déplacement. La vitesse gestuelle consiste à effectuer un seul mouvement avec des contractions musculaires d'intensité maximale à grande vitesse. La vitesse de déplacement quant à elle désigne la faculté d'effectuer des actions motrices provoquant un déplacement du corps ou d'une de ses parties avec la plus grande rapidité possible. Dans le cadre du hockey, cela pourrait concerner une contre-attaque rapide avec dribles par exemple.

La vitesse acyclique fait référence à des mouvements non cycliques et non répétitifs, impliquant des changements de direction, des réactions instantanées et des actions spécifiques à des situations sportives ou à des mouvements techniques. Elle met l'accent sur l'agilité, la réactivité, la coordination et la capacité à s'adapter rapidement aux situations lors d'actions non prévisibles et variées

Enfin, la vitesse de réaction désigne la rapidité avec laquelle on réagit à un stimuli, qu'il soit visuel, olfactif, ou encore auditif. Le temps de réaction désigne la capacité de l'athlète à percevoir, analyser et traiter dans le temps le plus bref possible le signal déclenchant l'action, afin de faire débiter celle-ci avec un minimum de perte de temps.

D'un point de vue biomécanique, on parle de vitesse angulaire, celle-ci désignant la vitesse d'une action motrice isolée ou angulaire d'un mouvement unique ou la faculté d'ouvrir ou fermer l'angle d'une articulation durant l'unité de temps le plus petit possible.



## 1.2. Les Qualités Physiques

Lors d'un sprint linéaire, différentes qualités physiques interviennent à des moments différents :

- la phase d'accélération, liée aux qualités de puissance et d'explosivité. La puissance peut se définir par la capacité de développer une force rapidement et à vitesse élevée. Elle désigne, la quantité de force que l'on peut produire durant une action à une vitesse donnée. La puissance prend donc en compte les notions de vitesse et de force (Bompa et Buzzichelli, 2019).

**Puissance = Force x Distance / Temps**

- L'explosivité (RFD, taux de développement de la force), désigne quant à elle la capacité neuromusculaire d'un athlète à générer une force maximale dans un laps de temps minimal lors d'un mouvement spécifique. Elle fait partie intégrante de la force explosive et de la force réactive. Cela se produit à une échelle de l'ordre de la milliseconde. Lorsqu'on part d'une vitesse nulle, plus la force est déployée rapidement, plus la courbe représentant cette force sera verticale. L'explosivité dépend donc de la force maximale qu'un athlète peut générer et du temps nécessaire pour y parvenir.

- La vitesse maximale, c'est-à-dire le moment où l'athlète atteint son plus haut niveau de vitesse est liée à une haute capacité de fréquence et vitesse gestuelle, une bonne mécanique de course et une grande résistance élastique. « La vitesse implique les composants élastiques et contractiles et les contractions réflexes telles que le rebond ou les réponses multiples ou les répétitions sont répétées en continu. » (Bompa et Buzzichelli, 2019).

- Le maintien de cette vitesse maximale aussi appelé endurance de vitesse, correspond à la résistance à l'accumulation de fatigue de l'athlète, cette fatigue physiologique altérant sa force, sa mécanique de course et donc sa vitesse.

Ainsi, « la vitesse est l'expression d'un ensemble de compétences et d'aptitudes permettant des mouvements rapides. Bien qu'il soit souvent suggéré que les compétences et les capacités ne sont pas liées, elles sont étroitement corrélées et peuvent donc être développées via des entraînement spécifiques. » (Bompa et Buzzichelli, 2019). Par ailleurs, nous observons également que, lors d'un sprint, la vitesse entretient un lien étroit avec la force.

Ces qualités physiques sont donc des éléments importants qui peuvent influencer la performance des joueurs de hockey sur gazon sur le terrain. Elles leur permettent de se déplacer plus rapidement sur le terrain, de poursuivre l'adversaire, de créer des opportunités de contre-attaque, d'augmenter le rythme du jeu, d'être plus efficaces dans la récupération de balles perdues, mais également lors de tirs

puissants, ou de dribbles rapides et changements de direction, de réagir rapidement aux situations de jeu et d'avoir l'avantage sur leurs adversaires.

L'ensemble de ces caractéristiques physiques contribue à la performance globale des joueurs de hockey sur gazon en leur permettant d'être plus efficaces et influents sur le terrain.

En effet, les données de l'étude de McGuinness et col. (2019) qui ont étudié les déplacements de 38 joueuses internationales Elite de hockey sur gazon lors de 19 matchs de compétition internationale, mettent en évidence l'importance des sprints et des déplacements à haute vitesse dans le jeu de hockey sur gazon. Les auteurs remarquent que près de 13% de la distance totale parcourue lors d'un match se fait à une vitesse supérieure à 16 km/h. Cela souligne l'importance de la capacité à se déplacer rapidement pour les joueurs de hockey sur gazon. Ces résultats confirment donc l'importance de l'entraînement de la vitesse pour répondre aux exigences de ce sport.

### **1.3. Relation Force / Vitesse**

En effet, en 1922, Hill observe déjà cette relation au sein d'un muscle isolé d'une grenouille et note une relation en forme d'hyperbole, dans laquelle la vitesse diminue à mesure que la résistance imposée augmente. C'est-à-dire que « l'augmentation de la vitesse a un contre-effet sur la force maximale produite. Autrement dit, plus le muscle se contracte rapidement, moins il est capable de produire une force importante et inversement, ce qui est caractérisé par la relation force-vitesse. » (Lu, 2022).

Ainsi, il existe bien « une relation directe entre la production de force et la vitesse à laquelle la force est développée » (Dumortier, 2022), on parle donc de la relation force/vitesse. Lu (2022) définit cette relation comme « une représentation de la force maximale qu'un individu est capable de produire contre différentes charges en fonction de la vitesse de contraction musculaire atteinte pendant le mouvement ».

Comme expliqué précédemment, nous avons besoin de Vitesse et de Force pour être efficace. En effet, Debraux (2012) explique que nous avons besoin de la meilleure combinaison de ces deux paramètres. Il explique également que l'optimisation de cette puissance nécessite que l'athlète ait un profil force-vitesse aussi proche que possible de son profil optimal. Pour déterminer ce profil optimal, une évaluation de la relations force-vitesse est nécessaire. Cela permet de mieux diriger le travail pour pallier les faiblesses de ce profil afin de maximiser la performance.

Ce profil optimal fait référence à la combinaison idéale de force et de vitesse d'un individu pour maximiser ses performances dans une activité donnée. Il représente le point où la force et la vitesse

sont équilibrées pour obtenir la meilleure puissance possible. Pour le calculer, cela nécessite une évaluation de la relation force-vitesse spécifique à chaque individu. Cela implique des tests et des mesures de la force et de la vitesse musculaires dans des conditions contrôlées. Les données recueillies lors de ces évaluations sont ensuite analysées pour déterminer les caractéristiques de la relation force-vitesse.

Le profil optimal fournit des informations importantes sur les capacités de l'individu à produire de la force et à développer de la vitesse. Il permet d'identifier les éventuelles faiblesses ou déséquilibres dans le rapport force-vitesse d'une personne. Par exemple, un individu peut avoir une capacité de force élevée mais une vitesse de contraction musculaire relativement faible, ou vice versa. Il s'agit donc d'adapter les entraînements en fonction des points forts et point faibles de l'athlète.

Le profil optimal sera différent selon les disciplines sportives, pour les sports collectifs ou la qualité d'explosivité est primordiale, nous rechercherons un profil force vitesse équilibré afin d'avoir le plus haut niveau de puissance possible.

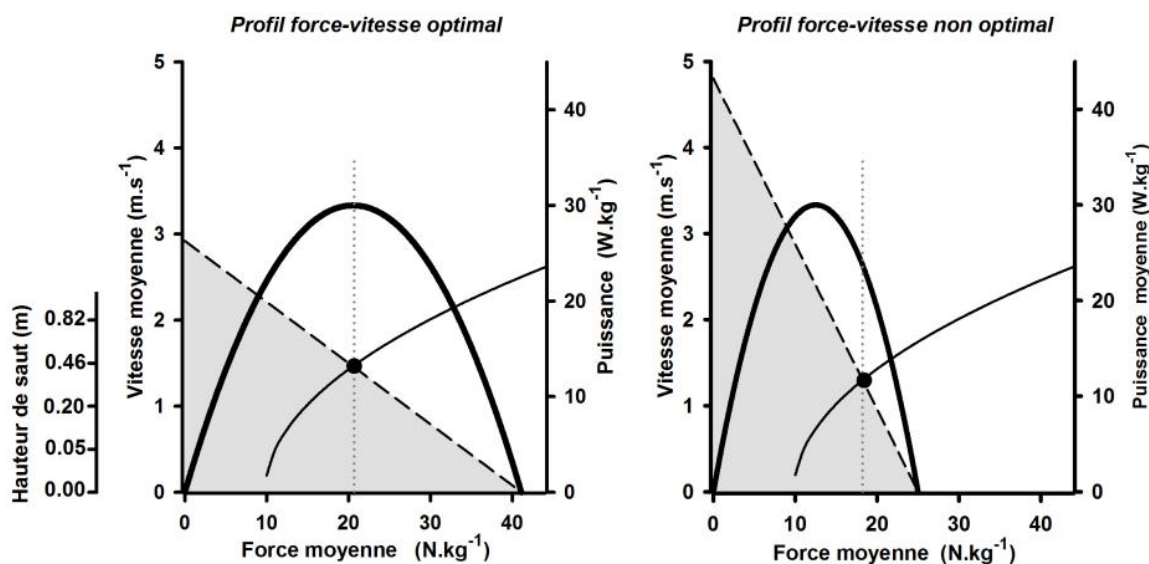


Figure 1 : exemple de profils force/vitesse sur sauts différents (Samozino, 2009)

## 1.4. Entraînement de sprint en résistance

Maintenant que nous connaissons l'importance du sprint et de la « vitesse » dans le développement et les résultats dans de nombreuses disciplines sportives, nous pouvons nous demander comment les développer de manière optimale ? Il semble que l'entraînement de sprint avec résistance soit une méthode d'entraînement efficace pour développer les phases d'accélération et de vitesse maximale du sprint, tout en permettant de choisir intelligemment la charge afin d'optimiser l'entraînement selon le

profil force/vitesse des athlètes. Pour cela différents outils existent : dispositifs de remorquage, parachutes, course en montée et plus récemment la technologie de résistance motorisée intelligente (1080 Motion Sprint).

En effet, selon Lockie et col. (2003), le sprint avec résistance a de nombreux effets bénéfiques comme une augmentation de « l'inclinaison du tronc et la flexion des hanches [...] de l'amplitude de mouvement des épaules », le développement et « le recrutement spécifiques des fibres musculaires à contraction rapide » et également « une augmentation éventuelle de la longueur de la foulée, en raison de l'augmentation de la force propulsive générée par la musculature de la jambe lors de la poussée du sol ». Ces auteurs ont également remarqué que lors de ce type d'entraînement les athlètes avaient tendance à augmenter leur temps de contact au sol « afin de surmonter la résistance plus élevée », ce qui permettrait de produire une plus grande puissance musculaire, et d'être intéressant « pour le développement de la puissance de l'extension de la hanche ». D'après leur observation, plus la charge est lourde plus « la cinématique d'accélération » est perturbée.

Le choix de la charge d'entraînement est donc un facteur important à prendre en compte sur ce type d'exercice, car « chaque phase de course de sprint demande une approche d'entraînement spécifique ». » (Zafeiridis et col. 2005).

En effet, selon les études (Matusiński et col. 2022, Kawamori et col. 2014, Cottle et col. 2014, Harrison et Bourke, 2009, Zafeiridis et col. 2005, Lockie et col. 2016) les sprints avec une résistance relativement lourde, c'est-à-dire avec une charge comprise entre 15% et 30% du poids du corps de l'athlète, ou encore avec une charge permettant de réduire la vitesse de sprint de l'athlète d'environ 30% permettraient d'améliorer significativement l'accélération tandis que les sprints avec une résistance plus légère (charge < 10% du poids du corps) permettraient d'axer le développement sur la vitesse maximale.

Les auteurs expliquent cela par le fait qu'une charge externe relativement lourde demande d'importantes productions de forces horizontales et de puissance de propulsion horizontale au sol. Cela a donc des incidences sur le sprint sans charge, notamment l'augmentation de la longueur des foulées et la réduction du temps de contact au sol et donc l'amélioration des performances du sprint qui reposent sur ses deux variables (longueur des foulées / temps de contact au sol).

En 2018, Alcaraz et col. ont effectué une méta analyse sur l'efficacité de l'entraînement de sprint avec résistance (RST) pour la performance sur 13 études. Dans cette méta analyse nous pouvons observer les différentes caractéristiques d'intervention et de protocole selon les études.

En effet, la résistance utilisée allait de 5 à 80% du PDC. Les interventions ont duré de 4 à 10 semaines, avec une fréquence d'une à trois séances par semaine. La distance parcourue lors du sprint pré et post entraînement allait de 10 à 50 m

Study	Fre- quency (week <sup>-1</sup> )	Session volume (m)	Total train- ing volume (m)	Duration (weeks)	Surface	Load (% BM)	Sprint time assessment	
							Instrument	Total distance (m)
Alcaraz et al. [62]	2	90–180	1080	4	Track	~8 to 9	Photoelectric cells	50
Bachero-Mena et al. [63]	2	100–210	2115	7	Track	5 12.5 20	Photoelectric cells	40
Clark et al. [58]	2	240–400	4060	7	Rigid	10.2	Photoelectric cells	36.6
De Hoyo et al. [65]	1–2	120–200	2680	8	Grass	12.6	Photoelectric cells	50
Harrison and Bourke [57]	2	120	1440	6	Track	~13	Photoelectric cells	10
Kawamori et al. [39]	2	90–140	1740	8	Rigid	~13 ~43	Photoelectric cells	10
Lockie et al. [59]	2	195–320	3100	6	Grass	12.6	Velocimeter with stopwatch	10
Luteberget et al. [64]	2	240–280	5200	10	Rigid	12.4	Photoelectric cells	30
Makaruk et al. [60]	2	180–360	6210	9	Grass	7.5–10	Stopwatch	20
Morin et al. [66]	2	100	1600	8	Grass	80	Indirect method	20
Spinks et al. [56]	2	215–340	4090	8	Rigid	12.6	Stopwatch	15
West et al. [61]	2	60	720	6	Rigid	12.6	Photoelectric cells	30
Zafeiridis et al. [55]	3	280	6720	8	Track	~6.8	Photoelectric cells	50

Data are mean or range

BM body mass

*Tableau 1 : tableau regroupant les caractéristiques des interventions d'entraînement en résistance et évaluation du temps de sprint dans les études incluses dans la méta-analyse de Alcaraz et col. (2018)*

Par exemple, l'étude de Kawamori et col. (2014) a été faite sur 21 hommes de sports collectifs (notamment du hockey sur gazon) sur 8 semaines à raison de 2 séances par semaine. L'entraînement était effectué sur 15m, le 1<sup>er</sup> groupe avait une résistance équivalente à 43% de leur PDC et le 2<sup>e</sup> à 13 % de leur PDC. Les résultats ont été les suivants :

Pour le 1<sup>er</sup> groupe (43% PDC), les chercheurs ont observé une diminution de 5% du temps sur 10m, une augmentation de la fréquence des foulées et de la longueur de celle-ci lors du premier appui de 8,1%.

Pour le 2<sup>e</sup> groupe (13% PDC), les chercheurs ont observé une diminution de 3,5% du temps sur 10m, une augmentation de la longueur des foulées de 5,1%.

## **1.5. Entraînement de sprint en résistance au hockey sur gazon**

Nous avons précédemment expliqué l'importance de la vitesse et du sprint dans les sports collectifs et notamment le hockey sur gazon (se repositionner plus rapidement lors de situations défensives cruciales ou lors de contre-attaques offensives pour marquer), mais que dit la littérature sur l'entraînement de sprint chez les joueurs de hockey sur gazon ?

Selon l'étude de Jakeman et col. (2016) l'entraînement spécifique de sprint permet d'augmenter la vitesse de sprint maximale et d'améliorer « considérablement les mesures de performance au hockey ». Cependant, l'entraînement en sprint avec résistance sur des joueurs de hockey sur gazon, n'a, à ma connaissance, pas été traité. L'étude de Taylor & Jakeman (2022) et de Jakeman et col. (2016) ont utilisé l'entraînement de sprint en côte et ont montré des effets positifs supplémentaires sur certaines adaptations de la performance ».

En effet dans l'étude de Jakeman et col. (2016), 7 joueurs semis-pro de 18 à 26 ans ont effectué 2 séances de sprint en montée (pente à 8%) par semaine pendant 4 semaines. Ils ont effectué entre 6 et 12 sprints de 30m par entraînement. A la fin de leur protocole, les chercheurs ont observé une amélioration de la vitesse de sprint sur 30m de presque 3% et une diminution du temps effectué pour réaliser un test navette avec crosse de 2,1%.

L'étude de Taylor & Jakeman (2022) a cette fois-ci étudié 9 joueurs de 1<sup>e</sup> ligue britannique de 18 à 22 ans. Tous comme l'étude précédente, les joueurs ont effectué entre 6 et 12 sprints de 30m, 2 fois par semaine, mais cette fois-ci avec une pente de 6% et pendant 8 semaines. A la fin de leur protocole, les chercheurs ont observé une diminution du temps effectué sur 30m de 0,1s et du temps effectué pour réaliser un test navette de 0,625s.

Ainsi, ces deux études suggèrent donc que l'entraînement de sprint en montée (6 et 8%) peut conduire à des améliorations de la vitesse de sprint et de la performance dans des tests de changements de direction plus spécifiques au hockey sur gazon.

## **1.6. Entraînement de sprint en résistance et public adolescent**

Il semble donc y avoir un certain consensus autour de l'entraînement de sprint en résistance et de ses effets bénéfiques sur la performance, mais qu'en est-il de l'utilisation de ce type d'entraînement sur un public adolescent ? L'utilisation de charges relativement lourdes est-elle aussi pertinente qu'avec un public d'adultes entraînés ? Derakhti et col. (2022) se sont penchés sur le sujet en évaluant

l'accélération de 24 joueurs de football adolescents (15,7 ans) et en comparant l'entraînement de sprint classique et avec résistance relativement lourde. Pendant 4 semaines, le groupes des sprints avec résistance a effectué 2 séances par semaine contenant 5x20m avec des charges réduisant la vitesse de 50%. Les résultats observés sont les suivants : diminution du temps sur 30m de 4%, sur 5m de 8%, augmentation de F0 de 9% et de la Pmax de 18% tandis qu'aucune amélioration significative n'a été observée sur le groupe effectuant des sprints sans résistance.

Ainsi, d'après leurs résultats, l'entraînement de sprint avec résistance relativement lourde a entraîné des améliorations supérieures des performances par rapport au sprint classique, surtout au niveau de l'accélération. De plus, il semblerait que les jeunes joueurs de football ayant obtenu les meilleures progressions après l'entraînement de sprint avec résistance était ceux avec un déficit de force. Ainsi selon Derakhti et col. (2022) l'entraînement de sprint en résistance lourd « est donc fortement recommandé comme méthode pour améliorer l'accélération du sprint chez les jeunes athlètes. »

## **2. Problématique**

A ma connaissance, aucune étude n'a mesuré l'évolution de performance et des profils force/vitesse suite à un protocole d'entraînement de sprint en résistance auprès de joueurs adolescents de hockey sur gazon entraînés.

Nous nous demanderons donc, en quoi l'entraînement de sprint en résistance est un outil intéressant pour développer la puissance des membres inférieurs et l'accélération chez de jeunes hockeyeurs sur gazon ?

## **3. Objectifs**

L'objectif sera d'étudier le développement de l'accélération et de la puissance des membres inférieurs grâce à l'entraînement en sprint avec résistance chez des adolescents entraînés.

## **4. Hypothèses**

Nous formulons donc les hypothèses suivantes :

- L'entraînement de sprint en résistance permet de développer les qualités d'accélération et la puissance des membres inférieurs chez les jeunes joueurs de hockey sur gazon.
- L'entraînement de sprint en résistance permet de compenser un déficit de force au sein du profil force vitesse.

## 5. Stage

### 5.1. Milieu professionnel

Pendant mon stage en milieu professionnel, j'ai eu l'opportunité de rejoindre l'équipe de préparation physique du CREPS de Wattignies. Mon principal domaine d'intervention était auprès du pôle France relève masculin de hockey sur gazon sur lequel j'ai mené l'expérimentation qui m'a permis de rédiger ce mémoire de master 1.

Le Centre de Ressources, d'Expertise et de Performance Sportives (CREPS) de Wattignies est un établissement français dédié à la formation, à l'accompagnement et à la promotion du sport de haut niveau. Situé à Wattignies, dans la région Hauts-de-France, le CREPS joue un rôle essentiel dans le développement du sport en offrant un large éventail de services et d'installations aux sportifs de tous les niveaux. Le CREPS de Wattignies fait partie du réseau du Grand INSEP (Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance) qui est une structure majeure en France pour le soutien et le développement du sport de haut niveau. Le réseau du Grand INSEP regroupe différents centres et structures répartis sur le territoire français, dont le CREPS de Wattignies. L'objectif de ce réseau est de mettre en commun les compétences, les ressources et les expertises afin de proposer une offre de services harmonisée et de qualité aux sportifs de haut niveau, quel que soit leur lieu d'entraînement.

Les missions principales du CREPS sont d'organiser des formations professionnelles dans les domaines du sport et de l'animation et d'accueillir les équipes de France et étrangères pour leur préparation en vue des Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris en 2024.

Le CREPS regroupe 150 sportifs et sportives dont 140 inscrits et inscrites dans les structures d'entraînement de l'établissement, 10 structures d'entraînement labellisées couvrant 7 disciplines :

- 4 Pôles France Relève : Hockey-sur-gazon masculin et féminin, Escrime fleuret féminin, Tir sportif mixte
- 4 Pôles Espoirs : Basketball masculin et féminin, Volleyball masculin, Volleyball féminin, Tennis de table mixte
- 1 Centre National d'Entraînement : Athlétisme mixte
- 1 Centre de formation de club professionnel : Entente Sportive Basketball Villeneuve d'Ascq Lille Métropole (ESBVALM)
- 1 unité médicale composée de 5 médecins du sport, 11 kinésithérapeutes, 1 ostéopathe, 1 infirmière, 1 cardiologue, 1 podologue, 1 diététicienne
- 2 filières de formation Sport et Animation : 15 formations + Accompagnement à la VAE



## 5.2. Sujet

16 joueurs adolescents masculins du pôle France relève de hockey sur gazon ont participé à cette expérimentation. Tous les joueurs sont entraînés en musculation à raison de 3 séances par semaine. Enfin tous les joueurs présents dans cette étude étaient en bonne santé physique durant l'ensemble du protocole.

**Tableau 2 : Mesures anthropométriques des participants**

Ages (ans)	Taille (cm)	Poids (kg)
15,69 ± 0,48	173,25 ± 4,45	61,42 ± 6,08

## 5.3. Matériel et technique de mesure

Toutes les mesures anthropométriques ont été effectuées avec une toile de mesure à ultrason 286 de la marque SECA. Ceci est un appareil conçu et fabriqué par SECA, une entreprise basée à Hambourg, en Allemagne. Initialement développée pour une utilisation dans le domaine médical, cette toile de mesure offre des fonctionnalités avancées pour mesurer et peser les individus en utilisant la technologie des ultrasons. La particularité de la toile de mesure à ultrason 286 est sa capacité à fournir des mesures précises tout en offrant une grande capacité de charge (300 kg) et de mesure (60 cm à 210 cm). Grâce à la technologie des ultrasons, les mesures obtenues sont précises et fiables, offrant ainsi des résultats de haute qualité.

Pour évaluer les performances sur 40m et lors du T-test, nous avons utilisé le système de chronométrage Brower Timing System - Kit Black Box (Brower Black Box). Ce système de chronométrage permet d'enregistrer, de stocker et d'afficher les temps de manière pratique à l'aide d'un smartphone connecté aux cellules en Bluetooth avec une précision de 0,01s.

Pour la mesure des sauts verticaux (CMJ) l'application My Jump 2 a été utilisée. Cette application est conçue pour mesurer avec précision la hauteur des sauts. Elle a été validée par des scientifiques du sport et offre une précision équivalente à celle d'une plate-forme de force grâce à son utilisation de la caméra haute qualité en 240fps. L'application enregistre les sauts, permet de sélectionner précisément les moments de décollage et d'atterrissage et fournit des mesures détaillées de la hauteur, du temps de vol, de la vitesse, de la force et de la puissance des sauts verticaux.

Pour les sauts horizontaux un mètre ruban et une latte ont été utilisés.

Pour la détermination du profil f/v et le protocole d'entraînement, la machine 1080 sprint (1080 Motion AB, Stockholm, Sweden) a été utilisée. Cette machine à résistance motorisée « peut

enregistrer le temps de course avec une précision de 0,01 s et les valeurs moyennes et maximales de variables telles que la force [N], la puissance de sortie [W] et la vitesse d'un athlète en mouvement [m/s]. L'appareil a la possibilité de modifier le réglage de la résistance exprimée en [kg] dans toutes les phases du sprint. Selon les données rapportées par le fabricant, le système présente une répétabilité et une précision élevées pour mesurer la position (0,5 %), la vitesse ( $\leq 0,5$  %) et la force ( $\leq 4,8$  N) » (Matusiński et col. 2022).

Référence : 1080 Motion Inc. (2014). 1080 Sprint [Appareil technologique de résistance variable intelligente pour l'entraînement sportif]. Récupéré sur <https://1080motion.com/>

Pour l'ensemble des tests, la mise en place et les consignes ont été les suivantes :

Pour les mesures anthropométriques, les participants ont été invités à se tenir debout en tenue de sport (short, tee-shirt, basket) sur la balance, les bras ont été étendus le long du corps. Les sujets devaient regarder droit devant eux, en gardant la tête dans une position neutre. Les mesures ont été prises en veillant à ce que les sujets soient bien placés et que les mesures soient prises avec précision en évitant les erreurs de lecture.

Pour les performances sur 40 mètres et T-test : les participants ont été informés de la distance exacte de course (40 mètres) et du tracé du parcours (T-test). Après un échauffement les consignes de départ ont été données pour assurer que tous les participants partent dans les mêmes conditions, l'objectif étant d'être le plus rapide possible. Concernant le matériel nécessaire pour ces tests : Des plots ou coupelles pour délimiter les zones de départ et d'arrivée du test et les cellules Brower pour mesurer le temps des athlètes avec précisions. Les athlètes se placent sur la ligne de départ, avec le bout du pied derrière la ligne, ils ne démarrent que lorsqu'ils sont prêts, le chronomètre ne prend donc pas en compte le temps de réaction. La décélération ne doit se faire qu'une fois la ligne d'arrivée franchie. Pour bien réaliser le test, nous nous prendrons le meilleur temps sur 2 passages.

Pour les sauts verticaux (CMJ et CMJ FA), les participants ont reçu des consignes précises sur la technique de saut à utiliser. Ils ont été encouragés à fléchir les genoux, à effectuer un mouvement rapide et explosif en poussant avec les jambes et à essayer d'atteindre la plus grande hauteur possible. Avant chaque saut, les participants ont été informés de se positionner sur une marque au sol bien précise et de maintenir les mains sur les hanches pour le CMJ classique et d'utiliser leur bras pour le CMJ FA. Pour mesurer la hauteur, l'application My Jump 2 a été utilisée. Pour bien réaliser le test, nous nous prendrons la meilleure performance sur 2 passages.

Pour les sauts horizontaux (BJ et BJ FA), un mètre ruban et une latte ont été utilisés. Les participants ont été positionnés à un point de départ fixe et ont reçu des consignes pour effectuer un saut horizontal

en utilisant une poussée des membres inférieurs. La distance atteinte était mesurée uniquement si les athlètes arrivaient à se réceptionner de manière stable et contrôlée. Celle-ci était mesurée à l'aide du mètre ruban, en prenant en compte la marque derrière le talon. Pour le BJ les mains seront positionnées sur les hanches durant la totalité du saut tandis que pour le BJ FA les bras seront libres d'utilisation pour prendre son élan.

En ce qui concerne la détermination du profil force-vitesse avec la machine 1080 sprint, les participants ont été instruits sur la manière d'utiliser la machine, notamment en plaçant le harnais de manière appropriée (ajuster à la taille et centrer derrière soi). Ils ont alors effectué 2 courses de 40m, le meilleur temps a été retenu, les données comme la Pmax, la Vmax, la Fmax, les temps sur 5 et 10m ainsi que les valeurs F0 et V0 ont été récupérées sur le serveur de la 1080.

## **5.4. Protocole**

Le protocole d'entraînement a donc été mis en place sur une période de 6 semaines entre février et avril. Les tests de début et fin de protocole ont été effectués 1 semaine avant et après les 6 semaines du protocole (à semaine 0 et semaine 7)

### **5.4.1. Tests de début et fin de protocole**

Les tests de début et fin de protocole ont été répartis en 2 sessions (session 1 : saut verticaux, horizontaux et profil f/v. session 2 : 40m sprint et T-test) et ont été effectués sur 2 jours avec 48h d'intervalles.

Pour l'ensemble des tests, les joueurs avaient 2 passages entrecoupés au minimum de 5 minutes et l'échauffement était standardisé (5 min de footing, gammes athlétiques, mouvement balistique, mouvement du test infra-maximal).

La 1<sup>e</sup> session de tests était donc composée des tests suivants : sprint de 40m avec 1080 afin de déterminer le profil f/v ainsi que toutes les données que nous transmet la 1080 (Fmax, Vmax, Pmax, temps sur 5m, 10m), contermovement jump (CMJ), contermovement jump free arms (CMJ FA), broad jump (BJ) et broad jump free arms (BJ FA).

La 2<sup>e</sup> session de tests était composée de 2 tests effectués sur le terrain de hockey avec les crampons des joueurs et comprenait : sprint de 40m et T-test.

## 5.4.2. Répartition des groupes et analyses des profils f/v

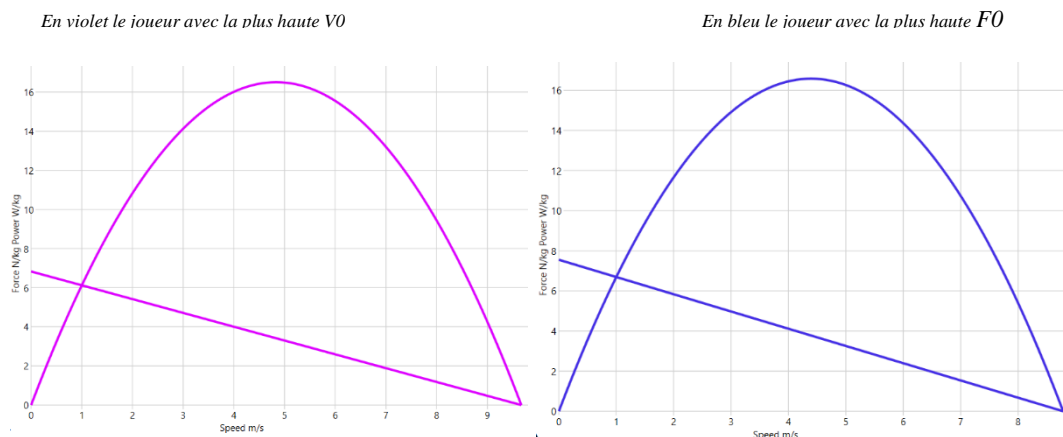
Les sujets ont été séparés en 2 groupes selon leur profil f/v. En effet, grâce aux données de la 1080 sprint, nous avons pu observer les différences de données F0 (Force maximale théorique) et V0 (Vitesse maximale théorique) pour l'ensemble du groupe.

Les 8 sujets avec une F0 la plus faible constitueront le groupe d'entraînement qui travaillera avec les charges les plus importantes sur des distances courtes. On appellera ce groupe le groupe force (GF). Tandis que les 8 sujets avec une V0 la plus faible travailleront avec des charges moins importantes sur des distances longues. On appellera ce groupe le groupe vitesse (GV).

**Tableau 3 : F0 et V0 moyenne selon les Groupes**

	Groupe Force	Groupe Vitesse
F0 (N/kg)	6,69 ± 0,18	7,26 ± 0,18
V0 (m/s)	9,13 ± 0,54	8,52 ± 0,31

**Figure 2 : Exemple de profil force vitesse donné par la 1080**



## 5.4.3. Contexte et caractéristique de l'expérimentation

Les joueurs du pôle de hockey sur gazon disposent de 3 créneaux de préparation physique dans la semaine, le lundi, mardi et jeudi. Les séances de sprint en résistance ont été réalisées le jeudi.

Le créneau de préparation physique durait 1h30. Afin de faire passer les 2 groupe, pendant les 45 premières minutes le groupe force commençait le travail de sprint en résistance pendant que le groupe vitesse effectuait du travail de renforcement sur le haut du corps (développé couché). Cet ordre de passage a été inversé toutes les semaines. Toutes les séances sont réalisées sur piste d'athlétisme couverte (tartan).

Tableau 4 : Répartition des entrainements dans la séance

	1 <sup>e</sup> partie de l'entraînement		2 <sup>e</sup> partie de l'entraînement	
	<i>Groupe Force</i>	<i>Groupe Vitesse</i>	<i>Groupe Force</i>	<i>Groupe Vitesse</i>
<b>Semaine 1</b>	Sprint en résistance	DC	DC	Sprint en résistance
<b>Semaine 2</b>	DC	Sprint en résistance	Sprint en résistance	DC
<b>Semaine 3</b>	Sprint en résistance	DC	DC	Sprint en résistance
<b>Semaine 4</b>	DC	Sprint en résistance	Sprint en résistance	DC
<b>Semaine 5</b>	Sprint en résistance	DC	DC	Sprint en résistance
<b>Semaine 6</b>	DC	Sprint en résistance	Sprint en résistance	DC

Avant chaque séance de sprint en résistance un échauffement standardisé était effectué :

<b>Tableau 5 : Protocole d'échauffement</b>		
<b>1</b>	5 minutes de footing	Course de moyenne intensité
<b>2</b>	Travail de pied	Marche sur les talons
		Marches plantes de pieds
		Déroulés de pieds
		Hop pieds joints
<b>3</b>	Etirements activo-dynamiques	Quadriceps
		Ischio-jambiers
		Adducteurs
<b>4</b>	Gammes athlétiques	A-skip
		B-skip
		Jambes tendues
		Montés de genoux fréquences
		Talon fesses fréquences
<b>5</b>	Etirements balistiques	Quadriceps, psoas / ischio-jambier, fessiers
		Adducteurs, abducteurs
<b>6</b>	Sprint	Monté en intensité sur 3 sprints jusqu'à 90%

Durant les séances, la montée en charge était progressive et le volume des séances augmentait progressivement au cours des semaines.

D'après la littérature scientifique et les études citées précédemment, il semblerait que la charge optimale pour le Groupe Force soit celle qui réduise la vitesse de 50%. Cela correspondrait à un traîneau contenant 50% du PDC de l'athlète. Cependant, avec la 1080, la résistance est différente d'un traîneau classique (force de frottement ...), il semblerait alors que les réglages de la 1080 doivent être divisés par 0,35 pour obtenir une représentation précise d'une charge similaire à celle d'un traîneau ordinaire. En prenant en compte ces informations (vitesse réduite de 50%, conversion 50% du PDC x 0.35) il semblerait que la charge correspondante sur la 1080 se situe entre 20% et 25% du PDC des athlètes, ce sera donc la résistance la plus fréquemment utilisée par le groupe force.

Pour le groupe vitesse, la résistance utilisée sera comprise entre 5% et 12% du PDC des athlètes, ce qui correspond à réduire la vitesse de 10% à 25%. Entre chaque sprint sera intercalée une période de récupération de 3 à 5 min.

Tableau 6 : Caractéristiques des séances d'entraînement

	<b>Résistance moyenne utilisé (% de PDC)</b>	<b>Distance moyenne / séance (m)</b>	<b>Distance moyenne / sprint (m)</b>
<b>Groupe Vitesse</b>	7,80 ± 2,97	195 ± 25,10	30,13 ± 0,81
<b>Groupe Force</b>	17,42 ± 6,88	127,5 ± 25,45	17,73 ± 4,10

## 5.5. Analyse statistique

Tous d'abord, les résultats sous forme de données quantitatives seront présentés sous forme de moyenne ± écart type.

Ensuite, nous réaliserons le test de normalité des distributions de ShapiroWilk ainsi que le test d'égalité des variances de Levene sur l'ensemble des paramètres afin de savoir si nous utiliserons des tests paramétriques ou non paramétriques.

Pour vérifier si, suite au protocole d'entraînement, nous observons des différences de résultats significative sur l'ensemble des joueurs, nous utiliserons le test apparié de Student pour les données suivantes : taille, poids, cmj, cmj fa, f0, v0, 40m, BJ, BJFA, car le test de normalité des distributions de ShapiroWilk ainsi que le test d'égalité des variances de Levene sont vérifiés.

Pour les autres valeurs (T-test, 5m, 10m, Vmax, Pmax, Fmax) nous utiliserons le test apparié non paramétrique de Wilcoxon. Nous pourrions ainsi comparer l'évolution des Tests sur l'ensemble des joueurs.

Pour vérifier s'il y a des différences de résultats significatives, suite au protocole d'entraînement, entre les 2 groupes, nous utiliserons le test non apparié de Student pour les valeurs dont le test de normalité des distributions de ShapiroWilk ainsi que le test d'égalité des variances de Levene qui sont vérifiés. Pour les autres, nous utiliserons le test non apparié non paramétrique de Mann & Whitney. Nous pourrions ainsi comparer l'évolution des groupes sur les Tests.

Nous pouvons également, afin de comparer les 2 groupes entre eux et par rapport au 2 Tests, utiliser le test paramétrique ANOVA à deux voies et mesures répétées pour les variables qui ont validé à la fois le test de Shapiro-Wilk et le test de Levene, et le test de Friedman pour les autres variables ne respectant pas au moins un de ces deux tests.

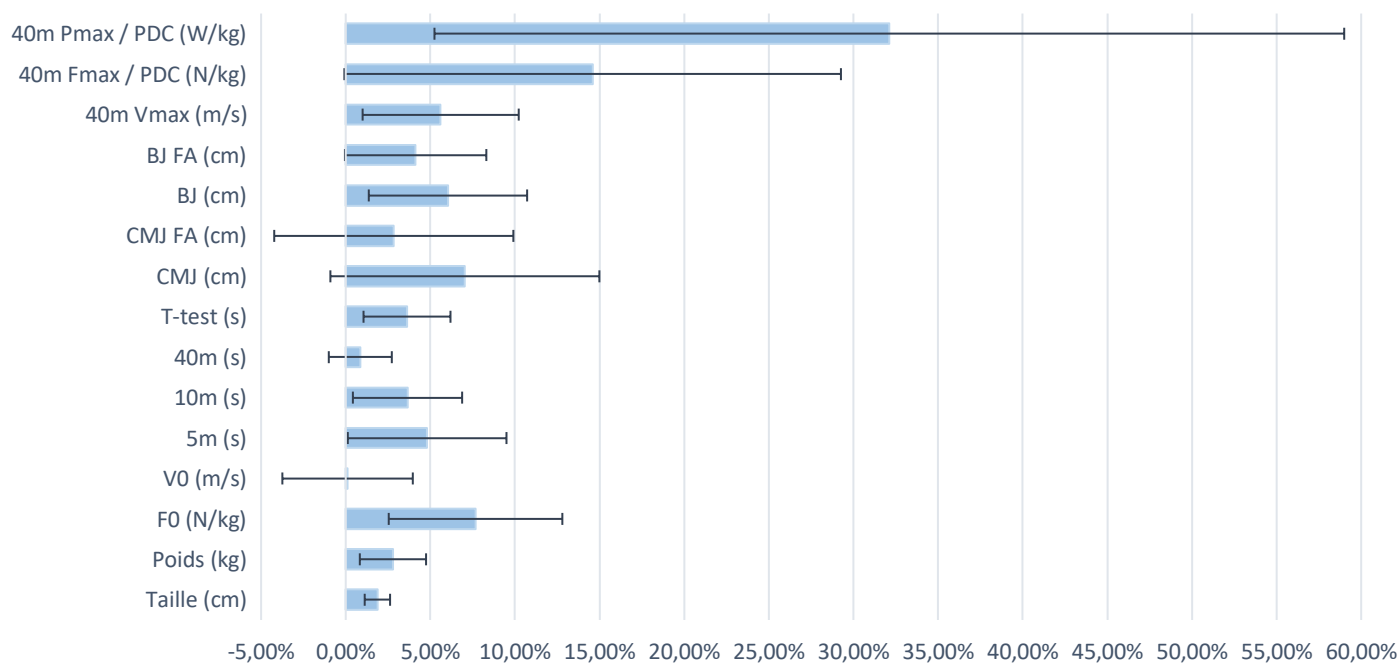
## 6. Résultats

Tableau 7 : Comparatif des résultats des Tests entre la Semaine 0 et 7

	Semaine 0	Semaine 7	% de croissance
Taille (cm)	173,25 ± 4,45	176,49 ± 4,40 *	+1,87%
Poids (kg)	61,42 ± 6,08	63,13 ± 6,07 *	+2,79%
F0 (N/kg)	6,97 ± 0,34	7,51 ± 0,43 *	+7,67%
V0 (m/s)	8,83 ± 0,53	8,84 ± 0,61	+0,11%
5m (s)	1,32 ± 0,11	1,26 ± 0,11 *	-4,81%
10m (s)	2,11 ± 0,11	2,03 ± 0,12 *	-3,65%
40m (s)	5,84 ± 0,21	5,79 ± 0,22	-0,86%
T-test (s)	10,98 ± 0,49	10,58 ± 0,52 *	-3,62%
CMJ (cm)	37,21 ± 2,80	39,83 ± 3,40 *	+7,04%
CMJ FA (cm)	44,05 ± 3,35	45,30 ± 2,07	+2,84%
BJ (cm)	183,19 ± 9,50	194,25 ± 11,34 *	+6,04%
BJ FA (cm)	213,50 ± 12,22	222,31 ± 13,31 *	+4,13%
40m Vmax (m/s)	8,33 ± 0,43	8,80 ± 0,49 *	+5,61%
40m Fmax (N)	35,10 ± 3,58	41,68 ± 3,73 *	+18,75%
40m Fmax / PDC (N/kg)	0,58 ± 0,11	0,66 ± 0,07 *	+14,59%
40m Pmax (W)	251,90 ± 44,34	344,79 ± 45,97 *	+36,88%
40m Pmax / PDC (W/kg)	4,15 ± 0,99	5,49 ± 0,73 *	+32,12%

\*Différence significative ( $p < 0,01$ )

Figure 3 : Amélioration de la performance en % entre S0 et S7





En ce qui concerne la taille, une augmentation significative de 1,87% a été observée, passant de  $173,25 \pm 4,45$  cm à  $176,49 \pm 4,40$  cm ( $p < 0,01$ ). Le poids a également augmenté de manière significative de 2,79%, passant de  $61,42 \pm 6,08$  kg à  $63,13 \pm 6,07$  kg ( $p < 0,01$ ).

Une augmentation significative de  $F_0$  a été observée, avec une croissance de 7,67% passant de  $6,97 \pm 0,34$  à  $7,51 \pm 0,43$  ( $p < 0,01$ ).

Concernant les capacités de saut, une augmentation significative de 7,04% a été observée dans la hauteur du saut en contre-mouvement (CMJ), passant de  $37,21 \pm 2,80$  cm à  $39,83 \pm 3,40$  cm ( $p < 0,01$ ). De même, une augmentation de 2,84% a été observée dans la hauteur du saut en contre-mouvement avec les bras libres (CMJ FA), passant de  $44,05 \pm 3,35$  cm à  $45,30 \pm 2,07$  cm ( $p < 0,01$ ). Le BJ a également augmenté de manière significative de 6,04%, passant de  $183,19 \pm 9,50$  cm à  $194,25 \pm 11,34$  cm ( $p < 0,01$ ). De même, le broad jump avec les bras libres (BJ FA) a augmenté de 4,13%, passant de  $213,50 \pm 12,22$  cm à  $222,31 \pm 13,31$  cm ( $p < 0,01$ ).

En ce qui concerne les performances en sprint, les temps de sprint sur 40 mètres (40m (s)) n'ont pas montré de différences significatives, passant de  $5,84 \pm 0,21$  secondes à  $5,79 \pm 0,22$  secondes ( $p > 0,05$ ). Le temps de sprint sur 5 mètres a tout de même diminué de manière significative de 4,81%, passant de  $1,32 \pm 0,11$  secondes à  $1,26 \pm 0,11$  secondes ( $p < 0,01$ ). De même, les temps de sprint sur 10 mètres ont diminué de 3,65%, passant de  $2,11 \pm 0,11$  secondes à  $2,03 \pm 0,12$  secondes ( $p < 0,01$ ).

Par ailleurs, les temps de sprint lors du test de T-test (T-test (s)) ont diminué de manière significative de 3,62%, passant de  $10,98 \pm 0,49$  secondes à  $10,58 \pm 0,52$  secondes ( $p < 0,01$ ).

La vitesse maximale sur 40 mètres (40m  $V_{max}$ ) a augmenté de manière significative de 5,61%, passant de  $8,33 \pm 0,43$  m/s à  $8,80 \pm 0,49$  m/s ( $p < 0,01$ ). De plus, la force maximale développée lors de l'effort de sprint (40m  $F_{max}$ ) a augmenté de 18,75%, passant de  $35,10 \pm 3,58$  N à  $41,68 \pm 3,73$  N ( $p < 0,01$ ). La puissance maximale développée (40m  $P_{max}$ ) a également augmenté de manière significative de 36,88%, passant de  $251,90 \pm 44,34$  W à  $344,79 \pm 45,97$  W ( $p < 0,01$ ).

La force maximale développée lors de l'effort de sprint en fonction du poids de corps des sujets (40m  $F_{max}$  (N) / PDC) a également augmenté de manière significative de 14,59%, passant de  $0,58 \pm 0,11$  à  $0,66 \pm 0,07$  ( $p < 0,01$ ). De même, la puissance maximale développée lors de l'effort de sprint en fonction du poids de corps (40m  $P_{max}$  (W) / PDC) a également augmenté de manière significative de 32,12%, passant de  $4,15 \pm 0,99$  à  $5,49 \pm 0,73$  ( $p < 0,01$ ).

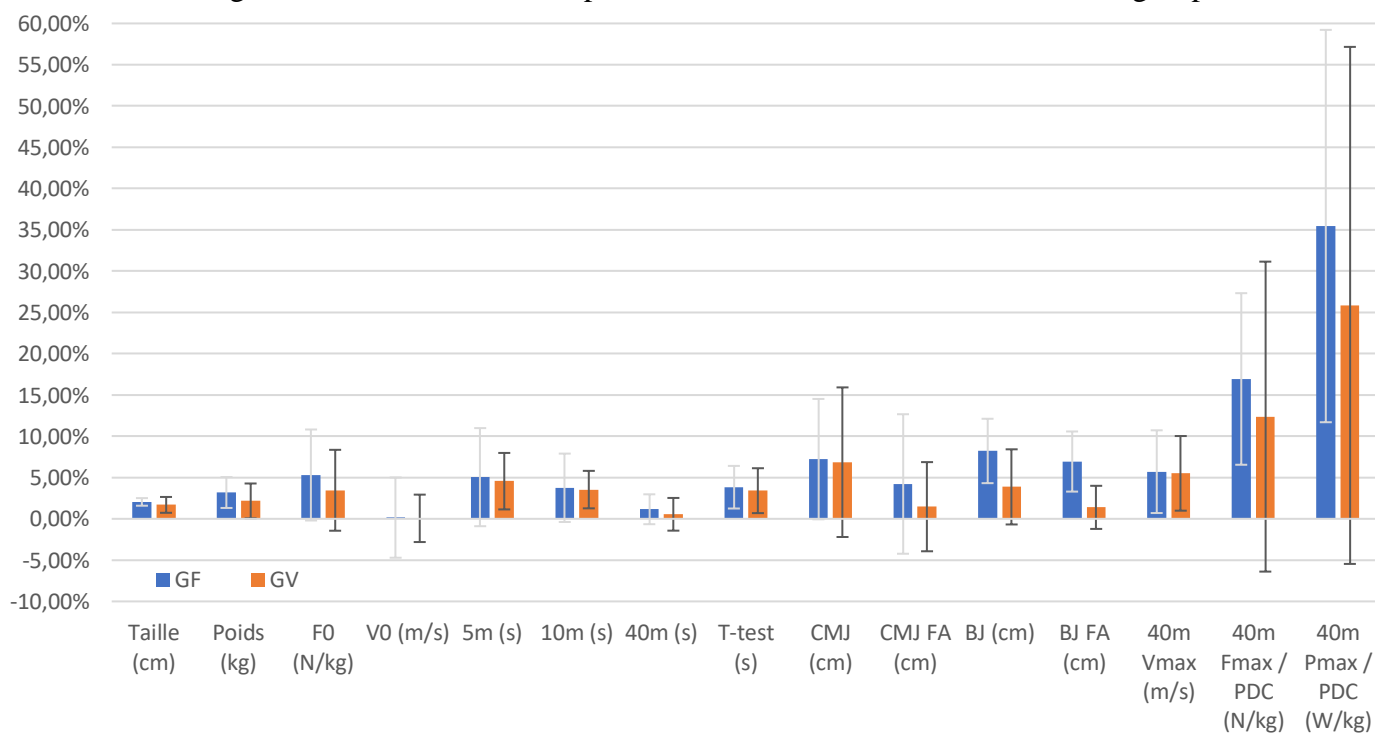
Tableau 8 : Comparatif des résultats des Tests entre la Semaine 0 et 7 selon les Groupes

	Semaine 0		Semaine 7		% de croissance	
	GF	GV	GF	GV	GF	GV
Taille (cm)	173,75 ± 4,10	172,75 ± 5,01	177,31 ± 4,72**	175,66 ± 4,21**	+2,05%	+1,69%
Poids (kg)	62,24 ± 3,03	60,60 ± 8,28	64,23 ± 3,56*	62,04 ± 7,98*	+3,19%	+2,17%
F0 (N/kg)	6,69 ± 0,18	7,26 ± 0,18	7,04 ± 0,43*	7,51 ± 0,43*	+5,31%	+3,46%
V0 (m/s)	9,13 ± 0,54	8,52 ± 0,31	9,15 ± 0,67*	8,53 ± 0,36*	+0,15%	+0,06%
5m (s)	1,35 ± 0,14	1,29 ± 0,07	1,28 ± 0,14*	1,23 ± 0,08*	-5,05%	-4,56%
10m (s)	2,13 ± 0,13	2,09 ± 0,08	2,05 ± 0,16*	2,01 ± 0,09**	-3,76%	-3,54%
40m (s)	5,80 ± 0,21	5,89 ± 0,21	5,73 ± 0,22	5,86 ± 0,21	-1,16%	-0,55%
T-test (s)	10,96 ± 0,42	11,00 ± 0,59	10,54 ± 0,48**	10,62 ± 0,59*	-3,83%	-3,41%
CMJ (cm)	37,82 ± 3,25	36,60 ± 2,31	40,55 ± 3,56*	39,11 ± 3,31	+7,23%	+6,86%
CMJ FA (cm)	43,80 ± 4,60	44,31 ± 1,64	45,65 ± 2,20	44,96 ± 2,02	+4,22%	+1,47%
BJ (cm)	182,50 ± 11,05	183,88 ± 8,37	197,50 ± 11,48**	191,00 ± 10,94*	+8,22%	+3,87%
BJ FA (cm)	210,63 ± 12,61	216,38 ± 11,92	225,25 ± 15,35**	219,38 ± 11,15	+6,94%	+1,39%
40m Vmax (m/s)	8,49 ± 0,45	8,16 ± 0,36	8,98 ± 0,57*	8,61 ± 0,35*	+5,71%	+5,51%
40m Fmax (N)	34,86 ± 1,84	35,33 ± 4,90	42,06 ± 3,67**	41,29 ± 4,00*	+20,66%	+16,86%
40m Fmax / PDC (N/kg)	0,56 ± 0,04	0,60 ± 0,16	0,66 ± 0,06**	0,67 ± 0,09	+16,94%	+12,38%
40m Pmax (W)	255,89 ± 43,69	247,90 ± 47,62	357,15 ± 49,92**	332,43 ± 41,07*	+39,57%	+34,10%
40m Pmax / PDC (W/kg)	4,11 ± 0,63	4,20 ± 1,30	5,56 ± 0,73**	5,41 ± 0,77*	+35,46%	+25,85%

\* Différence significative entre S0 et S8 ( $p < 0,05$ )

\*\* Différence significative entre S0 et S8 ( $p < 0,005$ )

Figure 4 : Amélioration de la performance en % entre S0 et S7 selon les groupes



Au début de l'étude (Semaine 0), les participants du groupe force (GF) avaient une taille moyenne de 173,75 cm et un poids moyen de 62,24 kg, tandis que les participants du groupe vitesse (GV) avaient une taille moyenne de 172,75 cm et un poids moyen de 60,60 kg. Après 6 semaines d'entraînement, des différences significatives ont été observées. Le groupe force a montré une augmentation significative de la taille moyenne (177,31 cm, +2,05%,  $p < 0,005$ ) et du poids moyen (64,23 kg, +3,19%,  $p < 0,05$ ) par rapport à la semaine 0. Le groupe vitesse a également montré une augmentation significative de la taille moyenne (175,66 cm, +1,69%,  $p < 0,005$ ) et du poids moyen (62,04 kg, +2,17%,  $p < 0,05$ ) par rapport à la semaine 0.

En ce qui concerne les performances, le groupe force a montré une amélioration significative de la force maximale ( $F_0$ ) par rapport à la semaine 0 (7,04 vs. 6,69, +5,31%,  $p < 0,05$ ), tandis que le groupe vitesse n'a montré qu'une légère augmentation non significative de la vitesse maximale ( $V_0$  : 9,15 vs. 9,13, +0,15%).

En termes de vitesse, les deux groupes ont montré des améliorations significatives dans les sprints de 5 mètres (5m) et de 10 mètres (10m) par rapport à la semaine 0. Le groupe force a enregistré une réduction de temps significative de 5,05% ( $p < 0,05$ ) et 3,76% ( $p < 0,05$ ) respectivement, tandis que le groupe vitesse a enregistré une réduction de temps significative de 4,56% ( $p < 0,05$ ) et 3,54% ( $p < 0,005$ ) respectivement. Dans l'épreuve du sprint de 40 mètres, les deux groupes ont montré une légère amélioration, bien que la différence soit statistiquement significative uniquement pour le groupe force (-1,16%,  $p < 0,05$  pour GF et -0,55% pour GV).

En ce qui concerne les autres mesures de performance, le groupe force a montré une amélioration significative dans l'épreuve du T-test (10,54 s vs. 10,96 s, -3,83%,  $p < 0,005$ ), le CMJ (40,55 cm vs. 37,82 cm, +7,23%,  $p < 0,05$ ) et le BJ (197,50 cm vs. 182,50 cm, +8,22%,  $p < 0,005$ ). Le groupe vitesse a montré une amélioration significative uniquement dans l'épreuve du BJ FA (191,00 cm vs. 183,88 cm, +3,87%,  $p < 0,05$ ).

En ce qui concerne les mesures de puissance, les deux groupes ont montré une augmentation significative de la puissance maximale ( $P_{max}$ ) dans l'épreuve du sprint de 40 mètres par rapport à la semaine 0. Le groupe force a enregistré une augmentation significative de 20,66% ( $p < 0,005$ ) et le groupe vitesse a enregistré une augmentation significative de 16,86% ( $p < 0,05$ ).

Lorsque les valeurs de puissance maximale sont normalisées par rapport au poids de corps (PDC), des augmentations significatives ont été observées pour les deux groupes. Le groupe force a enregistré une augmentation significative de 16,94% (0,66 vs. 0,56,  $p < 0,005$ ) et le groupe vitesse a enregistré une augmentation significative de 12,38% (0,67 vs. 0,60,  $p < 0,05$ ).

En ce qui concerne la vitesse maximale sur 40 mètres (40m Vmax), le groupe force a montré une amélioration significative de 5,71% (8,98 m/s vs. 8,49 m/s,  $p < 0,05$ ), tandis que le groupe vitesse a montré une amélioration significative de 5,51% (8,61 m/s vs. 8,16 m/s,  $p < 0,05$ ).

En ce qui concerne la force maximale sur 40 mètres (40m Fmax), le groupe force a enregistré une augmentation significative de 20,66% (42,06 N vs. 34,86 N,  $p < 0,005$ ), tandis que le groupe vitesse a montré une augmentation significative de 16,86% (41,29 N vs. 35,33 N,  $p < 0,05$ ).

Lorsque les valeurs de force maximale sont normalisées par rapport au poids de corps (PDC), des augmentations significatives ont été observées pour les deux groupes. Le groupe force a enregistré une augmentation significative de 16,94% (0,66 vs. 0,56,  $p < 0,005$ ) et le groupe vitesse a enregistré une augmentation significative de 12,38% (0,67 vs. 0,60,  $p < 0,05$ )

Tableau 9 : Différence entre les résultats des Tests entre la Semaine 0 et 7 selon les groupes

	Différence entre GF et GV		Différence entre S0 et S7		Différence entre S0 et S7
	S0	S7	GF	GV	
Taille (cm)	x	x	0,00001	0,00147	0,0000001
<b>Poids (kg)</b>	x	x	0,00215	0,01275	0,00004
F0 (N/kg)	P = 0,00001	P = 0,047897	0,03201	x	0,00640
V0 (m/s)	P = 0,015879	P = 0,038396	x	x	0,00410
5m (s)	x	x	0,06802	0,00618	0,00192
10m (s)	x	x	0,05469	0,00287	0,00162
40m (s)	x	x	x	x	x
T-test (s)	x	x	0,00367	0,00781	0,00009
CMJ (cm)	x	x	0,02591	0,06592	0,00263
CMJ FA (cm)	x	x	x	x	x
BJ (cm)	x	x	0,00048	0,04532	0,00010
BJ FA (cm)	x	x	x	x	0,00131
40m Vmax (m/s)	x	x	0,00078	0,03056	0,00018
40m Fmax (N)	x	x	0,00078	0,03056	0,00009
40m Fmax (N) / PDC	x	x	0,00275	x	0,00418
40m Pmax (W)	x	x	0,00055	0,01302	0,00002
40m Pmax (W) / PDC	x	x	0,00111	0,02696	0,00030

x : pas de différence significative ( $p > 0,05$ )

## 7. Discussion

### 7.1. Interprétation

Tout d'abord, une augmentation significative de la taille et du poids a été observée dans les deux groupes. Ces résultats sont selon moi la conséquence de la croissance rapide des joueurs à cet âge, combinée aux 3 séances de musculation hebdomadaires plutôt que liés à l'entraînement de sprint en résistance. C'est pourquoi, pour garantir l'exactitude et la validité de nos mesures de Fmax et de Pmax sur 40m, nous avons pris en compte la variation du poids de corps (PDC) des participants durant ces 6 semaines. Étant donné que le PDC peut influencer la force musculaire et la capacité à produire de la puissance, il était important d'ajuster les mesures pour tenir compte de ces changements. Pour ce faire, nous avons utilisé une approche de normalisation en divisant la Fmax et la Pmax par le poids de corps des participants. Cela nous a permis d'obtenir des mesures de puissance relative, exprimées en newtons par kilogramme (N/kg) pour la Fmax et en watts par kilogramme (W/kg) pour la Pmax. Cette normalisation a permis de comparer les performances des participants de manière plus précise, en neutralisant l'effet du poids de corps sur les mesures absolues et donc d'observer les adaptations de la force et de la puissance musculaire indépendamment des variations du poids de corps des participants.

En ce qui concerne les capacités de saut, les deux groupes ont montré des améliorations significatives dans la hauteur du saut en contre-mouvement (CMJ) et du saut en contre-mouvement avec les bras libres (CMJ FA). Ces résultats suggèrent que l'entraînement a conduit à une amélioration de la force explosive et de la puissance musculaire des membres inférieurs. En effet, selon les études de Barker et col. (2018) et de Rodriguez-Rosell et col. (2017), la hauteur de saut lors de CMJ est fortement corrélée à la puissance maximale des membres inférieurs, à la quantité d'énergie cinétique concentrique et aux performances de sprint et de force maximale des membres inférieurs.

De plus, le saut en longueur (BJ) et le broad jump avec les bras libres (BJ FA) ont également augmenté de manière significative, ce qui indique une amélioration de la performance de saut horizontal chez les participants. Par ailleurs, selon l'étude de Rodriguez et col. (2021), les athlètes affichant des distances de saut plus longues ont montré une puissance maximale, une vitesse maximale et une force horizontale maximale plus élevée pendant le sprint.

En ce qui concerne les performances en sprint, les résultats ont montré des améliorations significatives dans les temps de sprint sur 5 mètres et 10 mètres pour les deux groupes. Ces améliorations suggèrent que l'entraînement a conduit à une augmentation de la vitesse et de l'explosivité musculaire chez les participants. Selon Comfort et col. (2012), il y a une forte corrélation entre le temps de sprint sur 5 et 10m et la force relative des membres inférieurs. Cependant, les temps

de sprint sur 40 mètres n'ont montré qu'une amélioration légère et non significative, à l'exception du groupe force. Cela peut indiquer que la durée de l'intervention de 6 semaines n'a peut-être pas été suffisante pour observer des améliorations significatives dans les sprints de longue distance.

En ce qui concerne les autres mesures de performance, le groupe force a montré des améliorations significatives dans l'épreuve du T-test, le CMJ et le BJ, tandis que le groupe vitesse n'a montré qu'une amélioration significative dans l'épreuve du BJ FA. Ces résultats suggèrent que l'entraînement axé sur la force a un impact positif sur la performance globale des participants.

Ainsi, il semblerait bien que ce protocole d'entraînement valide nos hypothèses ; l'entraînement de sprint en résistance permet de développer les qualités d'accélération et la puissance des membres inférieurs chez les jeunes joueurs de hockey sur gazon et permet de compenser un déficit de force au sein du profil force vitesse.

En effet, en premier lieu, nos résultats ont clairement démontré que l'entraînement de sprint en résistance a conduit à des améliorations significatives des qualités d'accélération chez les participants. Les mesures de vitesse maximale sur 40m (40m Vmax), du temps sur 5 et 10m (5m (s), 10m (s)) ont montré des augmentations statistiquement significatives, indiquant une amélioration de la capacité des joueurs à développer une vitesse élevée sur de courtes distances. Cette constatation confirme notre première hypothèse selon laquelle l'entraînement de sprint en résistance est efficace pour le développement des qualités d'accélération chez les joueurs de hockey sur gazon.

Deuxièmement, nos résultats ont également mis en évidence une augmentation significative de la puissance des membres inférieurs chez les participants suite à l'entraînement de sprint en résistance. Les mesures de puissance maximale développée (Pmax), et de hauteur et distance des tests de sauts (CMJ (cm), BJ (cm), BJ FA (cm)) ont montré des améliorations significatives, confirmant ainsi l'effet bénéfique de cet entraînement sur la capacité des joueurs à produire une puissance musculaire des membres inférieurs plus élevée. Cette observation confirme notre première hypothèse selon laquelle l'entraînement de sprint en résistance favorise le développement de la puissance des membres inférieurs chez les joueurs de hockey sur gazon.

Enfin, nos résultats ont également révélé que l'entraînement de sprint en résistance était capable de compenser un déficit de force au sein du profil force-vitesse des participants. Les mesures de force développée (Fmax et F0) lors de l'effort de sprint, normalisées par rapport au poids de corps des joueurs, ont montré des augmentations significatives. Cette constatation suggère que l'entraînement de sprint en résistance a permis de réduire le déficit de force initialement présent chez les joueurs, renforçant ainsi leur profil force-vitesse global. Ces résultats confirment donc notre deuxième

hypothèse selon laquelle cet entraînement permet de compenser un déficit de force au sein du profil force-vitesse.

Cependant, il n'y a globalement pas de différence d'évolution significative entre le groupe ayant travaillé avec des résistances plus lourdes et entre le groupe ayant travaillé avec des résistances plus légères, même si on peut tout de même observer une amélioration plus importante de tous les tests suite au protocole d'entraînement pour le groupe ayant travaillé avec des résistances plus lourdes. Nous pouvons alors supposer qu'il existe bien une tendance à ce niveau. Néanmoins, il est nécessaire de préciser qu'il n'y a pas de différence d'évolution significative entre le groupe ayant travaillé avec des résistances plus lourdes et le groupe ayant travaillé avec des résistances plus légères dans l'ensemble. Ces résultats suggèrent que l'utilisation de résistances plus lourdes ne conduit pas nécessairement à des améliorations plus importantes par rapport à l'utilisation de résistances plus légères.

Malgré l'absence de différence significative, une observation intéressante peut être faite en ce qui concerne le groupe ayant travaillé avec des résistances plus lourdes. Ce groupe a montré des améliorations plus marquées dans tous les tests par rapport au groupe ayant utilisé des résistances plus légères. Cette différence suggère une tendance en faveur de l'utilisation de résistances plus lourdes pour obtenir des améliorations plus importantes des qualités d'accélération et de la puissance des membres inférieurs.

## **7.2. Limites**

Malgré les résultats encourageants observés dans cette étude, il convient de prendre en compte certaines limites qui peuvent avoir influencé les résultats et restreindre la portée des conclusions. Les principales limites comprennent la durée de l'étude, la fréquence d'entraînement, la séance de musculation sur le haut du corps le même jour, ainsi que les autres entraînements de musculation/préparation physique dans la semaine.

Tout d'abord, la durée relativement courte de l'étude, qui s'est étendue sur seulement 6 semaines, peut être considérée comme une limite importante. Une période plus longue aurait permis d'évaluer les effets à plus long terme de l'entraînement en résistance sur les qualités d'accélération et la puissance des membres inférieurs. La durée moyenne des études rassemblées dans la méta-analyse de Alcaraz et col. (2018) est d'ailleurs de 8 semaines et monte à 10 semaines pour l'étude de Lutberget et col. (2015). Il est possible que des améliorations supplémentaires aient pu être observées avec une durée d'entraînement plus étendue.

De plus, la fréquence d'entraînement a été fixée à une séance par semaine. Cette fréquence relativement faible peut avoir limité les gains potentiels de performance. Une augmentation de la fréquence d'entraînement, avec plusieurs séances par semaine, aurait pu permettre d'obtenir des améliorations plus significatives dans les performances des participants comme le montre l'étude de Zafeiridis (2005) qui a mis en place 3 entraînements par semaine dans son protocole d'entraînement.

Un autre facteur à considérer est le travail de renforcement sur le haut du corps (DC) qui a été effectué le même jour que l'entraînement en résistance et qui peut avoir entraîné une accumulation de fatigue nerveuse et donc potentiellement influencé les entraînements de sprint avec résistance.

Enfin, les 2 autres séances d'entraînement de musculation/préparation physique suivies par les participants au cours de la semaine peuvent également avoir eu un impact sur les résultats. Ces séances supplémentaires peuvent également avoir influencé la capacité des participants à récupérer complètement entre les séances d'entraînement en résistance et potentiellement altéré les performances.

J'aimerais également insister sur un point important. En effet, la séparation des sujets en deux groupes en fonction de leur profil force-vitesse, en utilisant les données de la 1080 Sprint pour déterminer les différences de  $F_0$  (Force maximale théorique) et  $V_0$  (Vitesse maximale théorique), peut avoir introduit un biais dans les résultats qui comparent l'évolution des 2 groupes entre eux. Le fait que les sujets avec une  $F_0$  plus faible aient été assignés au groupe d'entraînement travaillant avec des charges plus lourdes sur des distances courtes, tandis que les sujets avec une  $V_0$  plus faible ont travaillé avec des charges moins lourdes sur des distances longues, peut avoir influencé les résultats observés. Il est possible que les résultats des tests aient été plus favorables pour le groupe travaillant en résistance force en raison du développement plus rapide de la force par rapport à la vitesse. De plus, le potentiel de développement en fonction du profil force-vitesse pouvait être déséquilibré en faveur de la force, étant donné que, en moyenne, ces sujets avaient une  $F_0$  inférieure à leur  $V_0$ . Cela signifie que la marge de progression pouvait différer entre les deux groupes, ce qui peut avoir influencé les résultats des tests.

### **7.3. Applications sur le terrain**

L'application des résultats de cette étude sur le terrain peut offrir des perspectives intéressantes pour l'entraînement des jeunes joueurs de hockey sur gazon. Bien que des limites aient été identifiées, les conclusions tirées de cette étude peuvent fournir des informations utiles pour les entraîneurs et les préparateurs physiques.



En effet, il est encourageant de constater que tous les participants, quel que soit le groupe d'entraînement auquel ils ont été assignés, ont montré une amélioration significative de leurs performances d'accélération et de puissance après le protocole d'entraînement de sprint en résistance de 6 semaines. Cela suggère que l'intégration de cycles d'entraînements en résistance ciblant spécifiquement ces qualités physiques peut être bénéfique pour le développement des jeunes joueurs de hockey sur gazon.

De plus, bien que les différences entre les groupes travaillant avec des résistances plus lourdes et des résistances plus légères n'aient pas été statistiquement significatives, il est important de noter qu'une tendance a été observée en faveur du groupe travaillant avec des résistances plus lourdes. Cela peut indiquer que l'utilisation de charges plus importantes lors de l'entraînement en résistance peut conduire à des améliorations plus marquées des performances en accélération et en puissance. C'est d'ailleurs ce que l'on peut observer dans l'étude de Kawamori et col. (2014) qui a utilisé 43% du PDC des athlètes. Par conséquent, les entraîneurs pourraient envisager d'intégrer des charges plus lourdes lors de l'entraînement en résistance pour maximiser les adaptations physiologiques et les gains de performance allant jusqu'à 80% du PDC (Morin et col. 2017).

Une autre implication importante de cette étude concerne l'équilibre entre le développement de la force et de la vitesse. Les résultats suggèrent que les joueurs de hockey sur gazon adolescents ont tendance à présenter un déficit de force par rapport à leur vitesse. Par conséquent, les programmes d'entraînement devraient accorder une attention particulière au développement de la force pour équilibrer le profil force-vitesse des joueurs. L'entraînement de sprint en résistance peut être une méthode efficace pour développer la force musculaire des membres inférieurs et ainsi améliorer la performance en termes d'accélération et de puissance. En intégrant ces exercices dans le programme d'entraînement, il est possible d'optimiser l'équilibre entre la force et la vitesse, ce qui peut avoir un impact positif sur les performances des joueurs de hockey sur gazon.

Ainsi, les résultats de cette étude peuvent avoir des implications pratiques importantes pour les entraîneurs et les préparateurs physiques travaillant avec des jeunes joueurs de hockey sur gazon mais également pour grand nombre de disciplines car le développement de la force et de la puissance musculaires, ainsi que l'amélioration de l'accélération sont des domaines de recherche récurrents dans la performance sportive en générale. Ainsi, les mécanismes sous-jacents et les adaptations physiologiques observés lors de l'entraînement de sprint en résistance peuvent être appliqués dans beaucoup de disciplines tout comme l'optimisation du profil force-vitesse, certes différent selon ces disciplines, mais tout aussi central. Par conséquent, les enseignements tirés de cette étude peuvent être extrapolés et appliqués à d'autres disciplines sportives, notamment celles impliquant des mouvements explosifs et des changements de direction comme le football (Chaalali et col. 2022,

Derakhti et col. 2022, Morin et col. 2017), le handball (Luteberget et col. 2015) ou encore le rugby (Harrison et col. 2009).

## **7.4. Perspectives**

Les résultats de cette étude ouvrent la voie à plusieurs perspectives intéressantes pour la recherche future et les pratiques d'entraînement des joueurs de hockey sur gazon adolescents.

Tout d'abord, il serait bénéfique d'explorer les effets d'un entraînement de plus longue durée. Étant donné que la durée de l'entraînement dans cette étude était relativement courte (6 semaines), des programmes d'entraînement étendus pourraient permettre d'observer des évolutions plus significatives dans les qualités d'accélération et de puissance des membres inférieurs.

De plus, il serait intéressant d'explorer les effets d'une augmentation de la fréquence d'entraînement. Cette étude a utilisé une fréquence d'entraînement d'une séance par semaine, mais l'ajout de séances supplémentaires par semaine pourrait entraîner des améliorations plus rapides et plus importantes.

Il serait également pertinent d'explorer d'autres combinaisons de charges et de distances. Cette étude a utilisé deux groupes avec des résistances différentes sur des distances spécifiques, mais en variant les intensités et les volumes d'entraînement, nous pourrions obtenir des informations précieuses sur les stratégies d'entraînement les plus efficaces.

En tenant compte des données individuelles du profil force-vitesse, il serait intéressant de personnaliser davantage les protocoles d'entraînement. En adaptant les charges et les distances en fonction des profils spécifiques de chaque joueur, il est possible d'optimiser encore plus précisément l'entraînement et donc de favoriser un développement optimal entre la force et la vitesse.

Enfin, il serait pertinent d'évaluer les effets de l'entraînement de sprint en résistance sur la performance réelle des joueurs de hockey sur gazon lors des matchs ou des compétitions. En plus des tests réalisés en laboratoire, cela permettrait de mieux comprendre l'impact pratique de cet entraînement sur les performances sportives et la réussite des joueurs sur le terrain.

Ainsi, en explorant ces différentes perspectives, il sera possible d'approfondir nos connaissances sur l'entraînement de sprint en résistance chez les jeunes joueurs de hockey sur gazon et d'optimiser les programmes d'entraînement pour améliorer leur développement physique et leurs performances sportives.

## Conclusion

Cette étude visait à évaluer les effets de l'entraînement de sprint en résistance sur le développement de l'accélération et de la puissance des membres inférieurs chez de jeunes joueurs de hockey sur gazon. En tenant compte de notre problématique, de nos objectifs et de nos hypothèses, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

Tout d'abord, les résultats ont démontré que l'entraînement de sprint en résistance était un outil efficace pour développer les qualités d'accélération et la puissance des membres inférieurs chez les jeunes joueurs de hockey sur gazon. Les participants ayant suivi le protocole d'entraînement ont présenté des améliorations significatives dans ces domaines, ce qui confirme notre première hypothèse.

De plus, l'entraînement de sprint en résistance a permis de compenser un éventuel déficit de force au sein du profil force-vitesse des joueurs. Les participants ayant initialement des valeurs plus faibles de force ont pu progresser et se rapprocher des niveaux de leurs homologues plus forts. Cela valide notre deuxième hypothèse et souligne l'importance de l'entraînement de sprint en résistance pour équilibrer les profils force-vitesse.

Cependant, il convient de noter certaines limites de cette étude. La durée relativement courte de l'entraînement (6 semaines) ainsi que la fréquence limitée d'une séance par semaine peuvent avoir restreint les gains potentiels. De plus, la présence de séances de musculation sur le haut du corps le même jour et d'autres séances d'entraînement de musculation ou de préparation physique dans la semaine peut avoir influencé les résultats.

En conclusion, cette étude fournit des éléments probants pour soutenir l'utilisation de l'entraînement de sprint en résistance comme une méthode efficace pour développer l'accélération et la puissance des membres inférieurs chez les jeunes joueurs de hockey sur gazon. Cependant, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour explorer les effets à plus long terme, en augmentant la fréquence d'entraînement et en ajustant les protocoles en fonction des profils individuels.

Ces résultats ont des implications pratiques importantes pour les entraîneurs et les préparateurs physiques travaillant avec des joueurs de hockey sur gazon. En accordant une attention particulière au développement de la vitesse et en utilisant des méthodes spécifiques telles que l'entraînement de sprint en résistance, il est possible de favoriser un équilibre optimal entre la force et la vitesse chez les joueurs, ce qui peut avoir un impact positif sur leurs performances sur le terrain.

Enfin, nous encourageons la poursuite des recherches dans ce domaine afin d'approfondir nos connaissances et de perfectionner les programmes d'entraînement pour maximiser le potentiel des

jeunes joueurs de hockey sur gazon et les aider à atteindre leurs objectifs de performance, mais également dans le monde de la performance sportive en général où le développement de la force, de la puissance musculaire et de l'accélération constitue un champ d'étude récurrent. Les mécanismes sous-jacents et les adaptations physiologiques observés lors de l'entraînement de sprint en résistance peuvent être appliqués à tous les individus, et l'optimisation du profil force-vitesse demeure un aspect central, bien que différencié selon chaque discipline sportive. Les enseignements tirés de cette étude sont donc extrapolables et applicables à d'autres sports, en particulier ceux impliquant des mouvements explosifs et des changements de direction.

En somme, cette étude souligne l'importance du développement de la force et de la puissance musculaires, ainsi que de l'amélioration de l'accélération, tout en mettant en évidence les mécanismes et les adaptations observés lors de l'entraînement de sprint en résistance. Ces connaissances ont le potentiel d'impacter positivement la pratique et l'entraînement dans diverses disciplines sportives, contribuant ainsi à l'amélioration des performances des athlètes et des professionnels travaillant dans le domaine du sport.

# Références bibliographiques

1. *A spreadsheet for Sprint acceleration Force-Velocity-Power profiling – JB Morin, PhD – Sport Science.* (s. d.). Consulté 31 mai 2023, à l'adresse <https://jbmorin.net/2017/12/13/a-spreadsheet-for-sprint-acceleration-force-velocity-power-profiling/>
2. Alcaraz, P. E., Carlos-Vivas, J., Oponjuru, B. O., & Martínez-Rodríguez, A. (2018a). The Effectiveness of Resisted Sled Training (RST) for Sprint Performance : A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 48(9), 2143-2165. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0947-8>
3. Barker, Leland A.1; Harry, John R.1,2; Mercer, John A.1. Relationships Between Countermovement Jump Ground Reaction Forces and Jump Height, Reactive Strength Index, and Jump Time. *Journal of Strength and Conditioning Research* 32(1):p 248-254, January 2018. | DOI: 10.1519/JSC.0000000000002160
4. Bompa. T.O., Buzzichelli, C.A., (2019) *Périodisation – Théorie et Méthodologie de l'Entrainement.* 4 Trainer. France.
5. Chaalali, A., Bouriel, K., Rouissi, M., Chtara, M., Mkaouer, B., Cronin, J., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2022). Resisted sprint training with partner towing improves explosive force and sprint performance in young soccer players—A pilot study. *Biology of Sport*, 39(2), 379-387. <https://doi.org/10.5114/biol sport.2022.103574>
6. Comfort, Paul; Bullock, Nathan; Pearson, Stephen J.. A Comparison of Maximal Squat Strength and 5-, 10-, and 20-Meter Sprint Times, in *Athletes and Recreationally Trained Men.* *Journal of Strength and Conditioning Research* 26(4):p 937-940, April 2012. | DOI: 10.1519/JSC.0b013e31822e5889
7. Cottle, C. A., Carlson, L. A., & Lawrence, M. A. (2014). Effects of Sled Towing on Sprint Starts. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1241. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000396>
8. Derakhti, M., Bremec, D., Kambič, T., Ten Siethoff, L., & Psilander, N. (2022). Four Weeks of Power Optimized Sprint Training Improves Sprint Performance in Adolescent Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(9), 1343-1351. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0959>

9. Dumortier B. (2022) *Relation Force-Vitesse : Une évaluation et une orientation possible de l'entraînement*. Val-de-Marne, sport santé et préparation physique <https://www.valdemarne.fr/newsletters/sport-sante-et-preparation-physique/relation-force-vitesse-une-evaluation-et-une-orientation-possible-de-lentrainement>
10. Effects of weighted sled towing on ground reaction force during the acceleration phase of sprint running : *Journal of Sports Sciences* : Vol 32, No 12. (s. d.). Consulté 31 mai 2023, à l'adresse <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640414.2014.886129>
11. *Efficacy of a Four-Week Uphill Sprint Training Intervention... : The Journal of Strength & Conditioning Research*. (s. d.). Consulté 31 mai 2023, à l'adresse [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2016/10000/Efficacy\\_of\\_a\\_Four\\_Week\\_Uphill\\_Sprint\\_Training.10.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2016/10000/Efficacy_of_a_Four_Week_Uphill_Sprint_Training.10.aspx)
12. *Evaluation du sportif: Le profil force-vitesse*. (s. d.). Uperform. Consulté 31 mai 2023, à l'adresse <https://upperform.be/blog/evaluation-du-sportif-le-profil-force-vitesse/>
13. Harrison, A. J., & Bourke, G. (2009). The effect of resisted sprint training on speed and strength performance in male rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 275-283. [https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318196b81f\\*](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318196b81f*)
14. *Hockey sur gazon*. (s. d.). sports.gouv.fr. Consulté 31 mai 2023, à l'adresse <https://www.sports.gouv.fr/hockey-sur-gazon-301>
15. *Hockey sur Gazon*. (s. d.). Consulté 31 mai 2023, à l'adresse <https://www.ffhockey.org/hockey-sur-gazon.html>
16. Impact of Maximum Speed on Sprint Performance During High-Level Youth Female Field Hockey Matches : Female Athletes in Motion (FAiM) Study in : *International Journal of Sports Physiology and Performance* Volume 9 Issue 4 (2014). (s. d.). Consulté 31 mai 2023, à l'adresse <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsp/9/4/article-p621.xml>
17. Josse, C. (2017b, avril 26). *Maximum Power Sled Sprinting for American Football*. SimpliFaster. <https://simplifaster.com/articles/maximum-power-sled-sprinting-american-football/>
18. Jakeman, J. R., McMullan, J., & Babraj, J. A. (2016). Efficacy of a Four-Week Uphill Sprint Training Intervention in Field Hockey Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(10), 2761-2766. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001373>

19. Kawamori, N., Newton, R. U., Hori, N., & Nosaka, K. (2014). Effects of weighted sled towing with heavy versus light load on sprint acceleration ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2738-2745. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182915ed4>
20. Kawamori, N., Newton, R., & Nosaka, K. (2014). Effects of weighted sled towing on ground reaction force during the acceleration phase of sprint running. *Journal of Sports Sciences*, 32(12), 1139-1145. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.886129>
21. Lockie, R., Murphy, A., & Spinks, C. (2003). Effects of Resisted Sled Towing on Sprint Kinematics in Field-Sport Athletes. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 17, 760-767. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0760:EORSTO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0760:EORSTO>2.0.CO;2)
22. Lu, W. (2020). *Relations force-vitesse lors du mouvement pluri-articulaire : Impact de la fatigue* [Phdthesis, Le Mans Université]. <https://theses.hal.science/tel-02927274>
23. Luteberget LS, Raastad T, Seynnes O, Spencer M. Effect of traditional and resisted sprint training in highly trained female team handball players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2015;10(5):642–7.
24. Matusiński, A., Gołas, A., Zajac, A., & Maszczyk, A. (2022). Acute effects of resisted and assisted locomotor activation on sprint performance. *Biology of Sport*, 39(4), 1049-1054. <https://doi.org/10.5114/biol sport.2022.108706>
25. McGuinness, A., Malone, S., Petrakos, G., & Collins, K. (2019). Physical and Physiological Demands of Elite International Female Field Hockey Players During Competitive Match Play. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(11), 3105. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002158>
26. Morin, J.-B., Petrakos, G., Jiménez-Reyes, P., Brown, S. R., Samozino, P., & Cross, M. R. (2017). Very-Heavy Sled Training for Improving Horizontal-Force Output in Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(6), 840-844. <https://doi.org/10.1123/ij spp.2016-0444>
27. Reiss D., Prévost P. (2013). *La bible de la préparation physique*, Amphora, p. 361.
28. *Relation Force-Vitesse : Une évaluation et une orientation possible de l'entraînement* | [valdemarne.fr](http://valdemarne.fr). (s. d.). Consulté 31 mai 2023, à l'adresse

<https://www.valdemarne.fr/newsletters/sport-sante-et-preparation-physique/relation-force-vitesse-une-evaluation-et-une-orientation-possible-de-lentrainement>

29. Rodríguez-Rosell, David; Mora-Custodio, Ricardo; Franco-Márquez, Felipe; Yáñez-García, Juan M.; González-Badillo, Juan J.. Traditional vs. Sport-Specific Vertical Jump Tests: Reliability, Validity, and Relationship With the Legs Strength and Sprint Performance in Adult and Teen Soccer and Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 31(1):p 196-206, January 2017. | DOI: 10.1519/JSC.0000000000001476
30. Rodriguez, S., Dietze-Hermosa, M., Montalvo, S., Gonzalez, M., Cubillos, N., Martinez, E., Rio, J. D., & Dorgo, S. (2021). The Relationship between Broad Jump Distance and Sprint Profile in Collegiate Track and Field Athletes. *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings*, 2(13). <https://digitalcommons.wku.edu/ijesab/vol2/iss13/84>
31. 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(6), 1767. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001245>
32. Samozino, P. (2009). Capacités mécaniques des membres inférieurs et mouvements explosifs. Approches théoriques intégratives appliquées au saut vertical. [Phdthesis, Université Jean Monnet - Saint-Etienne]. <https://theses.hal.science/tel-00483683>
33. *Sciences du Sport | Influence du profil force-vitesse et de la puissance maximale sur la performance balistique.* (s. d.). Consulté 31 mai 2023, à l'adresse <https://www.sci-sport.com/articles/influence-du-profil-force-vitesse-et-de-la-puissance-maximale-sur-la-performance-balistique-057.php>
34. Spencer, M., Lawrence, S., Rechichi, C., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2004). Time-motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. *Journal of Sports Sciences*, 22(9), 843-850. <https://doi.org/10.1080/02640410410001716715>
35. Taylor, L., & Jakeman, J. R. (2022). The Impact of a Repeated Sprint Training Program on Performance Measures in Male Field Hockey Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(7), 1984-1988. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004000>



36. *The Impact of a Repeated Sprint Training Program on Performa... : The Journal of Strength & Conditioning Research.* (s. d.). Consulté 31 mai 2023, à l'adresse [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2022/07000/The\\_Impact\\_of\\_a\\_Repeated\\_Sprint\\_Training\\_Program.33.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2022/07000/The_Impact_of_a_Repeated_Sprint_Training_Program.33.aspx)
37. Vescovi, J. D. (2014). Impact of maximum speed on sprint performance during high-level youth female field hockey matches : Female athletes in motion (FAiM) study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(4), 621-626. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0263>
38. Zafeiridis, A., Saraslanidis, P., Manou, V., Ioakimidis, P., Dipla, K., & Kellis, S. (2005). The effects of resisted sled-pulling sprint training on acceleration and maximum speed performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(3), 284-290.

# Annexes

Figure 1 : Exemple de profils force/vitesse sur sauts différents (Samozino, 2009).

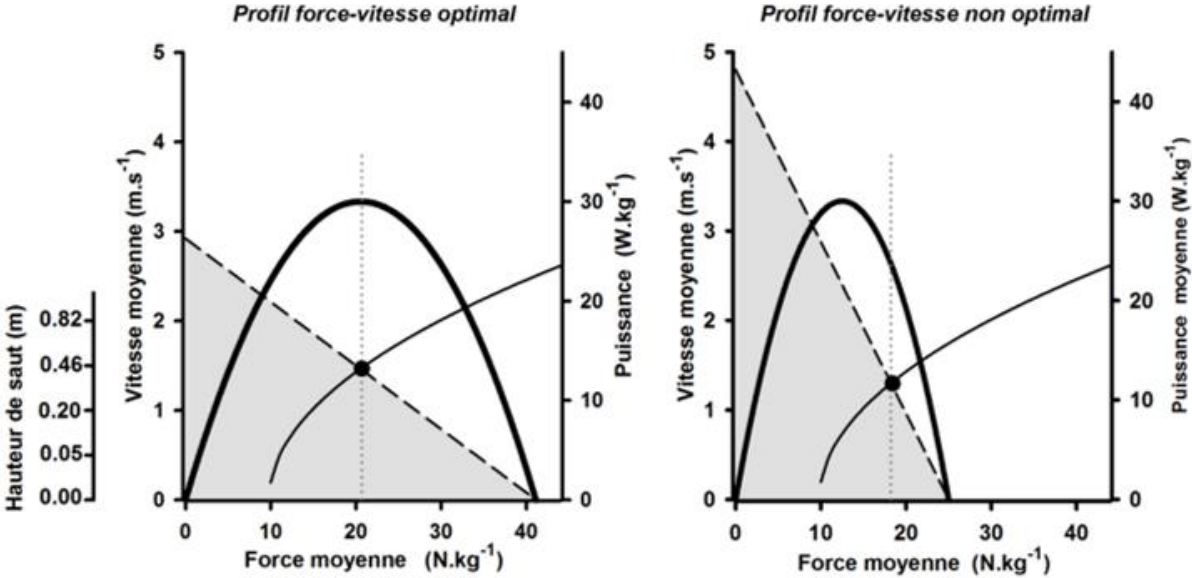


Tableau 1 : tableau regroupant les caractéristiques des interventions d'entraînement en résistance et évaluation du temps de sprint dans les études incluses dans la méta-analyse de Alcaraz et col.

Study	Fre- quency (week <sup>-1</sup> )	Session volume (m)	Total train- ing volume (m)	Duration (weeks)	Surface	Load (% BM)	Sprint time assessment	
							Instrument	Total distance (m)
Alcaraz et al. [62]	2	90–180	1080	4	Track	~8 to 9	Photoelectric cells	50
Bachero-Mena et al. [63]	2	100–210	2115	7	Track	5 12.5 20	Photoelectric cells	40
Clark et al. [58]	2	240–400	4060	7	Rigid	10.2	Photoelectric cells	36.6
De Hoyos et al. [65]	1–2	120–200	2680	8	Grass	12.6	Photoelectric cells	50
Harrison and Bourke [57]	2	120	1440	6	Track	~13	Photoelectric cells	10
Kawamori et al. [39]	2	90–140	1740	8	Rigid	~13 ~43	Photoelectric cells	10
Lockie et al. [59]	2	195–320	3100	6	Grass	12.6	Velocimeter with stopwatch	10
Luteberget et al. [64]	2	240–280	5200	10	Rigid	12.4	Photoelectric cells	30
Makaruk et al. [60]	2	180–360	6210	9	Grass	7.5–10	Stopwatch	20
Morin et al. [66]	2	100	1600	8	Grass	80	Indirect method	20
Spinks et al. [56]	2	215–340	4090	8	Rigid	12.6	Stopwatch	15
West et al. [61]	2	60	720	6	Rigid	12.6	Photoelectric cells	30
Zafeiridis et al. [55]	3	280	6720	8	Track	~6.8	Photoelectric cells	50

Data are mean or range  
BM body mass

(2018)

Tableau 2 : Mesures anthropométriques des participants

Ages (ans)	Taille (cm)	Poids (kg)
15,69 ± 0,48	173,25 ± 4,45	61,42 ± 6,08

Figure 2 : Exemple de profil force vitesse donné par la 1080

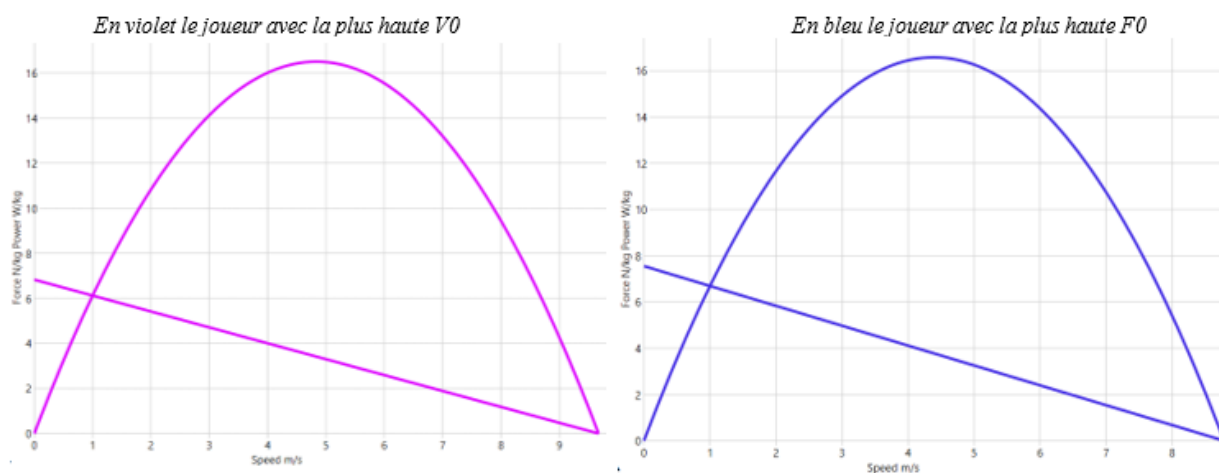


Tableau 3 : F0 et V0 moyenne selon les Groupes

	Groupe Force	Groupe Vitesse
F0 (N/kg)	6,69 ± 0,18	7,26 ± 0,18
V0 (m/s)	9,13 ± 0,54	8,52 ± 0,31

Tableau 4 : Répartition des entrainements dans la séance

	1 <sup>e</sup> partie de l'entrainement		2 <sup>e</sup> partie de l'entrainement	
	<i>Groupe Force</i>	<i>Groupe Vitesse</i>	<i>Groupe Force</i>	<i>Groupe Vitesse</i>
<b>Semaine 1</b>	Sprint en résistance	DC	DC	Sprint en résistance
<b>Semaine 2</b>	DC	Sprint en résistance	Sprint en résistance	DC
<b>Semaine 3</b>	Sprint en résistance	DC	DC	Sprint en résistance
<b>Semaine 4</b>	DC	Sprint en résistance	Sprint en résistance	DC
<b>Semaine 5</b>	Sprint en résistance	DC	DC	Sprint en résistance
<b>Semaine 6</b>	DC	Sprint en résistance	Sprint en résistance	DC

Tableau 5 : Protocole d'échauffement

<b>1</b>	5 minutes de footing	Course de moyenne intensité
<b>2</b>	Travail de pied	Marche sur les talons
		Marches plantes de pieds
		Déroulés de pieds
		Hop pieds joints
<b>3</b>	Etirements activo-dynamiques	Quadriceps
		Ischio-jambiers
		Adducteurs
<b>4</b>	Gammes athlétiques	A-skip
		B-skip
		Jambes tendues
		Montés de genoux fréquences
		Talon fesses fréquences
<b>5</b>	Etirements balistiques	Quadriceps, psoas / ischio-jambier, fessiers
		Adducteurs, abducteurs
<b>6</b>	Sprint	Monté en intensité sur 3 sprints jusqu'à 90%

Tableau 6 : Caractéristiques des séances d'entrainement

	Résistance moyenne utilisé (% de PDC)	Distance moyenne / séance (m)	Distance moyenne / sprint (m)
<b>Groupe Vitesse</b>	7,80 ± 2,97	195 ± 25,10	30,13 ± 0,81
<b>Groupe Force</b>	17,42 ± 6,88	127,5 ± 25,45	17,73 ± 4,10

Tableau 7 : Comparatif des résultats des Tests entre la Semaine 0 et 7

	<b>Semaine 0</b>	<b>Semaine 7</b>	<b>% de croissance</b>
Taille (cm)	173,25 ± 4,45	176,49 ± 4,40 *	+1,87%
Poids (kg)	61,42 ± 6,08	63,13 ± 6,07 *	+2,79%
F0	6,97 ± 0,34	7,51 ± 0,43 *	+7,67%
V0	8,83 ± 0,53	8,84 ± 0,61	+0,11%
5m (s)	1,32 ± 0,11	1,26 ± 0,11 *	-4,81%
10m (s)	2,11 ± 0,11	2,03 ± 0,12 *	-3,65%
40m (s)	5,84 ± 0,21	5,79 ± 0,22	-0,86%
T-test (s)	10,98 ± 0,49	10,58 ± 0,52 *	-3,62%
CMJ (cm)	37,21 ± 2,80	39,83 ± 3,40 *	+7,04%
CMJ FA (cm)	44,05 ± 3,35	45,30 ± 2,07	+2,84%
BJ (cm)	183,19 ± 9,50	194,25 ± 11,34 *	+6,04%
BJ FA (cm)	213,50 ± 12,22	222,31 ± 13,31 *	+4,13%
40m Vmax (m/s)	8,33 ± 0,43	8,80 ± 0,49 *	+5,61%
40m Fmax (N)	35,10 ± 3,58	41,68 ± 3,73 *	+18,75%
40m Fmax / PDC (N/kg)	0,58 ± 0,11	0,66 ± 0,07 *	+14,59%
40m Pmax (W)	251,90 ± 44,34	344,79 ± 45,97 *	+36,88%
40m Pmax / PDC (W/kg)	4,15 ± 0,99	5,49 ± 0,73 *	+32,12%

*\*Différence significative ( $p < 0,01$ )*

Figure 3 : Amélioration de la performance en % entre S0 et S7

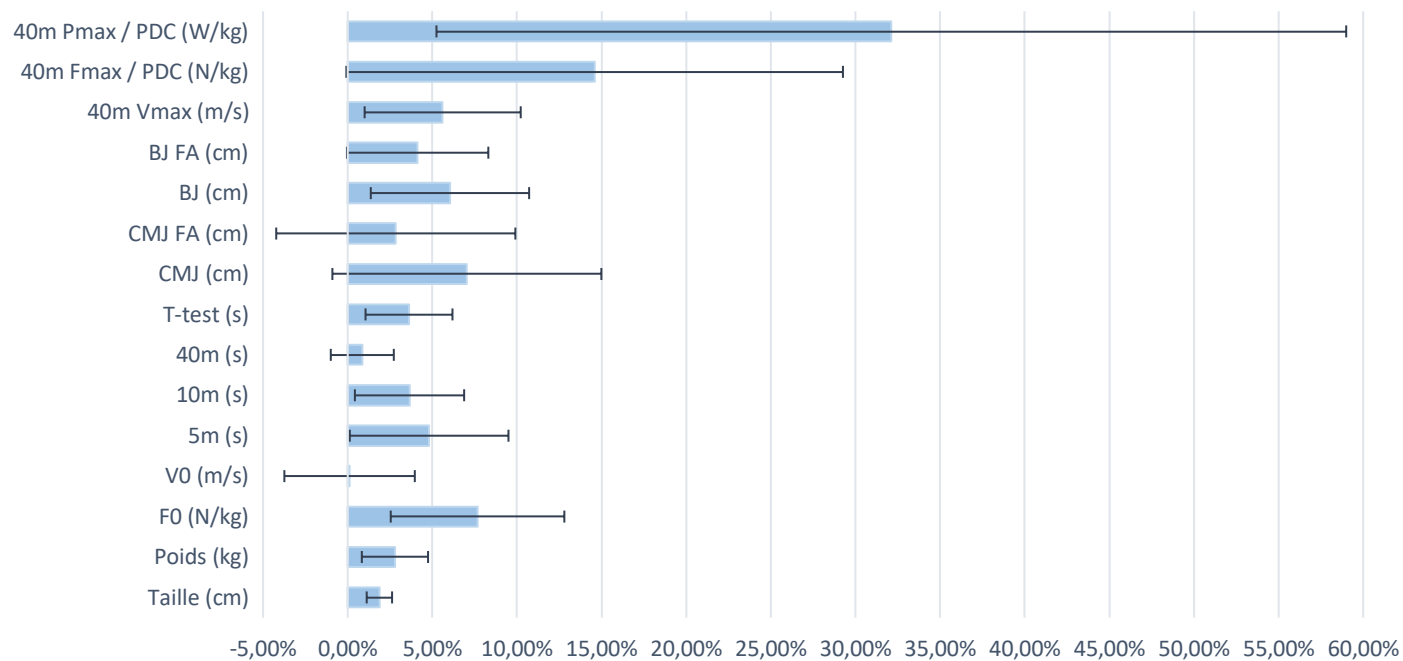


Tableau 8 : Comparatif des résultats des Tests entre la semaine 0 et 7 selon les groupes

	Semaine 0		Semaine 7		% de croissance	
	GF	GV	GF	GV	GF	GV
Taille (cm)	173,75 ± 4,10	172,75 ± 5,01	177,31 ± 4,72**	175,66 ± 4,21**	+2,05%	+1,69%
Poids (kg)	62,24 ± 3,03	60,60 ± 8,28	64,23 ± 3,56*	62,04 ± 7,98*	+3,19%	+2,17%
F0	6,69 ± 0,18	7,26 ± 0,18	7,04 ± 0,43*	7,51 ± 0,43*	+5,31%	+3,46%
V0	9,13 ± 0,54	8,52 ± 0,31	9,15 ± 0,67*	8,53 ± 0,36*	+0,15%	+0,06%
5m (s)	1,35 ± 0,14	1,29 ± 0,07	1,28 ± 0,14*	1,23 ± 0,08*	-5,05%	-4,56%
10m (s)	2,13 ± 0,13	2,09 ± 0,08	2,05 ± 0,16*	2,01 ± 0,09**	-3,76%	-3,54%
40m (s)	5,80 ± 0,21	5,89 ± 0,21	5,73 ± 0,22	5,86 ± 0,21	-1,16%	-0,55%
T-test (s)	10,96 ± 0,42	11,00 ± 0,59	10,54 ± 0,48**	10,62 ± 0,59*	-3,83%	-3,41%
CMJ (cm)	37,82 ± 3,25	36,60 ± 2,31	40,55 ± 3,56*	39,11 ± 3,31	+7,23%	+6,86%
CMJ FA (cm)	43,80 ± 4,60	44,31 ± 1,64	45,65 ± 2,20	44,96 ± 2,02	+4,22%	+1,47%
BJ (cm)	182,50 ± 11,05	183,88 ± 8,37	197,50 ± 11,48**	191,00 ± 10,94*	+8,22%	+3,87%
BJ FA (cm)	210,63 ± 12,61	216,38 ± 11,92	225,25 ± 15,35**	219,38 ± 11,15	+6,94%	+1,39%
40m Vmax (m/s)	8,49 ± 0,45	8,16 ± 0,36	8,98 ± 0,57*	8,61 ± 0,35*	+5,71%	+5,51%
40m Fmax (N)	34,86 ± 1,84	35,33 ± 4,90	42,06 ± 3,67**	41,29 ± 4,00*	+20,66%	+16,86%
40m Fmax / PDC (N/kg)	0,56 ± 0,04	0,60 ± 0,16	0,66 ± 0,06**	0,67 ± 0,09	+16,94%	+12,38%
40m Pmax (W)	255,89 ± 43,69	247,90 ± 47,62	357,15 ± 49,92**	332,43 ± 41,07*	+39,57%	+34,10%
40m Pmax / PDC (W/kg)	4,11 ± 0,63	4,20 ± 1,30	5,56 ± 0,73**	5,41 ± 0,77*	+35,46%	+25,85%

\* Différence significative entre S0 et S8 ( $p < 0,05$ )\*\* Différence significative entre S0 et S8 ( $p < 0,005$ )



Figure 4 : Amélioration de la performance en % entre S0 et S7 selon les groupes

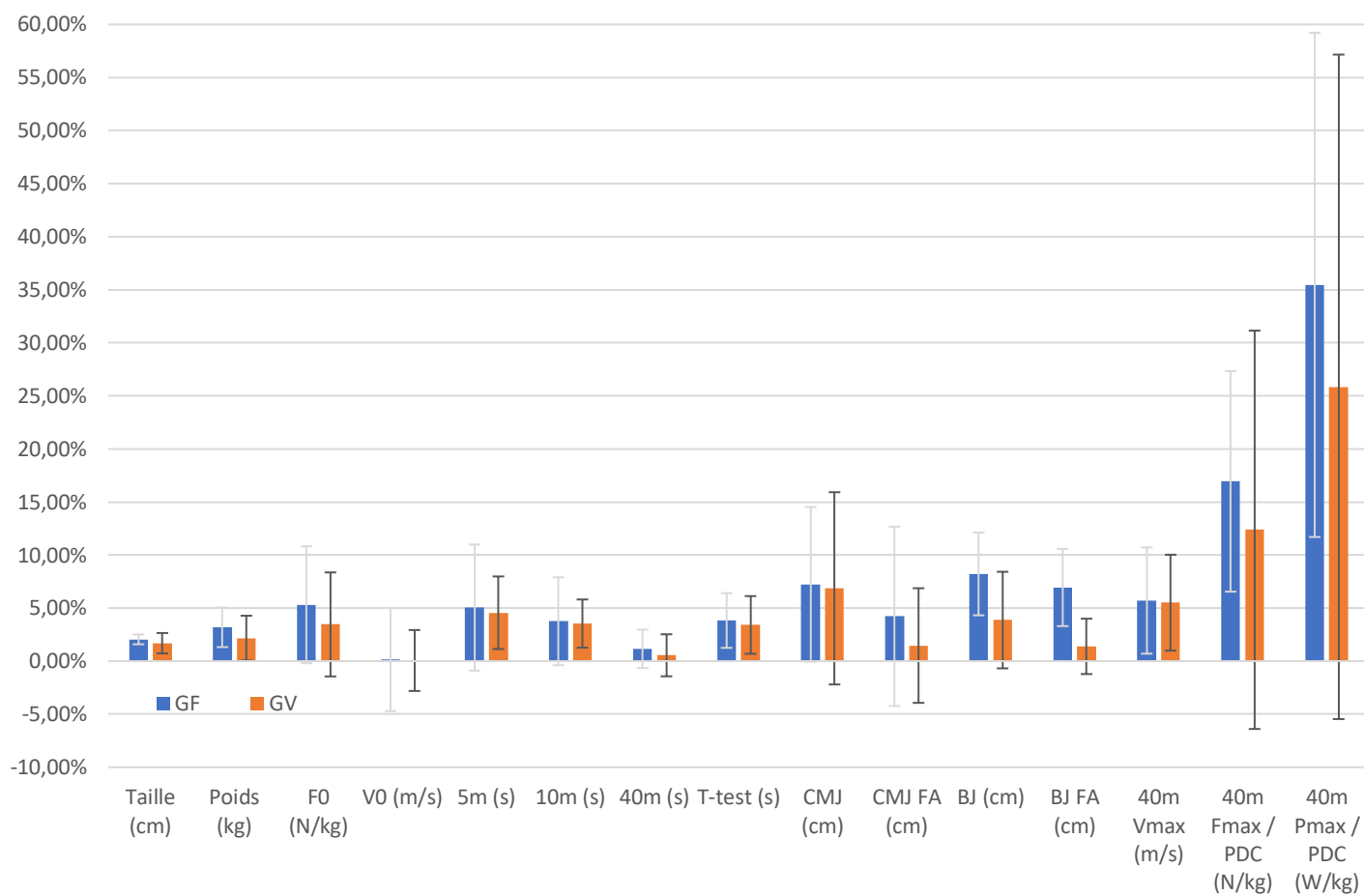


Tableau 9 : Différence entre les résultats des Tests entre la semaine 0 et 7 selon les groupes

	Différence entre GF et GV		Différence entre S0 et S7		Différence entre S0 et S7
	S0	S7	GF	GV	
Taille (cm)	<u>x</u>	<u>x</u>	0,00001	0,00147	0,0000001
Poids (kg)	<u>x</u>	<u>x</u>	0,00215	0,01275	0,00004
F0	P = 0,00001	P = 0,047897	0,03201	<u>x</u>	0,00640
V0	P = 0,015879	P = 0,038396	<u>x</u>	<u>x</u>	0,00410
5m (s)	<u>x</u>	<u>x</u>	0,06802	0,00618	0,00192
10m (s)	<u>x</u>	<u>x</u>	0,05469	0,00287	0,00162
40m (s)	<u>x</u>	<u>x</u>	<u>x</u>	<u>x</u>	<u>x</u>
T-test (s)	<u>x</u>	<u>x</u>	0,00367	0,00781	0,00009
CMJ (cm)	<u>x</u>	<u>x</u>	0,02591	0,06592	0,00263
CMJ FA (cm)	<u>x</u>	<u>x</u>	<u>x</u>	<u>x</u>	<u>x</u>
BJ (cm)	<u>x</u>	<u>x</u>	0,00048	0,04532	0,00010
BJ FA (cm)	<u>x</u>	<u>x</u>	<u>x</u>	<u>x</u>	0,00131
40m Vmax (m/s)	<u>x</u>	<u>x</u>	0,00078	0,03056	0,00018
40m Fmax (N)	<u>x</u>	<u>x</u>	0,00078	0,03056	0,00009
40m Fmax (N) / PDC	<u>x</u>	<u>x</u>	0,00275	<u>x</u>	0,00418
40m Pmax (W)	<u>x</u>	<u>x</u>	0,00055	0,01302	0,00002
40m Pmax (W) / PDC	<u>x</u>	<u>x</u>	0,00111	0,02696	0,00030

x : pas de différence significative ( $p > 0,05$ )

# Résumés français et anglais, et mots clés

## Résumé :

Cette étude visait à évaluer les effets de l'entraînement de sprint en résistance sur le développement de l'accélération et de la puissance des membres inférieurs chez de jeunes joueurs de hockey sur gazon. Les résultats ont démontré que l'entraînement de sprint en résistance était efficace pour développer les qualités d'accélération et la puissance des membres inférieurs chez les jeunes joueurs de hockey sur gazon. De plus, il a permis de compenser un éventuel déficit de force au sein du profil force-vitesse des joueurs. Cependant, certaines limites de l'étude ont été identifiées, notamment la durée relativement courte de l'entraînement et la fréquence limitée des séances. En conclusion, cette recherche soutient l'utilisation de l'entraînement de sprint en résistance pour améliorer les performances des jeunes joueurs de hockey sur gazon, tout en soulignant la nécessité de mener davantage de recherches à long terme pour explorer les effets et ajuster les protocoles d'entraînement en conséquence.

Mots clés : entraînement de sprint en résistance, hockey sur gazon, accélération, puissance, profil force-vitesse.

## Abstract :

This study aimed to evaluate the effects of resistance sprint training on the development of acceleration and lower limb power in young field hockey players. The results demonstrated that resistance sprint training was effective in developing acceleration and lower limb power in young field hockey players. Furthermore, it helped compensate for potential strength deficits within the force-velocity profile of the players. However, certain limitations of the study were identified, including the relatively short duration of the training and the limited frequency of the sessions. In conclusion, this research supports the use of resistance sprint training to enhance the performance of young field hockey players, while highlighting the need for further long-term research to explore the effects and adjust training protocols accordingly.

Keywords : resistance sprint training, field hockey, acceleration, power, force-velocity profile.

## Compétences acquises

Compétence en recherche : acquisition de compétences en matière de recherche, notamment dans la conception d'une étude, l'évaluation de la littérature scientifique en analysant de manière critique les études précédentes liées à son sujet de recherche, l'analyse des résultats et la rédaction d'un rapport scientifique.

Compétence dans l'utilisation d'appareil technologique pour l'entraînement : développer une expertise dans l'utilisation de la machine 1080 Sprint, un outil spécialisé pour l'entraînement de sprint en résistance. Cela comprend la connaissance approfondie des fonctionnalités de la machine, la capacité à régler les paramètres de résistance en fonction des besoins de l'athlète, et la maîtrise des techniques d'entraînement spécifiques avec cet équipement. Apprendre à guider les athlètes dans l'utilisation de la machine 1080 Sprint de manière sûre et efficace, en optimisant les protocoles d'entraînement pour développer la puissance des membres inférieurs et l'accélération.

Compétence en analyse des données : développer des compétences en analyse des données en utilisant des méthodes statistiques appropriées pour interpréter les résultats de l'étude. Cela comprend la manipulation et l'interprétation des données quantitatives liées aux performances.