

Master 2nde année mention STAPS : EOPS
ENTRAINEMENT ET OPTIMISATION DE LA PERFORMANCE SPORTIVE

ANNEE UNIVERSITAIRE 2022-2023

MEMOIRE

TITRE :

AMELIORER LA CAPACITE D'ACCELERATION ET DE
CHANGEMENT DE DIRECTION DES JOUEUSES ELITES DE
HOCKEY SUR GAZON, ETUDE COMPAREE DE DEUX
METHODES D'ENTRAINEMENT : LA PLIOMETRIE ET LA
METHODE PAR CONTRASTE DE CHARGES.

PRESENTE PAR : PERON ELOÏSE

SOUS LA DIRECTION DE : GARCIN MURIELLE

SOUTENU LE . 29. / 06 . / .2023 . .

DEVANT LE JURY : Mr ROUSSEL,
Mme GARCIN, Mr DAUSSIN et Mr PAWLAK CHAOUCH

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

Remerciements

Je tiens à remercier l'ensemble des personnes qui ont permis de rendre cette étude et mon alternance possible, et sans qui je n'aurais pas pu autant grandir, évoluer, et progresser.

Je remercie tout d'abord **Madame GARCIN Murielle**, ma directrice de mémoire mais aussi Doyenne de la Faculté des Sciences du Sport et de l'Éducation physique et responsable du master 2 EOPS. Je la remercie pour son soutien, ses conseils précieux, la confiance qu'elle a accordée à mon projet mais aussi pour sa disponibilité. Elle a su me guider et me permettre de rendre cette étude réalisable.

Je remercie également **tous les professeurs et enseignants chercheurs** de l'université de Lille et plus particulièrement l'ensemble des intervenants en master 2 Entraînement et Optimisation de la Performance Sportive. Ils ont grandement contribué à la réussite de mon cursus grâce à leurs transmissions de connaissances, de compétences et d'outils.

Je remercie Le Lille Métropole Hockey Club, notamment la présidente **Madame RENAUD Anne-Sophie** et le directeur sportif, **Monsieur MOREAU Antoine**, pour la confiance qu'ils m'ont accordée tout au long de mon apprentissage au sein de leur structure.

Je remercie tout particulièrement, **Madame BILLORE Marie**, ma maître d'apprentissage, pour son soutien sans faille durant l'ensemble de la saison, pour sa transmission de connaissances et de compétences mais aussi pour sa bienveillance, son accompagnement et son honnêteté. C'est en partie grâce à son implication tout au long de mon apprentissage au Lille Métropole Hockey Club que ce mémoire a pu être réalisé.

J'adresse aussi tous mes remerciements à l'ensemble du collectif Elite Féminine pour leur participation sans faille à cette étude, mais aussi pour leur bienveillance et leur respect à mon égard.

Un grand merci à ma maman, **Madame HOUEIX Nelly**, pour ses conseils quant à la rédaction de ce mémoire, mais aussi pour le temps précieux qu'elle a su m'accorder pour la relecture de cet écrit.

Enfin, je tiens à remercier mon conjoint, **Monsieur BONOMI Jérôme**, et mes amis, pour leur soutien inconditionnel tout au long de mon cursus scolaire. Leurs encouragements ont été un réel atout dans ma progression et dans le bon déroulement de ma deuxième année de master.

Table des matières

1. Revue de littérature	8
1.1. Le hockey sur gazon	8
1.1.1. Définition	8
1.1.2. Le hockey sur gazon féminin	8
1.2. Les qualités physiques requises	9
1.2.1. La force musculaire	9
1.2.2. L'endurance aérobie	9
1.2.3. La vitesse	10
1.2.4. L'agilité	11
1.2.5. L'explosivité	11
1.2.5.1. Le sprint de 40m	12
1.2.5.2. Le T-test	13
1.3. La pliométrie	14
1.3.1. Définition	14
1.3.2. Les effets de la pliométrie	14
1.3.3. L'entraînement en pliométrie	15
1.4. La Musculation	16
1.4.1. Définition	16
1.4.2. Les qualités physiques et musculaires ciblées	17
1.4.3. Méthode par contraste de charges	18
2. Problématique, objectifs, hypothèses	19
2.1. Problématique	19
2.2. Objectifs	19
2.3. Hypothèses	20
3. Expérience professionnelle	20
3.1. Milieu professionnel	20
3.2. Sujets	21
3.3. Matériel et techniques de mesure	22
3.4. Protocole	22
3.4.1. Les données anthropométriques	23
3.4.2. Le sprint	23
3.4.3. Le T-test	23
3.5. Analyse statistique	25
4. Résultats	26
4.1. Variable : mesures anthropométriques	26
4.2. Variable : capacité d'accélération (sprint de 40m)	27
4.3. Variable : changements de direction (T-test)	28
5. Discussion	31

5.1.	Interprétation	31
5.2.	Limites.....	32
5.3.	Application sur le terrain.....	33
5.4.	Perspectives	33
6.	Conclusion	36
7.	Références bibliographiques	37
8.	Annexes.....	47
	<i>ANNEXE N°1</i> : Compte-rendu des données recueillis par Eurasport lors des tests de sprint sur 40m et lors du T-test.	47
	<i>ANNEXE N°2</i> : Représentation schématique du T-TEST.....	48
	<i>ANNEXE N°3</i> : Exemple d'une séance de musculation par contraste de charges pour le groupe n°149	
	<i>ANNEXE N°4</i> : Exemple d'une séance d'entraînement en pliométrie pour le groupe n°2.....	51
	3 compétences à minima acquises entre le début de la mise en stage et la soutenance.....	54

Glossaire

FFH : Fédération Française de Hockey sur gazon

G1 : Groupe n°1

G2 : Groupe n°2

VO2 : Débit d'oxygène en L/min

H0: Hypothèse 0

H1: Hypothèse 1

H2: Hypothèse 2

U14-U16: Under 14 – 16 years

LMHC: Lille Métropole Hockey Club

Introduction

Le monde de la préparation physique est en pleine exploration, de nombreux chercheurs tentent de trouver les meilleures méthodes d'entraînement afin d'obtenir les meilleurs résultats. Ces recherches ont lieu dans un grand nombre de sports mais à ce jour, le hockey sur gazon reste encore trop peu exploré. Rapide, explosif, endurant le hockey sur gazon requiert toutes les qualités physiques recherchées pour théoriser sur la préparation physique (Astorino et al., 2004).

Aujourd'hui, nous ne cherchons plus à prouver l'intérêt de la préparation physique dans l'optimisation des performances sportives, mais à définir quelle méthode d'entraînement permet d'observer « *l'amélioration possible d'une performance d'ordre motrice, dans une activité bien déterminée* » (Weineck, 1997). Dans un sport intermittent comme le hockey sur gazon (Magee et al., 2021), nécessitant à la fois des qualités d'endurance, de force, de vitesse et d'explosivité, il est difficile de déterminer avec exactitude la méthode d'entraînement la plus favorable pour performer. De nombreux domaines restent à explorer dont la différence d'impact entre la pliométrie et de la méthode par contraste de charges. Malgré de nombreux travaux concernant la pliométrie (Kotzamanidis et al., 2006 ; Eduardo Sa'ez et al., 2008) et la méthode par contraste de charges (Miller, 1997 ; Dodd, 2007 ; Lyttle et al., 1994), peu de chercheurs ont comparé ces deux méthodes sur un sport comme le hockey sur gazon.

A travers l'étude réalisée dans ce mémoire de deuxième année de master, nous verrons que même si la préparation physique est reconnue comme un atout dans le monde du sport, dans certaines pratiques moins connues et médiatisées, il ne lui est pas toujours accordé une juste place.

Pour évaluer les bénéfices d'un entraînement pliométrique et par contraste de charges en musculation, j'ai effectué mon apprentissage au sein du Lille Métropole Hockey Club (LMHC) et plus précisément au sein de l'équipe Elite Féminine de ce club. J'ai accompagné les joueuses dans le développement de leurs capacités physiques. Pour cette étude, j'ai divisé l'équipe de joueuses en deux groupes et proposé, des séances de préparation physique axées sur la pliométrie à un groupe et sur la méthode par contraste de charges en musculation à l'autre groupe. Afin d'observer l'évolution des performances de l'équipe, j'ai assisté à l'ensemble des entraînements et matchs de l'équipe tout au long de la saison sportive.

La première partie de ce mémoire proposera un apport théorique visant à définir les différents concepts de préparation physique comme la pliométrie ou la méthode par contraste de charges nécessaire pour réaliser notre étude. Dans la seconde partie, à partir des modèles théoriques présentés, nous dégagerons une problématique, nous exposerons les différentes hypothèses qui en découlent, ainsi que les objectifs visés dans cette étude. Dans la troisième partie, nous déclinons, la présentation des différents matériels et techniques de mesure mise en place ainsi que le protocole de notre étude. Enfin, la dernière partie de ce mémoire visera à valider, ou non, les hypothèses posées, après avoir analysé et interprété les résultats obtenus.

1. Revue de littérature

1.1. Le hockey sur gazon

Le hockey sur gazon est un sport collectif nécessitant la mobilisation de plusieurs qualités physiques. C'est un sport très peu connu du grand public mais qui, pourtant, est très spectaculaire.

1.1.1. Définition

Le hockey sur gazon peut être défini comme « un sport d'équipe, pratiqué sur un terrain recouvert de gazon synthétique, qui oppose deux équipes de onze joueurs et qui se joue avec une balle que les joueurs tentent d'envoyer dans le but adverse avec une crosse » (Larousse en ligne, s. d.). La FFH, elle, le définit comme « sport collectif de balle mettant aux prises deux formations de onze joueurs (ou joueuses) dont un gardien de but équipé. Le hockey se pratique en extérieur sur un grand terrain de jeu (91,40 m x 55m) » avec une balle pesant entre 156 et 163 grammes et une crosse en carbone mesurant environ un mètre. Le hockey sur gazon est avant tout un sport d'évitement. Le principal objectif est, au travers de 4 périodes de 15 minutes entrecoupées de 2 minutes de pause entre le 1^{er} et le 2^{ème} quart et entre le 3^{ème} et le 4^{ème} quart, et de 10 minutes entre le 2^{ème} et le 3^{ème} quart, de marquer au moins un but de plus que l'adversaire en utilisant seulement le côté plat de la crosse (FFH).

Le médecin spécialisé en traumatologie du sport M.Vandenbalk, explique dans une interview pour *Le Vif* que le hockey est un « sport est très exigeant au niveau de la psychomotricité, nécessitant coordination, concentration et agilité, un peu comme le tennis. » Sur le plan physiologique, le hockey sollicite à la fois la capacité d'endurance et la capacité à répéter des sprints : c'est un sport qui combine plusieurs filières énergétiques (Maillard, 2015). Le hockey est aussi connu pour ses nombreuses valeurs comme le respect ou encore le fair-play. Mais avant tout, c'est un sport qui met l'accent sur l'importance de l'égalité homme-femme. La fédération française de hockey sur gazon met notamment l'accent sur la sensibilisation de l'ensemble des acteurs au développement du hockey féminin.

1.1.2. Le hockey sur gazon féminin

Le hockey sur gazon féminin est un sport complet. En effet, celui-ci mobilise un grand nombre de qualités physiques. C'est un sport intermittent mettant en jeu des courtes de périodes à très haute intensité, tels que des sprints et des longues périodes de trotinement ou de marche (Magee et al., 2021). Il a été démontré que les sports collectifs intermittents tels que le hockey sur gazon impliquent de parcourir des distances de 9 à 12 km et de réaliser un nombre de sprint entre 19 et 62 sprints en fonction du poste occupé durant le match (Spencer et al., 2005). De ce fait, nous pouvons affirmer que le hockey sur gazon est un sport nécessitant des qualités d'endurance mais aussi de vitesse et d'explosivité, notamment pendant les sprints, que les joueuses devront mobiliser au cours d'un match.

1.2. Les qualités physiques requises

Comme dit précédemment, le hockey sur gazon est un sport complet impliquant plusieurs qualités physiques. Il a été démontré que ce sport mêle de façon très importante la force musculaire, l'endurance cardio-vasculaire et la vitesse (Astorino et al., 2004). De plus, c'est un sport qui nécessite beaucoup d'agilité et d'explosivité (Sharma et al., 2018). Les prendre en compte lors de la planification des entraînements de préparation physique est donc indispensable.

1.2.1 La force musculaire

Il existe plusieurs définitions de la force musculaire ainsi que différentes méthodes de mesure de cette qualité ce qui rend difficile l'explication de cette notion. En effet, celle-ci englobe plusieurs aspects physiques et psychiques. Cependant, différents auteurs la définissent comme :

- « *La tension qu'un muscle ou plus exactement qu'un groupe musculaire peut opposer à une résistance en un seul effort maximal.* » (Letzelter, 1990)
- « *La capacité qu'a un muscle de forcer au maximum contre une résistance* » (Fox et al., 1981)

Dans les années 1990, alors que le hockey sur gazon commence à avoir du succès, il subit de nombreux changements dont l'intérêt était de permettre un jeu plus rapide, plus souple. On peut citer les changements suivants : depuis les années 1970, il n'est plus possible de bloquer la balle avec la main, il n'y a plus d'hors-jeu au hockey, etc (Gillet, 2022). Ces changements ont modifié les exigences techniques mais aussi et surtout physiques de ce sport. Avec ces changements de règles, le hockey sur gazon fait dorénavant partie des activités physiques intenses avec une VO₂ pendant un match moyenne de 53.5 +/- 4.3 ml.kg⁻¹.min⁻¹ et une dépense énergétique avoisinant les 50Kj/min chez une population de joueuses féminines (Gabbett TJ., 2010 ; Reilly et al., 1992). En comparaison, au football féminin, la VO₂ max se situe entre 49.4 - 57.6 ml.kg⁻¹.min⁻¹. (Datson et al., 2014). Les athlètes ont donc dû développer des compétences physiques en conséquence pour pouvoir atteindre le nouveau niveau requis. La force musculaire est un des points essentiels que le joueur a dû appréhender pour performer. Des études ont démontré que la force musculaire dont la force de préhension (force des mains) des hockeyeurs sur gazon était supérieure à celle des hommes adultes (Scott, 1991). La force musculaire n'est pour autant pas la seule qualité physique requise en hockey sur gazon pour performer !

1.2.2 L'endurance aérobie

Nous pouvons définir l'endurance aérobie comme « la capacité d'un individu à maintenir un pourcentage élevé de sa consommation maximale d'oxygène » (Bosquet et al., 2000) ou comme « la capacité à supporter, conserver une vitesse ou une puissance donnée le plus longtemps possible. » (Jones et al., 2000). L'endurance est une qualité physique faisant partie des facteurs de la performance sportive

(Bosquet et al.,2000). En effet, malgré le fait que le hockey sur gazon soit un sport intermittent, il reste un sport qui nécessite de performer dans le temps. Des auteurs ont décrit le hockey comme un sport « exigeant sur le plan aérobie mais avec des efforts anaérobies fréquents, brefs et imposés » (Reilly et al., 1992). Un match de hockey sur gazon dure 4 quarts temps de 15 minutes, il est important de prendre en compte la notion d'endurance. C'est la conclusion d'auteurs comme Veronika et al., qui indique dans son étude que la qualité physique d'endurance est identifiée, avec les qualités de vitesse, comme un élément clés de la condition physique des hockeyeurs. Cela est dû au fait que le hockey sur gazon est un sport avec des phases de jeu très différentes, nécessitant à la fois technique, physique et tactique (Veronika et al.,2016).

Au-delà des qualités d'endurance nécessaires pour performer en hockey sur gazon, nous devons nous intéresser au deuxième élément clé cité dans l'étude de Veronika et al. : la qualité de vitesse.

1.2.3. La vitesse

La vitesse est aussi sujet à controverse. Tous les auteurs ne sont pas d'accord sur la définition de cette qualité physique. Nous pouvons citer :

- « Capacité, sur la base des processus cognitifs, de la volonté maximale et du fonctionnement du système neuromusculaire, d'atteindre dans certaines conditions la plus grande rapidité de réaction et de mouvement. » (Grosser, 1991)
- « Capacité qui repose que partiellement sur des mécanismes énergétiques et dépend dans une très large mesure des processus de commande du système nerveux central. (Martin et al., 1991)

La vitesse est un des points clés de la performance en hockey sur gazon. Ce sport nécessite de nombreux efforts en sprints répétés au cours des entraînements ou des matchs (Spencer et al., 2004). C'est notamment la capacité de vitesse des joueurs qui leur permet de prendre l'avantage. Comparativement, les exigences du hockey sur gazon en termes de vitesse sont équivalentes à celle du football de haut niveau ou du rugby (Spencer et al., 2004).

La vitesse fait partie des facteurs déterminants pour accéder au haut niveau. Une étude a démontré que la vitesse, et principalement la vitesse maximale lors de sprints est une des variables qui permet de détecter les futurs « talents » en hockey sur gazon (Justin et al., 2003). Au-delà de la détection, la vitesse de match (en mètre par minute) est l'indicateur de performance qui fournit les informations les plus pertinentes chez le hockeyeur sur gazon (Lombard et al., 2021).

Enfin, en fonction des postes occupés, l'exigence de vitesse ne sera pas la même. En effet, l'étude de Sunderland et Edward en 2017 a démontré que la vitesse moyenne (distance parcourue par le joueur divisée par le temps mis pour effectuer cette distance), les courses de grande vitesse (course à vitesse élevée mais pouvant être maintenue dans le temps), mais aussi les sprints (course de vitesse sur petite distance) sont nettement plus importants pour les attaquants que pour les joueuses situées à d'autres

postes (arrière, demi-arrière, milieu de terrain) (Sunderland et al., 2017). Cette notion met en avant l'importance de traiter chaque poste de façon spécifique. Les entraînements et la récupération doivent être adaptés.

En hockey sur gazon, la notion de vitesse fait aussi écho à la notion d'agilité et de changement de direction.

1.2.4. L'agilité

L'agilité est le résultat d'une combinaison de plusieurs qualités physiques. Elle implique divers mécanismes et dépend de plusieurs facteurs (internes comme externes) (Čoh et al., 2018). Parmi ces facteurs, nous pouvons nommer la capacité de changement de direction (Sheppard et al., 2006). Celle d'un sportif peut être définie comme « La capacité d'un athlète à ralentir rapidement, à inverser ou à changer de direction de mouvement et à accélérer à nouveau dans une nouvelle direction. » (Spiteri et al., 2013). Plusieurs auteurs comme Little ou Young, indiquent que parmi les autres facteurs à prendre en compte dans la notion d'agilité, il y a tout un panel de facteurs cognitifs (mémoire sensorielle, traitement visuel...)(Young et al., 2002 ; Little et al., 2005 ; Laessoe et al., 2016). C'est pour cela que l'entraînement en agilité doit comprendre à la fois des exercices de changements de direction mais aussi des exercices qui tiennent compte de contraintes spécifiques ou de temps liées à l'activité physique (Čoh et al., 2018).

Le hockey sur gazon est un sport qui nécessite de nombreux changements de direction. Cette notion est à prendre en compte dans l'évaluation de la performance sportive. En effet, le hockey est un sport multidirectionnel de haute intensité et la capacité à changer de direction le plus rapidement possible tout en étant équilibré sans entraîner de perte de vitesse est une composante nécessaire à la haute performance en hockey sur gazon (Lemmink et al., 2004).

L'agilité, ou une de ses composantes (comme ici la capacité de changement de direction) met en lumière une autre qualité physique nécessaire à son bon développement : l'explosivité.

1.2.5. L'explosivité

Nous pouvons définir l'explosivité comme « la capacité du système à produire un maximum de force dans un laps de temps le plus petit possible » (Miller et al., 1997). Il s'agit d'une composante de la puissance musculaire dont l'objectif premier va être de réaliser une forte contraction musculaire, le plus rapidement possible. La notion d'explosivité vient donc lier deux qualités physiques : la force et la vitesse. Ce qui nous amène d'emblée à faire le lien avec la courbe force-vitesse. Cette courbe nous indique le pic de force maximale qu'un athlète peut avoir et en combien de temps il l'atteint. Mais aussi, le temps pendant lequel l'athlète est capable de maintenir un taux de force défini (Miller et al., 1997). L'explosivité est, dans la grande majorité des activités physiques, un facteur déterminant de la

performance sportive. En effet, si un athlète peut, à un instant T, produire plus de force, plus rapidement que son adversaire, alors, un avantage est créé.

Le hockey sur gazon fait partie de ces sports où l'explosivité de l'athlète lui permet de faire la différence lors d'un match. De nombreuses actions dans le hockey impliquent la dimension d'explosivité : les tacles, qui peuvent être définis comme l'action d'arrêter un adversaire en possession de la balle (Association Royale Belge de Hockey, 2019), les shoots, les changements de direction et de rythme (Manna et al., 2009). La capacité de changement de direction s'inscrit donc à la fois dans l'agilité et dans l'explosivité (Sheppard et al., 2006 & Hallvard et al., 2020). L'explosivité est ici le résultat de la combinaison de la force des muscles impliqués dans l'action et de la vitesse à laquelle ces muscles se sont contractés.

Une étude faite en 1994, a démontré que les joueuses de hockey élite passent 22% du temps de jeu effectif d'un match à réaliser des sprints de haute intensité et 11,6% du temps de jeu en mouvement avec des changements de direction extrêmement réguliers (Lothian et al., 1994). Nous avons donc choisi de nous focaliser sur la capacité d'accélération et la capacité de changements de direction, que nous allons chercher à développer à l'aide de deux méthodes : la pliométrie et la méthode par contraste de charges. Pour cela, il est nécessaire de définir la performance ainsi que les techniques de sa mesure. La performance est décrite comme « étant les possibilités maximales d'un individu dans une discipline à un moment donné de son développement » (Platonov, 1984). Weineck, quant à lui définit la performance sportive de la façon suivante : « la capacité de performance positive exprime le degré d'amélioration possible d'une performance d'ordre motrice, dans une activité bien déterminée. » (Weineck, 1997). La performance sportive est donc un système complexe régit par de nombreux facteurs physiques et psychologiques. Nous mesurerons, dans ce mémoire d'étude, la performance sportive à l'aide de deux tests. Il existe de nombreux tests permettant de mesurer la capacité d'accélération ainsi que la capacité de changement de direction, nous pouvons notamment citer les sprints sur différentes distances (10, 20, voir même 80m), ou encore l'Illinois Test, le 505 agility test... Nous avons fait le choix d'un sprint sur 40m et d'un T-test avec et sans la crosse de hockey. Ceux-ci vont être définis et expliqués ci-après.

1.2.5.1. Le sprint de 40m

Pour mesurer l'évolution des capacités physiques visées des joueuses, nous utiliserons dans un premier temps un sprint de 40m. Des études ont démontré que des tests de sprint linéaire sur 5 à 40m pouvaient permettre de déterminer l'accélération et la vitesse maximale des athlètes (Altmann et al., 2019). Selon plusieurs études, les sprints de 40m permettent une meilleure estimation de la vitesse maximale de l'athlète mais aussi une meilleure estimation de l'accélération (Tanner et al., 2013).

Au-delà de la distance du sprint, il reste important de définir sur quelle portion du 40m, la capacité d'accélération s'exprime le plus. L'accélération dans un sprint est régie par trois forces : la résistance au vent, la force gravitationnelle et la force de réaction au sol (Hunter et al., 2005). Pour la développer, il

est nécessaire de produire une grande force horizontale (Morin et al., 2011), même une augmentation minime de l'impulsion vers l'avant, augmentera la performance en sprint de notre athlète (Hunter et al., 2005). La phase d'accélération varie en fonction des sujets. Généralement, les chercheurs utilisent le temps que l'athlète met pour atteindre sa vitesse maximale comme mesure de la performance d'accélération. Elle débute alors dès le premier appui et se termine lorsque l'athlète atteint sa vitesse maximale. (Diriwaechter, 2015). L'accélération sera calculée de la façon suivante : $(\text{vitesse finale} - \text{vitesse initiale}) / (\text{temps final} - \text{temps initial})$. Une fois la capacité d'accélération calculée, nous chercherons à mesurer la capacité de changement de direction de nos athlètes. Pour cela nous utiliserons un test spécifique : le T Test.

1.2.5.2. Le T-test

Comme vu précédemment, la capacité de changement de direction est une composante de l'agilité, qui elle-même nécessite un haut taux d'explosivité pour s'exprimer pleinement et se développer. De nombreux tests permettent d'évaluer l'agilité, nous avons choisi le T-test. En effet, une étude a montré sa fiabilité et sa validité sur plusieurs paramètres comme : l'explosivité des membres inférieurs, la vitesse en sprint, et l'agilité. Cette même étude précise que ce test est un prédicteur de la performance sportive chez les personnes n'ayant aucune particularité (comme une situation de handicap) (Pauole et al., 2000). Au-delà de la fiabilité du test, ces auteurs ont indiqué qu'un seul essai était suffisant pour obtenir un score viable (Pauole et al., 2000).

Pour autant, nous avons d'opté pour 3 essais car peu d'études ont mis en évidence des données sur le nombre d'essais nécessaire pour obtenir une stabilité des scores. La mise en place du T-Test est simple et a été normalisée dans différentes études (Miller et al., 2006 ; Semenick et al., 1994). Nous verrons par la suite l'installation de ce test, ainsi que les consignes données.

Le T-test est connu pour être un test permettant de mesurer la capacité du sportif à changer rapidement de direction tout en essayant de perdre le moins de vitesse possible et en gardant l'équilibre (Semenick, 1990). Il permet d'évaluer l'agilité frontale mais aussi l'agilité sagittale appelée également l'agilité biplantaire. En effectuant des mouvements d'avant en arrière mais aussi des mouvements de droite à gauche, le sportif effectue en tout 4 changements de direction sur le parcours (Raya et al., 2013). Enfin, ce test permet de faire la distinction entre différents niveaux de performance entre les sportifs grâce à sa capacité à mesurer de plusieurs paramètres sur les membres inférieurs (Pauole et al., 2000).

Le T-Test ainsi que le sprint de 40m vont nous permettre, dans cette étude, de mesurer deux capacités physiques : la capacité de changement de direction et la capacité d'accélération. Comme vu tout au long de la revue de littérature, ces deux capacités sont des dimensions d'une des qualités physiques prédominantes dans le hockey sur gazon, l'explosivité. Nous savons que cette qualité physique, lorsqu'elle est développée de façon optimale, permet d'augmenter les performances.

1.3. La pliométrie

La pliométrie est une méthode de travail de plus en plus utilisée dans le monde du sport. En effet, elle est reconnue notamment pour ses effets dans l'amélioration de l'explosivité et dans la vitesse de course (Kotzamanidis et al., 2006 ; Eduardo Sa'ez et al., 2008). En 2020, une étude a mis en évidence l'amélioration des résultats à un test de changement de direction suite à un entraînement de type pliométrique ou un entraînement par contraste de charges (Hallvard et al. 2020). Comme vu précédemment, le hockey sur gazon fait partie de ces sports qui nécessite de l'explosivité, de la vitesse, de la force musculaire et une grande capacité de changement de direction. La pliométrie semble donc être une méthode à privilégier lors de l'entraînement en hockey sur gazon.

1.3.1. Définition

Nous pouvons définir la pliométrie de la façon suivante : « *On parle d'une action musculaire pliométrique lorsqu'un muscle qui se trouve dans un état de tension est d'abord soumis à un allongement (on parle d'une phase excentrique) et qu'ensuite il se contracte en se raccourcissant (on parle alors de phase concentrique). Il y a mise en jeu de ce que les physiologistes appelle "the stretch-shortening cycle (le cycle étirement-raccourcissement)* » (Cometti, 2004). Physiologiquement, les deux phases (excentrique et concentrique) sont importantes. Lors de la phase excentrique, aussi appelée phase de charges, les composantes en séries des muscles en actions sont mises sous tension. L'étirement brutal du muscle va engendrer l'intervention du réflexe myotatique. Ce réflexe est défini comme « *une contraction tonique des muscles extenseurs des membres en réponse à leur étirement* » (Liddell et al., 1923).

L'entraînement en pliométrie est donc une méthode d'entraînement complexe mettant en jeu de nombreuses structures musculaires. Il a de nombreux avantages mais aussi quelques inconvénients. Après avoir présenté les différentes qualités physiques requises en hockey sur gazon, il est important de détailler de façon plus précise les effets de la méthode pliométrique.

1.3.2. Les effets de la pliométrie

L'entraînement en pliométrie agit sur différentes qualités physiques. Nous pouvons citer la force musculaire. En effet, en 2005, Rahman et al. ont indiqué que cet entraînement permettait des améliorations significatives en force musculaire (Rahman et al, 2005). Un sportif peut, par exemple, développer jusqu'à 2 fois sa force maximale isométrique lors d'un saut en contrebas (Bosco, 1985). La pliométrie permet aussi et surtout d'augmenter la force explosive des membres inférieurs (Millier et al., 2006) . Elle permet grâce à la sollicitation des muscles extenseurs des jambes (Ademola et al., 2009), de générer de grandes forces de contraction. Au-delà des qualités de force musculaire et de force explosive, de nombreuses études ont aussi mis en évidence les bénéfices sur la capacité de vitesse maximale. Suite

à un entraînement en pliométrie, nous observons une augmentation de 2,1% des performances de vitesse maximale sur 10m par exemple (Meylan et al., 2009 ; Sedano et al., 2011). Enfin, la pliométrie permet aussi d'avoir des effets sur l'agilité et notamment sur la capacité de changement de direction : sur un T-test, des améliorations de 2,5% et de 4,86% ont pu être observées (Vaczi et al, 2013 ; Miller et al., 2006). L'entraînement en pliométrie, permet par ailleurs de développer diverses qualités musculaires. Nous pouvons entre autres citer la raideur musculo-tendineuse. La développer permet d'être plus efficace en dépensant le moins d'énergie possible lors d'une course par exemple (Spurrs et al., 2003) et d'améliorer l'explosivité des sportifs (Kubo *et al.*, 2007). Nous pouvons encore évoquer de nombreuses qualités musculaires développées grâce à la pliométrie comme : l'amélioration de la sensibilité des faisceaux neuromusculaires, l'élévation du seuil des récepteurs de Golgi ou la diminution du temps de couplage (Dumortier,2022). Cependant, l'entraînement pliométrique a également quelques effets négatifs comme l'apparition d'une grande fatigue ou encore un grand stress sur les zones tendineuses (Dumortier, 2022). Nous allons à présent, exposer les formes d'entraînement au travers desquelles la pliométrie peut s'exprimer.

1.3.3. L'entraînement en pliométrie

Travailler en pliométrie développe de nombreux avantages, mais il s'agit d'un entraînement complexe. Il requiert un taux élevé de développement de la force concentrique des muscles des membres inférieurs et de la force excentrique au moment de la réception des sauts (Wilkerson et al.,2004). Pour autant, la pliométrie peut être travaillée par un débutant mais avec des exercices simplifiés tels que des sauts de haies, des sauts dans des cerceaux ou un travail sur les foulées.

L'entraînement en pliométrie n'est pas une pratique nouvelle, de nombreux auteurs travaillent sur cette méthode depuis plusieurs années. En 1974, la pliométrie a été quantifiée pour la première fois sur la base de trois tests, le contre-mouvement jump et le drop jump (Asmunssen, 1974). Durant son étude, il a démontré que lors du cycle étirement-raccourcissement, les tensions musculaires qui découlent de ces trois tests étaient plus importantes que celles d'une contraction volontaire classique. Partant de ce postulat, la pliométrie peut-être une méthode à privilégier. Cependant, si les sauts sont l'exercice principal en pliométrie, il est important de changer régulièrement d'exercices afin que l'athlète ne soit pas dans des mouvements d'habitude au risque de limiter sa progression (Cometti,2011). Pour éviter cela, il existe 3 principes essentiels (Piron, 2008) :

- Les variations de placement : il est important de ne pas toujours travailler dans le même angle articulaire ;
- Les variations de déplacements : il ne faut pas s'arrêter aux mouvements présents dans notre discipline, mais plutôt de jouer sur la variation du temps de contraction par exemple ;
- Les variations de tensions musculaires : pour cela on va jouer sur la « chute » d'un saut, qui va, selon sa hauteur, solliciter plus ou moins les structures musculaires.

Les éléments énoncés précédemment montrent que l'entraînement en pliométrie a un impact significatif tant sur les tensions mises en jeu que sur l'importance des placements. Pour que la méthode soit bénéfique, l'athlète va devoir passer par différentes étapes qui lui permettront d'être efficace (Cometti,2011) :

- La première étape consiste à faire essentiellement des sauts à contraction concentrique pour permettre à l'athlète de développer la plus grande force concentrique possible.
- La deuxième étape a pour objectif d'intégrer la pliométrie mais de façon horizontale (avec des sauts horizontaux). La mobilisation de grands angles va permettre d'augmenter petit à petit les tensions sur les structures musculaires.
- La troisième étape vise à rajouter la pliométrie verticale (soit avec des sauts verticaux) pour être en tension maximale

En hockey sur gazon, la pliométrie a gagné en popularité. Une étude faite sur des joueurs de hockey sur gazon du district de Nagpur, a mis en évidence qu'un entraînement pliométrique a permis aux joueurs d'être significativement meilleurs en vitesse et en explosivité (Chandrakant, 2021).

Au-delà la pliométrie, d'autres méthodes ont des impacts sur les qualités physiques que nous souhaitons développer chez le hockeyeur sur gazon (l'explosivité au travers de la capacité d'accélération et de la capacité de changement de direction). Nous allons à présent, nous intéresser à une autre méthode ayant déjà fait ses preuves dans l'amélioration de l'explosivité.

1.4. La Musculation

La musculation est un sport souvent pratiqué pour deux raisons : le développement des qualités physiques ou le développement des qualités esthétiques (Léger, 1982). Ici nous nous intéresserons à la musculation pour développer les différentes qualités physiques. Dans cette perspective, l'athlète va suivre un entraînement spécifique sur un temps déterminé (généralement le strict nécessaire), contrairement au culturisme (développement des qualités esthétiques) où l'athlète passera beaucoup de temps en salle de sport (Léger, 1982). La musculation étant une pratique qui demande beaucoup d'énergie et qui se présente sous différentes formes (Lambert, 1994), elle doit être étudiée comme une entité en soi.

1.4.1 Définition

Tout d'abord, il nous semble important de définir ce qu'est la musculation. En effet, il s'agit d'un mot utilisé dans le langage commun, qui renvoie à divers contextes et qui de ce fait peut avoir une définition plus ou moins précise. Afin de cadrer notre propos, nous définirons la musculation à partir des travaux de deux auteurs. Doutreloux, il définit la musculation comme « la recherche systématique et raisonnée du développement musculaire en vue de l'accroissement de la force et surtout de la puissance » (Doutreloux et al.,1995). Lambert définit la musculation comme « l'ensemble des procédés et moyens

permettant d'améliorer la force musculaire associée ou non à une autre qualité physique. » (Lambert, 1994). Il existe donc, différents moyens, différentes méthodes, pour atteindre un objectif de développement d'une ou des qualités physiques visées. Cependant, au-delà des différentes méthodes de musculation, il est important dans un premier temps, d'aborder les différents régimes de contraction. Il existe deux catégories de contraction musculaire : les contractions anisométriques et les contractions isométriques. Dans les contractions anisométriques, nous trouvons :

- Les contractions concentriques qui se définissent comme étant « le raccourcissement d'un muscle lorsque celui-ci produit de la force » et ont pour objectif d'augmenter la masse musculaire (Marieb et al., 2010).
- Les contractions excentriques qui se définissent comme « l'allongement d'un muscle lorsque celui-ci produit de la force » (Marieb et al., 2010), elles ont pour objectif premier d'avoir une hypertrophie musculaire. Cependant, c'est un régime de contractions relativement éprouvant.
- Les contractions pliométriques que nous avons défini précédemment.

Les contractions isométriques, quant à elles, peuvent être définies comme des « contractions n'entraînant aucun raccourcissement d'un muscle » (Camefort et al., 1960). Cette contraction est souvent utilisée pour des exercices de résistance.

Ces différents modes de contractions sont souvent utilisés en musculation. Certaines méthodes utilisent un mode de contraction précis et pas un autre. Nous allons maintenant voir sous quelle forme s'exprime la méthode par contraste de charges et pourquoi cette méthode s'inscrit comme la méthode à privilégier pour répondre aux problématiques rencontrées en hockey sur gazon.

1.4.2. Les qualités physiques et musculaires ciblées

La méthode par contraste de charges est une méthode visant à développer les qualités explosives de l'athlète. Cependant, il est nécessaire d'indiquer le processus physiologique qui mène au développement de cette qualité physique. Pour analyser les processus physiologiques mis en jeu dans la méthode par contraste de charges, il faut différencier les effets dus aux efforts de force maximale et les effets dus aux efforts à grande vitesse. Les exercices de force maximale ont plusieurs incidences physiologiques. Ils permettent de recruter un plus grand nombre de fibres musculaire de type 2 et d'augmenter le recrutement de la synchronicité des unités motrices du muscle mis en action. Enfin, ils permettent de développer la zone transversale des fibres (Aagaard et al, 2002). Les fibres de types II aussi appelées fibres blanches, sont plus volumineuses dans les muscles et sont mobilisées lors d'efforts intenses et brefs. Ce sont donc les fibres que nous souhaitons développer en priorité lorsque nous avons pour objectif de développer l'explosivité, ce qui est le cas dans la présente étude.

Quant aux exercices à vitesse maximale dans la méthode par contraste de charges, ils vont avoir pour principal objectif de permettre au sportif d'utiliser sa force maximale le plus rapidement possible. Pour

cela, il va falloir que les muscles aient une phase d'amortissement la plus courte possible (Holcomb et al., 1996 ; Kawamori et al., 2004). Les exercices à vitesse maximale vont permettre d'augmenter le taux de développement de la force maximale du sportif, de rendre le cycle étirement-raccourcissement plus efficace et ils vont également avoir un rôle dans l'augmentation de la vitesse de contraction des muscles mis en jeu (Dodd et al, 2007).

Cette méthode n'a à ce jour jamais été testée en hockey sur gazon, nous n'en connaissons donc pas les impacts. Malgré cela, il nous semble important d'expliquer pourquoi cette méthode est la méthode à privilégier pour développer les capacités physiques ciblées dans cette étude.

1.4.3. Méthode par contraste de charges

Aussi appelé « méthode bulgare », la méthode par contraste de charges peut être définie comme « une méthode qui consiste dans la même séance à utiliser des charges lourdes et des charges légères exécutées rapidement » (Cometti,2005). Elle peut aussi être définie comme une « méthode caractérisée par une succession d'exercices de force et de mouvements fonctionnels explosifs » (Rodriguez et al., 2010). Plus concrètement, il s'agit d'enchaîner un exercice avec une charge lourde (supérieur ou égal à 80% de la répétition maximale) avec un exercice effectué à vitesse maximale avec très peu de charges (inférieur à 30%) (Millier et al., 2003). D'un point de vue physiologique, les objectifs de cette méthode vont être, d'une part pour les exercices à charge lourde, d'augmenter le recrutement des unités motrices et d'autre part, pour les exercices à charge légère de permettre aux unités motrices de se synchroniser plus facilement (Rüfli, 2014). Nous verrons par la suite et de façon plus détaillée, les processus physiologiques mis en jeu dans la méthode par contraste de charges. Cette méthode est reconnue pour développer la force explosive des athlètes (Miller, 1997), mais elle est d'autant plus efficace que le contraste de charge entre la charge lourde et la charge légère est grand (Cometti,2009). La méthode par contraste de charges permet aussi d'entraîner les système neurologiques et musculaires à des niveaux très élevés par rapport aux méthodes classiques (Dodd, 2007) . Grâce à l'enchaînement des exercices lourds (qui permettent d'augmenter la capacité du muscle à produire un haut niveau de force) et des exercices à charge légère (qui permettent aux muscles de produire un haut niveau de force le plus rapidement possible), le système neuromusculaire est beaucoup plus stimulé qu'avec un entraînement plus classique (CHU, 2001). Une étude faite en 1994 a notamment mis en avant que la méthode par contraste de charges est aussi efficace dans l'amélioration des paramètres de vitesse et de force que des entraînements en puissance (Lyttle et al., 1994). L'ensemble des données énoncées auparavant nous laisse donc penser que cette méthode pourrait avoir des impacts positifs sur les capacités physiques que nous souhaitons développer.

Pour pouvoir évaluer l'impact des deux méthodes mises en jeu dans ces études, il reste important dans un premier temps d'établir une définition qui fasse consensus de la performance sportive et dans un

second temps de s'intéresser aux méthodes de mesure utilisées pour évaluer les capacités physiques ciblées.

2. Problématique, objectifs, hypothèses

2.1. Problématique

La performance sportive est sûrement l'élément qui lie l'ensemble des activités sportives de haut niveau, professionnelles, ou amateurs. Qu'elle soit marquée par des titres ou par des médailles, la performance est décrite en 1984 « comme étant les possibilités maximales d'un individu dans une discipline à un moment donné de son développement » (Platonov, 1984). De nombreux facteurs sont à prendre en compte dans l'évolution de la performance comme notamment la capacité d'accélération et la capacité de changement de direction d'un athlète. Souvent oubliées, ces notions sont pourtant des indicateurs fondamentaux du chemin à parcourir pour permettre à l'athlète d'arriver à son plus haut niveau. Dans un sport comme le hockey sur gazon, où l'explosivité est une des qualités physiques premières requises, l'utilisation et le travail de ces deux capacités physiques (l'accélération et le changement de direction) sont nécessaires pour d'une part, préparer les sportifs aux efforts qu'ils doivent faire quotidiennement et d'autre part, corriger leurs déficits de façon à augmenter leurs performances sportives.

La problématique de l'étude développée ci-après sera la suivante : les joueuses Elite en hockey sur gazon manquent d'explosivité parce qu'elles ont une moindre capacité d'accélération et de changement de direction. Or, nous avons vu précédemment que ces capacités physiques ont un impact positif sur l'explosivité, qualité physique essentielle dans la performance en hockey sur gazon.

De ce fait, il est primordial de s'intéresser aux moyens de développer ces deux capacités physiques (l'accélération et le changement de direction) pour accroître l'explosivité des hockeyeuses sur gazon.

L'étude que nous mènerons doit nous permettre de répondre à la question suivante : L'entraînement en pliométrie d'une joueuse Elite en hockey sur gazon permet-il d'accroître les capacités d'accélération et de changement de direction davantage qu'un entraînement en musculation (méthode par contraste de charges) ?

2.2. Objectifs

Nous partirons d'un postulat de départ qui est que si les entraînements intensifs spécifiques au hockey sur gazon en club et les entraînements physiques réguliers permettent à l'équipe de se maintenir dans le championnat Elite Féminin, ils ne suffisent pas pour atteindre le haut niveau et obtenir des titres de champion de France ou Européens.

En effet, en n'individualisant pas les entraînements, notamment physiques, en fonction des besoins spécifiques de chaque athlète, il va être difficile d'observer une progression chez les hockeyeuses sur gazon.

Le travail en pliométrie va être un élément majeur de l'entraînement dans l'évolution des performances sportives individuelles.

En effet, aujourd'hui nous connaissons les bénéfices de la pliométrie sur l'augmentation des capacités explosives de athlètes, mais, cette méthode n'a quasiment jamais été testée en hockey sur gazon. De ce fait, nous ne connaissons que très peu les bénéfices de cette méthode sur les capacités d'accélération en sprint et de changements de direction. Il en est de même pour la méthode par contraste de charges : nous ne savons pas dans quelle mesure, son utilisation impacte positivement les deux qualités physiques visées dans cette études (la capacité d'accélération, et la capacité de changement de direction).

Les objectifs de l'étude vont donc être, de comparer une méthode d'entraînement en pliométrie avec une méthode de musculation visant le développement de l'explosivité sur l'amélioration des performances de joueuses de hockey sur gazon Elite afin d'observer laquelle des deux méthodes est la plus efficace.

2.3. Hypothèses

H0 – La méthode pliométrique permettra d'obtenir de meilleurs résultats sur le développement des capacités d'accélération et de changement de direction.

H1- La méthode par contraste de charges permettra d'obtenir de meilleurs résultats sur le développement des capacités d'accélération et de changement de direction.

H2- Les deux méthodes permettront d'augmenter significativement les performances des athlètes sur le développement des capacités d'accélération et de changement de direction.

3. Expérience professionnelle

3.1. Milieu professionnel

J'ai effectué mon apprentissage au Lille Métropole Hockey Club. Après avoir réalisé mon stage dans cette même structure l'année passée, j'ai eu la chance de pouvoir être embauchée en tant qu'apprentie en préparation physique et mentale. J'ai de nouveau été affectée à l'encadrement de l'équipe Elite Féminine mais aussi auprès de publics plus jeunes comme les U14, U16 ou encore U8.

Le Lille Métropole Hockey Club, est une association sportive avec de grands projets. Orientée sur la performance, elle fait partie des 5 meilleurs clubs de France avec notamment de nombreux titres de champion de France chez les plus jeunes et un titre de vice-champion de France chez l'équipe Elite Homme l'année passée. Cette année encore, le club est plein d'ambitions et espère pouvoir décrocher le titre de champion de France par ses deux équipes Elites.

Au sein de cette structure, j'ai eu la responsabilité d'être l'unique préparatrice physique et mentale de l'équipe Elite Féminine. Mon rôle était de réaliser l'ensemble du programme physique de pré-saison : au travers d'un drive, l'ensemble des joueuses a eu l'accès à son dossier avec les séances qui lui étaient

attribuées. J'ai aussi eu la responsabilité de réaliser les séances de préparation physique collective tout au long du championnat, qu'il soit sur gazon ou en salle l'hiver. Au-delà de la préparation physique, j'avais pour mission d'organiser les Team Building de l'équipe tout au long de la saison. L'équipe concourant au plus haut niveau Français. Je les ai accompagnée chaque week-end en déplacement lors de chacun de leurs matchs, à chacun de leurs entraînements sur gazon et lors de séances vidéo.

Auprès des publics plus jeunes, notamment les U14 féminins et masculins et U16 féminins, je devais effectuer une éducation à la préparation physique afin de leur faire découvrir les différentes façons de préparer son corps de façon optimale pour être performant en hockey sur gazon.

Chez les U8, mon rôle principal était de leur faire faire des circuits de psychomotricité afin qu'ils développent leur équilibre, leur coordination et leur agilité.

3.2.Sujets

Dans ce mémoire, le protocole a été réalisé sur 12 joueuses d'une équipe féminine Elite de hockey sur gazon. La plus jeune sujette a 16 ans et la plus âgée a 32 ans. Nous sommes face à un groupe de sujets assez hétérogène en termes d'âge. Cependant, vous trouverez ci-dessous les deux groupes définis pour l'étude : les deux groupes ont été constitués de façon à obtenir des groupes significativement similaires en moyenne d'âge, de masse, de taille et d'année d'expérience.

Tableau n°1 : Données anthropométriques recueillie sur TANITA avant la période d'entraînement pour G1 (entraînement par contraste de charges)

GROUPE 1	Age (année)	Masse (kg)	Taille (cm)	Années d'expérience
Athlète n°1	26	74,4	174	14
Athlète n°2	21	61,8	168	12
Athlète n°3	21	67,6	173	10
Athlète n°4	21	61,8	176	15
Athlète n°5	32	55,1	156	20
Athlète n°6	17	56,2	163	9
Moyenne	23,00	62,82	168,33	13,33
Ecart-type	5,25	7,24	7,66	3,98

Tableau n°2 : Données anthropométriques recueillie sur TANITA avant la période d'entraînement pour G2 (entraînement en pliométrie)

GROUPE 2	Age (année)	Masse (kg)	Taille (cm)	Années d'expérience
Athlète n°1	31	62,4	175	17
Athlète n°2	20	57,2	155	16
Athlète n°3	25	69,2	160	12
Athlète n°4	19	65,2	167	12
Athlète n°5	16	53,5	170	8
Athlète n°6	16	75	173	13
Moyenne	21,17	63,75	166,67	13,00
Ecart-type	5,85	7,85	7,76	3,22

3.3. Matériel et techniques de mesure

Dans ce mémoire d'étude, la performance sportive sera mesurée au travers des résultats obtenus au sprint de 40m avant et après l'entraînement soit en pliométrie, soit en musculation avec la méthode par contraste de charges, mais aussi, au travers des résultats obtenus au T-Test avant et après les deux méthodes d'entraînement. Pour cela, l'ensemble du protocole a été réalisé sur le deuxième terrain du Lille Métropole Hockey Club. Les deux tests nécessaires à l'évaluation des capacités physiques visées dans cette étude ont été réalisés avec l'aide de la structure EURASPORT. En effet, le club est partenaire de cette structure qui était en charges des tests physiques des deux équipes Elites du club. C'est donc Euraspport qui a fourni le matériel mais j'ai assisté et participé à la mise en pratique des tests.

Le matériel utilisé pour la réalisation du protocole est le suivant :

- Des cellules photoélectriques FUSION SPORT : les cellules sont composées d'un capteur photosensible et fonctionnent avec un récepteur et un émetteur.
- Des plots
- Une balance TANITA impédancemètre : elle fonctionne avec la technologie Bioelectrical Impedance Analysis qui consiste à envoyer un signal électrique de faible intensité et n'ayant aucun danger pour la santé, à travers le corps.

Ces matériaux ont été positionnés de façon optimale en fonction des tests à réaliser. Enfin, les résultats ont été communiqués par Euraspport via un dossier Excel, comprenant l'ensemble des données individuelles mais aussi des comparaisons possibles entre les joueuses ([Annexe n°1](#)). Chacune des données a ensuite été analysée et traitée statistiquement.

3.4. Protocole

Le protocole de l'étude comporte plusieurs étapes et consistera à mesurer l'impact de la pliométrie et de la méthode par contraste de charges sur l'évolution des performances (capacité d'accélération et de changement de direction) obtenues au sprint de 40m et au T-test. Nous mesurerons donc l'évolution à court et à long terme de la capacité d'accélération et de la capacité de changement de direction des athlètes. Chaque athlète a été amenée à réaliser deux sessions de tests :

- La première le 1^{er} septembre
- La troisième le 5 avril

Les pré tests et les post tests ont été réalisés dans les mêmes conditions afin que ceux-ci soient valides et utilisables. Lors de chacune des sessions de tests, l'ensemble des athlètes devait dans un premier temps réaliser un sprint de 40 mètres, dans un second temps un T-Test, et enfin, un passage sur la balance TANITA pour prendre les mesures anthropométriques de chacune des joueuses. L'ensemble des athlètes passait 3 fois sur chacun des tests.

3.4.1. Les données anthropométriques

Enfin, pour les données anthropométriques, les joueuses devaient se peser sur une balance impédancemètre afin d'obtenir l'ensemble de leurs données anthropométriques.

- Le test a eu lieu dans une pièce neutre du club.
- Les joueuses passaient une par une, ou deux par deux en fonction des affinités. Le choix leur appartenait.
- Chacune des joueuses devait soit être en short collant-brassière de sport, ou en sous vêtement, sans chaussettes.
- Après être montée sur la balance, chacune des joueuses était libre de demander ses résultats (que la TANITA donnait immédiatement par le biais d'un ticket imprimé).
- Pour permettre une lecture claire et éviter le mélange de résultats, nous avons attribué à chaque joueuse une lettre de l'alphabet. Cette lettre était ensuite transposée sur le ticket correspondant à ses résultats.

3.4.2. Le sprint

Le sprint était réalisé avec 4 cellules photoélectriques. Celles-ci étaient placées à 10m l'une de l'autre de façon à obtenir le temps de passage du sportif tous les 10m.

Au moment du sprint, plusieurs consignes étaient données :

- La réalisation et l'objectif du test ont été annoncés et expliqués à chacune des joueuses avant son départ. L'objectif du test étant ici de pouvoir mesurer la capacité d'accélération des sportives.
- Dans un second temps, il était demandé aux joueuses de sprinter le plus vite possible jusqu'à la fin des 40m.
- Le départ pouvait être effectué debout ou en position « starting-block » : la seule particularité était que ce départ devrait être le même lors du TEST 2 et du TEST 3.
- Le sprint a été effectué sur un terrain de hockey, donc, pour permettre de rendre le test le plus spécifique possible, il était demandé aux joueuses d'avoir leurs chaussures de hockey sur gazon pour effectuer le sprint et le T-Test.

3.4.3. Le T-test

Le T-Test était réalisé avec des plots placés en forme de T. Au niveau de la barre du T, trois plots étaient positionnés à 5 m l'un de l'autre, et au niveau de la tige du T, les deux plots étaient disposés à 10 m. Le test consistait à prendre le temps que chaque joueuse mettait pour parcourir le T en passant par tous les plots.

Au moment du test, plusieurs consignes étaient données :

- La réalisation et l'objectif du test ont été annoncés à chacune des joueuses avant leur départ. Ici, chaque joueuse devait effectuer le trajet Start-1-3-2-1-Finish ([Annexe n°2](#), Raya 2013).
- Dans un second temps, il était demandé aux joueuses de sprinter le plus vite possible jusqu'au point 1. Il était nécessaire de toucher le plot avec sa main. Puis, en déplacement latéral, l'athlète devait venir toucher le point 3, puis 2, pour ensuite revenir au point 1. Pour finir, l'athlète devait revenir en course arrière jusqu'au point de départ.
- Le départ pouvait être effectué debout ou en position « starting-block » : la seule particularité était que ce départ devra être le même lors du TEST 2 et du TEST 3.
- Le T Test a été effectué sur un terrain de hockey, donc, pour permettre de rendre le test le plus spécifique possible, il était demandé aux joueuses d'avoir leurs chaussures de hockey sur gazon pour effectuer le sprint.

Les résultats aux tests ont été exploités par la structure EURASPORT qui ont fourni un compte rendu de l'ensemble des données. J'ai ensuite interprété les résultats pour la réaliser des programmes adaptés aux besoins des athlètes.

Voici, sous forme de tableau, le déroulement du protocole que chacune des joueuses de l'équipe Elite féminine, a dû suivre :

Tableau n°3 : Protocole mis en place afin de recueillir les données de capacité de changement de direction et d'accélération pour G1 (entraînement par contraste de charges) et pour G2 (entraînement en pliométrie)				
Septembre 2022		Octobre 2022		Novembre 2022
1 ^{er} septembre	16 septembre	Semaines d'entraînement – du 3 octobre au 4 avril		
TEST 1	Retour des résultats des tests par Eurasport	2 séances par semaine d'entraînement en musculation pour le G1 et 2 séances par semaine de pliométrie pour le G2		
Décembre 2022	Janvier 2023	Février 2023	Mars 2023	Avril 2023
Semaines d'entraînement – du 3 octobre au 4 avril				5 avril
2 séances par semaine d'entraînement en musculation pour le G1 et 2 séances par semaine de pliométrie pour le G2				TEST 2

Pour notre étude, nous avons divisé le collectif en deux groupes : G1 et G2. Les deux groupes ont été constitués de façon à obtenir deux échantillons significativement similaires. Un test T de Student a été réalisé pour vérifier la similarité des deux groupes. G1 devra réaliser l'entraînement en musculation et

G2 devra réaliser l'entraînement en pliométrie pour développer la qualité physique d'explosivité. Le programme de musculation et l'entraînement en pliométrie ont duré 25 semaines.

Vous trouverez en annexe des exemples des entraînements en pliométrie et en musculation.

Les consignes données pour les entraînements étaient les suivantes :

- Chaque joueuse possédait un drive à son nom. Seulement elle et moi avions accès à son dossier. Dans leur drive, les joueuses avaient à leur disposition : leurs résultats aux tests, les séances de musculation semaine par semaine qu'elles devaient réaliser, ainsi qu'un cahier des charges.
- Chaque semaine, chacune des joueuses devait réaliser 2 séances de musculation ou d'entraînement pliométrique. L'entraînement en musculation consistait à suivre la méthode par contraste de charges.
- Les séances de musculation devaient être réalisées dans la salle de sport du club ou en salle de sport type Basic Fit, FitnessPark...etc.
- Chaque joueuse devait, au fur et à mesure des séances, soit remplir son cahier des charges avec les charges mises à chacun des exercices pour celles réalisant la méthode de musculation, ou remplir son cahier de ressenti après chacun des exercices pliométriques pour les joueuses ayant suivi l'entraînement en pliométrie. Cela nous permettait de suivre la progression des joueuses, mais aussi de savoir si les séances avaient été réalisées et donc le cas échéant de pouvoir exclure de l'étude les joueuses n'ayant pas pu réaliser l'ensemble des séances.

3.5. Analyse statistique

Nous avons vérifié que les groupes n'étaient pas significativement différents (âge, poids, taille, nombre d'année d'expérience). Pour cela, nous avons préalablement vérifié la normalité et l'homogénéité de nos deux groupes afin de définir si nous devons utiliser un test paramétrique ou un test non paramétrique en réalisant le test statistique de Shapiro-Wilks, ainsi que le test de Levene, respectivement.

Si les conditions de normalité et d'homogénéité sont respectées, nous utiliserons alors un test T de student. A contrario, si les conditions ne sont pas respectées, nous utiliserons le test de Mann&Whitney.

Ensuite, nous avons étudié les variables d'accélération (sprint de 40m) et de changement de direction (T-test). Ces variables ont été mesurées avant et après la réalisation de deux programmes d'entraînement distincts : la pliométrie et la méthode par contraste de charges. Nous avons donc défini 2 groupes: un groupe ayant fait l'entraînement par contraste de charges en musculation (Groupe n°1) et un groupe ayant fait les séances de pliométrie (Groupe n°2). Nos échantillons sont donc dits indépendants car aucun sujet n'appartient pas aux deux groupes en même temps.

Les dates des différents tests que nous avons effectués tout au long de l'année sont les suivants : les premiers tests ont été réalisés le 1^{er} septembre, soit juste après la préparation pré saison, et enfin, la

deuxième session de tests a eu lieu le 5 avril, en milieu de seconde partie de championnat. Durant tout ce temps, les différents groupes ont suivi leur programme d'entraînement spécifique.

Tout d'abord nous avons vérifié la normalité et l'homogénéité de nos deux groupes afin de définir si nous devons utiliser un test paramétrique ou un test non paramétrique pour la suite de l'analyse statistique. Pour cela, nous avons effectué le test statistique de Shapiro-Wilks, ainsi que le test de Levene, respectivement. Si les conditions de normalité et d'homogénéité sont respectées, nous utiliserons alors une ANOVA à deux facteurs à mesure répétées. A contrario, si les conditions ne sont pas respectées nous utiliserons alors un test de Friedman. Si les résultats de l'ANOVA sont significatifs, nous réaliserons des comparaisons 2 à 2 avec un test de Bonferroni. Enfin, nous ferons aussi un effect size afin de mesurer la force de l'effet observé. Plus précisément, le D de Cohen (coefficient statistique de l'effect size) va nous permettre de mesurer l'ampleur d'un effet (ici l'entraînement) dans une population. Un D de Cohen de 0,2 sera considéré comme faible, 0,5 comme moyen, et au-dessus de 0,8 comme élevé.

Le seuil de significativité retenu est de $p < 0,05$.

4. Résultats

4.1. Variable : mesures anthropométriques

Tableau n° 4 : Résultats du test T de Student sur les données anthropométriques du G1 (entraînement par contraste de charges) et du G2 (entraînement pliométrique)					
		Age (année)	Masse (kg)	Taille (cm)	Nombre d'année d'expérience
G1	Moyenne	23,00	62,82	168,33	13,33
	Ecart-type	5,25	7,24	7,66	3,98
G2	Moyenne	21,17	63,75	166,67	13,00
	Ecart-type	5,85	7,85	7,76	3,22
P-value		0,5803	0,8348	0,7160	0,8766

Le résultat du test T de Student ne montre aucune différence significative pour les variables âge, poids, taille et nombre d'année d'expérience entre le groupe n°1 et le groupe n°2.

4.2.Variable : capacité d'accélération (sprint de 40m)

Ci-dessous les données recueillies lors des pré-test et post test sur le sprint de 40m.

Tableau n°5 : Accélération recueillie sur sprint de 40m avant et après la période d'entraînement par cellules photoélectriques pour G1 (entraînement par contraste de charges) et pour G2 (entraînement pliométrique)		
	Accélération Avant (m/s ²)	Accélération Après (m/s ²)
Athlète n°1 (G1)	0,929	0,918
Athlète n°2 (G1)	0,973	0,918
Athlète n°3(G1)	0,870	0,840
Athlète n°4 (G1)	0,970	0,977
Athlète n°5 (G1)	1,066	1,041
Athlète n°5 (G1)	1,008	0,918
MOYENNE (G1)	0,969	0,935
ECART-TYPE (G1)	0,066	0,067
Athlète n°1 (G2)	1,294	1,149
Athlète n°3 (G2)	1,130	1,075
Athlète n°3 (G2)	0,879	0,977
Athlète n°4 (G2)	1,070	1,008
Athlète n°5 (G2)	0,967	0,977
Athlète n°6 (G2)	0,918	1,008
MOYENNE (G2)	1,043	1,032
ECART-TYPE (G2)	0,155	0,067

Tableau n°6 : Résultat du test d'ANOVA à deux facteurs à mesures répétées sur la capacité d'accélération.		
	P-value	Résultat
Facteur type entrainement	0,13233	Non significatif
Facteur temps	0,30309	Non significatif
Interaction entre les deux facteurs	0,58694	Non significatif

Le tableau ci-dessus traduit l'étude comparée des deux groupes sur leur capacité d'accélération suite à l'entraînement soit en pliométrie pour le groupe n°1, soit en contraste de charges pour le groupe n°2.

Le tableau n°6 ne nous permet pas de valider l'hypothèse H0 selon laquelle le programme d'entraînement en pliométrie permettrait une amélioration significative de la capacité d'accélération. Nous n'obtenons aucune différence significative sur aucun des facteurs (type d'entraînement et temps).

4.3.Variable : changements de direction (T-test)

Ci-dessous les données recueillies lors des pré et post test sur le T-test.

Tableau n°7 : Capacité de changement de direction sur T-test recueillie par cellules photoélectriques				
	Pré-test: sans cross (en s)	Pré-test: avec cross (en s)	Post-test: sans cross (en s)	Post-test: avec cross (en s)
Athlète n°1 (G1)	12,15	11,86	11,5	11,32
Athlète n°2 (G1)	12,39	12,24	11,78	11,53
Athlète n°3 (G1)	12,8	12,72	12,11	12,39
Athlète n°4 (G1)	12,09	11,95	11,63	11,68
Athlète n°5 (G1)	12,65	11,55	11,25	11,53
Athlète n°6 (G1)	11,37	11,46	11,96	11,94
MOYENNE	12,24	11,96	11,71	11,73
ECART-TYPE	0,51	0,47	0,31	0,38
Athlète n°1 (G2)	11,99	11,62	11,32	11,57
Athlète n°2 (G2)	11,21	10,9	10,69	10,79
Athlète n°3 (G2)	12,87	12,8	11,82	12,13
Athlète n°4 (G2)	11,77	11,57	11,2	10,96
Athlète n°5 (G2)	11,64	11,56	11,13	11,07
Athlète n°6 (G2)	12,3	12,03	11,37	11,55
MOYENNE	11,96	11,75	11,26	11,35
ECART-TYPE	0,57	0,63	0,37	0,50

<u>Tableau n°8</u> : Résultat du test d'ANOVA à deux facteurs à mesures répétées sur la capacité changement de direction sans crose.		
	p-value	Résultat
Facteur type d'entraînement	0,13093	Non significatif
Facteur temps	0,00119	Significatif
Interaction entre les deux facteurs	0,55113	Non significatif

Le tableau n°8 mets en évidence une différence significative sur le facteur temps.

Les résultats du test de Bonferroni pour le G1 et pour le G2 sans crose ne montrent pas de différence significative pour le groupe n°1 entre avant et après la période d'entraînement en contraste de charges ($p=0,096$). Cependant, le test montre une différence significative pour le groupe n°2 entre avant et après la période d'entraînement en pliométrie ($p=0,00063$). Cela nous permet de valider l'hypothèse H_0 : La méthode pliométrique permettra d'obtenir de meilleurs résultats sur le développement de la capacité de changement de direction.

<u>Tableau n°9</u> : Résultat du test d'ANOVA à deux facteurs à mesures répétées sur la capacité changement de direction avec crose.		
	p-value	Résultat
Facteur entraînement	0,29298	Non significatif
Facteur temporel	0,01060	Significatif
Interaction entre les deux facteurs	0,41974	Non significatif

Le tableau n°9 mets en évidence une différence significative sur le facteur temps.

Les résultats du test de Bonferroni pour le G1 et pour le G2 avec crose ne montrent pas de différence significative pour le groupe n°1 entre avant et après la période d'entraînement en contraste de charges ($p=0,23555$). Cependant, le test montre une différence significative pour le groupe n°2 entre avant et après la période d'entraînement en pliométrie ($p=0,0123$). Cela nous permet de valider l'hypothèse H_0 : La méthode pliométrique permettra d'obtenir de meilleurs résultats sur le développement de la capacité de changement de direction.

<u>Tableau n°10</u> : Résultat du test d'ANOVA à deux facteurs à mesures répétées sur G1 dans les conditions avec et sans crose.		
	p-value	Résultat
Facteur avec et sans cross	0,51849	Non significatif
Facteur temporel	0,03421	Significatif
Interaction entre les deux facteurs	0,35357	Non significatif

L'ANOVA ne montre pas de différence significative dans la condition avec crosse ou sans crosse ($p=0,51849$). Bien entendu, nous retrouvons un effet significatif sur le facteur temps.

<u>Tableau n°11</u> : Résultat du test d'ANOVA à deux facteurs à mesures répétées sur G2 dans les conditions avec et sans crosse.		
	p-value	Résultat
Facteur avec et sans cross	0,83477	Non significatif
Facteur temporel	0,00001	Significatif
Interaction entre les deux facteurs	0,05521	Non significatif

L'ANOVA ne montre pas de différence significative dans la condition avec crosse ou sans crosse ($p=0,83477$). Bien entendu, nous retrouvons un effet significatif du facteur temps.

<u>Tableau n°12</u> : Résultat du test D de Cohen avant et après la période pour G1 (entraînement par contraste de charges) et pour G2 (entraînement pliométrique) sur la capacité de changement de direction avec et sans crosse.					
	Moyenne	Ecart-type	Nombre de sujet	D de Cohen	Résultat
Avant - Après G1 sans crosse					
G1 (avant)	12,24	0,51	6	1,26	Large effect size
G1 (après)	11,71	0,31	6		
Avant - Après G2 sans crosse					
G2 (avant)	11,96	0,57	6	1,46	Large effect size
G2 (après)	11,26	0,37	6		
Avant - Après G1 avec crosse					
G1 (avant)	11,96	0,47	6	0,54	Medium effect size
G1 (après)	11,73	0,38	6		
Avant- après G2 avec crosse					
G2 (avant)	11,75	0,63	6	0,7	Medium effect size
G2 (après)	11,35	0,50	6		

Ce tableau permet de mettre en avant l'ampleur réelle de l'intervention mesurée. Quand nous obtenons un D de Cohen de l'ordre de 1,26, comme dans la mesure « Avant-Après G1 sans crosse », cela signifie qu'il y a 81.4% de chances qu'un résultat choisi au hasard dans les performances « après » soit plus élevé qu'un résultat choisi au hasard dans les performances « avant ». Nous avons donc une forte taille de

l'effet. Pour un D de Cohen de 1,46 (Avant-Après G2 sans cross), cela signifie qu'il y a 84.9% de chances qu'un résultat choisi au hasard dans les performances « après » soit plus élevé qu'un résultat choisi au hasard dans les performances « avant ».

Quand nous calculons la taille de l'effet en prenant en compte la crosse, un D de Cohen de l'ordre de 0,54 (Avant - Après G1 avec crosse), signifie qu'il y a 64.9% de chances qu'un résultat choisi au hasard dans les performances « après » soit plus élevé qu'un résultat choisi au hasard dans les performances « avant ». Nous avons donc une taille de l'effet moyenne. Pour un D de Cohen de 0,7 (Avant-Après G2 avec crosse), cela correspond à 69%. Nous obtenons ces pourcentages grâce à une visualisation interactive du chercheur Kristoffer Magnusson (Magnusson, 2022), ils représentent la probabilité de supériorité. Mesurer la taille de l'effet nous permet de donner la probabilité qu'un résultat choisi au hasard dans les performances « après » ait un score plus élevé qu'un résultat choisi au hasard dans les performances « avant ».

5. Discussion

5.1. Interprétation

Nous pouvons interpréter les résultats sur différentes échelles. D'une part, l'échelle d'un test sur chacun des groupes pour apprécier les effets avant et après le programme d'entraînement sur le groupe ciblé, d'autre part, l'échelle de comparaison des résultats obtenus aux deux tests entre les deux groupes afin d'observer quelle méthode d'entraînement est la plus efficace.

Le sprint de 40m : nous pouvons remarquer qu'il n'y a pas de différence significative entre les résultats obtenus au sprint de 40m avant et après l'entraînement, qu'il soit en pliométrie ou en musculation par contraste de charges, pour chacun des deux groupes.

Nous ne pouvons pas comparer nos résultats avec la littérature concernant la capacité d'accélération, puisqu'à notre connaissance, aucune étude n'a été réalisée à ce jour sur cette variable avec ces deux méthodes d'entraînement. En effet, la littérature ne montre que des résultats significatifs sur la variable de vitesse et de vitesse maximale avec un entraînement en pliométrie (Chandrakant, 2021 ; Kubo *et al.*, 2007 ; Meylan *et al.*, 2009 ; Sedano *et al.*, 2011), et sur des paramètres de vitesse avec un entraînement par contraste de charges (Lyttle *et al.*, 1994).

Le T-Test : Les résultats sur la variable changement de direction mettent en évidence une différence significative avant comparé à après l'entraînement en pliométrie pour le groupe n°2 uniquement. En effet, nous avons obtenu des résultats significatifs sur le T-test sans crosse mais aussi avec crosse pour le groupe ayant suivi l'entraînement en pliométrie. L'ensemble des joueuses de ce groupe a amélioré

son temps de passage. Les joueuses ayant eu un entraînement par contraste de charges ont des valeurs plus faibles mais non significativement différentes.

Ces résultats nous poussent à penser que la pliométrie a un réel impact sur la capacité de changement de direction des joueuses. De nombreuses études vont en ce sens, l'entraînement en pliométrie met en évidence des améliorations notables sur un test de changement de direction (Hallvard et al. 2020 ; Vaczi et al, 2013 ; Miller et al., 2006).

Pour synthétiser,

La pliométrie ou la méthode par contraste de charges n'a pas permis d'augmenter significativement les capacités d'accélération des joueuses Elites en hockey sur gazon.

L'entraînement en pliométrie a permis d'augmenter significativement la capacité de changement de direction des joueuses Elites en hockey sur gazon.

5.2.Limites

Malgré des résultats plutôt satisfaisants notamment sur la capacité de changement de direction, il reste important de prendre en compte les différentes limites et/ou biais de cette étude. En effet, lors de la mise en place de cette étude mais aussi lors du protocole, nous avons rencontré des difficultés et limites.

Tout d'abord, il est important d'avoir à l'esprit le nombre de sujets testés dans cette étude. Ce nombre est limité. En effet, notre travail consistait à évaluer la capacité d'accélération et de changement de direction suite à l'entraînement soit en pliométrie, soit en musculation avec la méthode par contraste de charges, sur une équipe Elite féminine en hockey sur gazon. L'Elite étant le plus haut championnat français dans cette discipline, de nombreux mouvements ont lieu tout au long de la saison (départ de joueuses, arrivée de nouvelles joueuses, abandon, arrêt sur blessure...). Ces mouvements ont impacté notre étude. Pour assurer la validité de notre étude, les sujets testés lors du dernier test sont les mêmes que les sujets testés lors du premier test, mais suite au départ de 4 joueuses, à l'abandon d'1 joueuse et à l'arrêt sur blessure de 3 joueuses, notre échantillon s'est progressivement réduit en passant de 20 joueuses à 12. Par chance, nos groupes ont toujours été de même taille malgré les nombreux départs.

Par ailleurs, une des principales limites dans cette étude est la non présence d'un groupe témoin. Malheureusement, dans le haut niveau, il semblait difficile d'en obtenir un. En effet, après présentation du projet au club et au staff de l'équipe Elite Féminine du LMHC, il paraissait compliqué de diviser l'équipe en 3 groupes dont 2 pouvant suivre un programme d'entraînement soit en pliométrie, soit en musculation par contraste de charges dans l'optique d'améliorer leur capacité de changement de direction et leur capacité d'accélération et un groupe ne suivant aucune méthode d'entraînement physique particulière. Nous avons donc fait le choix de ne faire que deux groupes et de comparer les

effets des deux méthodes d'entraînement sur leur capacité de changement de direction et leur capacité d'accélération.

Nous ne pouvons pas non plus écarter l'influence de l'enjeu comme biais dans cette étude. En effet, les tests n'ayant pas eu lieu au même moment dans la saison, les enjeux n'étaient pas non plus les mêmes. En début de saison, chacune des athlètes doit faire sa place dans l'équipe, ce sont souvent les premiers tests physiques qui déterminent la sélection ou non dans l'équipe finale. Alors que pour les seconds tests réalisés en avril, il n'y a plus d'enjeu majeurs.

De plus, nous ne pouvons pas ignorer l'influence des nombreux entraînements faits tout au long de la saison. En effet, durant l'ensemble du protocole, les joueuses ont continué de s'entraîner à la fois en hockey et en préparation physique, en plus de leurs séances dédiées soit à la pliométrie pour un groupe, soit à la méthode par contraste de charges pour l'autre groupe. Ces différents entraînements ont pu influencer les résultats obtenus.

Enfin, nous ne pouvons pas négliger l'impact de la fatigue physique sur les résultats obtenus au second tests. Les premiers tests ayant eu lieu à la reprise des entraînements début septembre, l'ensemble des joueuses revenaient d'une pause estivale. A contrario, les post-tests de début avril ont été réalisés en milieu de deuxième partie du championnat, sans véritable pause depuis les périodes de Noël. La fatigue induite par des entraînements et matchs réguliers n'est pas négligeable et peut influencer négativement les résultats obtenus.

5.3. Application sur le terrain

Notre étude nous a permis de mettre en avant différents facteurs dans l'entraînement physique en hockey sur gazon comme notamment l'importance de l'utilisation de la pliométrie dans l'objectif de développer les qualités explosives des sportifs. Avec ces données, il semble donc important d'intégrer la pliométrie dans l'entraînement des hockeyeurs et hockeyeuses sur gazon. Notre étude a cependant mis en évidence que la méthode par contraste de charges n'était pas forcément intéressante pour développer les qualités physiques importantes en hockey sur gazon. En effet, nous n'avons pas obtenu de résultats avec des différences significatives dans l'évolution des performances des joueuses ayant suivi cette méthode d'entraînement.

Enfin, l'utilisation du sprint de 40m et du T-test est pertinent pour évaluer les capacités physiques des joueuses et ainsi définir différents axes d'amélioration. Faire cette batterie de tests régulièrement au cours de la saison permet de suivre les joueuses dans leur évolution et faire un état des lieux régulier pour adapter l'entraînement physique.

5.4. Perspectives

Nous pouvons mettre en avant plusieurs perspectives pour cette présente étude. Augmenter le nombre de sujets est sûrement le premier élément à mettre en œuvre pour augmenter la plus-value de ce mémoire.

Avoir un plus grand nombre de sujets à tester serait intéressant, notamment d'un point de vue statistique pour limiter les marges d'erreur. Nous pourrions aussi avoir des sujets masculins afin d'observer les différences de développement entre un public masculin et un public féminin.

Au-delà du nombre de sujets, il pourrait être intéressant de tester cette étude sur différentes chronologies : en diminuant le nombre de semaines du protocole, ou au contraire en l'augmentant. Ces modifications nous permettraient d'en apprendre plus sur le mécanisme de développement des qualités physiques, notamment sur le temps nécessaire de travail pour obtenir les meilleurs résultats possibles aux tests. Avec un public à la fois masculin et féminin, nous pourrions aussi observer si les temps de développement des qualités physiques ciblées dans la présente étude (capacité d'accélération et capacité de changement de direction) sont sensiblement les mêmes et/ou différentes. Cela nous permettrait d'adapter la prise en charge de ces publics notamment car en hockey les équipes mixtes sont autorisées jusqu'en U16.

Il serait aussi intéressant d'analyser les différentes méthodes de pliométrie : avec charges, sans charges, par contraste, ou en pré-fatigue, afin d'observer si une méthode est plus efficace qu'une autre dans l'évolution des paramètres de notre étude.

Concernant les mesures effectuées pour évaluer la capacité de changement de direction et la capacité d'accélération de nos sujets, il pourrait être positif d'utiliser différents outils de mesure comme l'accéléromètre ou le radar pour l'accélération, et le 505 agility test ou l'illinois test pour la capacité de changement de direction. Utiliser différents tests nous permettrait d'observer le matériel ou le test qui donne les données les plus fiables et donc limiter nos marges d'erreur.

Nous pourrions également avoir une prise de données plus régulière, toutes les 3-4 semaines par exemple. Raccourcir les écarts entre les prises de données nous permettrait d'observer davantage les améliorations de performances des sujets mais aussi et surtout de limiter l'impact de différents facteurs physiques comme : la fatigue, les périodes de menstruation... ; et de différents facteurs environnementaux comme : la météo, le bruit occasionné par les autres entraînements ayant lieu au même moment...etc. En effet, des études ont montré que l'augmentation de la température au-delà de celle optimale pour l'athlète entraîne une diminution de la vitesse de course et une augmentation des taux d'abandons (El Helou et al., 2011).

Enfin, il pourrait être intéressant de coupler cette étude à un travail d'éducation nutritionnelle et/ou de préparation mentale. En effet, en plus de la préparation physique, la préparation nutritionnelle et la préparation mentale, sont des facteurs influençant la performance sportive. Elles ne sont donc pas à négliger, bien au contraire ! Les utiliser pourrait nous permettre d'observer leurs impacts sur les deux

qualités physiques visées dans cette étude en utilisant une échelle de perception de l'effort (comme l'échelle RPE) par exemple.

6. Conclusion

Bien qu'il existe certaines limites et certains biais au sein de cette étude, nous pouvons conclure que l'entraînement en pliométrie est une méthode à privilégier pour développer la capacité de changement de direction des joueuses Elite en hockey sur gazon.

Nos résultats n'ayant cependant pas montré d'amélioration significative sur la capacité d'accélération, nous ne pouvons pas affirmer que la pliométrie soit une méthode probante pour développer cette capacité physique.

Ces résultats nous amènent à réfléchir sur l'évaluation discriminante qui peut être faite pour distinguer l'impact de l'entraînement spécifique en hockey sur gazon, de celui de l'enjeu, de la fatigue physique et nerveuse sur les performances en sprint ou en T-test chez les joueuses de hockey sur gazon. Ces éléments traduisent la difficulté de mesurer la part d'influence directe des deux méthodes d'entraînement dans l'amélioration des deux capacités physiques mesurées au sein de cette étude.

Suite à cette étude, nous pouvons valider que partiellement l'hypothèse H0 : l'entraînement en pliométrique proposé au groupe n°2 composé de joueuses de l'équipe Elite féminine du Lille Métropole Hockey Club leurs a permis de développer significativement leur capacité de changement de direction, mais n'a pas permis de développer de manière significative leur capacité d'accélération.

7. Références bibliographiques

Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 93(4), 1318–1326. Lien: [10.1152/jappphysiol.00283.2002](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00283.2002)

Ademola olasupo abass, 2009. Comparative effect of three modes of plyometric training on leg muscle strength of university male students. *European Journal of Scientific Research*. Vol.31 no.4 .577-582.

Alderman R.B.- Manuel de psychologie du sport. Vigot Editions, Paris, 1983. Lien: https://www.abebooks.fr/products/isbn/9782711408665/31097538365?cm_sp=snippet--srp1--PLP1&searchurl=sortby%3D17%26tn%3Dmanuel%2Bde%2Bpsychologie%2Bdu%2Bsport

Altmann, S., Ringhof, S., Neumann, R., Woll, A., & Rumpf, M. C. (2019). Validity and reliability of speed tests used in soccer : A systematic review. *PLOS ONE*, 14(8), e0220982. Article sous Licence Creative Commons BY 4.0. Lien: [10.1371/journal.pone.0220982](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220982)

Asmunssen E. (1974) *Acta physio. Scand.*, 91, 385-392.

Association Royale Belge de Hockey (2019), Règles du jeu de Hockey, sur le site Hockey.be. Consulté le 14/11/2022. Lien : <https://hockey.be/wp-content/uploads/2019/11/Reglement-sportif-LFH-2019-2020.pdf>

Astorino TA, Tam PA, Rietschel JC, Johnson SM, Freedman TP. Changes in physical fitness parameters during a competitive field hockey season. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2004 Nov;18(4):850-854. Lien: [10.1519/13723.1](https://doi.org/10.1519/13723.1)

Bosquet.L, Léger.L,Legros.P. (2000). Les méthodes de détermination de l'endurance aérobie, *Science & Sports*, Volume 15, Issue 2, p.55-73. Lien : [https://doi.org/10.1016/S0765-1597\(00\)88967-4](https://doi.org/10.1016/S0765-1597(00)88967-4)

Bosco C. (1985) L'effetto del pre-stiramento sul comportamento del muscolo scheletrico e considerazioni fisiologiche sulla forza esplosiva. In *Atleticastudi* jan-fev . 7-117 traduction Insep n° 644.

- Camefort.** H, Gama. A, Obré. A (1960). Cours de sciences naturelles. Classique Hachette Paris en 1960. P.191. Lien : <https://www.abebooks.fr/rechercher-livre/titre/sciences-naturelles/auteur/obre/>
- Chandrakant S. Duple** (2021). Utility of Plyometric Training Method for Improving Explosive Power of Leg and Speed of Hockey Players. Aayushi International Interdisciplinary Research Journal VOL-VIII. Lien : https://www.aiirjournal.com/uploads/Articles/2021/09/5310_09.Dr.%20Chandrakant%20S.%20Duple.pdf
- CHU, D.** Plyometrics or not? Point/Counterpoint. Strength Cond. J. 23(2): 70–71. 2001. Lien : <https://paulogentil.com/pdf/Analysis%20of%20acute%20explosive%20training%20modalities%20to%20improve%20lower-body%20power%20in%20baseball%20players.pdf>
- Čoh, M., Vodičar, J., Žvan, M., Šimenko, J., Stodolka, J., Rauter, S., & Mačkala, K.** (2018). Is the change-of-direction Speed and Reactive Agility are Independent Skills Even Using the Same Movement Pattern?. *Journal of strength and conditioning research*. Lien: [10.1519/JSC.0000000000002553](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002553)
- Cometti G.** (2004) La détente et la pliométrie. Consulté le 6 janvier 2015 depuis le site internet de la Faculté des Sciences du Sport de Dijon – Le Creusot. Lien : <http://expertise--performance.u--bourgogne.fr/pdf/Pliometrie.pdf>
- Cometti.G.** (2005). Les méthodes de développement de la force. Centre d'expertise de la Performance, Dijon, 2005. Lien : <https://www.lab-dz.com/file/pdf/reglementation/2017/LES-MAETHODES-DE-DAEVELOPPEMENT-DE-LA-FORCE-ligue-athletisme-bejaia-lab-2017.pdf>
- Cometti G.** (2009): Intérêt des méthodes « par contraste » en préparation physique. Centre d'expertise de la Performance, Dijon. Lien: <http://www.cepcometti.com/wp-content/uploads/2016/02/news02.pdf>
- Cometti G.**(2011). La pliométrie en préparation physique. Centre d'expertise de la Performance « Gilles Cometti », Newsletter n°4 – Janvier 2011. Lien : <http://www.cepcometti.com/wp-content/uploads/2016/02/News11.pdf>

Danier J.D; Odd and Brent Alvar.A (2007). Analysis of acute explosive training modalities to improve lower-body power in baseball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2007, 21(4), 1177–1182. Lien : [10.1519/R-21306.1](https://doi.org/10.1519/R-21306.1)

Datson, N.; Hulton, A.; Andersson, H.; Lewis, T.; Weston, M.; Drust, B.; Gregson, W. *Applied Physiology of Female Soccer: An Update. Sports Med.* 2014,44, 1225–1240. Lien: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24803162/>

De Villarreal, E. S., González-Badillo, J. J., & Izquierdo, M. (2008). Low and moderate plyometric training frequency produces greater jumping and sprinting gains compared with high frequency. *Journal of strength and conditioning research*, 22(3), 715–725. Lien: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318163eade>

Diriwaechter.S (2015). Athlétisme – le sprint. UNIL / ISSUL / 2015 / Support de cours athlétisme II. Lien : https://www.unil.ch/issul/files/live/sites/issul/files/shared/Support_de_cours_Vitesse.pdf

Dodd, D. J., & Alvar, B. A. (2007). Analysis of acute explosive training modalities to improve lower-body power in baseball players. *Journal of strength and conditioning research*, 21(4), 1177–1182. Lien: [10.1519/R-21306.1](https://doi.org/10.1519/R-21306.1)

Doutreloux; Michel Maseglia ; P. H. Robert :(1995)
Le muscle de l'entretien à la performance p 69 paris Ed amphora s. a. Lien : <https://www.abebooks.fr/9782851805270/muscle-lentretien-performance-Musculation-Stretching-2851805274/plp>

Dumortier, B (2022), Travail de force et régime de contraction : l'entraînement pliométrique, sur le site CHM - Plouhinec. Consulté le 16/11/2022. Lien: <https://www.chm-plouhinec.fr/wp-content/uploads/2022/08/Travail-de-force-et-regime-de-contraction-lentrainement-pliometrique.pdf>

Eduardo sa'ez .sa' ez de villarreal.juan jose gonza' lez-badillo.and mike! izquierdo. 2008. Low and moderate plyometric training frequency produces greater jumping and sprinting gains compared with high frequency. *Journal of strength and conditioning research*.22(3).715- 725

El Helou Nour, Muriel Tafflet, Geoffroy C.B. Berthelot, Julien Tolaini, Andy Marc, et al.. Impact des paramètres environnementaux sur la performance au marathon. 2011. HAL Id: hal-01993038 <https://hal-insep.archives-ouvertes.fr/hal-01993038>

Fox EL, Mathews DK. (1981) - Physiological Basis of Physical Education and Athletics. Philadelphia: W.B. Saunders Company.

Gabbett TJ. GPS analysis of elite women's field hockey training and competition. *J Strength Cond Res.* 2010 May;24(5):1321-4. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181ceebbb. PMID: 20386482. Lien: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20386482/>

Gillet Louis (2022). L'évolution des règles du hockey à travers le temps [Arbitrage], sur le site Fédération française de hockey sur gazon. Consulté le 14/11/2022. Lien: <https://www.ffhockey.org/arbitrage/2109-l-evolution-des-regles-du-hockey-a-travers-le-temps.html>

Grosser M (ed). Schnelligkeitstraining. München; BLV Verlagsgesellschaft mbH 1991. Lien: <https://katalog.ub.uni-heidelberg.de/titel/9719898>

Hallvard, N.F., Håvard, G.R., Van den Tillaar, R. (2020). Association of strength and plyometric exercises with change of direction performances. *Plos One*, 15. Lien : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238580>

Hill AV (1938) The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proc. R Soc Lond [Biol]* 126:136-195. Lien: <https://doi.org/10.1098/rspb.1938.0050>

Holcomb, W.R, J.E Lander, R.M. Rutland, and G.D. Wilson. A bio-mechanical analysis of the vertical jump and three modified plyometric depth jumps. *J. Strength Cond. Res.* 10:83–88. 1996. Lien: [10.1519/1533-4287\(1996\)010<0083:ABAOTV>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(1996)010<0083:ABAOTV>2.3.CO;2)

Hunter, J. P., Marshall, R. N., & McNair, P. J. (2005). Relationships between ground reaction force impulse and kinematics of sprint-running acceleration. *Journal of applied biomechanics*, 21(1), 31-43. Lien: [10.1123/jab.21.1.31](https://doi.org/10.1123/jab.21.1.31)

Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 29(6), 373–386. Lien: <https://doi.org/10.2165/00007256-200029060-00001>

Justin W.L. Keogh, Clare L. Weber, and Carl T. Dalton. Evaluation of Anthropometric, Physiological, and Skill-Related Tests for Talent Identification in Female Field Hockey. *Canadian Journal of Applied Physiology*. 28(3): 397-409. Lien: [10.1139/h03-029](https://doi.org/10.1139/h03-029)

Kawamori, N., and G.G. Haff. The optimal training load for the development of muscular power. *J. Strength Cond. Res.* 18:675–684. 2004. Lien: [10.1519/1533-4287\(2004\)18<675:TOTLFT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<675:TOTLFT>2.0.CO;2)

Kotzamanidis Christos.2006 . Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *Journal of strength and conditioning research* . 20(2) . 441-44. Lien: [10.1519/R-16194.1](https://doi.org/10.1519/R-16194.1)

Kubo, K. et al. (2007). Effects of plyometric and weight training on muscle-tendon complex and jump performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 Oct;39(10):1801-10. Lien: [10.1249/mss.0b013e31813e630a](https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31813e630a)

Laessoe, U, Grarup, B, Bangshaab, J. The use of cognitive cues for anticipatory strategies in a dynamic postural control task - validation of a novel approach to dualtask testing. *PLoS ONE* 11:1-12, e0157421, 2016. Lien : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157421>

Lambert G (1994). *La musculation : le guide de l'entraîneur*. Vigot, 1994. Collection sport et enseignement. Lien : <https://www.amazon.fr/Musculationle-guide-lentra%C3%A9neur-Lambert-Georges/dp/2711407640>

Léger L. (1982). *La musculation : Buts, principes, appareils, progression d'entraînement...* La Revue de l'Entraîneur Octobre/Décembre. Pp 16-13.

Letzelter, H.M. (1990). *Entraînement de la force, théorie, méthodologie et pratique*. Vigot, Paris.

Lemmink Kapm, Elferink-Gemser MT, Visscher C. Evaluation of the reliability of two field hockey specific sprint and dribble tests in young field hockey players. *British Journal of Sports Medicine* 2004;38:138-142. Lien : [10.1136/bjism.2002.001446](https://doi.org/10.1136/bjism.2002.001446)

Liddell, E.G.T., Sherrington.C. (1960). The discovery of reflexes. Oxford University Press, London.

Lien: <https://www.abebooks.com/first-edition/DISCOVERY-REFLEXES-Liddell-E-G-T/30357937060/bd>

Little, T, Williams, A. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 19 :76-78, 2005. Lien: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15705049/>

Lombard, W. P., Cai, X., Lambert, M. I., Chen, X., & Mao, L. (2021). Relationships between physiological characteristics and match demands in elite-level male field hockey players.

International Journal of Sports Science & Coaching, 16(4), 985–993. Lien: <https://doi.org/10.1177/1747954121998065>

Lothian, F. and Farrally, M. (1994). A time-motion analysis of women's hockey. *Journal of Human Movement, Studies*, 26, 255-265. Lien: [10.1080/24748668.2007.11868392](https://doi.org/10.1080/24748668.2007.11868392)

Lyttle, A. & Wilson, G. (1994): Optimising the development of athletic performance through power training. Proceedings of the National Coaching Conference, Canberra, Australian Coaching Council. P. 107-110.

Magee, M. K., White, J. B., Merrigan, J. J., & Jones, M. T. (2021). Does the Multistage 20-m Shuttle Run Test Accurately Predict VO_{2max} in NCAA Division I Women Collegiate Field Hockey Athletes?. *Sports (Basel, Switzerland)*, 9(6), 75. Lien: <https://doi.org/10.3390/sports9060075>

Magnusson, K. (2022). *Interpreting Cohen's d effect size: An interactive visualization* (Version 2.6.0) [Web App]. R Psychologist. <https://rpsychologist.com/cohend/>

Maillard Carine (2015). Les bienfaits du hockey [Santé], sur le site Le Vif. Consulté le 14/11/2022. Lien: <https://www.levif.be/societe/sante/les-bienfaits-du-hockey/>

Manna, I., Khanna, G.L., & Rachna, M. (2009). Training induced changes on physiological and biochemical variables of young Indian field hockey players. *Biology of Sport*, 26, 33-43. Lien: [10.5604/20831862.890173](https://doi.org/10.5604/20831862.890173)

Martin, Carl, & Lehnertz. (1991). *Psychologie de l'évaluation scolaire*. Berlin

Marieb, E.-N., Hoehn, K. (2010). Anatomie et Physiologie Humaines. (4 e éd.). Quebec : ERPI

Meylan, C., Malatesta, D. (2009). Effects of in--season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23(9)/2605--2613. Lien: [10.1519/JSC.0b013e3181b1f330](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b1f330)

Miller C. et coll. (1997): Entraînement de la force: spécificité et planification. *Les Cahiers de l'INSEP, Actes du 1er stage international de formation continue pour entraîneurs de sportifs de haut-niveau. Eurathlon 95*. Lien: https://www.persee.fr/issue/insep_1241-0691_1997_num_21_1

Miller, M. G., Herniman, J. J., Ricard, M. D., Cheatham, C. C., Michael T. J. (Sept 2006). The effects of a 6--week plyometric training program on agility. *J Sports Sci Med* 5(3); 459--465. Lien: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24353464/>

Miller C., Quièvre Jacques, Couturier Antoine, Michaut Anne, Keifer Y., Legras F., Boucharin E., Colson Angeline, Colombo Claude. Effets immédiats d'un effort concentrique quasi maximal sur la performance de type explosif. In: *Les Cahiers de l'INSEP*, n°34, 2003. Expertise et sport de haut niveau. pp. 175-179. Lien : https://www.persee.fr/doc/insep_1241-0691_2003_num_34_1_1774

Miller, C. Évaluation des capacités musculaires. In: *Les Cahiers de l'INSEP*, n°21, 1997. Entraînement de la force. Spécificité et planification. Actes du 1er stage international de formation continue pour entraîneurs de sportifs de haut niveau. Eurathlon 95. pp. 33-45. Lien: <https://doi.org/10.3406/insep.1997.1315>

Morin, J.-B., Edouard, P., & Samozino, P. (2011). Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(9), 1680-1688. Lien: [10.1249/MSS.0b013e318216ea37](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318216ea37)

Paule K, Madole K, Garhammer J, Lacourse M, Rozenek R. Reliability and validity of the T-Test as a measure of agility, leg power, and leg speed in college aged men and women. *J Strength Cond Res.* 2000;14(4):443--50. Lien: https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/2000/11000/reliability_and_validity_of_the_t_test_as_a.12.aspx

- Piron A.** (2008) - Apprentissage moteur et intelligence motrice. *Revue EPS (Paris)*. 329. Lien : https://www.revue-eps.com/fr/apprentissage-moteur-et-intelligence-motrice_a-9283.html
- Platonov V.N.** : « Théorie de méthodologie de l'entraînement sportif » Moscou .1984. P 11
- Poole DC, Gaesser GA.** (1985) - Response of ventilatory and lactate thresholds to continuous and interval training. *J Appl Physiol*. 58(4): 1115-1121. Lien : [10.1152/jappl.1985.58.4.1115](https://doi.org/10.1152/jappl.1985.58.4.1115)
- Rahman rahimi, naser behpur.** 2005. The effects of plyometric, weight and plyometric-weight training on anaerobic power and muscular strength. *Physical education and sport* vol. 3, no 1. Pp. 81 – 91. Lien: https://www.researchgate.net/publication/233850643_The_effects_of_plyometric_weight_and_plyometric-weight_training_on_anaerobic_power_and_muscular_strength
- Raya, M. A., Gailey, R. S., Gaunaud, I. A., Jayne, D. M., Campbell, S. M., Gagne, E., Manrique, P. G., Muller, D. G., & Tucker, C.** (2013). Comparison of three agility tests with male servicemembers: Edgren Side Step Test, T-Test, and Illinois Agility Test. *Journal of rehabilitation research and development*, 50(7), 951–960. <https://doi.org/10.1682/JRRD.2012.05.0096>
- Reilly, T., & Borrie, A.** (1992). Physiology applied to field hockey. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 14(1), 10–26. Lien : <https://doi.org/10.2165/00007256-199214010-00002>
- Rodriguez.C, Lehance.C, Namurois.G, Diverse.P, Bury.T, Croisier.J-L.** (2010). La réathlétisation du LCA. Groupement d'isocinétisme Belge et Luxembourgeois. Lien : <https://hdl.handle.net/2268/78186>
- Rüfli.F.** (2014). Les effets d'un entraînement spécifique de force-vitesse et de renforcement musculaire sur la vitesse du slapshot en hockey sur glace. oai:doc.rero.ch:20141202100430-PO. Lien : <https://sonar.ch/global/documents/303939>
- Scott PA.** Morphological characteristics of elite male field hockey players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 1991 Mar;31(1):57-61. Lien: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1861485/>
- Sedano, S., Matheu, A., Redondo, J. C., Cuadrado, G.** (2011). Effects of plyometric training on explosive strength, acceleration capacity and kicking speed in young elite soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 51(1):50--8. Lien: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21297563/>

Semenick D. Testing protocols and procedures. In: Baechle T, editor. Essentials of strength training and conditioning. 1st ed. Champaign (IL): Human Kinetics; 1994. p. 258–73. Lien: <http://www.dmuresource.edu/admin/home/Dmu%20Academic%20Resource//Postgraduate%20Studies/Health%20and%20fitness/1%20Essentials-of-Strength-Training-and-Conditioning-3rd-Edition.pdf>

Semenick, D. The T-test. NSCA J. 12(1):36–37. 1990. Lien: <http://www.sciepub.com/reference/175259>

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

Sharma, Hanjabam B.1; Kailashiya, Jyotsna2. Effects of 6-Week Sprint-Strength and Agility Training on Body Composition, Cardiovascular, and Physiological Parameters of Male Field Hockey Players. Journal of Strength and Conditioning Research: April 2018 - Volume 32 - Issue 4 - p 894-901. Lien: <10.1519/JSC.0000000000002212>

Spencer, M.; Lawrence, S.; Rechichi, C.; Bishop, D.; Dawson, B.; Goodman, C. Time-motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. J. Sports Sci. 2004, 22, 843–850. Lien : <10.1080/02640410410001716715>

Spencer, M, Bishop, D, Dawson, B, and Goodman, C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities specific to field-based team sports. *Sports Med* 35: 1025-1044, 2005. Lien: <10.2165/00007256-200535120-00003>

Spiteri T., Cochrane J.L., Hart N.H., Haff G.G., Nimphius S. Effect of strength on plant foot kinetics and kinematics during a change of direction task. Eur. J. Sport Sci. 2013;13:646–652. Lien: <10.1080/17461391.2013.774053>

Spürres, R.W. et al. (2003). The effect of plyometric training on distance running performance. *Eur J Appl Physiol.* 2003 Mar; 89(1):1-7. Epub 2002 Dec 24. Lien : <10.1007/s00421-002-0741-y>

Sunderland, C. D., & Edwards, P. L. (2017). Activity Profile and Between-Match Variation in Elite Male Field Hockey. *Journal of strength and conditioning research*, 31(3), 758–764. Lien: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001522>

Tanner, Rebecca K. & Gore, Christopher John. & Australian Institute of Sport. (2013). *Physiological tests for elite athletes*. Champaign, IL: Human Kinetics. Lien: <https://catalogue.nla.gov.au/Record/6220329>

Vaczi, M., Tollar, J., Meszler, B., Juhasz, I., Karsai, I. (2013). Short-term high intensity plyometric training program improves strength, power and agility in male soccer players. *J Hum Kinet*. 36; 17--26. Lien : [10.2478/hukin-2013-0002](https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0002)

Veronika L. Georgieva, Chavdar Z.Kotsev. (2016). Tests for special game speed and endurance in field hockey. *Journal of Physical Education and Sport* ® (JPES), 16 Supplement issue (1), Art. 96, pp. 610 - 615, 2016 online ISSN: 2247 - 806X; p-ISSN: 2247 – 8051; ISSN - L = 2247 - 8051 © JPES. Lien: [10.7752/jpes.2016.s1096](https://doi.org/10.7752/jpes.2016.s1096)

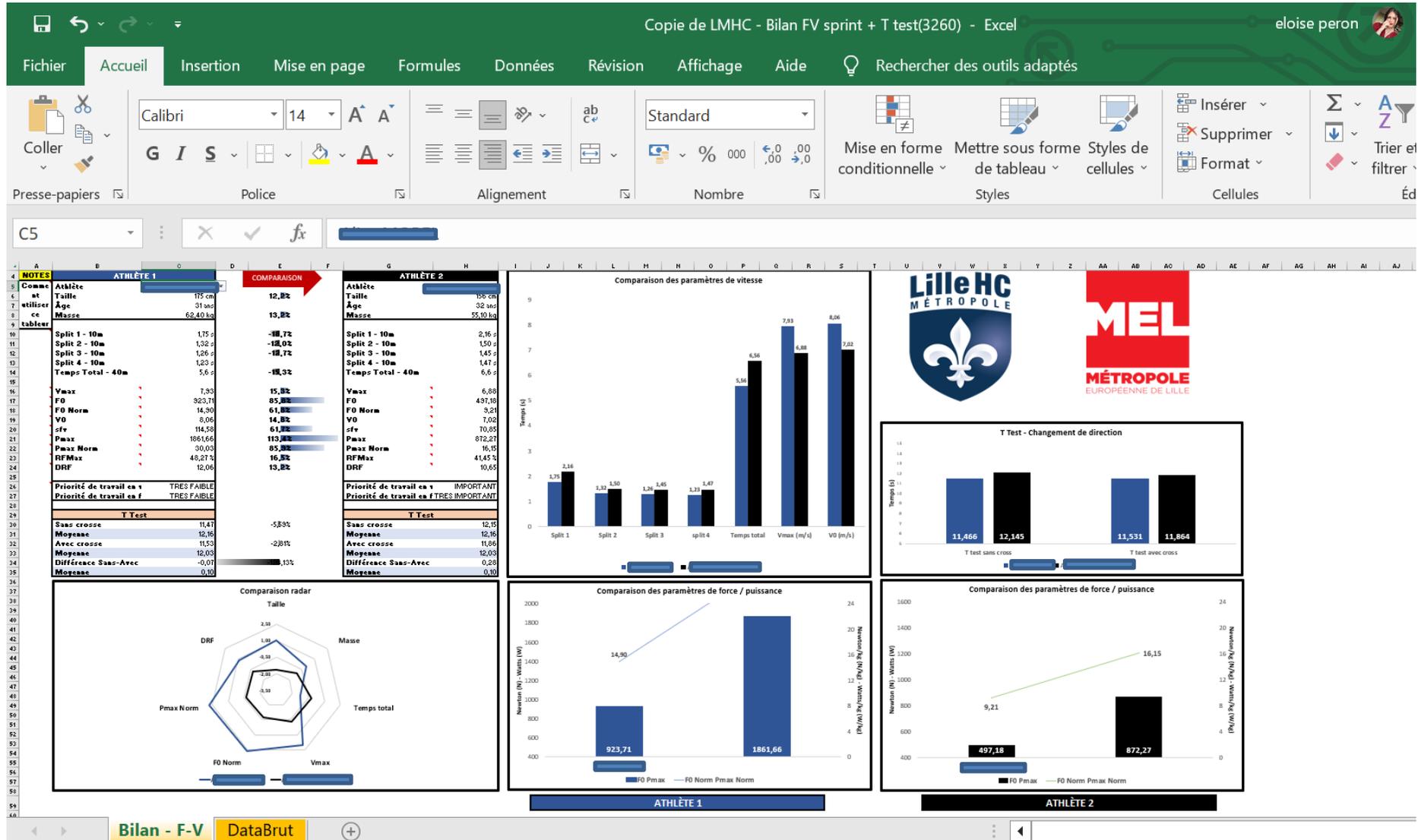
Weineck J. (1997). Manuel d'entraînement: physiologie de la performance sportive et son développement dans l'entraînement de l'enfant et de l'adolescent. Paris : Vigot Frères. Lien: http://crd.ensosp.fr/index.php?lvl=notice_display&id=300

Wilkerson GB, Colston MA, Short NI, Neal KL (2004). Neuromuscular changes in female collegiate athletes resulting from a plyometric jump training program. *J Athl Train*; 39:17-23. Lien: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15085207/>

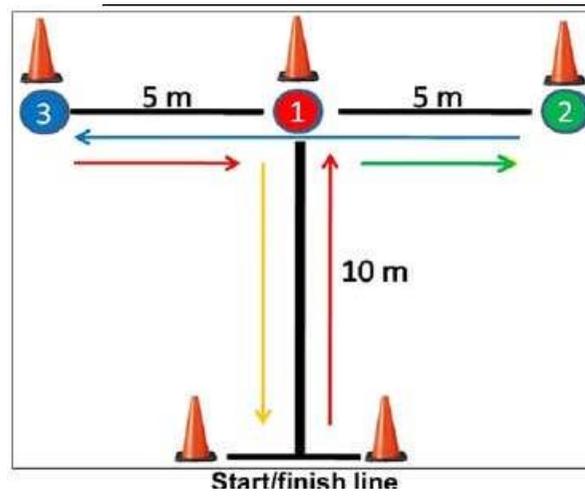
Young, WB, Jame, R, Montgomery I. Is muscle power related to running speed with changes of direction? *J Sports Med Phys Fitness* 42: 282-288,2002. Lien: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12094116/>

8. Annexes

ANNEXE N°1 : Compte-rendu des données recueillis par Euraspport lors des tests de sprint sur 40m et lors du T-test.



ANNEXE N°2 : Représentation schématique du T-TEST





DÉVELOPPÉ COUCHÉ



Séries : 4
Répétitions : 3
Récupération : 0 - on
enchaine directement avec
le deuxième exercice.

POMPES



Séries : 4
Répétitions : 8
Récupération : 4 minutes

DÉVELOPPER ARNOLD



Séries : 4
Répétitions : 3
Récupération : 0 - on
enchaine directement avec
le deuxième exercice.

GAINAGE COMMANDO



Séries : 4
Répétitions : 8 par épaule
Récupération : 4 minutes

TIRAGE VERTICAL



Séries : 4
Répétitions : 3
Récupération : 0 - on
enchaine directement avec
le deuxième exercice.

TRACTIONS
INCLINÉES



Séries : 4
Répétitions : 8
Récupération : 4 minutes

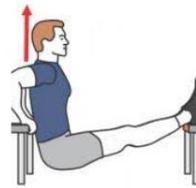
TRICEPS



Séries : 4
Répétitions : 3
Récupération : 0 - on
enchaine directement avec
le deuxième exercice.

DIPS SURÉLEVÉS

+



Séries : 4
Répétitions : 8
Récupération : 4 minutes

GAINAGE



Séries : 4
Répétitions : 1 minutes
Récupération : 30 secondes

PLIOMÉTRIE GROUPE 2



Bon en longueur

3 séries de 10 répétitions

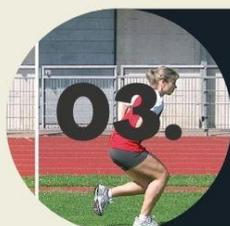
Récupération 3 min



Drop jump

3 séries de 10 répétitions

Récupération 3 min



Sauts zigzag à cloche pieds

3 séries de 10 répétitions
(5/jambe)

Récupération 3 min



Foulées bondissantes

3 séries de 10 répétitions

Récupération 3 min

PERON Eloïse

Résumés (français, anglais et mots clés)

Résumé de l'étude :

La préparation physique prend de plus en plus d'importance dans le monde du sport en général, mais aussi et plus particulièrement en hockey sur gazon. De nombreuses études ont montré un réel impact de l'utilisation de la préparation physique dans l'amélioration des performances des sportifs de tout niveau. Entre l'amélioration des capacités physiques et motrices propre à leur activité, l'optimisation des performances grâce à son implication dans la prévention des blessures mais aussi la récupération, il existe de nombreux bénéfices à son utilisation.

Mais comment développer de façon optimale les capacités physiques spécifiques au hockey sur gazon, ici, la capacité d'accélération et la capacité de changements de direction?

L'objectif de ce mémoire est de démontrer que l'utilisation de la pliométrie (méthode d'entraînement visant à développer la qualité d'explosivité des joueurs) permet aux sportifs de haut niveau en hockey sur gazon de développer positivement leur capacité d'accélération et de changements de direction.

Pour cela, nous avons suivis une équipe féminine de niveau Elite en hockey sur gazon, et nous avons cherché à comparer une méthode d'entraînement en pliométrie avec une méthode de musculation visant le développement de l'explosivité sur l'amélioration de leurs performances sur un sprint de 40m et sur un T-test afin d'observer laquelle des deux méthodes est la plus efficace.

Faire cette étude permettra de mettre en lumière l'entraînement physique à privilégier lorsque les objectifs sont de développer deux capacités physiques indispensables à la performance : la capacité d'accélération et la capacité de changements de direction.

Abstract :

Physical preparation is becoming more and more important in the world of sport in general, but also and more particularly in field hockey. Many studies have shown a real impact of the use of physical preparation in improving the performance of athletes at all levels. Between the improvement of the physical and motor capacities specific to their activity, the optimization of performance thanks to its involvement in the prevention of injuries but also recovery, there are many benefits to its use.

But how to optimally develop the physical abilities specific to field hockey (the ability to accelerate and the ability to change direction)?

The objective of this thesis is to demonstrate that the use of plyometrics (a training method aimed at developing the explosive quality of players) allows high-level field hockey athletes to positively develop their acceleration capacity. and changes of direction.

For this, we followed a women's Elite level team in field hockey, and we sought to compare a plyometric training method with a bodybuilding method aimed at developing explosiveness on improving their performance on a 40m sprint and a T-test to see which of the two methods is the most effective.

Carrying out this study will shed light on the physical training to be favored when the objectives are to develop two physical abilities essential to performance: the ability to accelerate and the ability to change direction.

Mots-Clefs :

Pliométrie – Méthode par contraste de charges – Capacité d'accélération – Capacité de changement de direction – Préparation physique – Performance sportive

3 compétences à minima acquises entre le début de la mise en stage et la soutenance.

Durant ce stage, j'ai acquis un grand nombre de compétences. Parmi elles, 3 me semblent indispensables pour continuer à apprendre au-delà de mon cursus universitaire:

- La capacité d'adaptation : Dans le monde du sport et plus précisément de la préparation physique, il est nécessaire de faire preuve d'adaptabilité car nous sommes sans cesse confrontés aux contraintes temporelles, sportives, d'emploi du temps, etc. Faire preuve de flexibilité et d'adaptabilité a été indispensable pour mener à bien cette étude.
- La communication / sens du relationnel : Au sein d'un collectif, notamment féminin, il est indispensable de développer son sens du relationnel et sa communication. Nous travaillons avec plusieurs personnes en mêmes temps : entraîneur, président, joueurs/joueuses, staff médical, etc., notre communication doit donc s'adapter à la personne en face de nous. Un collectif féminin nécessite aussi beaucoup plus d'attention : il est donc important d'utiliser son sens du relationnel sans pour autant dépasser nos limites de préparateur physique.
- L'autonomie : Au sein du collectif Elite féminin du Lille Métropole Hockey Club, j'étais la seule préparatrice physique : je travaillais donc seule sur l'élaboration des programmes d'entraînement physique des joueuses. Malgré l'aide indiscutable de ma maître d'apprentissage, il était très important que je sois consciente de mes engagements et responsabilités auprès de ce collectif. J'ai donc au fil des mois appris à faire confiance à mon travail ainsi qu'à me faire confiance. L'autonomie est une compétence nécessaire dans un milieu comme le sport qui ne cesse d'évoluer jour après jour.