

Année universitaire 2022-2023

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

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

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

## MÉMOIRE

TITRE : Impact d'un protocole d'étirements des membres inférieurs sur les amplitudes de mouvement articulaire et sur les performances générales de basketteurs en catégorie U18 Elite

Par : Nicolas RIBEIRO DA ASCENCAO

Sous la direction de : Mr Jeremy COQUART

Soutenu à la Faculté des Sciences du Sport et  
de l'Éducation Physique le : 15/05/2023



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

## Remerciements

Avant tout, je souhaite remercier la Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique de Lille de m'avoir donné l'opportunité de pouvoir intégrer la formation au sein de l'Université de Lille, et qui m'a apporté les connaissances et les compétences nécessaires à la réalisation de ce mémoire. Je souhaite aussi remercier l'ensemble des enseignants pour leur disponibilité et leur investissement dans notre formation.

Dans un deuxième temps, je tiens à remercier le **Lille Métropole Basket Clubs** pour m'avoir permis de réaliser mon stage dans leur structure et d'avoir pu y réaliser mon mémoire. Je souhaite aussi remercier les joueurs et donc les sujets de cette étude pour leur investissement dans le protocole de ce mémoire et sans qui il n'y aurait pas pu avoir de résultats.

Ensuite, je souhaite particulièrement remercier monsieur **Jérémy COQUART**, directeur de ce mémoire, pour sa disponibilité et ses conseils durant toute cette année universitaire. Son aide et ses compétences dans la recherche m'ont permis de recueillir de précieuses connaissances avec une expérience très enrichissante à la clé.

Je souhaite remercier aussi monsieur **Valentin GODART** pour son aide précieuse pendant le déroulé du protocole ainsi que pour la réalisation des tests.

Finalement, je tiens à remercier mes camarades de classe pour leur soutien moral ainsi qu'à l'ensemble de mes proches qui ont continué de croire en moi.

## Sommaire

### Table des matières

Remerciements.....	4
Sommaire.....	5
Glossaire.....	6
Introduction.....	7
I. Revue de littérature :.....	8
1. Le basket-ball :.....	8
1.1. - Définition et logique interne de l'activité :.....	8
1.2. - Règlement.....	9
1.3. - Composition d'une équipe et différents profils :.....	10
1.4. – Etude des efforts liés à l'activité et conséquences sur la préparation physique : .....	11
2. Le concept de mobilité.....	16
2.1. Les composantes de la mobilité et les méthodes de développement de l'amplitude de mouvement :.....	16
2.2. L'impact des différentes typologies d'étirements et des modalités d'étirements :.....	19
2.3. L'impact théorique de l'augmentation de l'amplitude de mouvement sur les performances : .....	23
II. Problématique, objectif, hypothèses .....	24
1. Problématique.....	24
2. Objectif.....	25
3. Hypothèses.....	25
III. Stage.....	25
1. Structure d'accueil.....	25
2. Sujets.....	26
3. Matériel, méthodes et protocoles expérimentaux .....	26
4. Traitement statistique.....	30
IV. Résultats.....	31
V. Discussion .....	33
VI. Conclusion.....	36
Références bibliographiques.....	37
Annexes.....	43
Résumé.....	44
Compétences.....	52

## Glossaire

ADM : Amplitude de mouvement

LMBC : Lille Métropole Basket Clubs

SJ : Squat Jump

CMJ : Counter Movement Jump

ED : Etirement dynamique

ES : Etirement statique

EB : Etirement balistique

FNP : Etirement de facilitation neuromusculaire proprioceptive

TJR : Temps de Jeu Réel

DTM : Durée Totale du Match

AJ : Arrêts de Jeu

NBA : National Basketball Association

FIBA : Fédération Internationale de Basket-ball

NCAA : National Collegiate Athletic Association

ROM : Range Of Motion

## Introduction

De nos jours, l'entraînement est de plus en plus individualisé selon les profils des joueurs avec une vision prophylactique et fonctionnelle où l'on recherche à limiter au mieux les risques et les facteurs de blessures liés aux contraintes que l'entraînement et la compétition peuvent avoir sur nos athlètes notamment par la « détection précoce des dysfonctionnements mécaniques et des asymétries » dans le but d'obtenir « une forte réduction des risques de blessures ou des troubles quotidiens » (Bème et Dumortier, 2016).

Cette démarche fonctionnelle de l'entraînement a été développée très récemment notamment par les travaux de Boyle (2016) et Cook (2011). Selon cette approche, le corps représente un tout relié par les articulations où le déséquilibre d'une seule de ces pièces entraîne un déséquilibre par compensation de l'articulation supérieure. Ce déséquilibre entraîne donc une augmentation croissante des risques de blessures et de leur apparition.

En intégrant le Lille Métropole Basket Clubs (LMBC) en tant que co-préparateur physique de l'équipe U18 Elite, j'ai pu me rendre compte de la grande défaillance de mobilité des joueurs étant très limités dans leurs mouvements et notamment dans les mouvements des membres inférieurs que ce soit par la réalisation de différents tests en début de saison ou encore dans des mouvements réalisés en musculation mais aussi pendant l'activité basket-ball. Les mouvements sont souvent limités par une amplitude trop faible, ce qui induit une compensation voir des douleurs pour parvenir à réaliser le mouvement souhaité. On peut donc se demander si l'amplitude de mouvement articulaire a un impact direct sur les performances générales chez le basketteur ?

Pour répondre à cette problématique, nous devons établir un protocole expérimental précédé et suivi de diverses évaluations liées à l'amplitude de mouvement et aux performances générales du basketteur dans l'objectif de répondre à nos deux hypothèses :

- Hypothèse 0 : L'augmentation de l'amplitude de mouvement articulaire n'a pas d'impact sur les performances générales chez le basketteur.
- Hypothèse 1 : L'augmentation de l'amplitude de mouvement articulaire a un impact sur les performances générales chez le basketteur.

Cette étude s'intéresse donc principalement à la mobilité qui constitue une qualité physique indispensable qu'importe la discipline sportive où l'amplitude de mouvement correspond à un indicateur de cette qualité physique. Les recherches bibliographiques et la revue de littérature vont nous permettre de comprendre ce qui est actuellement admis dans le domaine scientifique et nous permettre de justifier notre démarche scientifique. D'abord, en définissant et en développant une analyse de l'activité, en développant ensuite le concept de mobilité avec les différentes méthodes disponibles permettant l'augmentation de l'amplitude de mouvements articulaires liés aux besoins des basketteurs. À partir de ces recherches, nous pourrons établir un protocole expérimental. Par l'utilisation des résultats obtenus à la fin du protocole, nous pourrons observer si l'augmentation de l'amplitude de mouvement de manière chronique exerce une influence sur les performances générales du basketteur pour permettre de conclure par l'utilisation ou non d'une méthode d'entraînement pour développer cette qualité physique.

## **I. Revue de littérature :**

### **1. Le basket-ball :**

#### **1.1. - Définition et logique interne de l'activité :**

Le basket-ball pourrait être défini comme une activité physique opposant deux équipes de 5 joueurs sur un terrain délimité par des lignes où le but fondamental est de marquer plus de paniers que l'autre équipe le tout en défendant son propre panier dans un temps imparti et bien défini.

Sa logique interne correspond à une activité physique d'opposition et de coopération collective médiée par une balle où les milieux humains sont interpénétrés, la cible haute, horizontale et non gardée. Le but est d'envoyer la balle dans la cible en attaque et d'empêcher l'adversaire de faire de même en défense.

Le basket-ball se distingue des autres activités physiques, sportives et artistiques grâce à différentes caractéristiques qui lui sont propres et en lien avec les principes fondamentaux de l'activité précédemment énoncée par Naismith en 1891.

- Une cible élevée, horizontale et non-gardée
  - o Cela implique la notion d'adresse qui prime sur la notion de force préminente dans différents sports.



- Une balle ronde, grosse mais légère et jouée uniquement avec les mains
  - o Cela implique une notion de dextérité et de technicité rendant les actions motrices complexes.
- Des déplacements balle en main (balle portée) interdits
  - o Cela implique plusieurs actions spécifiques au sport pour progresser vers la cible (le dribble, la passe ou le tir)
- Les déplacements des joueurs autorisés partout et à tout moment.
  - o Les différents joueurs peuvent se déplacer et intervenir sur la balle qui, elle, peut être lancée dans toutes les directions. L'évolution de l'activité et des différentes règles a diminué et minimisé ce principe, en particulier avec les règles temporelles comme les 24 secondes de possession ou encore l'interdiction du retour en zone arrière.
- Prohibition des contacts entre les joueurs
  - o Le contact est interdit et la notion de fautes individuelles et de fautes d'équipe est introduit. La contestation envers l'arbitrage est aussi prohibée. Ces règles sont en rapport avec des valeurs religieuses notamment liées au fair-play et au contrôle de soi.

## 1.2. - Règlement

Le basket-ball est régi par 13 règles originelles dictées par Naismith dans le magazine du Springfield College « The Triangle » paru le 15 janvier 1892 qui ont énormément évolué depuis afin de promouvoir le spectacle notamment dans la ligue nord-américaine (National Basketball Association) pendant ces dernières décennies avec l'introduction de différentes règles notamment temporelles. Le basket-ball est aussi particulier car il ne dispose pas des mêmes règles dans le monde entier. En effet, on retrouve des distinctions entre la ligue nord-américaine (NBA), la fédération internationale de basketball (FIBA) ou encore la ligue universitaire américaine (NCAA). Les règles temporelles ou encore dimensions de terrains peuvent varier en fonction de ces différentes organisations. Nous allons nous intéresser ici uniquement sur les règles fédérales utilisées en France et en Europe.

Le basket-ball se joue sur un terrain généralement dans un gymnase mesurant 28 mètres de long sur 15 mètres de large. Chaque panier se situe à une hauteur réglementaire de 3,05 mètres du sol. Il existe différentes lignes de tir définissant la valeur des points marqués. La ligne à trois points se situe à 6,75 mètres du centre du panier et comme son nom l'indique, le tir vaut trois points, mais si le tir est pris sur la ligne ou avant, il ne vaudra que deux points. La ligne de lancers francs se situe à 4,60 mètres de la

planche et indique la position où les lancers-francs consécutifs à une faute doivent être tirés. Un lancer-franc vaut lui un seul point. Le terrain est aussi découpé en deux parties, correspondant au camp de chacune des équipes avec la ligne médiane située à 14m de la ligne de fond. Les lignes entourant le terrain, elles, délimitent la zone de jeu. Si elles sont touchées ou dépassées, la balle est dehors et le ballon est donc pour l'équipe adverse.

Une rencontre de basket-ball oppose deux équipes de 5 joueurs sans compter les remplaçants dont le nombre varie en fonction des compétitions. Elle se déroule en quatre quarts-temps de 10 minutes chacun. Le but est de marquer plus de points que l'équipe adverse en 40 minutes.

Les règles temporelles régissent le jeu et impactent donc le tempo du jeu telles que la règle des 24 secondes par possession, la règle indiquant le passage de la zone arrière en 8 secondes maximum. Mais empêchent aussi l'abus et la facilité du jeu comme l'interdiction de rester plus de trois secondes dans la raquette en attaque.

Pour se déplacer, un joueur est dans l'obligation de dribbler le ballon. Il ne peut faire que deux pas maximums après la fin de son dribble.

### **1.3. - Composition d'une équipe et différents profils :**

Une équipe de basket-ball se compose d'un total de 5 joueurs avec une dizaine de remplaçants en fonction des compétitions. Ces 5 joueurs sont divisés en 5 rôles tous différents les uns des autres et qui se distinguent par des caractéristiques spécifiques en termes de mesures anthropométriques mais aussi en termes de qualités physiques.

- D'abord, le meneur de jeu qui a pour principal rôle d'organiser le jeu et la stratégie de son équipe en attaque. C'est un véritable rôle de chef d'orchestre. En général, ce joueur est souvent le plus petit de l'équipe en termes de taille mais le sport évoluant constamment, les généralités qui étaient précédemment correctes changent notamment à haut-niveau. Ce joueur est souvent celui avec le plus de qualités autant techniques que de prise d'informations. Il doit avoir une aisance technique suffisante pour ne pas y prêter attention et être focalisé complètement sur les informations extérieures tels que les déplacements de ces coéquipiers et aussi de ces adversaires. Ce poste se caractérise donc par des qualités physiques très polyvalentes de dextérité, de dissociation segmentaire, de vitesse ...

- L'arrière ensuite qui constitue avec le meneur une paire positionnée souvent à l'extérieur de la ligne à trois points. Ce joueur doit être tout autant polyvalent que le meneur en termes de qualités physiques mais son travail est plus orienté vers l'efficacité offensive. Ce joueur doit être capable d'attaquer le panier autant grâce au tir que grâce à la pénétration vers le panier.
- L'ailier shooteur est à l'intervalle entre les joueurs intérieurs et les joueurs extérieurs. Tout comme l'arrière, il doit être capable de jouer à l'extérieur et pénétrer vers le panier mais aussi jouer dos au panier. C'est un joueur de taille intermédiaire qui est souvent très bon à la fois en attaque et en défense du fait de ses capacités entre un joueur intérieur et un joueur extérieur.
- L'ailier fort est un joueur intérieur généralement moins grand que le pivot mais plus mobile et aussi puissant que celui-ci. Ce joueur doit être capable de défendre, de prendre des rebonds et des tirs intérieurs mais joue plutôt face au panier en tête de raquette.
- Le pivot est le joueur le plus grand généralement qui joue dos au panier contrairement à l'ailier fort. Il passe la grande partie de son temps sous le panier et son rôle est d'utiliser sa taille pour dissuader les joueurs adverses d'attaquer le panier mais aussi de l'utiliser pour attaquer le panier à courte distance. Il a le rôle inverse du meneur et doit être le leader défensif de l'équipe car il a souvent la vue sur la globalité de l'équipe adverse et peut donc communiquer et diriger ses équipiers.

#### **1.4. – Étude des efforts liés à l'activité et conséquences sur la préparation physique :**

Différents travaux ont pu se pencher sur la typologie des efforts physiques rencontrés lors d'un match de basket-ball et ont permis de catégoriser l'intensité, la durée ainsi que la fréquence des différentes actions présentes au cours d'un match.

Notamment les travaux de Cometti et Travaillant (2003) qui portent essentiellement sur les meneurs de jeu et les arrières du championnat de France de Pro A (Ligue Nationale de Basket-ball) et où il pourrait exister des différences entre les autres postes cités précédemment.

Dans cette étude, les auteurs utilisent une terminologie pour décrire les différentes phases du jeu :

- Le Temps de Jeu Réel (TJR) qui correspond à la somme des phases où le ballon est vivant avec le chronomètre en marche et où il est en jeu avec le chronomètre stoppé mais où les joueurs restent actifs comme lors de remises en jeu ou de rebonds.
- Les Arrêts de Jeu (AJ) qui correspondent aux phases ne rentrant pas dans la définition précédente du TJR.

- La Durée Totale du Match (DTM) qui représente la somme du TJR et des AJ en retirant la durée de la mi-temps d'en moyenne 16 minutes et 28 secondes.

L'étude en a conclu que la DTM est en moyenne de 81 minutes et serait en hausse par rapport à l'ancien règlement où les règles temporelles n'étaient pas encore présentes. Le TJR est en moyenne de 36 minutes (44%) et les AJ sont d'en moyenne 45 minutes (56%).

Dans ce TJR, on observe que 49% est composé d'actions spécifiques au basket-ball tels que des appuis spécifiques, les dribbles, ou le contrôle de l'adversaire et que 51% du TJR est passé à effectuer des actions non spécifiques telles que de la marche, de la course lente, moyenne, et du sprint. Les efforts intenses représentent 12,7% du TJR mais on observe une diminution du pourcentage des actions intenses au cours du match.

L'activité basket-ball est aussi caractérisée par des brusques changements d'intensité par le passage de différentes phases de jeu, par exemple, par le passage de la défense à l'attaque. On observe cela notamment au niveau des accélérations explosives et des blocages d'appuis au sol avec un total de 55 accélérations explosives et de 75 blocages d'appuis en moyenne par match. Les accélérations explosives y sont définies comme étant « l'enchaînement d'une action lente avec une action d'intensité maximale ».

Nous pouvons retrouver différents types d'actions spécifiques ou non au basket-ball dans un match :

- Les **sprints** qui durent en moyenne 1,5 seconde avec une fréquence de 0,7 sprints par minute par rapport à la Durée Totale du Match. Soit un sprint toutes les minutes et 27 secondes.
  - o 1,14 courses moyenne par minute de DTM. Soit une toutes les 52 secondes.
  - o 1,55 courses lentes par minute de DTM. Soit une toutes les 39 secondes.
- Les **appuis spécifiques** : Ils représentent 19 % de la DTM avec près de 42% du TJR dont 9% du TJR en appuis spécifiques intenses
- Les **sauts** : Il y a en moyenne 33 sauts d'intensité moyenne et intense par match.
- Les **chocs** : On observe en moyenne 27 coups ou chocs par match.
- Les **dribbles** : On observe des différences en fonction des postes de jeu. En moyenne, on observe une durée totale de dribble de 3 minutes et 18 secondes. Avec une différence entre meneurs (5 minutes et 23 secondes) et arrières (1 minutes et 44 secondes). La majeure partie des dribbles se fait lors de marches ou de courses lentes équivalentes à 42% des actions de dribble.

Les actions y ont été classées en fonction de leur intensité, c'est-à-dire, des phases de récupération, d'effort faible, d'effort moyen et d'effort intense.

- Récupération : Elle représente 34,9% du TJR et une durée totale de 12 minutes et 30 secondes. Les types d'actions présents dans cette zone sont lorsque le joueur est sur place ou marche. Leur durée moyenne est de 18,2 secondes et apparaissent toutes les 35 secondes du DTM.
- Efforts faibles : Ils représentent 31,7% du TJR et une durée totale de 11 minutes et 30 secondes. Les types d'actions présents dans cette zone sont les courses lentes et les appuis spécifiques lents. Leur durée moyenne est de 4,3 secondes et apparaissent toutes les 34 secondes du DTM.
- Efforts moyens : Ils représentent 20,6% du TJR et une durée totale de 7 minutes et 30 secondes. Les types d'actions présents dans cette zone sont les courses moyennes, les appuis spécifiques moyens et le contrôle de l'adversaire. Leur durée moyenne est de 2,3 secondes et apparaissent toutes les 24 secondes du DTM.
- Efforts intenses : Ils représentent 12,8% du TJR et une durée totale de 4 minutes et 30 secondes. Les types d'actions présents dans cette zone sont les sprints, et les appuis spécifiques intenses. Leur durée moyenne est de 2,5 secondes et apparaissent toutes les 42 secondes.

Cette étude a permis de constater différents points clés dans le développement des qualités physiques d'un basketteur :

- Les qualités anaérobies sont prépondérantes dans l'activité basket-ball avec des efforts courts et intenses qui sont suivis de récupération longue.
- Les séquences dans un basket-ball ont les durées suivantes :
  - o 2 à 3 secondes d'efforts intenses
  - o 6 à 7 secondes d'efforts moyens et faibles
  - o 18 secondes de récupération.
- Les fréquences d'apparition des efforts intenses :
  - o Un effort intense toutes les 42 secondes
  - o Un sprint toutes les 1 minutes 27 secondes
  - o Des appuis spécifiques intenses toutes les 39 secondes
  - o Un saut intense toutes les 3 minutes 29 secondes.

Cette analyse de la pratique du basket-ball nous permet de comprendre l'enjeu et l'utilité du développement des qualités physiques adaptées au poste de jeu et spécifiques à l'activité :

- **Endurance** : La pratique du basket-ball provoque l'utilisation de l'ensemble des filières énergétiques afin de pouvoir répondre aux besoins d'un match et des changements de rythmes qui passent en très peu de temps de récupération à des efforts intenses. Plus spécifiquement, les filières anaérobie alactique et anaérobie lactique sont plus déterminantes que la filière aérobie de part la répétition d'efforts courts et intenses. La filière aérobie, elle, permet de maintenir l'effort et la répétition des efforts durant la totalité d'un match.
- **Force** : Le développement de cette qualité a plusieurs intérêts en lien avec la vitesse. En effet, elle permettra au joueur de faire face aux contacts de ses adversaires mais aussi de pouvoir induire un niveau de force élevé dans les accélérations et les différentes courses notamment au démarrage pour prendre le dessus sur son adversaire avec la vitesse du premier appui et la vitesse balle en main pour remonter le ballon en zone avant le plus vite possible. Son développement permettra de développer la puissance du joueur pour trouver une puissance optimale dans son profil force-vitesse mais aussi l'explosivité afin de développer le maximum de force dans le temps le plus court possible.
- **Vitesse** : Cette qualité physique est primordiale de part la multiplication des phases de jeu entre attaque et défense mais surtout dans les phases de contre-attaque. Elle permet aussi de prendre le dessus sur son adversaire en corrélation avec la force. Les notions d'accélérations, de décélérations, de changements de direction font aussi la spécificité de cette discipline où le changement de rythme est très variable. Il faut donc être capable de passer d'une vitesse nulle à une vitesse très élevée et réciproquement en un temps le plus court possible.
- **Puissance** : Comme dit précédemment, cette qualité est mise en lien avec les qualités de vitesse et de force. Elle représente la capacité à générer le plus de force possible et à être maintenue le plus de temps possible.
- **Mobilité et souplesse** : En lien avec ce mémoire, ces qualités permettent au corps et notamment aux articulations de réaliser des mouvements avec aisance, contrôle et force sans compensation. Elles jouent aussi un rôle de prévention des blessures avec des articulations capables d'aller dans de grandes amplitudes de mouvements et de résister à des forces importantes en combinaison avec un travail de renforcement. Nous allons développer cette qualité plus en détail dans la suite de notre développement.

- **Gainage** : Cette notion permet au joueur de faire face aux différents contacts notamment lors d'une pénétration ou d'un tir afin ne pas se faire déséquilibrer. Le gainage dynamique est donc une notion à aborder et à développer chez le basketteur. Il est aussi pertinent de développer cette notion afin d'avoir un transfert des membres inférieurs vers les membres supérieurs optimal pour l'adresse au tir notamment de loin. Il est aussi intéressant de réaliser un travail de gainage aérien pour empêcher les déséquilibres lors d'un double pas provoqué par un adversaire par exemple.
- **Agilité** : Cette qualité est intégrée à la pratique par l'acquisition des techniques que ce soit le dribble, le tir ou encore les passes. Elle met en lien diverses qualités physiques comme la coordination, la dissociation segmentaire ou encore l'adresse. Elle permet au sportif de réaliser des tâches motrices complexes avec automatisme, précision et économie.
- **Qualités perceptivo-cognitives** : Ces qualités représentent à la manière de l'agilité, des qualités intégrées à la pratique et qui sont développées avec l'expérience. Elle permet aux basketteurs d'être le plus efficace possible dans les prises d'informations visuelles ou sonores et de prendre en compte uniquement les informations pertinentes dans leur prise de décision.

L'évolution des règles vers un jeu plus rapide avec plus de possession (règles de la possession de 24 secondes) a eu aussi pour conséquence la nécessité de développer la vitesse et l'endurance.

Comme dit précédemment, il existe différents postes de jeu qui ont des besoins différents déjà au niveau des capacités techniques propres au basket-ball mais aussi en termes de qualités physiques. En effet, l'étude de Ivanovic & al (2022) a permis de définir les qualités essentielles en créant un modèle pour l'évaluation des performances physiques de jeunes basketteurs d'un niveau elite ainsi qu'une batterie de tests permettant cette évaluation. Dans les postes d'extérieurs, c'est-à-dire des postes de meneur de jeu et d'arrière, la capacité de changement de direction spécifique et de locomotion spécifique à l'activité sur un terrain de basket-ball est la capacité physique la plus importante. Cela se traduit par la faculté des extérieurs à rythmer le jeu, à monter le ballon en attaque et à pénétrer dans la raquette dans le but d'attaquer le panier. Pour un ailier, la capacité de saut spécifique à l'activité est l'élément le plus important. Cela est dû au fait que l'ailier est plus proche du panier et moins responsable de la montée du ballon. Pour les intérieurs et notamment le pivot, le contrôle des mouvements spécifiques avec le ballon en main notamment dos au panier est la capacité la plus importante.

## 2. Le concept de mobilité

Être mobile selon Broussal-Derval (2018) correspond au fait de bien bouger. « Entraîner sa mobilité, c'est mieux bouger ». Selon lui, le questionnement fondamental qu'il faut avoir est de savoir si notre athlète est capable de réaliser un mouvement demandé avant même d'y ajouter quelque charge additionnelle.

La mobilité renvoie à plusieurs qualités physiques selon Broussal-Derval (2018) :

- La souplesse
  - Qui correspond à l'amplitude de mouvement articulaire dont nous allons étudier les effets sur la performance dans cette étude. Elle est définie comme étant la capacité des tissus mous à s'allonger sous l'effet d'un mouvement articulaire.
- Le contrôle moteur
  - Qui correspond à la capacité de produire des ajustements posturaux dynamiques et de diriger le corps et les membres ayant pour but de produire un mouvement.
- L'équilibre
  - Qui correspond à la capacité d'une personne à maintenir une position stable et à faire face aux forces en les contrebalançant.
- La force
  - Broussal-Derval parle ici des niveaux de forces minimums permettant la production d'un mouvement. Par exemple, en ce qui concerne la mobilité de la cheville. On peut avoir une souplesse suffisante au niveau du tendon d'Achille mais le tibia antérieur doit avoir un niveau de force suffisant pour permettre le mouvement de dorsiflexion.

### 2.1. Les composantes de la mobilité et les méthodes de développement de l'amplitude de mouvement :

#### **Le relâchement myofascial (pratique de l'auto-massage) :**

Cette méthode est un des axes permettant le développement de la mobilité. En effet, il permet une distension des tissus myofasciaux par la pratique de l'auto-massage, par exemple, par l'utilisation de rouleaux de massage. Dans une étude réalisée par Su & al (2016), le but était d'examiner et de comparer les effets aigus de l'utilisation de rouleau de massage, des étirements statiques, ainsi que des étirements dynamiques dans le cadre d'un échauffement sur la flexibilité et la force musculaire en extension et en flexion des genoux. Les résultats indiquent que la flexibilité s'est significativement améliorée après



l'utilisation du rouleau de massage par rapport aux étirements statiques et dynamiques. Au niveau de la force musculaire, uniquement la force en extension s'est améliorée de manière significative pour les groupes utilisant l'auto-massage et par le groupe utilisant des étirements dynamiques. Aucun changement pour le groupe d'étirements statiques. Le rouleau de massage serait donc intéressant mais l'étude a été menée uniquement dans le caractère aigu de l'utilisation de l'auto-massage.

Une étude, réalisée par Richman & al (2019), a aussi comparé les effets combinés de l'auto-massage et des étirements dynamiques sur la flexibilité et la performance d'athlètes en saut, en sprint et en agilité. Le protocole consistait en un protocole de 6 minutes d'auto-massage à l'aide d'un rouleau mêlé avec un échauffement général et une session d'étirements dynamiques spécifique au sport des athlètes. Les résultats ont montré que l'auto-massage après un échauffement général combiné avec des étirements dynamiques semblait améliorer le SJ et le CMJ sans nuire à la flexibilité ainsi qu'au DJ, au sprint et aux performances d'agilité.

Une méta-analyse a aussi été réalisée par Cheatham & al (2015), qui comprend 14 articles évaluant les effets aigus de l'auto-massage avec un rouleau sur l'amplitude de mouvement articulaire, la performance et la récupération. Les résultats sont que l'auto-massage au rouleau permet à court terme une augmentation de l'ADM sans affectation des performances musculaires. L'hétérogénéité des différents protocoles empêche les auteurs d'avoir un consensus sur un programme optimal d'auto-massage.

Seulement, une nouvelle méta-analyse de Glänzel & al (2022) a été réalisée très récemment comprenant vingt études évaluant la rigidité des tissus aponévrotiques du tronc et de la cuisse ainsi que la rigidité des muscles de la cuisse et du mollet mais évaluant aussi la force musculaire en extension et en flexion au niveau du genou ainsi qu'au niveau de la cheville en flexion. Cependant, il n'a été observé aucun effet de l'auto-massage au rouleau sur la rigidité des tissus myofasciaux ainsi qu'aucun effet sur la force musculaire isométrique, le couple excentrique ainsi que le développement en force. Seul le couple concentrique des extenseurs du genou s'est amélioré. Il semblerait que la rigidité des tissus myofasciaux ne varie pas mais qu'il s'agit plus de la tolérance à l'étirement/ à la douleur qui augmente. Malheureusement, les résultats des différentes études ne permettent pas de certifier que l'auto-massage ne modifie pas ces paramètres car des études avec une meilleure qualité méthodologique doivent être menées. Malgré tout, cette technique reste très intéressante pour préparer le muscle à s'allonger en réduisant les douleurs et les tensions musculaires.

### **Mise en charge et travail de force :**

Une des méthodes permettant de développer la mobilité est la mise en charge qui se doit d'être progressive. En effet, selon Broussal-Derval (2018), indique que la mise en charge n'est pas de premier abord un travail de force, mais qu'il est avant tout un travail du mouvement sans compensation lié à des déséquilibres fonctionnels comme vu avec l'entraînement fonctionnel de Boyle et Cook. Il faut d'abord que le muscle soit capable de produire assez de force pour atteindre une amplitude de mouvement plus importante. Le travail pourra ensuite être réalisé en force qui est aussi un paramètre permettant le développement de cette qualité physique.

En effet, diverses études ont abordé ce sujet, tel que Thrash et Kelly (1987). Le but de leur étude était de déterminer les effets d'un entraînement musculaire en force sur l'amplitude de mouvement des chevilles, du tronc et des épaules par l'utilisation d'un protocole de 11 semaines à une fréquence de 3 entraînements par semaine et avec huit exercices impliquant les principaux groupes musculaires du corps humain. Les résultats indiquent que la participation à ce programme n'a pas altéré la flexibilité mais au contraire pourrait l'augmenter significativement.

Pour comparer l'efficacité d'un travail de force par rapport à un travail d'étirement sur l'amplitude de mouvement, une méta-analyse a été menée par Afonso & al (2021). Un total de onze articles comprenant 452 participants a été inclu dans cette méta-analyse. Le constat est sans appel, les étirements et le travail de force ne sont pas différents dans leurs effets sur l'amplitude de mouvement. Les protocoles étaient assez hétérogènes dans leur ensemble mais les effets qualitatifs sur l'amplitude de mouvement étaient tous homogènes quel que soit le protocole.

### **Le contrôle moteur :**

Selon Broussal-Derval (2018), le gain d'amplitude par l'utilisation des automassages et des étirements ne se transfère pas nécessairement dans le mouvement.

Cook (2003) parle de programme moteur qui permet au système nerveux central de stocker des informations liées à un mouvement. Ce programme moteur sera renforcé par la répétition du mouvement. En effet, si un mouvement est mal réalisé à répétition, le corps va enregistrer ce mouvement et induire des compensations et une mauvaise façon de bouger avec certainement divers déséquilibres posturaux. Il y aura aussi pour conséquences une perte de mobilité qui peut être due à différents facteurs comme l'enraidissement de certaines unités tendon-muscle ainsi que l'affaiblissement de la force de certains muscles.

L'enjeu de la mobilisation est donc de modifier les différents programmes moteurs jusqu'alors altérés afin de transférer le gain préalable d'amplitude vers le mouvement.

### **Les étirements :**

Dans cette étude, nous allons nous intéresser uniquement sur une seule composante de ce concept de mobilité : les étirements.

De nos jours, les étirements font l'objet d'un grand débat dans la communauté scientifique. Dans la littérature scientifique, différentes techniques d'étirements ont été développées et ont fait l'objet de recherches dans le cadre de l'entraînement sportif que ce soit en termes de développement de la performance, mais aussi en termes de rééducation. Ils ont pour principaux intérêts d'augmenter l'amplitude de mouvement (ADM), d'améliorer les performances musculaires et de réduire les risques de blessures.

Il existe les étirements balistiques (EB), les étirements statiques (ES), les étirements dynamiques (ED), ainsi que les étirements de facilitation neuromusculaire proprioceptive (FNP) chacun définis par Wang (2013).

### **2.2. L'impact des différentes typologies d'étirements et des modalités d'étirements :**

#### **Les étirements statiques (ES) :**

Les étirements statiques peuvent être définis comme étant l'allongement progressif de l'unité tendon-muscle jusqu'à une position maximale tolérée par le système nerveux central (SNC). Ils peuvent être distingués de deux manières : actifs (FNP) ou passifs. Dans le premier cas, la contraction antagoniste va permettre l'étirement de l'agoniste, par exemple, la contraction du quadriceps permet l'étirement des ischio-jambiers. Et dans le deuxième cas, il n'y a pas de contraction. On entend souvent que les étirements statiques sont à prohiber avant une séance et nuisibles car ceux-ci apporteraient une diminution des performances immédiatement après leur réalisation, mais quand est-il vraiment au niveau de la littérature scientifique ? Pour répondre à cette question, Behm & al (2019) ont réalisé une étude permettant de résumer les découvertes précédentes et actuelles des effets aigus des étirements statiques sur les performances de force et de puissance en discutant des mécanismes physiologiques sollicités lors des étirements statiques de courte durée intégrés à une routine d'échauffement. Cette étude a montré que intégrés à une routine comprenant une activité aérobie, des étirements dynamiques et des mouvements spécifiques au sport concerné, les étirements statiques de courte durée (avec un étirement inférieur à 60 secondes par groupe musculaire) n'affectaient que de l'ordre de 1 à 2% les performances musculaires.

Ceux-ci joueraient un rôle dans la diminution du risque de blessures musculo-tendineuses dans des activités à haute-intensité comme le basket-ball avec les divers changements de directions et la multiplication des sprints à haute intensité.

Ikedo et Ryushi (2020) ont réalisé un protocole de 6 semaines d'étirements statiques. Cette étude a eu pour but d'évaluer les changements dans la flexibilité et la performance musculaire après un entraînement d'étirement. Les résultats ont montré que l'amplitude de mouvement en flexion des genoux et le niveau de force exercé avaient significativement augmenté. En revanche, la force d'extension des jambes et la performance à chaque saut ne se sont pas significativement améliorées. L'endurance musculaire, elle, a diminué de manière significative. Cette étude ayant été réalisée uniquement pour l'augmentation de l'amplitude de mouvement du genou. En lien avec l'approche de l'entraînement fonctionnel des travaux de Michael Boyle et Gray Cook, on peut se demander si un travail plus généralisé des membres inférieurs peut permettre l'augmentation des performances en complémentarité de l'augmentation de l'amplitude de mouvement du genou avec celle de la cheville et des hanches.

### **Les étirements de facilitation neuromusculaire proprioceptive (FNP) :**

Les étirements FNP sont définis comme étant « une combinaison d'étirements passifs et de contractions isométriques du muscle cible ». On peut en distinguer deux techniques : Le contracté-relâché avec comme son nom l'indique, la contraction d'un muscle enchaînée par son relâchement puis de son étirement dans une plus grande amplitude. La contraction préalable permet de limiter le réflexe myotatique et ainsi étirer dans des amplitudes plus importantes. On distingue aussi le Contracté-Relâché-Contraction Antagoniste où la contraction d'un muscle vient étirer l'agoniste. Dans une étude de Behm & al (2016), les étirements FNP induisent un effet relativement faible à modéré lorsque les tests étaient réalisés après l'étirement, mais que ces étirements induisent un effet significatif positif sur l'amplitude de mouvement. Plus généralement, cette étude montre que les étirements statiques passifs, dynamiques et FNP permettent tous une augmentation de l'amplitude de mouvement. Néanmoins, selon l'étude de Thomas & al (2018), ce type d'étirement serait moins efficace vis-à-vis des étirements statiques passifs pour augmenter l'amplitude de mouvement. De plus, selon Behm & al (2016), les étirements FNP seraient plus efficaces que les étirements statiques d'un point de vue aigu mais la tendance s'inverserait d'un point de vue chronique.

### **Les étirements dynamiques (ED) :**

Ils sont définis par Fletcher & Jones (2004) comme étant « un mouvement contrôlé dans l'amplitude active de l'articulation tout en se déplaçant mais sans dépasser les limites d'extensibilité de l'individu » Une méta-analyse de la littérature scientifique a été réalisée par Opplert & Balbault (2018) qui avait pour but d'étudier les effets des étirements dynamiques sur la performance et des altérations physiologiques possibles. Il a été montré que l'augmentation de l'amplitude de mouvement après des étirements dynamiques était attribuable à la réduction de la rigidité de l'unité muscle-tendon et que l'augmentation de la performance musculaire serait due aux mécanismes liés à la température, et à la potentialisation provoqués par la contraction volontaire associée aux étirements dynamiques. Cela permet de comprendre l'intérêt de réaliser des étirements dynamiques pendant un échauffement qui permet d'augmenter l'ADM et d'améliorer la force et/ou la puissance musculaire. Les étirements balistiques, eux, seraient moins bénéfiques que des étirements dynamiques contrôlés et sont donc déconseillés. La limite de ces études est que la terminologie est assez ambiguë entre les différents étirements, où il n'y a parfois pas de distinction faite entre étirements dynamiques et étirements balistiques. La description de chacune de ses typologies n'est pas clairement établie.

### **Les étirements balistiques (EB) :**

Les étirements balistiques correspondent à des étirements qui « forcent le membre à effectuer un mouvement rapide et saccadé, produisant un rebondissement au-delà de l'amplitude de mouvement normale du membre en question ». Il a été démontré que ces étirements entraînaient une diminution de la performance de saut et de la force maximale (Wang, 2013). Ce type d'étirement n'est donc largement pas conseillé par la littérature scientifique.

### **Différences entre les typologies d'étirement et les durées d'étirement :**

Chacun de ces étirements dispose d'une particularité et doit être utilisé selon un contexte bien particulier. En ce qui concerne notre étude, nous souhaitons observer les effets d'un protocole d'étirement sur l'amplitude de mouvement et sur les performances générales d'un basketteur.

Thomas & al (2018) ont réalisé une méta-analyse des études utilisant différentes typologies et différentes durées d'étirements dans des protocoles utilisés sur le long terme. Le but est de comprendre la relation entre la typologie d'étirement et l'amplitude de mouvement mais aussi d'évaluer si une relation existe

entre le volume des étirements et l'amplitude de mouvement. Au total, ce sont 23 articles avec des typologies parfois mal définies comprenant plusieurs types d'étirements, en majorité les étirements statiques, les étirements balistiques et les étirements PNF. Cette méta-analyse ne référence malheureusement pas d'étude à propos des étirements dynamiques. Dans toutes ses études, toutes les typologies d'étirement ont montré des améliorations significatives de l'amplitude de mouvement sur le long terme. Plus précisément, les protocoles statiques ont montré des gains significatifs en comparaison des protocoles balistiques. Les étirements actifs et passifs ne sont pas significativement différents dans l'augmentation de l'ADM. Le temps passé à s'étirer, lui, semble fondamental dans l'amélioration de l'amplitude de mouvement avec une durée minimale de 5 minutes hebdomadairement par groupe musculaire. La fréquence hebdomadaire est elle aussi positivement associée à l'amplitude de mouvement avec un développement bénéfique à une fréquence d'au moins 5 jours par semaine pour augmenter l'amplitude de mouvement. De plus, selon l'étude de W.D. Bandy & al (1997), un étirement de 30 secondes augmente de manière similaire l'ADM comparé à un étirement d'une durée plus élevée allant de 30 à 60 secondes d'étirements et la fréquence quotidienne d'étirements n'a pas d'impact sur l'augmentation de l'ADM avec des résultats similaires pour une fréquence d'une fois par jour et de trois fois par jour.

En ce qui concerne les étirements dynamiques, une étude de Alipasali & al (2019) a examiné l'effet de deux programmes d'étirements. L'un statique et l'autre dynamique, en la corrélant avec la capacité de sprint de joueurs de volley-ball avec des évaluations sur des distances se rapprochant de la réalité du terrain (4,5m et 9m). Trois groupes ont donc subi un protocole différent pendant 6 semaines (qui est selon l'étude de Laroche & al (2008), la période minimale pour observer des gains d'amplitude) à une fréquence de 3 fois par semaine avec des étirements de 10s. Un groupe ayant des étirements dynamiques, un autre des étirements statiques et un dernier groupe contrôle. Les résultats ont montré qu'il y avait des effets significatifs des étirements pour les deux groupes d'étirements entre la phase de pré-test et la phase de post-test. Les étirements statiques et dynamiques ont donc un effet positif sur les performances en sprint d'un jeune public de volleyeurs mais aucune corrélation n'a été faite avec l'amplitude de mouvement.

Similairement à la précédente étude, une autre étude de Mellochi & al (2021) a différencié les deux méthodes d'étirements statiques et dynamiques en observant ses effets sur les performances en saut vertical et sur l'amplitude de mouvement chez des gymnastes dans le but d'identifier le protocole d'étirement le plus approprié à l'augmentation de l'amplitude de mouvement sans affectation des performances. Trois groupes étaient donc testés avant et après un protocole d'échauffement comprenant

des étirements dynamiques dans un groupe, des étirements statiques dans l'autre et un dernier groupe contrôle. Les résultats sont qu'une amélioration des performances en saut au CMJ et au SJ a été observée après des étirements dynamiques par rapport aux autres groupes. L'amplitude de mouvement, elle, a augmenté de manière significative après des étirements statiques par rapport aux étirements dynamiques et au groupe contrôle. Cette étude nous permet de comprendre que les étirements dynamiques sont recommandés lors de l'échauffement pour augmenter la performance en saut tandis que les étirements statiques réduisent les performances dans une moindre mesure comme vu précédemment dans l'étude de Chaabene & al (2019) et augmenteraient plus spécifiquement l'amplitude de mouvement par rapport à des étirements dynamiques. Cependant, cette étude ne montre que le caractère aigu d'un protocole d'étirements statiques et dynamiques, il serait intéressant d'observer comment ce protocole peut agir sur le long terme.

Une étude de Mizuno (2022) a étudié l'effet de différentes vitesses d'étirements dynamiques sur l'ADM, et la force musculaire isométrique. Un groupe réalisait des étirements dynamiques à 50% de leur vitesse maximale et un autre à 100% de leur vitesse. Les résultats ont montré qu'il n'y avait pas de différence d'augmentation de l'ADM et de la force musculaire isométrique entre les deux groupes mais que le groupe à 100% de vitesse présentait une fatigue subjective plus importante. Il est donc conseillé de réaliser ces étirements à vitesse modérée plutôt que maximale.

### **Combinaison des typologies d'étirements à l'échauffement :**

D'après l'étude de Fletcher & al (2004) faite sur des rugbyman avec l'impact des étirements statiques, dynamiques et de la combinaison des deux sur les performances au sprint sur 20m. Il a été observé que les étirements dynamiques permettaient d'augmenter les performances, que les étirements statiques diminuaient les performances mais que la combinaison des deux n'avait aucun impact sur la performance entre avant l'étirement et après l'étirement.

Nous pouvons donc utiliser ces deux typologies d'étirements combinées avant un entraînement pour développer l'amplitude de mouvement sans qu'il n'y ait d'impact sur les performances aigues.

### **2.3. L'impact théorique de l'augmentation de l'amplitude de mouvement sur les performances :**

L'augmentation de l'amplitude de mouvement serait un facteur déterminant dans l'augmentation des performances au niveau de la mobilité. Diverses études montrent qu'il existe une corrélation entre ces deux paramètres sans y faire une corrélation directe après un entraînement spécifique à ce paramètre.



Dans une étude de Moreno-Perez & al (2020), le but est d'examiner les effets d'un match de basket-ball sur l'amplitude de mouvement articulaire des chevilles en dorsiflexion et sur la performance au CMJ. Les résultats constatés sont que la performance au CMJ était plus élevée après le match par rapport à avant le match, de même pour l'amplitude de mouvement de la cheville qui a significativement augmenté après le match par rapport à avant le match mais 48 heures après, on constate que les effets se sont estompés. On peut donc se demander s'il y a une corrélation entre l'amplitude de mouvement et les performances et si un protocole spécifique à l'augmentation de l'amplitude de mouvement pourrait permettre une augmentation des performances.

Une question se pose aussi au niveau de la jambe dominante et la jambe non-dominante avec une différence possible d'amplitude de mouvement entre l'une et l'autre qui pourrait induire un effet. Une étude a été réalisée par Dominguez-Diez & al (2021) dont le but est de comparer les performances de saut multidirectionnel bilatéral et unilatéral ainsi que l'amplitude passive des membres inférieurs de footballeurs et de basketteurs. Les résultats de cette étude n'indiquent aucune association entre le ratio d'amplitude de mouvement (Jambe dominante sur jambe non dominante) et la performance de saut bilatéral. Cela suggère donc que ce ratio d'amplitude de mouvement n'affecte pas les performances en saut des joueurs.

## **II. Problématique, objectif, hypothèses**

### **1. Problématique**

De nombreuses études montrent qu'un travail de mobilité et de souplesse par l'utilisation d'étirements permet d'augmenter l'amplitude de mouvement des articulations mais peu d'études référencent la corrélation entre l'augmentation de l'amplitude de mouvement et les bénéfices sur les performances d'un sportif sur le long terme. De plus, la nomenclature des différentes études répertoriant une augmentation de l'amplitude de mouvement par l'utilisation d'étirements place un non-consensus entre les différents types d'étirements. Nous allons donc nous demander si un travail d'étirements des membres inférieurs permet d'améliorer l'amplitude de mouvement ainsi que les performances physiques de basketteurs.



## 2. Objectif

L'objectif de cette étude est de savoir si un protocole d'étirements de 6 semaines induisant une augmentation de l'amplitude de mouvement des articulations des membres inférieurs permet d'observer une augmentation des performances générales chez des basketteurs âgés de 15 à 18 ans.

## 3. Hypothèses

- Hypothèse 0 : L'augmentation de l'amplitude de mouvement articulaire n'a pas d'impact sur les performances générales chez le basketteur.
- Hypothèse 1 : L'augmentation de l'amplitude de mouvement articulaire a un impact sur les performances générales chez le basketteur.

# III. Stage

## 1. Structure d'accueil

Le Lille Métropole Basket Clubs (LMBC) a été fondé en 1946 sous le nom d'Amicale Laïque Basket. L'équipe première masculine évolue actuellement en deuxième division nationale française (Pro B) et s'y maintient depuis 2009. Le club fait partie des grands clubs du nord de la France où plusieurs évoluent dans les deux premières divisions nationales. Le club évolue peu à peu avec un centre de formation en développement où les équipes U15, U18 et Espoirs évoluent au plus haut niveau national. J'évolue au sein de ce club en tant que préparateur physique de l'équipe U18 Elite. Mes missions sont diverses mais liées principalement à l'animation de séances de préparation physique, de réathlétisation, à la réalisation de tests physiques ainsi qu'au suivi en compétition des joueurs avec la prise en charge des échauffements pré-matches.

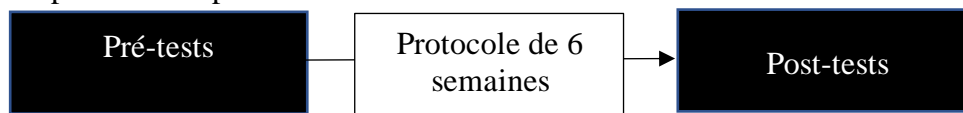
## 2. Sujets

Nous avons proposé à chaque joueur évoluant en U18 ELITE de participer à cette étude. Ils ont été 10 à répondre favorablement. Voici leurs données anthropométriques en date du 12/12/2022

GROUPE	ECHANTILLON	Poids (kg)	Taille (cm) sans chaussure	Taille assis (cm)	Envergure (cm)
EXPERIMENTAL	SUJET 1	83,5	187	99	192
	SUJET 2	82,4	196,5	103	199,5
	SUJET 3	82,2	198	102	203
	SUJET 4	76,4	186,5	96	188,5
	SUJET 5	67,4	199,5	98	212
CONTRÔLE	SUJET 6	72,5	181	95	185
	SUJET 7	72,3	179	85	182
	SUJET 8	70	187,5	91,5	200
	SUJET 9	69,1	184	94	192,5
	SUJET 10	74,8	182	89	188
MOYENNE		75,06	188,10	95,25	194,25
ECART-TYPE		5,89	7,38	5,65	9,24

## 3. Matériel, méthodes et protocoles expérimentaux

Le protocole expérimental suit le schéma suivant :



### Méthodes d'évaluation :

#### Évaluation de l'amplitude de mouvement :

L'amplitude de mouvement des membres inférieurs est évaluée quantitativement de manière individuelle avec une mesure pour les hanches, une mesure pour les genoux ainsi qu'une mesure pour les chevilles. Elle est mesurée sans échauffement préalable pour éviter les biais potentiels et à l'aide de l'application Mesures sur iOs qui permet de mesurer une angulation à partir d'un plan fixe, le sol ici.



Figure 1: Évaluation de l'ADM de la cheville en dorsiflexion

Évaluation de l'ADM de la cheville en dorsiflexion : En fente avec le genou en appui contre un mur, le talon bien fixé au sol. Le but est d'avoir l'angulation de cheville en dorsiflexion la plus petite sans qu'il n'y ait de compensation avec un talon fixé au sol. Le test est fait individuellement pour chacune des chevilles. Pour normaliser et homogénéiser les mesures, nous allons placer le téléphone deux doigts sous la tubérosité tibiale pour prendre les mesures. Selon Hall & Docherty (2017), ce test est validé et permet de mesurer l'amplitude articulaire de la cheville en dorsiflexion

et notamment la force du tibial antérieur, et la flexibilité du tendon d'Achille avec le muscle soléaire et gastrocnémien.



Figure 2: Évaluation de l'ADM du genou en flexion

Évaluation de l'ADM des genoux en flexion : Couché sur le ventre en position naturelle, le but est de ramener son pied le plus proche possible des fesses sans qu'il n'y ait de compensation. Il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas d'élévation de la hanche ce qui signifie une rétraction de l'ilio-psyas et donc une compensation par manque de mobilité. Pour normaliser et homogénéiser les mesures, nous allons placer le téléphone deux doigts sous la tubérosité tibiale pour prendre les mesures. Selon Gajdosik (1985), ce test est validé et permet de mesurer l'amplitude active du genou en flexion et notamment de la flexibilité et de la tension de la loge antérieure de la cuisse avec notamment le droit fémoral.



Figure 3: Évaluation de l'ADM de la hanche en flexion

Évaluation de l'ADM des hanches en flexion : Couché sur le dos en position naturelle, le but est de lever le membre inférieur en extension de genou sans qu'il n'y ait de compensation avec une hyperlordose lombaire, ni de flexion de la jambe par rapport à la cuisse. Pour normaliser et homogénéiser les mesures, nous allons placer le téléphone deux doigts sous la tubérosité tibiale pour prendre les mesures. Initialement, il s'agit d'un test permettant d'évaluer les capacités de flexion de hanche avec une échelle de 0 à 3 allant de la douleur à une exécution parfaite. Mais ce test est intéressant car, selon Göeke & Hof (1993), ce test permet de mesurer l'amplitude active de la hanche avec notamment la flexibilité des muscles de la loge postérieure de la cuisse ainsi que la force des fléchisseurs de hanches.

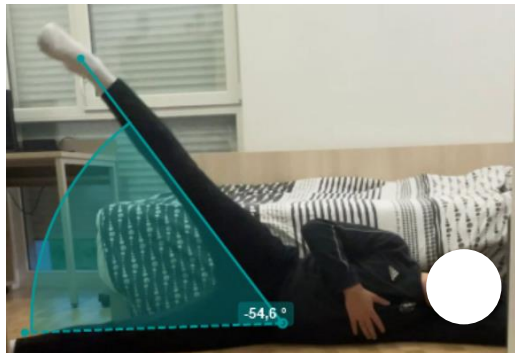


Figure 4: Evaluation de l'ADM de la hanche en abduction

Évaluation de l'ADM des hanches en abduction : Couché de profil avec un bras en antéimpulsion au-dessus de la tête, le but est de lever le membre inférieur en abduction sans qu'il n'y ait de compensation. Le tronc doit rester dans l'alignement des membres inférieurs. Le pied doit rester droit, la jambe ne doit pas partir en rotation interne ni en rotation externe. Pour normaliser et homogénéiser les mesures, nous allons placer le téléphone deux doigts sous la tête de la fibula. D'après Davis & al (2011), ce test est validé et permettrait d'évaluer les capacités d'abduction du membre inférieur. Initialement, il s'agit d'un test à la

manière des tests FMS qui mesure les capacités sur une échelle de 0 à 3 allant d'une douleur à l'exécution jusqu'à une exécution parfaite. A la manière du test précédent de flexion de jambe, il est intéressant car permet de mesurer l'amplitude active de la hanche avec notamment la flexibilité des adducteurs ainsi que la force du moyen-fessier et des abducteurs.

### **Évaluation des performances de basketteur :**

Elle sera mesurée avec un échauffement préalable fixe et réalisé avant chaque cycle de test.

Test du Counter Movement Jump : Le test consiste en un saut avec contre-mouvement le plus haut possible. Le départ du saut s'effectue en position debout. Les mains placées sur les hanches pour éviter l'aide de bras et évaluer uniquement les membres inférieurs. Le sujet effectue une flexion des membres inférieurs et va immédiatement réaliser une extension complète des membres inférieurs pour sauter. La consigne est de sauter le plus haut possible. Réalisation de 3 essais avec une récupération de 1 minutes entre les essais. Selon Rodriguez-Rosell & al (2017), ce test aurait en lien direct avec la force des membres inférieurs notamment chez des joueurs de basket-ball.

Test du sprint sur 20 mètres : L'athlète court le plus vite possible sur 20 mètres. Réalisation de 3 essais avec une récupération de 2 minutes entre les sprints comme le recommandent Broussal-Derval & Bolliet (2012). Le meilleur temps est comptabilisé. Ce test permet d'évaluer les capacités de vitesse dans des distances correspondantes à celle de l'activité. Il sera effectué départ arrêté car plus en phase avec l'activité et nous prendrons le temps à partir du moment où un mouvement s'enclenchera. Le test sera traité à l'aide de l'application MySprint (Samozino & al, 2016) (Annexe n°1)

Test d'agilité : T-Test : Ce test standardisé permet d'évaluer la vitesse, la coordination et l'agilité des athlètes avec notamment la capacité de changements de direction. Il consiste en un premier sprint de 10m où le sportif vient toucher le plot, puis se déplace en pas chassés sans croisement d'appuis vers le deuxième plot pour le toucher, puis change de direction et revient en pas chassé jusqu'au troisième plot toujours en le touchant, puis revient vers le plot initial en le retouchant aussi. Pour finir le joueur enchaîne par une course arrière jusqu'à la ligne de départ/arrivée. (Annexe n°2) . Réalisation de 3 essais avec une récupération de 3 minutes entre les essais. En effet, selon Sekulic & al (2017), le T-Test permettrait notamment chez dans un public de basketteurs d'évaluer les capacités de changement de direction et d'agilité.

**Entraînement de l'amplitude de mouvement articulaire** : le protocole sera basé sur les différentes recommandations liées à la littérature scientifique vue précédemment. Notamment la priorisation des étirements statiques et dynamiques mais un consensus n'est pas encore établi entre ces deux types d'étirements à l'échauffement. L'utilisation des étirements statiques aura une durée maximale de 60 secondes par groupe musculaire pour éviter d'importantes pertes de performances aigues (1 à 2%). Une fréquence optimale de 5 sessions par semaine avec un étirement total hebdomadaire de chaque groupe musculaire de 5 minutes.

### **Protocole d'échauffement avant-tests :**

#### **Échauffement articulaire : Gammes athlétiques**

Déroulés de pied – Attaque talon montées genoux (1 A-R)  
Marche sur pointes de pieds avec bras en extension (1 A)  
Fentes + Rotation de buste (1 R)  
Fentes latérales + Maintien unipodal 3s (1 A-R chaque côté)  
Course lente (1 A)  
Course en bascule (1 R)  
Course en rotation de hanche (1 A-R)  
Griffés – Jambes tendues, pointes de pieds relevées (1 A)  
Course arrière (1 R)  
Montées de genoux (2 A)  
Talons fesse (2 R)  
Sauts spécifiques (1 A-R)  
Foulées bondissantes (1 A-R)  
Repli défensif enchaîné par un sprint (2 A-R)

### **Protocole d'étirement (cf Annexe n°12)**

Fréquence : 5 fois par semaine – 60 secondes d'étirement par groupe musculaire par séance = 5 minutes d'étirement hebdomadaire par groupe musculaire – Réalisation du protocole avant chaque échauffement

#### 4. Traitement statistique

Les résultats obtenus vont être traité statistiquement pour permettre de répondre aux différentes hypothèses citées précédemment qui sont :

- Hypothèse 0 : L'augmentation de l'amplitude de mouvement articulaire n'a pas d'impact sur les performances générales chez le basketteur.
- Hypothèse 1 : L'augmentation de l'amplitude de mouvement articulaire a un impact sur les performances générales chez le basketteur.

Un seul groupe est évalué avant et après intervention (échantillon apparié). Nous avons d'abord une comparaison de l'amplitude de mouvement avant et après protocole puis une corrélation entre l'amplitude de mouvement et les performances des basketteurs. Pour la comparaison, en fonction de la validité des conditions, nous allons utiliser soit le test paramétrique ANOVA pour échantillons dépendants soit le test non paramétrique de Friedman. Pour la corrélation, similairement à la comparaison, en fonction de la validité des conditions, nous allons utiliser soit le test paramétrique de la corrélation de Bravais-Pearson soit le test non paramétrique de la corrélation de Spearman.

La validité des conditions correspond à la normalité de la distribution où nous allons utiliser le test de Shapiro-Wilk ainsi qu'à l'homogénéité des variances où nous allons utiliser le test de Levene. Si ces deux conditions sont remplies en ce qui concerne les données d'amplitude de mouvement. Le test ANOVA pour échantillons dépendants sera utilisé. Si une des deux conditions n'est pas remplie, nous utiliserons le test de Friedman. Pour les données de corrélation entre les amplitudes de mouvement et les performances, si les deux conditions sont remplies, la corrélation de Bravais-Pearson sera utilisée. Si une seule des deux n'est pas remplie alors la corrélation de Spearman sera utilisée.

Le taille de l'effet a été calculé à l'aide du  $d$  de Cohen. 0,2 est considéré comme un effet faible, 0,5 comme un effet moyen, 0,80 comme un effet élevé, 1,20 comme un effet très élevé, et 2,00 comme un effet immense.

Pour la comparaison, les valeurs sont considérées comme significativement différentes si la valeur de  $p$  est inférieure à 0,05 (\*) et très significatives si la valeur de  $p$  est inférieure à 0,01 (\*\*).

Pour la corrélation, nous devons observer le  $R$  théorique de la table de Bravais-Pearson ainsi que le coefficient de corrélation  $R$  expérimental. Si  $R_{\text{expérimental}} > R_{\text{théorique}}$ , alors  $H_0$  est rejetée et les paramètres sont corrélés.

## IV. Résultats

		HIP FLEXION ROM (°)		KNEE FLEXION ROM (°)		ANKLE DORSIFLEXION ROM (°)		HIP ABDUCTION ROM (°)	
		GAUCHE	DROITE	GAUCHE	DROITE	GAUCHE	DROITE	GAUCHE	DROITE
GROUPE EXPERIMENT	AVANT	64,20 ± 11,54	<b>64,60 ± 12,86</b>	36,60 ± 5,98	38,80 ± 6,61	51,80 ± 5,22	53,40 ± 4,51	46,00 ± 14,95	41,00 ± 12,41
	APRES	69,20 ± 13,48	<b>68,60 ± 13,61</b>	36,00 ± 3,81	36,20 ± 3,96	50,00 ± 8,75	52,60 ± 7,47	52,60 ± 7,47	53,40 ± 11,44
GROUPE CONTRÔLE	AVANT	65,40 ± 21,82	63,40 ± 24,86	37,40 ± 9,76	38,60 ± 8,11	55,40 ± 11,13	<b>56,80 ± 8,90</b>	54,20 ± 17,89	57,80 ± 17,09
	APRES	65,40 ± 22,31	64,80 ± 22,83	38,00 ± 9,43	39,40 ± 9,76	54,60 ± 9,66	<b>54,80 ± 9,12</b>	54,40 ± 16,10	55,50 ± 43,40

Tableau 1: Résultats des tests mesurant les amplitudes de mouvement articulaire des membres inférieurs

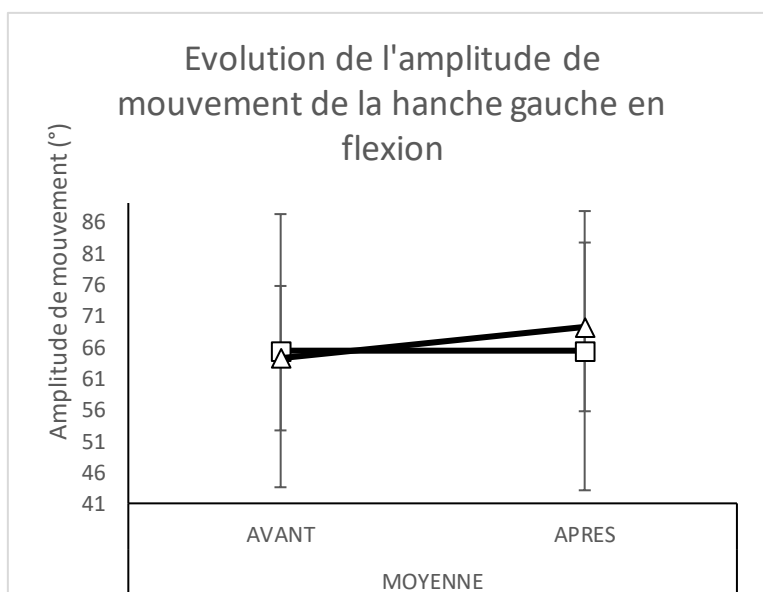
		CMJ (cm)	SPRINT 20m (s)	T-TEST (s)
GROUPE EXPERIMENT	AVANT	40,66 ± 7,27	3,42 ± 0,14	<b>10,61 ± 0,47</b>
	APRES	44,14 ± 4,47	3,43 ± 0,17	<b>10,52 ± 0,47</b>
GROUPE CONTRÔLE	AVANT	43,40 ± 5,49	3,23 ± 0,09	10,30 ± 0,28
	APRES	45,38 ± 4,83	3,23 ± 0,10	10,41 ± 0,25

Tableau 2: Résultats des tests mesurant les capacités physiques des membres inférieurs des basketteurs

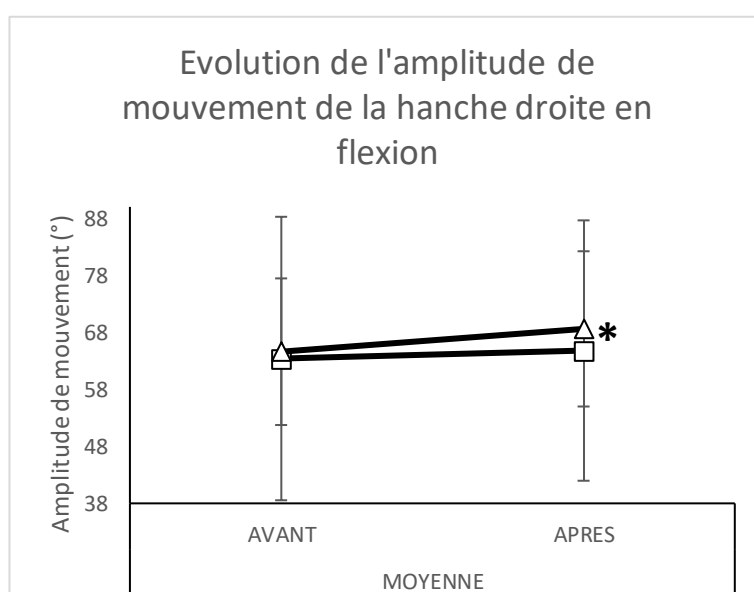
Ces tableaux présentent les résultats globaux obtenus lors des tests effectués avec la moyenne de chaque mesure avant et après le protocole. Chacun des tests a subi un traitement statistique afin de trouver des améliorations significatives

avant et après entraînement. (Annexe n°3, n°4, n°5, n°6, n°7, n°8, n°9)

En ce qui concerne la globalité des tests, uniquement trois tests ont subi une amélioration significative, notamment l'amplitude de mouvement de la hanche droite en flexion où la moyenne est passée de 64,60° ± 12,86 à 68,60° ± 13,61 ainsi que la performance au T-Test du groupe expérimental où la moyenne est passée de 10,61s ± 0,47 à 10,52s ± 0,47 mais aussi l'amplitude de mouvement de la cheville en dorsiflexion du groupe contrôle où la moyenne est passée de 56,80° ± 8,90 à 54,80 ± 9,12. On peut observer des améliorations chez le groupe expérimental mais qui ne sont pas suffisantes et significatives pour être soulignées.



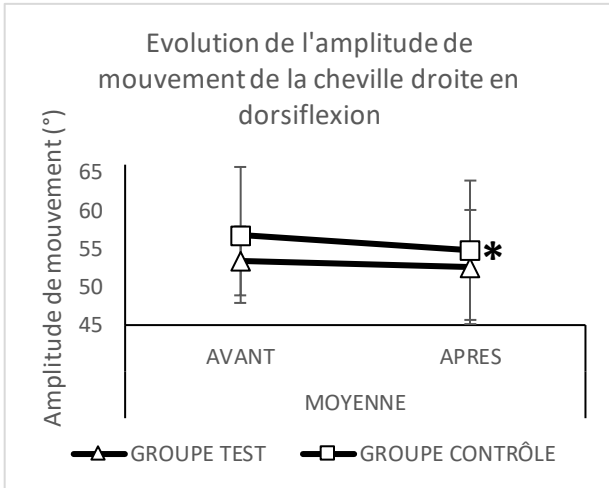
Graphique 2: Résultats de l'évolution de l'amplitude de mouvement de la hanche gauche en flexion



Graphique 1: Résultats de l'évolution de l'amplitude de mouvement de la hanche droite en flexion

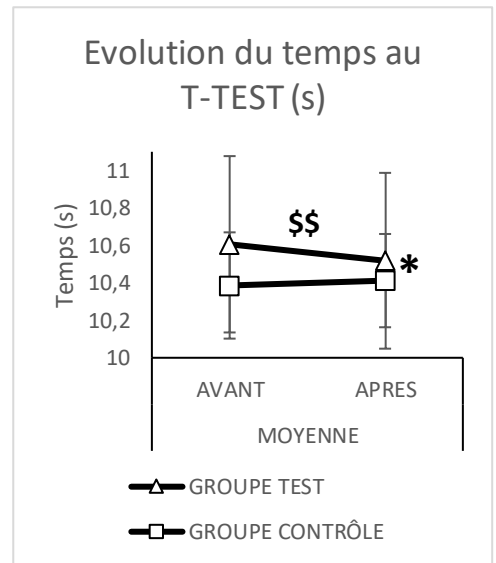
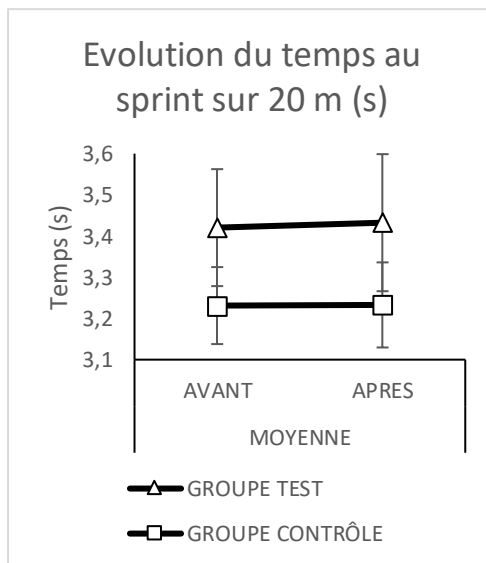
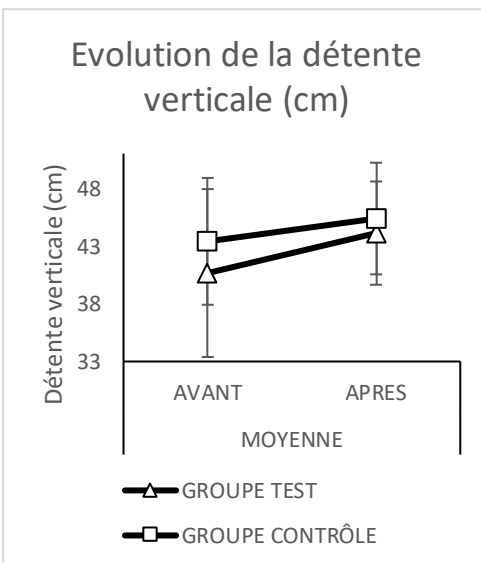


Ces graphiques ci-dessus présentent l'évolution des ADM articulaires avant et après réalisation du protocole. On observe que les améliorations ont l'air assez similaires mais uniquement la hanche droite présente une amélioration significative.



Les graphiques ci-contre montrent l'évolution de l'ADM de la cheville droite en dorsiflexion. On observe une évolution significative chez le groupe contrôle passant de  $56,80^{\circ} \pm 8,90$  à  $54,80 \pm 9,12$ .

Graphique 3: Evolution de l'amplitude de mouvement de la cheville droite en dorsiflexion



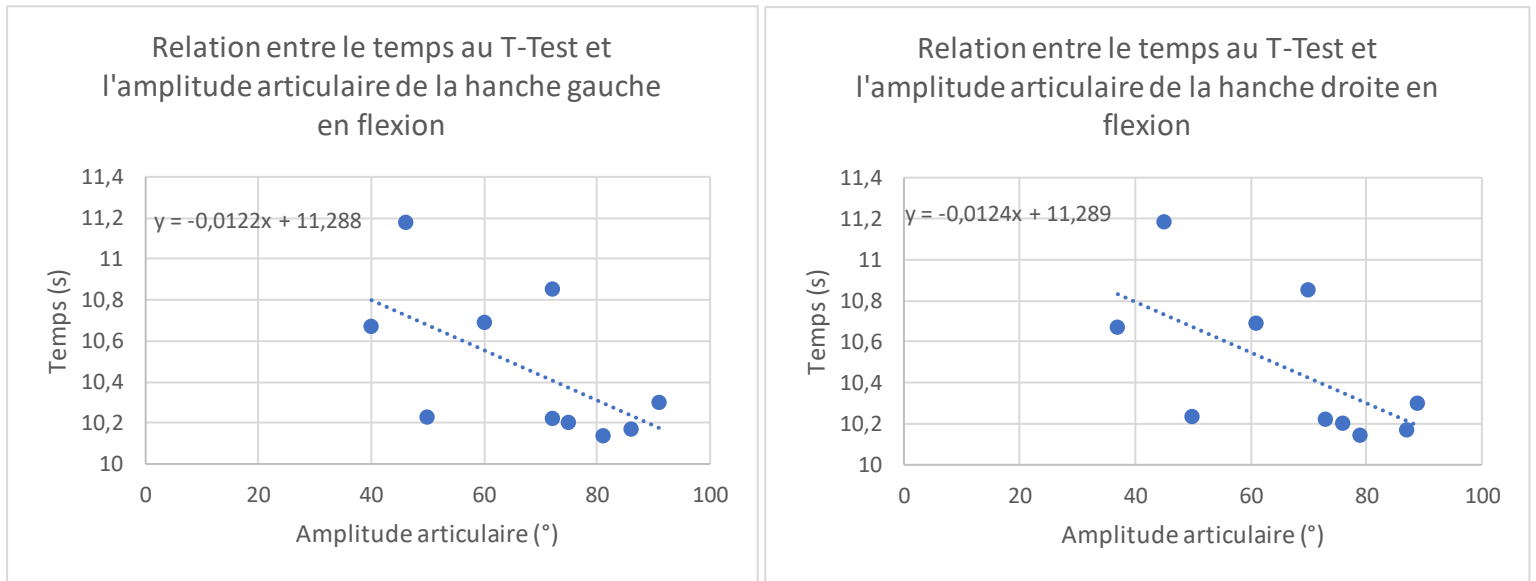
Graphique 5: Evolution de la détente verticale (cm)

Graphique 6: Evolution du temps au sprint sur 20 m (s)

Graphique 4: Evolution du temps au T-TEST (s)

Les graphiques ci-dessus nous montrent l'évolution des performances aux différents tests en lien avec les capacités physiques des joueurs. Nous observons aucune différence significative au niveau de la détente verticale malgré l'amélioration que l'on peut observer sur le graphique, aucune différence même visuelle au niveau du sprint sur 20m. Mais au contraire, le T-TEST montre une amélioration significative ( $p < 0,05$ ) passant de  $10,61s \pm 0,47$  à  $10,52s \pm 0,47$  en moyenne avec une évolution différente entre les deux groupes ( $p < 0,01$ ).





Graphique 8: Relation entre le temps au T-TEST et l'amplitude articulaire de la hanche gauche en flexion

Graphique 7: Relation entre le temps au T-TEST et l'amplitude articulaire de la hanche droite en flexion

Un traitement statistique afin de montrer des corrélations entre les ADM articulaires et les performances aux tests physiques a aussi été réalisé (Annexe n°10). Deux corrélations ont été établies entre les performances au T-TEST et les deux ADM de la hanche en flexion avec un  $r_{\text{mesuré}}$  respectivement de 0,59 et 0,61. L'échantillon étant de 10 sujets, le  $r_{\text{théorique}}$  était de 0,576. Nous avons donc  $r_{\text{mesuré}} > r_{\text{théorique}}$  pour ces deux ADM et donc une corrélation modérée entre les performances au T-TEST et les ADM articulaires des hanches en flexion.

## V. Discussion

L'ensemble des résultats précédents montrent que le protocole d'étirement réalisé durant ces 6 semaines a permis d'améliorer significativement l'ADM articulaire de la hanche droite en flexion ainsi que les performances au T-TEST. Mais certains facteurs sont à discuter notamment la taille de l'effet de chacun des tests où celui va de faible à moyen, ce qui ne permet pas de valider totalement l'efficacité du protocole d'étirement réalisé. Néanmoins, des corrélations modérées ont été observées entre l'ADM de la hanche en flexion et le T-TEST mais ne permettent pas de valider H1, qui est l'hypothèse selon laquelle l'ADM articulaire a un impact sur les performances générales des membres inférieurs d'un basketteur. En effet, il existe des variables et de nombreux biais ne permettant pas la validation scientifique de ces hypothèses. Pendant le protocole de 6 semaines, certaines limites non prévues ont induit certains biais scientifiques au sein de l'étude. En effet premièrement, la taille de l'échantillon trop peu importante pour permettre d'obtenir des résultats significatifs. Un échantillon de 5 sujets ne permet pas d'avoir

suffisamment de résultats pour en espérer avoir une significativité. L'engagement et la réalisation qualitative des étirements des sujets est aussi à prendre en compte, certains sujets étaient plus rigoureux que d'autres. Pour suivre le protocole entièrement, une fiche a été créée (Annexe n°11). Dans celle-ci, on peut observer que les sujets ont globalement très bien suivi le protocole quantitativement avec en moyenne 28 séances réalisées sur 30 possibles. Mais la réalisation qualitative n'a pas pu être suivie tout au long du protocole. Il y avait 3 séances sur 5 par semaine où la correction posturale des étirements ne pouvait pas être réalisée afin de suivre le bien déroulé du protocole. Pour limiter ce biais, le protocole a été démontré et présenté plusieurs fois durant les 6 semaines. Cette qualité de réalisation du protocole notamment dans les étirements passifs peut donc être une limite car les modalités avec le temps total d'étirement comme justifiées dans la revue de littérature sont des facteurs très importants.

Dans un second temps, la pression temporelle vis-à-vis de ma structure n'a pas permis de réaliser des tests ayant strictement les mêmes conditions environnementales avant et après protocole. En effet, l'état de fraîcheur des joueurs pendant les tests était différent avec pour les premiers tests, un état de récupération total car réalisés après une période de récupération et de vacances et ensuite pour les deuxièmes tests, un état de fatigue plus accentué avec la réalisation d'un tournoi la semaine précédant les tests.

Dans un dernier temps, nous ne pouvons pas allouer l'ensemble des améliorations au travail d'étirement. En effet, les joueurs continuaient de pratiquer leur sport ainsi que des activités externes de type musculation dont nous ne pouvons pas avoir d'influence. Ce renforcement musculaire a donc pu avoir un impact sur les résultats aux tests, car l'on sait que d'après Afonso & al (2021), le travail de force a des effets similaires à un travail d'étirements dans l'objectif de développer l'ADM articulaire. Cette limite pourrait être responsable de l'évolution significative de la cheville droite en dorsiflexion chez le groupe contrôle. Malgré tout, les sujets du groupe expérimental ont tous amélioré ou égalé leur performance que ce soit en termes d'ADM articulaire qu'au niveau des tests physiques hormis le sujet 5 qui a subi la même évolution que les sujets du groupe contrôle.

Par rapport à ce travail en force, il serait intéressant de mener une étude comparative avec l'utilisation combinatoire de ces deux méthodes donc d'un travail de force combiné à un travail d'étirement dans un but d'augmentation de l'amplitude de mouvement articulaire.

Dans cette perspective, l'impact des étirements sur l'ADM articulaire et notamment sa corrélation avec les performances physiques est un aspect du développement du sportif et du basketteur qui reste à développer et à explorer. Notamment vis-à-vis des modalités d'étirements (du type d'étirement, du temps d'étirement, de la fréquence...) Il n'y a toujours pas de consensus scientifique établi qui traite de ce sujet

mais la méta-analyse de Thomas & al (2018) semble intéressante vis-à-vis de l'augmentation de l'amplitude de mouvement articulaire.

Il est aussi important de se poser la question de l'équilibre à avoir entre souplesse et raideur musculaire. En effet, afin d'avoir une amplitude élevée, il est important d'avoir une force suffisante du muscle agoniste du mouvement par rapport au muscle antagoniste étiré qui doit donc lui avoir une flexibilité articulaire suffisante pour ne pas limiter l'amplitude de mouvement. Selon Gervasi & al (2022), la rigidité de l'unité tendon-muscle peut affecter les performances athlétiques en modifiant le cycle d'étirement raccourcissement chez des jeunes basketteurs avec une rigidité croissante avec l'évolution de la maturation. De plus, selon Pentidis & al (2020), il existe une corrélation positive entre la raideur du tendon d'Achille et les performances au SJ ainsi qu'au CMJ. Nous pouvons donc nous demander jusqu'où est-il utile de développer l'amplitude de mouvement et quel équilibre doit être fait entre raideur et flexibilité dans un but de performance selon les spécificités du sport en question.

## VI. Conclusion

L'objectif de notre étude était d'identifier si un protocole d'étirements de 6 semaines pouvant induire une augmentation de l'ADM des articulations des membres inférieurs permettait d'observer aussi une augmentation des performances physiques générales de basketteur âgés de 15 à 18 ans. Nous avons donc émis deux hypothèses :

- Hypothèse 0 : L'augmentation de l'amplitude de mouvement articulaire n'a pas d'impact sur les performances générales chez le basketteur.
- Hypothèse 1 : L'augmentation de l'amplitude de mouvement articulaire a un impact sur les performances générales chez le basketteur.

Notre étude ne montre pas de différence significative dans la majorité des ADM articulaire sauf au niveau de la hanche droite en flexion, et similairement dans la majorité des tests physiques avec une significativité uniquement au niveau du T-TEST. Elle montre aussi une corrélation modérée entre l'ADM de la hanche en flexion avec les performances au T-TEST. L'hypothèse H1 pourrait donc être validée mais le nombre trop important de biais ne nous permet pas de valider scientifiquement cette hypothèse.

Le caractère aigu de l'impact de l'ADM sur la performance étant déjà prouvé scientifiquement, il serait donc intéressant et nécessaire de réaliser d'avantages de recherches et d'études à ce sujet afin de déterminer les meilleures modalités d'étirement ainsi que pour explorer les différentes composantes de la mobilité.

Si un consensus est trouvé au sein des diverses modalités d'étirement et de leur utilisation en fonction du contexte, cela pourrait permettre aux entraîneurs et aux préparateurs physiques d'envisager l'emploi optimal de cette technique dans un but de développement de la mobilité.

La revue de littérature de cette étude permet d'avoir des pistes dans un contexte de développement de l'ADM articulaire avant une séance d'entraînement au niveau des modalités qui peuvent être utilisées et des recommandations dans un but d'optimisation et d'amélioration. Ce travail semblerait intéressant pour les athlètes présentant des raideurs au niveau donc de la loge postérieure de la cuisse et pourrait permettre de réduire sa raideur afin d'augmenter son ADM de la hanche en flexion.

## Références bibliographiques

- Afonso, J., Ramirez-Campillo, R., Moscão, J., Rocha, T., Zacca, R., Martins, A., Milheiro, A. A., Ferreira, J., Sarmiento, H., & Clemente, F. M. (2021). Strength Training versus Stretching for Improving Range of Motion : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 9(4), 427. <https://doi.org/10.3390/healthcare9040427>
- Alipasali, F., Papadopoulou, S. D., Gissis, I., Komsis, G., Komsis, S., Kyranoudis, A., Knechtle, B., & Nikolaidis, P. T. (2019). The Effect of Static and Dynamic Stretching Exercises on Sprint Ability of Recreational Male Volleyball Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(16), 2835. <https://doi.org/10.3390/ijerph16162835>
- Bandy, W. D., Irion, J. M., & Briggler, M. (1997). The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Physical Therapy*, 77(10), 1090-1096. <https://doi.org/10.1093/ptj/77.10.1090>
- Bême, S. & Dumortier, B. (2016). *Préparation Physique : Entraînement fonctionnel*. France : de Lulu.com
- Behm, D. G., Blazevich, A. J., Kay, A. D., & McHugh, M. (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: A systematic review. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquée, Nutrition Et Metabolisme*, 41(1), 1-11. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0235>
- Boyle, M. (2004). *Functional Training for Sports*. Etats-Unis : de Human Kinetics
- Broussal Derval, A. (2018). *L'art du mouvement*. Paris : de 4Trainer.
- Broussal Derval & Bolliet (2012) *Les tests de terrain*. Paris : de 4Trainer

Chaabene, H., Behm, D. G., Negra, Y., & Granacher, U. (2019). Acute Effects of Static Stretching on Muscle Strength and Power : An Attempt to Clarify Previous Caveats. *Frontiers in Physiology*, *10*, 1468.

<https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01468>

Cheatham, S. W., Kolber, M. J., Cain, M., & Lee, M. (2015). THE EFFECTS OF SELF-MYOFASCIAL RELEASE USING A FOAM ROLL OR ROLLER MASSAGER ON JOINT RANGE OF MOTION, MUSCLE RECOVERY, AND PERFORMANCE : A SYSTEMATIC REVIEW. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *10*(6), 827-838.

Cometti, G. & Travaillant, G. *Analyse des efforts en basket*, 2003.  
[https://issuu.com/cepdijon/docs/analyse\\_effort\\_basket?utm\\_medium=referral&utm\\_source=www.cepcometti.com](https://issuu.com/cepdijon/docs/analyse_effort_basket?utm_medium=referral&utm_source=www.cepcometti.com) (accédé le 09/05/2023)

Cook, G. (2003). *Athletic body in balance*. Etats-Unis : de Human Kinetics

Cook, G., Burton, L., Kiesel, K., Rose, G & Milo, F. (2011). *Movement : Functional Movement*

Davis, A. M., Bridge, P., Miller, J. et Nelson-Wong, E. (2011). Interrater and Intrarater Reliability of the Active Hip Abduction Test. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *41*(12), 953-960.

<https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3684>

Domínguez-Díez, M., Castillo, D., Raya-González, J., Sánchez-Díaz, S., Soto-Célix, M., Rendo-Urteaga, T., & Lago-Rodríguez, Á. (2021). Comparison of multidirectional jump performance and lower limb passive range of motion profile between soccer and basketball young players. *PloS One*, *16*(1), e0245277. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245277>

Fletcher, I. M., & Jones, B. (2004). The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *18*(4), 885-888. <https://doi.org/10.1519/14493.1>

Gajdosik, R. (1985). Rectus Femoris Muscle Tightness: Intratester Reliability of an Active Knee Flexion Test. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 6(5), 289-292.

<https://doi.org/10.2519/jospt.1985.6.5.289>

Gervasi, M., Benelli, P., Venerandi, R. et Fernández-Peña, E. (2022). Relationship between Muscle-Tendon Stiffness and Drop Jump Performance in Young Male Basketball Players during Developmental Stages. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), 17017.

<https://doi.org/10.3390/ijerph192417017>

Glänzel, M. H., Rodrigues, D. R., Petter, G. N., Pozzobon, D., Vaz, M. A., & Geremia, J. M. (2022). Foam Rolling Acute Effects on Myofascial Tissue Stiffness and Muscle Strength : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004385>

Göeken, L. N. et Hof, A. L. (1993). Instrumental straight-leg raising: results in healthy subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74(2), 194-203.

Hall, E. A. et Docherty, C. L. (2017). Validity of clinical outcome measures to evaluate ankle range of motion during the weight-bearing lunge test. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(7), 618-621.

<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.11.001>

Ikeda, N., & Ryushi, T. (2021). Effects of 6-Week Static Stretching of Knee Extensors on Flexibility, Muscle Strength, Jump Performance, and Muscle Endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(3), 715-723. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002819>

Ivanović, J., Kukić, F., Greco, G., Koropanovski, N., Jakovljević, S. et Dopsaj, M. (2022). Specific Physical Ability Prediction in Youth Basketball Players According to Playing Position. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(2), 977.

LaRoche, D. P., Lussier, M. V., & Roy, S. J. (2008). Chronic stretching and voluntary muscle force. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 589-596.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181636aef>

Lempke, L., Wilkinson, R., Murray, C., & Stanek, J. (2018). The Effectiveness of PNF Versus Static Stretching on Increasing Hip-Flexion Range of Motion. *Journal of Sport Rehabilitation*, 27(3), 289-294.  
<https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0098>

Melocchi, I., Filipas, L., Lovecchio, N., DE Nardi, M., LA Torre, A., & Codella, R. (2021). Effects of different stretching methods on vertical jump ability and range of motion in young female artistic gymnastics athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 61(4), 527-533.  
<https://doi.org/10.23736/S0022-4707.20.11386-0>

Mizuno, T. (2022). Effects of Dynamic Stretching Velocity on Joint Range of Motion, Muscle Strength, and Subjective Fatigue. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(9), 2440-2447.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003842>

Moreno-Pérez, V., Del Coso, J., Raya-González, J., Nakamura, F. Y., & Castillo, D. (2020). Effects of basketball match-play on ankle dorsiflexion range of motion and vertical jump performance in semi-professional players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(1), 110-118.  
<https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.09918-3>

Opplert, J., & Babault, N. (2018). Acute Effects of Dynamic Stretching on Muscle Flexibility and Performance : An Analysis of the Current Literature. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(2), 299-325.  
<https://doi.org/10.1007/s40279-017-0797-9>



Pentidis, N., Mersmann, F., Bohm, S., Giannakou, E., Aggelousis, N. et Arampatzis, A. (2020). Effects of long-term athletic training on muscle morphology and tendon stiffness in preadolescence: association with jump performance. *European Journal of Applied Physiology*, 120(12), 2715-2727. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04490-7>

Richman, E. D., Tyo, B. M., & Nicks, C. R. (2019). Combined Effects of Self-Myofascial Release and Dynamic Stretching on Range of Motion, Jump, Sprint, and Agility Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(7), 1795-1803. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002676>

Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Franco-Márquez, F., Yáñez-García, J. M. et González-Badillo, J. J. (2017). Traditional vs. Sport-Specific Vertical Jump Tests: Reliability, Validity, and Relationship With the Legs Strength and Sprint Performance in Adult and Teen Soccer and Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(1), 196-206. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001476>

Samozino, P., Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., Saez de Villarreal, E. et Morin, J.-B. (2016). A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(6), 648-658. <https://doi.org/10.1111/sms.12490>

Sekulic, D., Pehar, M., Krolo, A., Spasic, M., Uljevic, O., Calleja-González, J. et Sattler, T. (2017). Evaluation of Basketball-Specific Agility: Applicability of Preplanned and Nonplanned Agility Performances for Differentiating Playing Positions and Playing Levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(8), 2278-2288. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001646>

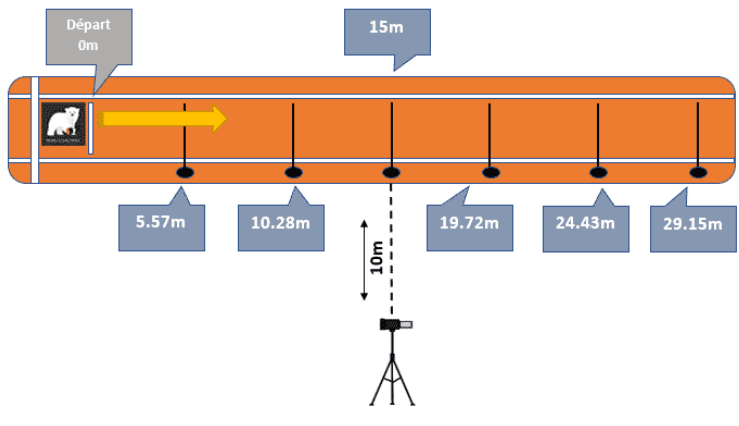
Su, H., Chang, N.-J., Wu, W.-L., Guo, L.-Y., & Chu, I.-H. (2017). Acute Effects of Foam Rolling, Static Stretching, and Dynamic Stretching During Warm-ups on Muscular Flexibility and Strength in Young Adults. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(6), 469-477. <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0102>

Thomas, E., Bianco, A., Paoli, A., & Palma, A. (2018). The Relation Between Stretching Typology and Stretching Duration : The Effects on Range of Motion. *International Journal of Sports Medicine*, 39(4), 243-254. <https://doi.org/10.1055/s-0044-101146>

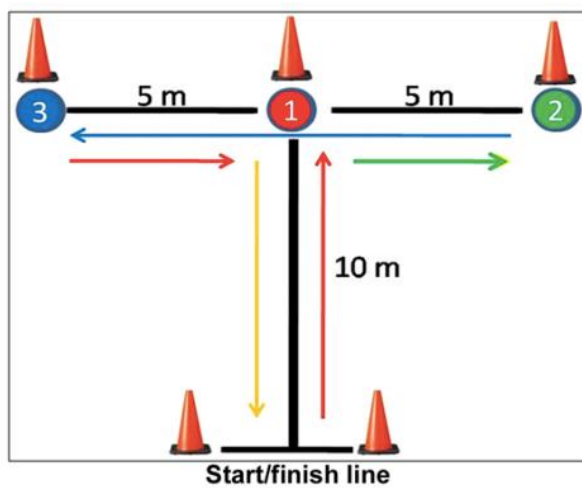
Thrash, K., & Kelly, B. (1987). Flexibility and Strength Training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 1(4), 74. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(1987\)001<0074:FAST>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(1987)001<0074:FAST>2.3.CO;2)

## Annexes

**Annexe n°1 :** Disposition du test de sprint sur 20 m selon My Sprint (Samozino & al, 2016)



**Annexe n°2 :** Disposition du T-TEST



### Annexe n°3 : Traitement statistique : ADM Hanche en abduction

ATHLETES		HIP ABDUCTION ROM (°)				ATHLETES		HIP ABDUCTION ROM (°)			
SUJET		GAUCHE 1	GAUCHE 2	DROITE 1	DROITE 2	SUJET		GAUCHE 1	GAUCHE 2	DROITE 1	DROITE 2
SUJET 1		43	56	34	57	SUJET 5		67	58	52	54
SUJET 2		60	58	60	54	SUJET 6		30	32	40	36
SUJET 3		63	67	47	70	SUJET 7		48	51	53	53
SUJET 4		34	45	34	46	SUJET 8		50	54	58	56
SUJET 5		30	37	30	40	SUJET 9		76	77	86	80

GAUCHE				DROITE				GAIN		
MOYENNE		ECART TYPE		MOYENNE		ECART TYPE				
AVANT	APRES	AVANT	APRES	AVANT	APRES	AVANT	APRES			
GROUPE TEST	46	52,6	14,94932	11,71751	GROUPE TEST	41	53,4	12,40967	11,43678	30
GROUPE CONTRÔLE	54,2	54,4	17,89413	16,10279	GROUPE CONTRÔLE	57,8	55,8	17,09386	15,7226	-3

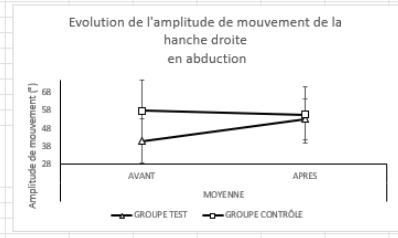
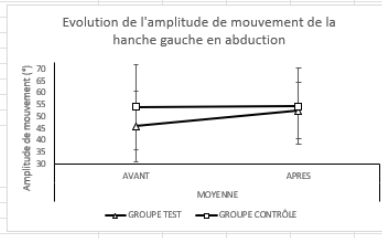
  

	GAUCHE	DROITE
NORMALITE TEST	0,357	0,873
HOMOGENEITE TEST	0,3976	0,6724
NORMALITE CONTRÔLE	0,843	0,826
HOMOGENEITE CONTRÔLE	0,6121	0,8296

ANOVA APPARIES		
ENTRE GROUPE	0,6146	0,29326
REPETITIONS	0,09172	0,09625
INTERACTIONS	0,30905	0,03117
TEST T DE STUDENT	0,068	0,091
TEST T DE STUDENT CONT	0,272	0,23
EFFECT SIZE	0,522	FAIBLE
	0,559	MOYEN

L'évolution n dans les 2 grps est



### Annexe n°4 : Traitement statistique : ADM Hanche en flexion

ATHLETES		HIP FLEXION ROM (°)				ATHLETES		HIP FLEXION ROM (°)			
SUJET		GAUCHE 1	GAUCHE 2	DROITE 1	DROITE 2	SUJET		GAUCHE 1	GAUCHE 2	DROITE 1	DROITE 2
SUJET 5		90	91	90	89	SUJET 1		67	72	72	73
SUJET 6		39	40	30	37	SUJET 2		78	81	75	79
SUJET 7		51	50	50	50	SUJET 3		58	72	63	70
SUJET 8		62	60	62	61	SUJET 4		70	75	70	76
SUJET 9		85	86	85	87	SUJET 5		48	46	43	45

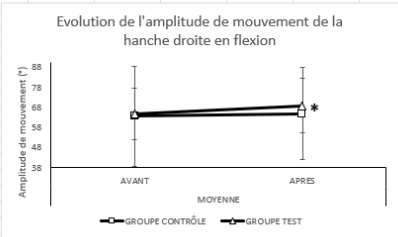
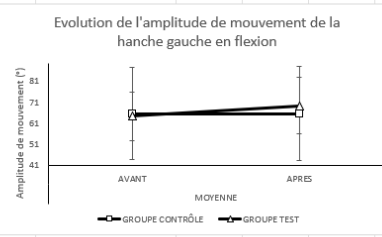
GAUCHE				DROITE					
MOYENNE		ECART TYPE		MOYENNE		ECART TYPE			
AVANT	APRES	AVANT	APRES	AVANT	APRES	AVANT	APRES		
GROUPE CONTRÔLE	65,4	65,4	21,8242984	22,311432	GROUPE CONTRÔLE	63,4	64,8	24,8555829	22,8298051
GROUPE TEST	64,2	69,2	11,5412304	13,4796142	GROUPE TEST	64,6	68,6	12,8569048	13,6124943

	GAUCHE	DROITE
NORMALITE TEST	0,978	0,006
HOMOGENEITE TEST	0,9465	0,9759
NORMALITE CONTRÔLE	0,599	0,472
HOMOGENEITE CONTRÔLE	0,8898	0,9204

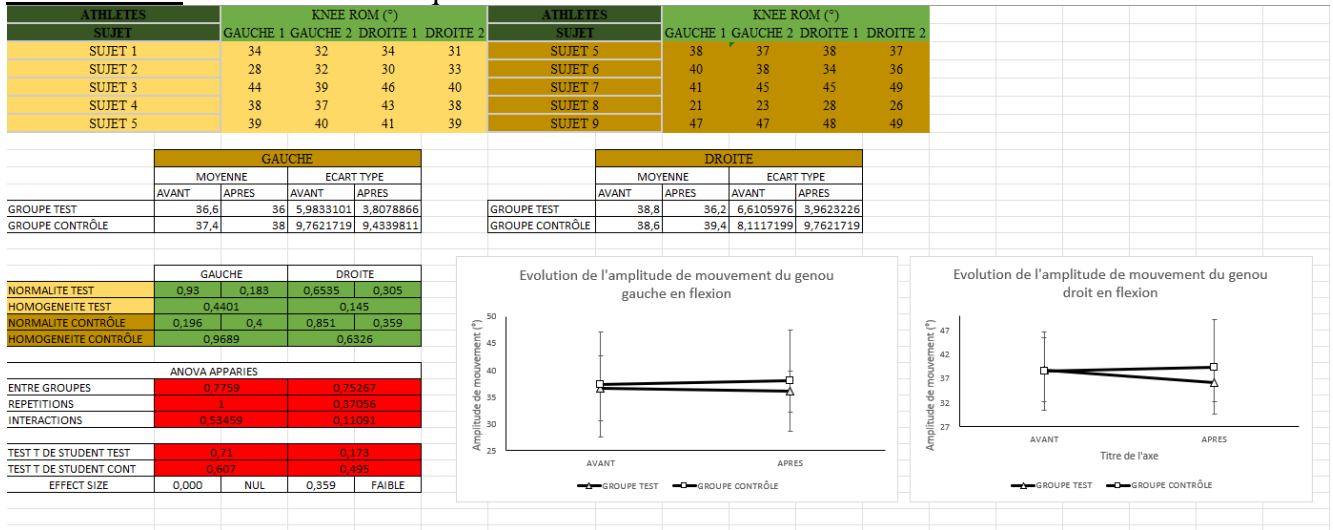
  

ANOVA APPARIES		
ENTRE GROUPE	0,91105	0,84233
REPETITIONS	0,09743	0,02109
INTERACTIONS	0,09743	0,20552
TEST T DE STUDENT TEST	0,125	0,025
TEST T DE STUDENT CONT	1	0,404
EFFECT SIZE	0,390	FAIBLE
	0,38	FAIBLE

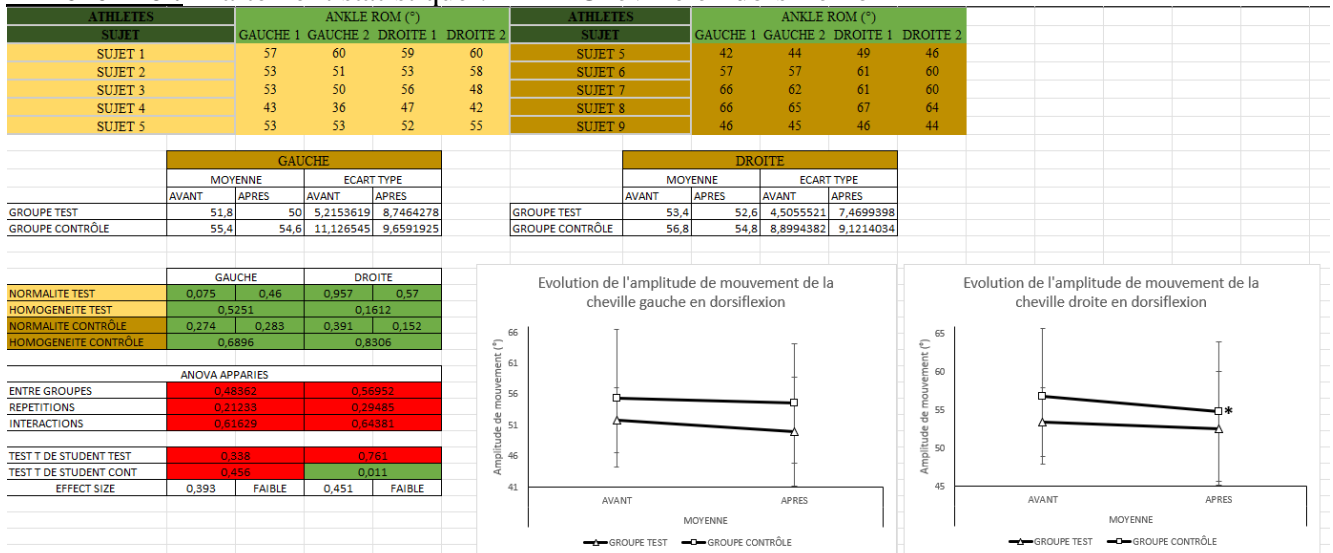


\* / p<0,055 différent de la condition avant

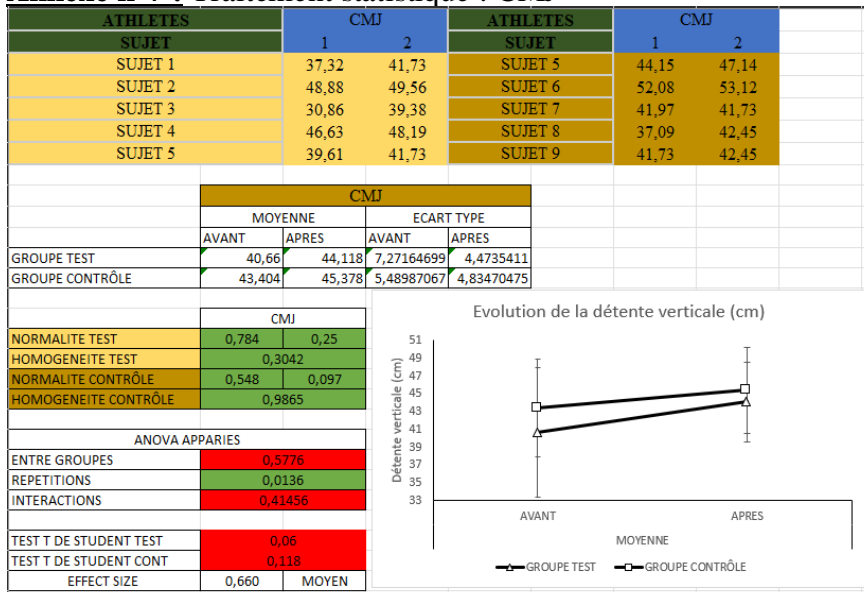
### Annexe n°5 : Traitement statistique : ADM Genou en flexion



### Annexe n°6 : Traitement statistique : ADM Cheville en dorsiflexion



### Annexe n°7 : Traitement statistique : CMJ



**Annexe n°8 : Traitement statistique : SPRINT 20M**

ATHLETES		SPRINT 20m		ATHLETES		SPRINT 20m	
SUJET		1	2	SUJET		1	2
SUJET 1		3,414	3,519	SUJET 5		3,312	3,299
SUJET 2		3,262	3,187	SUJET 6		3,127	3,132
SUJET 3		3,633	3,578	SUJET 7		3,329	3,369
SUJET 4		3,329	3,335	SUJET 8		3,143	3,135
SUJET 5		3,464	3,543	SUJET 9		3,245	3,229

	SPRINT 20m			
	MOYENNE		ECART TYPE	
	AVANT	APRES	AVANT	APRES
GRUPE TEST	3,4204	3,4324	0,14193766	0,16631236
GRUPE CONTRÔLE	3,2312	3,2328	0,09343554	0,10328698

	SPRINT 20m	
NORMALITE TEST	0,856	0,262
HOMOGENEITE TEST	0,4847	
NORMALITE CONTRÔLE	0,298	0,47
HOMOGENEITE CONTRÔLE	0,8882	

ANOVA APPARIES	
ENTRE GROUPES	0,04094
REPETITIONS	0,7225
INTERACTIONS	0,7856

TEST T DE STUDENT TEST	0,752
TEST T DE STUDENT CONT	0,883
EFFECT SIZE	0,212 FAIBLE

Evolution du temps au sprint sur 20 m (s)

**Annexe n°9 : Traitement statistique : T-TEST**

ATHLETES		T TEST		ATHLETES		T TEST	
SUJET		1	2	SUJET		1	2
SUJET 1		10,29	10,22	SUJET 5		10,34	10,3
SUJET 2		10,25	10,14	SUJET 6		10,6	10,67
SUJET 3		10,91	10,85	SUJET 7		10,11	10,23
SUJET 4		10,29	10,2	SUJET 8		10,75	10,69
SUJET 5		11,29	11,18	SUJET 9		10,13	10,17

	SPRINT 20m				GAIN
	MOYENNE		ECART TYPE		
	AVANT	APRES	AVANT	APRES	
GRUPE TEST	10,606	10,518	0,4708291	0,4693826	-1
GRUPE CONTRÔLE	10,386	10,412	0,2837781	0,2490381	0

	SPRINT 20m	
NORMALITE TEST	0,077	0,109
HOMOGENEITE TEST	0,9813	
NORMALITE CONTRÔLE	0,417	0,123
HOMOGENEITE CONTRÔLE	0,7881	

ANOVA APPARIES	
ENTRE GROUPES	0,51812
REPETITIONS	0,11633
INTERACTIONS	0,01192

TEST T DE STUDENT TEST	0
TEST T DE STUDENT CONT	0,483
EFFECT SIZE	0,284 FAIBLE

L'évolution dans les deux groupes est

Evolution du temps au T-TEST (s)

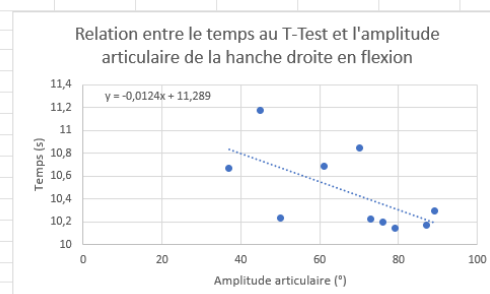
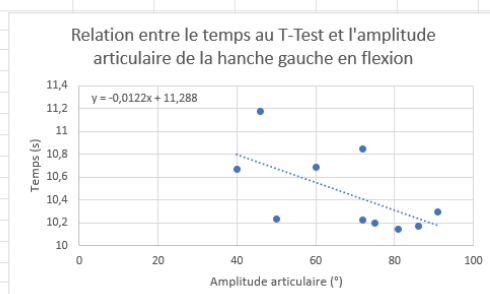
  

\*. p<0,055 différent de la condition avant  
 \$\$: p<0,01 différent de contrôle

**Annexe n°10** : Traitement statistique : Corrélations entre ADM et performances

		CMJ		SPRINT 20M		T-TEST	
		R (%)	Rthéorique	R (%)	Rthéorique	R (%)	Rthéorique
HIP FLEXION ROM	GAUCHE	-4,08		-3,31		-59,63	
	DROITE	-8,21		-2,7		-61,44	
KNEE ROM	GAUCHE	-12,88		26,45		-9,07	
	DROITE	-23,11	0,576	20,11	0,576	-16,94	0,576
ANKLE ROM	GAUCHE	-27,06		-6,58		25,88	
	DROITE	0,63		-20,12		20,1	
HIP ABDUCTION ROM	GAUCHE	-47,87		5,82		-41,45	
	DROITE	-56,14		10,21		-31,26	

HIP FLEXION ROM GAUCHE	HIP FLEXION ROM DROITE	T-TEST
72	73	10,22
81	79	10,14
72	70	10,85
75	76	10,2
46	45	11,18
91	89	10,3
40	37	10,67
50	50	10,23
60	61	10,69
86	87	10,17









**Annexe n°11** : Fiche de suivi des routines d'étirement :

ATHLETES	SEMAINE 1					SEMAINE 2					SEMAINE 3		
	#1 - Lundi	#2 - Mardi	#3 - Mercredi	#4 - Jeudi	#5 - Vendredi	#1 - Lundi	#2 - Mardi	#3 - Mercredi	#4 - Jeudi	#5 - Vendredi	#1 - Lundi	#2 - Mardi	#3 - Mercredi
SUJET 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUJET 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUJET 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUJET 4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUJET 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Annexe n°12** : Protocole d'étirements

**ÉTIREMENTS**

Exercice :	Instructions :	Durée d'étirement :	Exercice :	Durée d'étirement :
<b>Etirement de la chaîne postérieure statique</b> 	Jambes tendues, on vient chercher le plus bas possible avec ses bras.	20 secondes d'étirement	<b>Etirement de la chaîne postérieure dynamique : Sans à-coups</b> 	1 seconde d'étirement par répétition – 10 répétitions
<b>Etirement de la chaîne postérieure assis statique</b> 	Assis avec les jambes tendues. Avec élastique ou avec les mains, étirer la chaîne postérieure.	30 secondes d'étirement par jambe	<b>Etirement de la chaîne postérieure assis dynamique : talons fesses</b>	10 répétitions
<b>Etirement mollet : chevalier servant statique</b> 	En fente, aller vers l'avant en favorisant la dorsiflexion avec le genou le plus en avant des orteils. Talon fixé au sol.	20 secondes d'étirement par jambe	<b>Etirement mollet : chevalier servant dynamique</b>	1 seconde d'étirement par répétition – 10 répétitions
<b>Etirement mollet FNP</b> 	Relâchement, contraction en remontant les talons puis relâchement dans une ADM plus importante.	3 répétitions avec 3 secondes de contraction suivies de 10 secondes de relâchement et d'étirement		
<b>Etirement tibial antérieur + quadriceps : Extension des deux chevilles en position à genou.</b> 	A genoux, pieds en extension, s'allonger sur l'arrière en essayant de poser les fesses sur les talons.	30 secondes d'étirement		



<b>Etirement unilatéral du quadriceps</b>	Debout, on prend sa cheville avec la main et on la tire vers les fesses	30 secondes par jambe	<b>Etirement dynamique quadriceps : montées de genoux</b>	10 répétitions
<b>Etirement de l'ilio-pectiné statique</b> 	Position de fente avec la jambe avant lointaine.	20 secondes d'étirement par jambe X2	<b>Etirement dynamique de l'ilio-pectiné : fentes + extension de hanche</b>	1 seconde d'étirement par répétition – 10 répétitions
<b>Etirement statique des fessiers</b> 	Allongé sur le dos, rotation externe de hanche pour avoir tibia perpendiculaire à la hanche. On ramène l'autre genou. Et on vient tirer avec les deux mains la cuisse.	20 secondes d'étirement par jambe X2	<b>Etirement dynamique des fessiers</b>	1 seconde d'étirement par répétition – 10 répétitions
<b>Etirement du TFL</b> 	En appui, on vient rechercher l'étirement en croisant les appuis et en allant le plus loin possible vers le côté d'étirement.	30 secondes d'étirement par côté		
<b>Etirement statique des adducteurs</b> 	On se met en position de tailleur en ramenant les jambes le plus proche de soi et on vient pousser avec nos coudes contre nos genoux.	20 secondes d'étirement	<b>Etirement dynamique adducteurs :</b> 	1 seconde d'étirement par répétition – 10 répétitions

## Résumé

**Objectif :** L'objectif de cette étude est de déterminer si un protocole d'étirements de 6 semaines induisant une augmentation de l'amplitude de mouvement des articulations des membres inférieurs permet d'observer une augmentation des performances générales chez des basketteurs âgés de 15 à 18 ans.

**Méthode :** Deux sessions de tests ont été réalisés chez 10 basketteurs. Avec une première session avant le protocole d'entraînement. Les sujets étaient évalués selon quatre amplitudes de mouvement au niveau des articulations des membres inférieurs de la hanche, du genou et de la cheville ainsi que sur trois tests physiques : le CMJ, le sprint sur 20 mètres et le T-TEST. Puis, pendant six semaines avec cinq entraînements par semaine précédant chaque entraînement, les sujets ont réalisé un protocole d'étirements afin de développer leur amplitude de mouvement articulaire. Une deuxième session de tests a été réalisée après le protocole d'entraînement afin de comparer les résultats avec ceux obtenus avant intervention.

**Résultats :** Les résultats obtenus post-tests ne sont globalement pas significatifs. Mais deux tests présentent des significativités ( $p < 0,05$ ) avec une taille d'effet faible (0,38 et 0,284) au niveau de l'amplitude de mouvement de la hanche droite en flexion ainsi qu'au T-TEST. Une corrélation modérée a été établie entre l'amplitude de mouvement de la hanche en flexion avec le T-TEST avec un coefficient respectif de 0,61 et 0,59 pour la hanche gauche et la hanche droite.

**Conclusion :** En raison des nombreux biais liés à l'étude, ce protocole d'étirement ne peut pas être validé comme permettant de développer l'amplitude de mouvement articulaire des articulations des membres inférieurs malgré les résultats obtenus. Des études supplémentaires sont nécessaires afin de déterminer les meilleures modalités d'étirement et démontrer l'impact du caractère chronique d'un développement de l'amplitude de mouvement articulaire sur les performances physiques.

**Mots clés :** Etirement – Amplitude de mouvement – Basket-ball – Mobilité - Performance

## Abstract

**Objective :** The aim of this study was to determine whether a 6-week stretching protocol inducing an increase in the range of motion of the lower limb joints leads to increase in general performance in basketball players aged 15 to 18 years.

**Method :** Two sessions of tests were performed on 10 basketball players. With a first session before the training protocol. The subjects were evaluated on four ranges of motion in the lower limb joints of the hip, knee and ankle and on three physical tests : the CMJ, the 20-meter sprint and the T-TEST. Then, for six weeks with five training sessions per week prior to each training session, the subjects performed a stretching protocol in order to develop their joint range of motion. A second session of tests was performed after the training protocol in order to compare the results with those obtained before the intervention.

**Results :** The post-test results were not significant overall. However, two tests were significant ( $p < 0,05$ ) with a small effect size (0,38 and 0,284) for the range of motion of the right hip in flexion and the T-TEST. A moderate correlation was found between hip range of motion in flexion with the T-TEST with a respective coefficient of 0,61 and 0,59 for the left and right hip.

**Conclusion :** Due to the many biases associated with the study, this stretching protocol cannot be validated as developing lower extremity joint range of motion despite the results obtained. Further studies are needed to determine the best stretching modalities and to demonstrate the impact of chronic range of motion development on physical performance.

**Key words :** Stretching – Range of motion – Basketball – Flexibility - Performance

## Compétences

**Evaluer** physiquement les joueurs afin de déterminer des axes prioritaires d'amélioration

**Analyser** les mouvements de musculation et d'haltérophilie dans une quête de développement et de respect de l'intégrité physique des joueurs

**Planifier** et **programmer** des séances de préparation physique spécifique au basket-ball

**Concevoir** et **animer** des séances de musculation pour des sportifs de haut-niveau et des sportifs en voie de réathlétisation

**S'adapter** en fonction des circonstances de terrain et du contexte

**Analyser** et **suivre** l'état de forme et la charge d'entraînement d'une équipe

**Expérimenter** de nouvelles méthodes et acquérir de nouvelles connaissances en lien avec celles-ci