

Année universitaire 2024-2025

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

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

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

MÉMOIRE

TITRE : L'INFLUENCE D'UN PROTOCOLE DE SOUPLESSE PASSIVE COMBINÉ A
L'IMAGERIE MOTRICE SUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA SOUPLESSE DES MEMBRES
INFÉRIEURS EN GYMNASTIQUE RYTHMIQUE

Par : Océane Gerbeaux

Sous la direction de : Mme Gaëlle Marais

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

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

Remerciements

Je tiens dans un premier temps à remercier le Département des Sciences du Sport et de l'Éducation Physique et son corps enseignant pour son accompagnement tout au long de cette année universitaire.

Je remercie plus particulièrement Mme Delerue et M Dufour pour leur accompagnement et leur bienveillance autour de la préparation mentale ainsi que Mme. Marais, pour avoir accepté de diriger ce mémoire et pour son accompagnement précieux sur tout mon parcours.

Ensuite, je souhaite remercier le club de Lille GRS, mon maître d'apprentissage Mme Pechillon ainsi que mes collègues Mme Billiald et Mme Duflot Pouliquen pour leur confiance et leurs précieux conseils sur cette première année d'apprentissage durant laquelle j'ai pu effectuer ce mémoire en toute liberté.

Je remercie également, toutes les personnes ayant accepté de relire ce mémoire.

Finalement, je remercie les 18 gymnastes en sport étude au collège Carnot de Lille ayant participé avec enthousiasme à mon étude.

Merci à tous.

Table des matières

Glossaire.....	6
Introduction.....	7
1 Revue de littérature.....	9
1.1 La Gymnastique Rythmique (GR).....	9
1.2 La souplesse.....	9
1.3 L'imagerie motrice.....	11
1.3.1 Définitions.....	11
1.3.2 Les principes d'utilisation de l'imagerie motrice.....	13
1.3.3 Domaines d'utilisation de l'imagerie motrice.....	14
1.3.4 Évaluation de la capacité d'imagerie motrice.....	15
1.4 Imagerie motrice et souplesse.....	16
2 Problématique, objectif et hypothèses.....	19
2.1 Problématique.....	19
2.2 Objectif et hypothèses.....	19
3 Stage.....	20
3.1 Milieu professionnel.....	20
3.2 Sujets.....	20
3.3 Matériel et techniques de mesure.....	21
3.4 Protocole.....	22
3.4.1 Tests de souplesse passive avant et après le protocole d'entraînement.....	23
3.4.2 Protocole d'entraînement.....	25
3.5 Analyse statistique.....	27
4 Résultats.....	28
5 Discussion.....	32
5.1 Interprétation.....	32
5.2 Limites.....	33
5.3 Applications sur le terrain.....	34
5.4 Perspectives.....	34
Conclusion.....	36
Bibliographie.....	37
Sitographie.....	45
Annexe 1.....	46
Annexe 2.....	46
6 Résumé.....	49
Abstract.....	50
Compétences acquises.....	51

Glossaire

Index lexical

étirements statiques (SS).....	7
facilitation neuromusculaire proprioceptive (PNF).....	7
Fédération Française de Gymnastique (FFGYM).....	20
Fédération Internationale de Gymnastique (FIG).....	7
gymnastique rythmique (GR).....	7
imagerie mentale (MI).....	11
jambe non préférentielle (JNP).....	23
jambe préférentielle (JP).....	23
Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ).....	15
MIQ (Movement Imagery Questionnaire).....	15
MIQ-R (Movement Imagery Questionnaire – Revised).....	15
taille de l'effet (ES).....	27
VMIQ-2 (Vividness of Movement Imagery Questionnaire 2).....	15

Introduction

La souplesse passive est une qualité physique omniprésente dans tous les sports avec une importance qui varie selon la discipline. En effet, la souplesse permet notamment d'éviter les blessures (Canal, 2005), d'assurer la mobilité articulaire mais aussi de développer d'autres qualités physiques telles que la vitesse ou l'agilité, déterminantes en sports collectifs par exemple (Rémi, 2024). Le manque de souplesse entraîne un manque d'amplitude dans certains mouvements, entraînant une baisse de performance technique et sportive (García-Pinillos et al., 2015).

Dans certains sports, la souplesse devient un réel facteur de performance et porte une place centrale dans la pratique, c'est le cas de la gymnastique rythmique (GR) (Douda et al., 2008 ; Santos et al., 2015). La GR est un sport régit par des règles définies par un code de pointage. Ce code, écrit par la Fédération Internationale de Gymnastique (FIG), impose actuellement la réalisation de difficultés corporelles à grandes amplitudes (Illustration 1) sollicitant une souplesse passive et active extrêmes des membres inférieurs, du dos et des épaules. Ainsi, les tests de souplesse sont très utilisés en gymnastique rythmique à des fins de détection et pour déceler les niveaux de pratique. D'après ces éléments, développer la souplesse en GR devient un enjeu majeur pour l'entraîneur afin de permettre aux gymnastes d'atteindre leur meilleur niveau (Boligon et al., 2015).

L'an dernier, dans le cadre de mon mémoire de fin de licence STAPS, j'ai choisi de travailler sur le développement de la souplesse passive des membres inférieurs des gymnastes dans un objectif d'amélioration de la réalisation de l'équilibre « I » dans sa forme et son amplitude. J'ai donc étudié les différentes techniques de souplesse existantes. Dans la littérature, on retrouve principalement, les étirements statiques (SS), la facilitation neuromusculaire proprioceptive (PNF), et les étirements dynamiques. Ces méthodes sont les plus comparées dans les études car les plus utilisées sur le terrain (Behm et al., 2023). J'avais choisi de travailler uniquement avec les étirements statiques continus (méthode traditionnelle) qui ont permis d'améliorer la forme et l'amplitude de l'équilibre « I » sur un cas particulier.

Cette année, la problématique soulevée est de trouver d'autres alternatives à ces méthodes jugées traumatisantes ou posant question sur l'intégrité physique des gymnastes (Sands et al., 2016 ; Gram et al., 2025) .

L'objet de cette étude est l'utilisation d'une méthode moderne qui n'est pas traumatisante pour les gymnastes et qui n'a jamais encore été utilisée pour le développement de la souplesse en gymnastique rythmique : l'imagerie motrice. Grâce à l'équivalence neurofonctionnelle, imaginer son muscle s'allonger et sa souplesse progresser, pourrait permettre de développer cette souplesse.

Pour cela, nous aborderons dans un premier temps la gymnastique rythmique. Ensuite, nous ferons un point sur la littérature actuelle traitant de la souplesse et de l'utilisation de l'imagerie motrice dans ce domaine d'application. Enfin, nous présenterons la population ainsi que le protocole d'étude avant de passer à l'analyse des résultats et à leur exploitation.



Illustration 1: Exemple d'une difficulté corporelle à grande amplitude (saut enjambé cambré); crédit: Mariya Muzychenko; Gymnaste: Taisiia Onofriichuk

1 Revue de littérature

1.1 La Gymnastique Rythmique (GR)

La Gymnastique Rythmique est un sport complexe mobilisant à la fois des compétences techniques, physiques, artistiques et mentales. Les gymnastes doivent présenter une chorégraphie associée à une musique et avec un ou plusieurs engins (corde, ballon, massues, cerceau, ruban) (CofreTaipe et al., 2021 ; Vaing, 2023). Ce sport allie l'expression du mouvement grâce à l'utilisation de différentes formes de corps et d'engin à l'interprétation de la musique (Boligon et al., 2015). Il peut se pratiquer seul (appelé « individuel ») ou en groupe (appelé « ensemble »).

La pratique de la GR requiert de nombreuses qualités physiques telles que la coordination, l'agilité, la puissance aérobie ou encore la souplesse (Douda et al., 2008 ; Despina et al. 2014). Plusieurs études ont montré que la souplesse jouait un rôle fondamental dans la performance en GR faisant d'elle la qualité physique la plus importante, expliquant 12 % de la performance (Douda et al., 2008; Gaspari et al., 2024). Les tests de souplesse sont courants en GR et sont utilisés aussi bien pour faire de la détection au plus jeune âge, pour déterminer le niveau ou la catégorie des gymnastes ou encore pour sélectionner les gymnastes qui accéderont au haut niveau. Boligon et al (2015) ont d'ailleurs montré que les gymnastes évoluant au meilleur niveau sont celles qui présentent des résultats bien supérieurs en terme de souplesse par rapport à des gymnastes évoluant dans les niveaux inférieurs.

La souplesse est un déterminant de la performance en GR pour plusieurs raisons : elle permet la réalisation des difficultés corporelles à grandes amplitudes, la réalisation d'éléments originaux qui enrichissent la composition de l'enchaînement et enfin, elle garantit la beauté et l'harmonie de la chorégraphie (Miletic et al., 2004).

1.2 La souplesse

La souplesse peut être associée aux termes de mobilité et de flexibilité. Elle désigne la qualité physique permettant de réaliser des mouvements avec une grande amplitude articulaire et se définit comme « la propriété intrinsèque des tissus qui détermine le degré de mouvement que l'on peut atteindre sans blessures au niveau d'une ou plusieurs articulations » (Reiss et Prévost, 2021). Selon Alter (2004), la souplesse peut aussi se définir comme « la capacité d'une articulation à se mouvoir sur toute son amplitude de mouvement sans restriction et sans douleur ».

La souplesse peut être divisée en deux types : la souplesse générale ou globale et la souplesse spécifique. La souplesse générale permet à chaque individu de se mouvoir sans difficulté et de conserver une bonne condition physique. Elle est utile dans les activités du quotidien et ne requiert pas d'atteindre des angulations extrêmes. Elle permet notamment de prévenir certaines pathologies et blessures. La souplesse spécifique, quant à elle, permet à l'athlète de pratiquer son activité physique avec aisance. Elle peut, selon les sports, faire appel à de très grandes amplitudes et est très variable selon l'activité du sujet.

On distingue ensuite deux formes de souplesse : la souplesse active et la souplesse passive (Pinjon, 2022). La souplesse active est associée à une contraction musculaire (souvent du muscle antagoniste pour mieux étirer le muscle agoniste) tandis que la souplesse passive est associée à des muscles relâchés qui utilisent souvent la gravité pour s'étirer.

Pour développer ces différentes formes de souplesse, différentes méthodes d'entraînement existent. Les plus communément utilisées et étudiées dans le sport sont : la méthode statique, la méthode dynamique et la méthode de facilitation proprioceptive neurofonctionnelle (PNF) (Behm et Chaouchi, 2011 ; Afondo et al., 2024 ; Behm 2024). La méthode statique consiste à se placer en position d'étirement pendant une période plus ou moins longue et maintenue de manière continue ou intermittente : « les étirements statiques impliquent l'allongement d'un groupe musculaire, généralement jusqu'à l'amplitude articulaire maximale, et le maintien de cette position plusieurs secondes » (Young et Behm, 2002). Les étirements dynamiques sous-entendent un mouvement du segment étiré, souvent un mouvement de balancier (Pinjon, 2022). « Les étirements dynamiques consistent à effectuer des mouvements à travers l'amplitude articulaire maximale en contractant les muscles agonistes, dans le but d'étirer les muscles antagonistes, sans maintien de position » (Smith, 1994 ; Jagers et al., 2008). La PNF est assimilée à une technique de contracté/relâché, elle utilise à la fois la contraction isométrique volontaire du muscle ainsi que son relâchement dans le but d'allonger le muscle en question (Sharman et al., 2006).

En GR, la souplesse est un facteur de performance fondamental. En effet, Miletic et al. (2004) ont montré que pour assurer les performances motrices et leurs apprentissages, les gymnastes ont besoin de mobiliser de grandes amplitudes. Vernetta et al. (2020) ont mis en évidence que la souplesse passive, principalement des hanches, du dos et des épaules, était un pilier de la performance agissant notamment sur l'explosivité, la fréquence de mouvement et la puissance musculaire des gestes spécifiques à la GR lors des difficultés corporelles et des mouvements de souplesse chorégraphiés. Les résultats révèlent que le degré de perfection technique et artistique des éléments est déterminé par le

degré d'amplitude du mouvement, renforçant ainsi l'idée que le travail de la souplesse passive doit être au centre des entraînements en GR. Ainsi, Guidetti et al. (2009), ont étudié les méthodes de développement de la souplesse utilisées en GR pendant les échauffements lors des compétitions sur des clubs élités nationaux et internationaux. Ils ont montré que les entraîneurs utilisaient principalement des étirements statiques afin d'améliorer la souplesse aiguë ; permettant d'atteindre les amplitudes nécessaires à la réalisation des difficultés corporelles demandées par le code de pointage. Les étirements dynamiques étaient surtout utilisés dans le but d'augmenter la température corporelle mais aussi de prévenir les blessures, réduire les courbatures et améliorer la souplesse passive. Guidetti et al (2009) affirment que la pratique des étirements statiques est le seul moyen d'atteindre les hauts niveaux de souplesse imposés par la réalisation des éléments en GR.

Les études ne permettent pas de mettre en avant une méthode plus efficace que les autres pour développer la souplesse passive en GR. En effet, Puentedura et al. (2022) et Külli (2022) ont comparé les effets des différentes méthodes (statique, passive et PNF) sur la souplesse passive en GR. Ils trouvent des résultats similaires pour les 3 méthodes. Donti et al. (2020) quant à eux, ont montré que lorsqu'on compare un travail d'étirement statique continu et un travail d'étirement statique intermittent en gymnastique rythmique, il n'y a pas de différence en ce qui concerne l'amélioration de la souplesse passive. Les deux méthodes sont aussi efficaces l'une que l'autre pour les gymnastes à condition que la durée totale d'étirement soit la même sur les deux protocoles.

1.3 L'imagerie motrice

1.3.1 Définitions

L'imagerie mentale (MI) est définie comme « la capacité de notre pensée à imaginer des sensations, actions, ou autres expériences » (Moran et al., 2012). D'autres définitions plus complètes mais similaires ont aussi été données : « il s'agit d'une expérience identique à l'expérience réelle. Nous sommes conscients de voir une image, de ressentir des sensations, de sentir les odeurs, le goût, d'entendre des bruits sans réellement les vivre » (White et Hardy, 1998) , ou encore « l'imagerie est le fait d'utiliser tous les sens pour créer ou reproduire une expérience dans son esprit » (Vaeley et Greenleaf, 2010). Ces définitions comprennent tous les types d'imagerie attachés à chaque sens (essentiellement visuel, auditif, kinesthésique et tactile).

Le canal proprioceptif (Guillot, 2024) est très utilisé dans le sport. Ce type d'imagerie se caractérise par l'imagination de l'action par l'esprit sans réalisation de l'action en question ni réception d'aucune stimulation ; c'est en fait « une simulation motrice sans engager les effecteurs musculaires » (Moran et al., 2012 ; Guillot, 2024). L'imagerie proprioceptive permet d'« évoquer mentalement les sensations perçues lors de l'exécution réelle » (Guillot, 2024). Elle comprend la perception de la stathésie (sens de la position), la kinesthésie (en mouvement) et de la dynamesthésie (force et résistances) (Puyjarinet, 2015 ; Guillot, 2024). Un autre type de canal très utilisé dans le contexte sportif est la vue, avec la visualisation : « processus de création ou de recréation d'images mentales qui impliquent spécifiquement le canal visuel, permettant à l'athlète de voir mentalement une action sans la réaliser physiquement » (MacDonald, 2012).

Afin de comprendre les relations entre expériences imaginées et expériences vécues, les outils d'imagerie cérébrale ont été utilisés. Ils ont permis d'analyser les configurations d'activités cérébrales lors de l'imagerie mentale. Lors de l'imagination d'un mouvement, plusieurs structures cérébrales sont activées. Ces régions cérébrales sont celles activées lors de la préparation, l'exécution et le contrôle du mouvement réel, c'est ce qu'on appelle l'équivalence neurofonctionnelle (Jeannerod, 2001).

Calmels et al. (2006 ; 2019) nous expliquent les différences et liens entre l'imagerie motrice et le mouvement réellement exécuté en se basant sur la théorie de la simulation de Jeannerod (2001). La simulation motrice « se caractérise par des états cognitifs liés à l'action, tels que l'imagerie motrice ou l'observation d'actions, qui activent les systèmes moteurs corticaux similaires à ceux impliqués lors de l'exécution réelle de l'action » (Calmels, 2019). Elle est composée de trois formes : l'action imaginée (imagerie motrice), l'action observée et l'action verbalisée. Ils définissent l'imagerie motrice dans un contexte sportif : « l'imagerie motrice repose sur des réseaux neuronaux de représentations impliquant des caractéristiques sensorielles, perceptives et affectives descendantes, qui sont principalement sous le contrôle conscient de la personne qui imagine, et qui peuvent survenir en l'absence d'afférences perceptives, tout en étant fonctionnellement équivalent à l'expérience réelle de l'action motrice » et sans exécution du mouvement réel. L'observation, « repose sur des réseaux neuronaux de représentations impliquant des caractéristiques affectives ascendantes, qui sont principalement sous le contrôle subconscient de l'observateur et qui surviennent en présence d'afférences, tout en étant fonctionnellement équivalente à l'expérience réelle de l'action motrice » (Calmels, 2019). Ainsi, nous

pouvons distinguer l'observation de l'imagerie motrice par deux différences : l'imagerie est consciente et implique des efférences tandis que l'observation est inconsciente et implique des afférences.

1.3.2 Les principes d'utilisation de l'imagerie motrice

Afin d'optimiser l'efficacité de l'imagerie motrice et de l'équivalence fonctionnelle, il est important de respecter certains principes. Le modèle PETTTLEP (Figure 1) (Holmes et Collins, 2001) présente les règles d'utilisation de l'imagerie motrice. Il associe chaque lettre de son nom à un principe à respecter. Le premier « P » : « Physical » indique au sportif qu'il doit se trouver dans une position corporelle la plus spécifique au mouvement qu'il réalise. Le « E » pour « Environmental » : le sujet doit clairement situer et visualiser l'endroit dans lequel il réalise l'action. « Task », correspond au premier « T », l'action ou le mouvement imaginé doit être clairement identifié. Le second « T », « Time », fait référence à la concordance entre le temps que dure l'action imaginée et la durée réelle de cette dernière. Lors de mouvement technique, il est indispensable que la durée réelle du mouvement soit respectée lors de l'action. « Learning », pour le « L » induit que nous pouvons modifier les modalités de l'imagerie en fonction des apprentissages. Le « E », « Emotional », sous-entend que l'athlète doit se placer dans des conditions émotionnelles similaires à l'action réelle et doit recevoir les émotions engendrées par la réalisation du mouvement. Finalement, le second « P » fait référence aux deux « Perspectives » utilisées en imagerie mentale : dissociée et associée (Guillot, 2024).

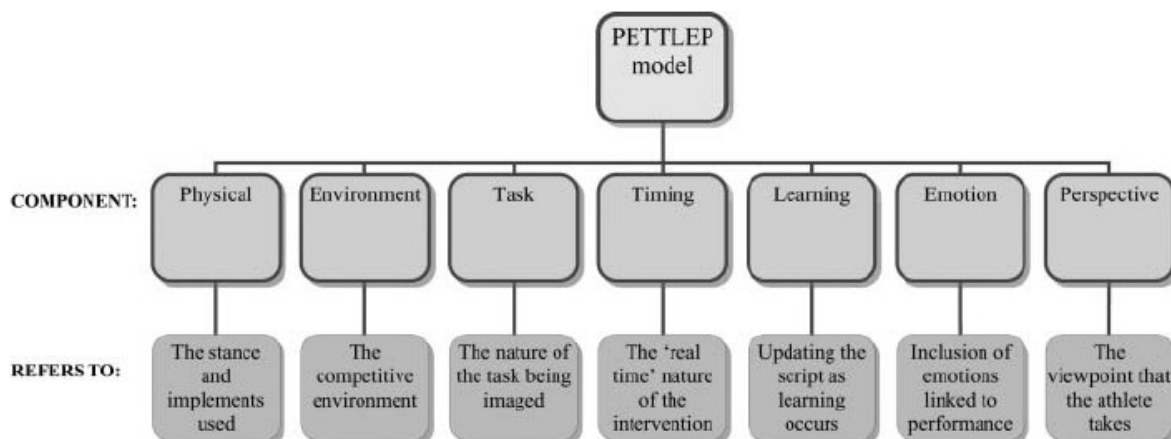


Figure 1: Modèle PETTTLEP: Wakefield, C et Smith, D. (2012) ; *Perfecting Practice : Applying the PETTTLEP Model of Motor Imagery. Journal of Sport Psychology in Action. 3, 1 -11.*

L'imagerie dissociée (ou externe) consiste à placer le sportif à l'extérieur de son corps : comme s'il était spectateur, il se voit réaliser le mouvement. À l'inverse, l'imagerie associée (ou interne), permet au sportif d'être acteur de l'action. Le sportif voit son environnement habituel et a conscience des sensations corporelles inhérentes au mouvement. Pour assurer l'efficacité de l'imagerie, il est nécessaire de savoir utiliser les deux types de perspectives et de passer de l'une à l'autre.

1.3.3 Domaines d'utilisation de l'imagerie motrice

L'imagerie motrice peut être utilisée dans divers domaines et secteurs. Dans le modèle MIIMS (*Motor Imagery Integrative Model in Sport*) (Figure 2) (Guillot et Collet, 2008), nous retrouvons 4 domaines d'utilisation de l'imagerie motrice. Premièrement, la stratégie et la résolution de problème qui font principalement appel à l'aspect tactique de la performance. Ensuite, nous retrouvons la gestion des émotions, l'anxiété, la confiance ainsi que la motivation. La rééducation fonctionnelle et la réhabilitation après une blessure sont également des domaines où nous pouvons utiliser l'imagerie motrice. Le domaine de l'apprentissage moteur et de la performance complète ce modèle. Dans le modèle, ce dernier domaine est détaillé de manière à permettre à l'instructeur et à l'athlète de réaliser correctement l'imagerie motrice. Parmi les critères précisés, nous retrouvons certaines caractéristiques du PETTLEP (Holmes et Collins, 2001), mais aussi d'autres consignes comme les « instructions », « la durée et nombre d'essais », « les caractéristiques individuelles » ou encore « l'évaluation de la capacité d'imagerie » (qui peut se mesurer à l'aide de différents tests).

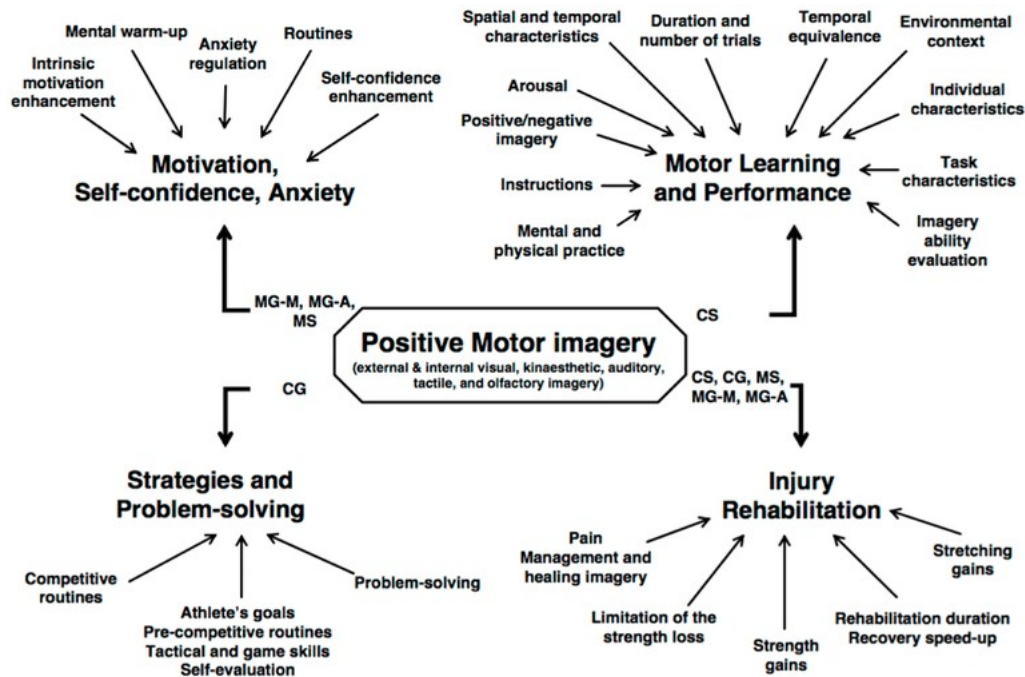


Figure 2: Modèle MIIMS: Guillot, A., et Collet, C. (2008). Construction of the Motor Imagery Integrative Model in Sport : A review and theoretical investigation of motor imagery use. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1(1), 31-44

1.3.4 Évaluation de la capacité d'imagerie motrice

Suici et al (2022) ont étudié les différentes évaluations de la capacité d'imagerie (65 évaluations) dans une revue de littérature comprenant 155 études. Parmi ces articles, 33 s'intéressent à l'imagerie motrice. Les résultats ont montré que les évaluations les plus pertinentes (validité structurelle, fiabilité, qualité méthodologique) sont : MIQ (*Movement Imagery Questionnaire*) (Hall et al., 1985), MIQ-R (*Movement Imagery Questionnaire – Revised*) (Hall et Martin, 1997), MIQ-3 (Williams et al., 2012) et VMIQ-2 (*Vividness of Movement Imagery Questionnaire 2*) (Roberts et al., 2008). D'autres tests semblent pertinents mais l'échantillon était trop petit pour valider l'efficacité : *Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire* (KVIQ) (Malouin et al., 2007). Les évaluations VMIQ-2, KVIQ, MIQ et ces différentes variations permettent d'évaluer les modalités visuelles (différenciation de l'imagerie interne et externe pour le MIQ-3 et le VMIQ-2) et kinesthésiques. Ces tests permettent respectivement d'évaluer la vivacité de l'imagerie, évaluer l'intensité et la clarté de l'imagerie et évaluer la capacité à imaginer un mouvement. Le VMIQ-2 et le MIQ-3 sont utilisables chez un public sportif tandis que le KVIQ est plus adapté pour les patients et la rééducation.

1.4 Imagerie motrice et souplesse

Dans la littérature, il existe peu d'études s'intéressant à l'utilisation de l'imagerie motrice sur l'amélioration de la souplesse. Les rares études qui le font montrent des effets bénéfiques à cette pratique. En effet, Yap et Lim (2018) ont montré au travers d'une meta-analyse, un effet positif de l'imagerie motrice sur le développement de la souplesse. JH Bovend'Eerd (2008) a également montré une diminution de la résistance et de l'inconfort à l'étirement grâce à l'imagerie motrice chez des patients souffrant de spasticité. Cette diminution serait davantage liée à des facteurs psychologiques qu'à des facteurs physiologiques. Les patients ont relevé qu'ils appréciaient utiliser l'imagerie motrice et qu'ils la pratiquaient en dehors des séances prévues dans le protocole. Cette technique leur permettrait de se concentrer sur un autre élément que la douleur ou la gêne que peuvent provoquer les étirements chez ce type de patients. Daskalaki et al., (2024) ont également mis en évidence l'intérêt de l'imagerie motrice sur le développement de la souplesse chez des femmes ($47,54 \pm 7,96$ ans) souffrant de douleurs rachidiennes chroniques. Trois groupes (un groupe contrôle, un groupe pratiquant des étirements à l'aide d'un rouleau de massage, un groupe pratiquant les mêmes étirements ainsi que de l'imagerie motrice) ont été testés sur des exercices de souplesse du rachis et des ischio-jambiers. Les résultats ont mis en évidence que la souplesse du groupe pratiquant l'imagerie était supérieure à celle des groupes ne la pratiquant pas. Ainsi, l'imagerie motrice est considérée comme une méthode permettant d'améliorer la souplesse.

Cependant, une étude (Küllü, 2022) réalisée chez une population adulte saine (41 femmes et 20 hommes âgés de $21,2 \text{ ans} \pm 1,9$), sans troubles musculosquelettiques et ayant pour objectif de déterminer l'influence d'une unique séance d'imagerie motrice sur la souplesse des ischio-jambiers n'a pas mis en évidence d'amélioration de la souplesse chez le groupe pratiquant l'imagerie motrice. L'étude s'est intéressée à trois groupes de pratiquants : un groupe réalisant des étirements statiques (15 répétitions d'un étirement statique des ischio-jambiers : traction de la jambe dans une amplitude maximale par une tierce personne pendant 15 secondes avec 15 secondes de repos entre chaque répétition), un groupe réalisant des exercices de PNF (15 répétitions de l'exercice : une tierce personne tracte la jambe dans une amplitude maximale, suivi d'une contraction isométrique de 8 – 10 secondes, relâchement puis maintien de l'étirement 5 – 8 secondes) et un groupe réalisant de l'imagerie motrice d'étirements des ischio-jambiers sans réalisation réelle du mouvement. Les résultats de cette étude ont montré une progression significative de tous les groupes mais pas de différence entre les groupes.

Par contre, il semblerait que la pratique de l'imagerie motrice ait un effet psychologique sur l'acceptation des étirements par les sujets (JH Bovend'Eerd et al., 2008). Vergeer et Roberts, (2006)

ont réalisé un protocole d'entraînement de développement de la souplesse des membres inférieurs, de 4 semaines (11 sessions de 30 minutes) chez des sujets sains répartis en trois groupes. Chaque individu réalisait 7 étirements de 20 à 30 secondes répétés trois fois à chaque session. En parallèle, un groupe imaginait le mouvement de l'étirement de la jambe, un autre groupe imaginait les processus physiologiques induits par l'étirement du muscle et le dernier groupe ne faisait que les étirements. Les résultats ont révélé que les trois groupes avaient amélioré leur souplesse mais surtout que des effets psychologiques étaient observés dans les deux groupes réalisant l'imagerie : diminution de l'inconfort (focalisation de l'attention sur l'imagerie), diminution de la tension induite par le travail de respiration qui favorise le relâchement musculaire, une meilleure perception du corps et du mouvement, augmentation de la motivation, diminution de l'anxiété, diminution de l'appréhension et de l'anticipation de l'exercice. Cette étude montre finalement que l'apport de l'imagerie motrice sur le développement de la souplesse lors des exercices d'étirements semble limité mais que les effets psychologiques semblent intéressants.

La majorité des études présentées ici font référence à un public spécifique, non sportif, adulte, souffrant de troubles musculo-squelettiques (Yap et Lim, 2019), de spasticité (JH Bovend'Eerd et al., 2008) et de douleurs rachidiennes (Daskalaki et al., 2024). Dans le cadre sportif, le nombre d'études est encore plus limité. Khantack et al (2017) ont étudié l'effet de l'utilisation de l'imagerie motrice durant la réalisation du *sit and reach* modifié. La population étudiée était composée de 30 étudiants masculins ($22,6 \pm 3,2$ ans) pratiquant du football, du basketball, de la course à pied ou de la boxe (aucun travail de souplesse n'était réalisé dans la programmation sportive habituelle). Les sportifs ont été placés dans deux groupes : un groupe contrôle (réalisant des calculs mathématiques) et un groupe pratiquant l'imagerie motrice (basée sur le gain d'amplitude lors de l'étirement). Les deux groupes ont réalisé le test du *sit and reach* modifié puis se sont entraînés sur cet exercice (5 répétitions de 20 secondes) avant d'être à nouveau testés. Le *sit and reach* modifié a été accompagné de mesures physiologiques. Les résultats ont montré un gain significatif de la souplesse chez le groupe pratiquant l'imagerie par rapport au groupe contrôle, qui pourrait s'expliquer par une diminution de l'activité musculaire et de la réponse réflexe. Une autre étude (Guillot et al, 2010) s'est intéressée chez le sportif, à la relation entre le développement de la souplesse et la technique de l'imagerie motrice. Elle est pertinente pour nous, car elle s'intéresse à une discipline artistique, la natation synchronisée, se rapprochant de la GR. Guillot et al (2010) ont mis en place un protocole de 5 semaines réalisé par des sportives en natation synchronisée (21 nageuses très expérimentées en souplesse, $15,2 \text{ ans} \pm 1,5 \text{ ans}$, s'entraînant 4 fois par semaine depuis plus de trois ans au niveau national). Sur chaque session d'une

heure (3 fois par semaine), les nageuses réalisaient des étirements passifs des ischio-jambiers et adducteurs ainsi que des exercices de souplesse active des épaules et des chevilles. Ces étirements ont été réalisés en alternance avec de l'imagerie motrice (l'imagerie n'a pas été réalisée simultanément avec les étirements pour limiter les effets psychologiques apportés par l'imagerie). Durant l'imagerie, l'instructeur insistait sur la respiration et la détente et le gain d'amplitude apporté lors de l'étirement. Avant et après ces semaines d'entraînement, des tests de souplesse passive et active ont été réalisés. Les résultats de ces tests ont montré des progrès supérieurs significatifs du groupe expérimental par rapport au groupe contrôle sur les tests de grands écarts latéraux, *sit and reach* modifié et souplesse de cheville. En revanche, aucune différence significative n'a été relevée sur les tests de souplesse d'épaules et de grand écart facial.

L'imagerie motrice semble donc être un outil intéressant comme alternative aux étirements (qui peuvent être douloureux ou traumatisants à certains niveaux de pratique) mais aussi un moyen de maximiser les effets déjà bénéfiques des étirements classiques sur le développement de la souplesse. Mais qu'en est-il pour un public enfant et dans une activité où la souplesse est l'un des premiers facteurs de performance ?

2 Problématique, objectif et hypothèses

2.1 Problématique

La souplesse, et notamment la souplesse passive, est l'un des premiers facteurs de performance en gymnastique rythmique et son développement peut être traumatisant pour l'enfant. L'imagerie motrice pourrait permettre de développer cette qualité physique en parallèle de l'entraînement. À notre connaissance, il n'existe pas d'étude en gymnastique rythmique s'intéressant à l'imagerie motrice associée à un entraînement de souplesse, il est donc légitime de se demander :

« L'imagerie motrice combinée à un protocole de souplesse permet-elle une amélioration de la souplesse passive des membres inférieurs en gymnastique rythmique ? »

2.2 Objectif et hypothèses

L'objectif de notre étude est de déterminer l'impact de l'imagerie motrice sur la souplesse des membres inférieurs chez des gymnastes de GR, âgées entre 12 et 15 ans.

A travers notre recherche, nous allons tenter de valider les hypothèses suivantes :

H0 : Un protocole de souplesse passive seul permet une amélioration significative de la souplesse des membres inférieurs.

H1 : Un protocole de souplesse passive combiné à l'imagerie motrice permet une amélioration significative de la souplesse passive des membres inférieurs.

3 Stage

3.1 Milieu professionnel

J'ai réalisé ce mémoire dans le cadre de mon apprentissage au club de Lille GRS.

Lille GRS est une association sportive créée en 1996 par Gilles Pargneaux. L'association a été créée à l'issue de la scission du club de l'ASAL Lille pour séparer les disciplines de gymnastique artistique et gymnastique rythmique (GR). Le club a connu plusieurs épisodes marquants qui permettent de constituer son évolution. Trois président(es) différent(es) se sont succédé(e)s : Gilles Pargneaux puis Mariette Laurent peu de temps après et désormais Françoise Pechillon depuis 2020. La philosophie du club est restée globalement la même grâce à un bureau solide. Parmi les tournants du club, on retrouve le départ à la retraite de Françoise Pechillon qui lui a permis de s'investir davantage au sein du club comme entraîneur puis comme présidente.

Cette structure s'organise autour de trois grands domaines de la gymnastique rythmique : la GR loisir (baby - adultes), la GR santé (seniors) et la GR compétitive (régionale – performance) regroupant 260 licenciés.

Ma mission principale au club est d'intervenir comme entraîneur auprès de la sport études du collège Carnot. La section GR du collège permet aux élèves d'atteindre un haut niveau de pratique en GR en conciliant études et pratique sportive renforcées. Les élèves intégrant cette section bénéficient d'horaires aménagés et sont adhérents au Pôle Excellence Gymnastique Rythmique de Lille et licenciées dans un club affilié à la Fédération Française de Gymnastique (FFGYM). Cette année les gymnastes sont licenciées aux clubs de Lille GRS, Lomme GR et VARS LM. Les élèves s'entraînent 9 heures par semaine avec le collège (mardi, jeudi et vendredi, encadrés par un professeur d'EPS du collège et entraîneur de GR, Mme Duflot Pouliquen) et 2 à 9 heures supplémentaires dans leur club.

3.2 Sujets

Pour cette étude, 18 gymnastes rythmiques âgées entre 12 et 15 ans et inscrites en sport étude au collège Carnot de Lille ont participé au protocole.

Les 18 gymnastes ont été réparties en deux groupes de 9 gymnastes ($12 \pm 0,96$ ans) : un groupe expérimental bénéficiant du protocole de souplesse combiné à l'imagerie motrice et un groupe contrôle

qui ne faisait que les exercices de souplesse (Tableau 1). Les groupes ont été créés de manière aléatoire avec vérification pour en assurer l'homogénéité (en âge, niveau de souplesse et club).

Pendant la réalisation du protocole, deux gymnastes du groupe contrôle et deux gymnastes du groupe expérimental ont été retirées de l'étude car elles se sont blessées : incapacité de réaliser les pré ou post-tests dans les mêmes conditions que les autres gymnastes et/ou incapacité de réaliser le protocole dans son entièreté (arrêt de la pratique sur au moins deux semaines).

Tableau 1: Caractéristiques des sujets retenus pour l'étude

Groupe	Sujet	Âge	Nombre d'année de GR en compétition	Catégorie en individuel	Nombre d'heure d'entraînement par semaine (club + sport études)	Nombre de fois par semaine : réalisation des exercices d'imagerie pendant les grands écarts
Expérimental	1	13	6	Nat C 14/15	12	1
Expérimental	2	11	7	Nat B 12/13	15	1
Expérimental	3	12	3	Fed 12/13	15	1
Expérimental	4	12	4	Reg 12/13	13	1
Expérimental	5	12	4	Fed 12/13	15	1
Expérimental	6	12	4	Reg 12/13	13	1
Expérimental	7	12	4	Fed 12/13	15	1
Contrôle	8	11	3	Nat C 12/13	12	X
Contrôle	9	14	3	Nat C 14/15	12	X
Contrôle	10	11	4	Nat C 12/13	17,5	X
Contrôle	11	11	2	Reg 12/13	12	X
Contrôle	12	13	6	Nat C 14/15	12	X
Contrôle	13	13	6	Nat C 14/15	12	X
Contrôle	14	11	2	Nat C 12/13	12	X
	MOYENNE	12,0	4,1		13,4	1,0
	ECART-TYPE	0,96	1,56		1,78	0,00

3.3 Matériel et techniques de mesure

Le matériel utilisé était un mètre ruban pour mesurer la souplesse passive des gymnastes et un fichier informatique Calc, pour analyser l'ensemble des valeurs.

3.4 Protocole

Pour les 2 groupes (contrôle et expérimental), des tests de souplesse passive ont été réalisés avant et après le protocole d'entraînement lors d'un entraînement commun de la section sport-étude au Palais des Sports Saint-Sauveur de Lille. Chaque groupe était soumis à un protocole d'entraînement associé au développement de la souplesse passive avec ou sans imagerie motrice, de 12 semaines, réalisé une fois par semaine sous la direction de l'entraîneur et en autonomie lors des autres entraînements, soit 1 à 6 fois par semaine selon les gymnastes (Figure 3).

Les gymnastes des 2 groupes étant habituées aux exercices de souplesse, aucune phase de familiarisation n'a été réalisée. En revanche, une initiation à l'imagerie mentale pour le groupe expérimental a eu lieu au début du protocole d'entraînement afin de s'assurer que les gymnastes comprennent les exercices et soient en capacité de les réaliser correctement. Cette initiation comprenait : la découverte de l'imagerie mentale, l'évaluation de la capacité d'imagerie (KVIQ- VF), la détermination des objectifs.

Pendant la réalisation du protocole d'entraînement, les habitudes des gymnastes des 2 groupes ne changeaient pas : nombre d'entraînements et contenus identiques.

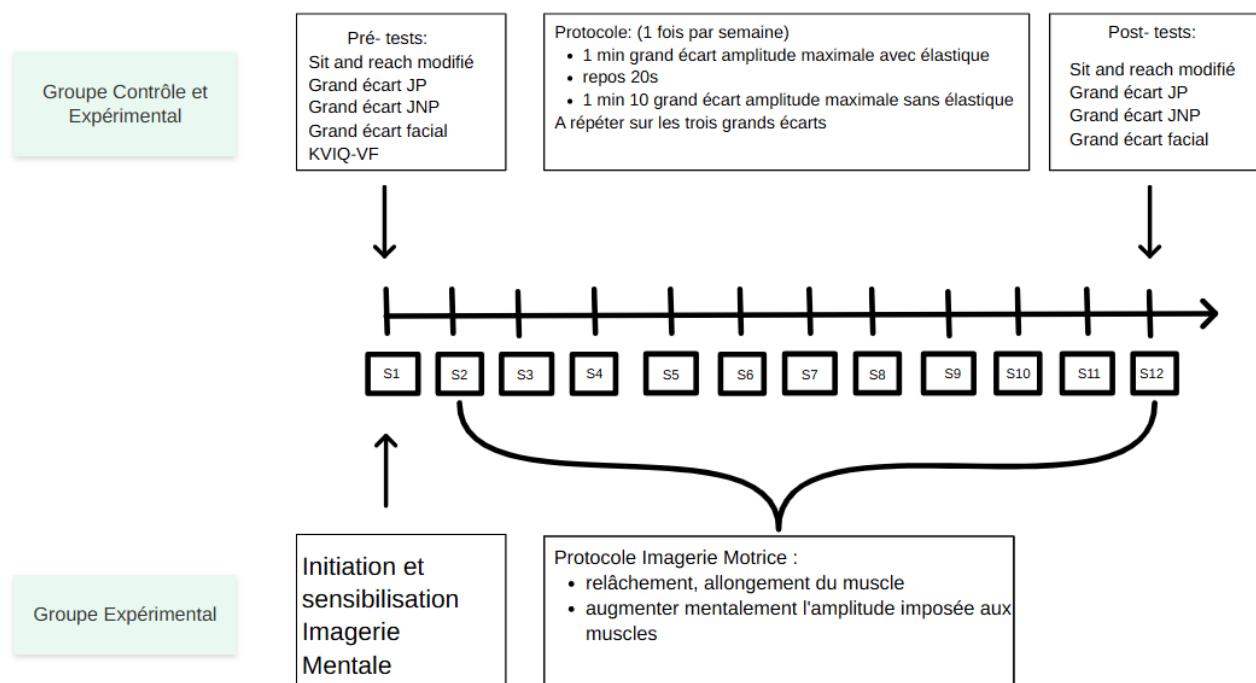


Figure 3: Illustration du protocole

3.4.1 Tests de souplesse passive avant et après le protocole d'entraînement

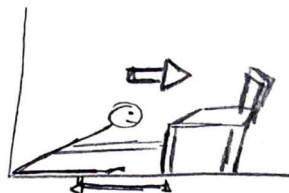
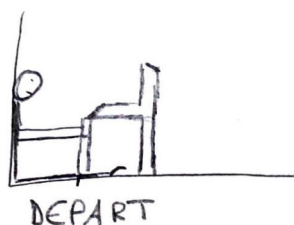
Nous nous sommes appuyés sur la littérature (Despina et al., 2014 ; Vernetta et al. 2020 ; CofreTaipe et al., 2021) ainsi que sur les tests utilisés par la FFGYM (Gym Eval) pour choisir les tests de souplesse passive des membres inférieurs les plus pertinents en GR (Tableau 2). Ils ont été réalisés par le groupe contrôle et par le groupe expérimental.

Tableau 2: Présentation des tests de souplesse réalisés avant et après le protocole d'entraînement

Nom du test	<i>Sit and reach</i> modifié	Grand écart jambe préférentielle (JP)	Grand écart jambe non préférentielle (JNP)	Grand écart facial
Objectif	Mesurer la souplesse des ischio-jambiers.	Mesurer la souplesse des ischio-jambiers de la jambe avant et du psoas de la jambe arrière.		Mesurer la souplesse des adducteurs.
Consignes	S'asseoir jambes tendues devant, dos au mur, épaules basses. Tendre les bras devant à l'horizontale et placer les pieds de la chaise au bout des doigts. Pousser lentement (et sans élan) la chaise avec les mains le plus loin possible (tout en conservant les jambes au sol et tendues).	Se placer en grand écart avec la jambe préférentielle tendue devant (si les deux jambes touchent au sol, lever le pied avant (personne extérieure) le plus haut possible tout en conservant la cuisse arrière au sol).		Se placer en grand écart facial, (coude ou ventre au sol, les deux jambes tendues) si la gymnaste touche le sol, lever une des deux jambes le plus haut possible tout en conservant l'autre jambe au sol.
Mesures	Distance de déplacement de la chaise (cm).	Distance (cm) entre le talon de la jambe levée (jambe avant) et le sol ou pubis / sol (si la gymnaste ne touche pas le sol en grand écart) de manière perpendiculaire au sol.		Distance (cm) entre le talon de la jambe levée et le sol ou pubis/sol (si la gymnaste ne touche pas au sol) de manière perpendiculaire au sol.

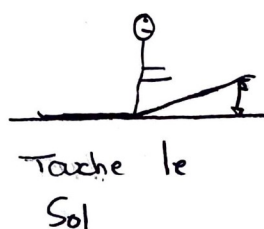
Illustration	Dessin 1	Dessin 2	Dessin 3
--------------	----------	----------	----------

SIT AND REACH MODIFIÉ



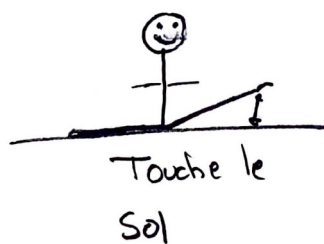
Dessin 1: Sit and reach test

GRAND ÉCART LATÉRAL



Dessin 2: Grands écarts JP et JNP

GRAND ÉCART FACIAL



Dessin 3: Grand écart facial

3.4.2 Protocole d'entraînement

Le groupe contrôle a suivi le protocole d'entraînement de la souplesse passive.

Le groupe expérimental a suivi le protocole d'entraînement de la souplesse passive associé à l'imagerie motrice.

Protocole d'entraînement souplesse passive :

Échauffement habituel (mobilisation articulaire et musculaire, activation, étirements) suivis des grands écarts:

- Première série : 1 min avec élastique
- Deuxième série : 1 min 10 s sans élastique

Grand écart latéral droit, gauche et facial avec amplitude maximale :

Les gymnastes sont en grand écart sur le sol. Lorsque leurs deux cuisses touchent le sol, elles positionnent leur pied avant sur une hauteur (minimum 2 briques ou une chaise selon l'amplitude souhaitée jusqu'à ce que les cuisses ne touchent plus le sol) afin d'augmenter l'amplitude. Elles doivent rester dans cette position avec la jambe avant tendue et les deux jambes dans l'axe (genou avant orienté vers le plafond et genou arrière totalement en contact avec le sol). Le dos est droit et les bras sont relâchés le long du corps (possibilité de poser les mains sur des briques afin de pouvoir redresser le dos). La position est maintenue en favorisant le relâchement et en laissant le bassin descendre au sol. Les gymnastes accrochent un élastique à chacun de leur pied, passant par dessus leur épaule afin d'augmenter l'amplitude.

Exercice identique pour la deuxième série, sans l'élastique.

Pour le grand écart facial l'exercice est répété deux fois : une première fois avec le pied droit en surélevé et une deuxième fois avec le pied gauche en surélevé.

Protocole d'imagerie motrice :

Initiation à l'imagerie mentale :

1- Réalisation du mouvement réel

Les gymnastes sont debout les deux bras le long du corps. Elles tendent un bras devant à l'horizontale et pointent un doigt devant. Ensuite, elles réalisent une torsion du rachis dans le plan horizontal, pieds

au sol, afin de fixer un point avec leur doigt le plus loin possible derrière elles. Elles retiennent ce point et reviennent à la position de départ.

2- Imagerie motrice

Les gymnastes, sous les instructions de l'entraîneur, s'imaginent réaliser le mouvement effectué précédemment en continuant de tourner jusqu'à atteindre un tour entier avec le dos en torsion, puis deux tours, ... jusqu'à 6 tours. Ensuite, les gymnastes déroulent la torsion dans l'autre sens tour par tour jusqu'à revenir à la position initiale. L'entraîneur insiste sur l'élasticité du corps et la facilité à s'enrouler.

3- Réalisation du mouvement réel

Les gymnastes reproduisent le mouvement afin d'apprécier le gain de torsion et ainsi démontrer l'impact de l'imagerie motrice sur la souplesse.

Passation du KVIQ- VF (Malouin et al., 2007) (Annexe 1).

Entraînement : Imagerie motrice pendant les grands écarts (suivant les consignes de l'instructeur, à partir du modèle PETTLEP) :

Première série : sensations de relâchement et d'allongement du muscle

- se placer dans l'espace et prendre conscience de son environnement : balayage corporel insistant sur les points de contact avec le sol et respiration ventrale ;
- prendre conscience des sensations provoquées par l'étirement ;
- détente physique et mentale : insister sur le relâchement et le poids du corps qui entraîne le bassin vers le sol ;
- imaginer son muscle s'allonger comme un élastique, du chewing-gum.

Deuxième série : se visualiser gagner en amplitude

- se placer dans l'espace et prendre conscience de son environnement : balayage corporel ; insistant sur les points de contact avec le sol et respiration ventrale ;
- se voir descendre vers le sol, toucher le sol ; sentir ses cuisses toucher le sol ;
- lorsque je touche le sol, j'ajoute une brique sous mon pied pour gagner en amplitude.

3.5 Analyse statistique

Nous souhaitons comparer les résultats avant/après pour chaque groupe ainsi que les résultats après entre le groupe expérimental et le groupe contrôle afin de s'assurer que l'évolution avant/après est liée au protocole combiné de souplesse et d'imagerie motrice, et pas uniquement au protocole de souplesse.

Les données quantitatives sont exprimées en (moyenne $\pm$ écart-type) et les données qualitatives sont dénombrées (ou exprimées en pourcentage).

Nous avons vérifié la normalité des paramètres suivants : performances au *sit and reach test*, performances au test du grand écart de la jambe préférentielle et de la jambe non préférentielle, performances au test du grand écart facial sur chaque groupe avant et après ainsi que pour les résultats obtenus au KVIQ-VF avec le test de Shapiro-Wilk. Nous avons aussi vérifié l'homogénéité des variances par le test de Levene (en annexe 2 : Tableau 9, Tableau 17).

Pour comparer les données entre le groupe expérimental (avant et après entraînement) et le groupe contrôle (avant et après entraînement), nous avons utilisé le test paramétrique : ANOVA à 2 voies pour échantillons dépendants (en annexe 2: Tableau 10, Tableau 12, Tableau 14, Tableau 18).

Pour étudier la corrélation entre les résultats obtenus au KVIQ-VF et les résultats sur chaque test de souplesse, nous avons utilisé le test paramétrique de corrélation Bravais Pearson (p 31 : Tableau 3).

La taille de l'effet (ES) a été calculée à l'aide du d de Cohen. 0,2 est considéré comme un effet faible, 0,5 est considéré comme est un effet moyen, 0,8 est considéré comme un effet élevé, 1,2 comme un effet très élevé et 2,0 comme un effet immense.

Les valeurs sont considérées comme significatives pour un $p < 0,05$ et très significatives pour un $p < 0,01$.

Nous avons réalisé les statistiques en utilisant le site Anastats et Excel.

4 Résultats

Pour chaque test, nous avons analysé les données avant et après entraînement pour les 2 groupes séparément puis, nous avons comparé les deux groupes avant et après entraînement. L'intégralité des résultats et de l'analyse statistique est présentée en annexe 2 (Tableau 4, Tableau 5, Tableau 8, Tableau 9, Tableau 10, Tableau 11, Tableau 12, Tableau 13, Tableau 14, Tableau 15, Tableau 18, Tableau 16, Tableau 17).

Sit and reach modifié :

Nous observons une différence significative de la distance de déplacement de la chaise (gain de 19%) avant et après entraînement pour le groupe contrôle (pré-test : $40,4 \pm 5,41$ cm ; post-test : $48,0 \pm 6,22$ cm; $p < 0,05$; ES moyen). En revanche, nous ne notons pas de différence significative de la distance de déplacement de la chaise pour le groupe expérimental avant et après entraînement (pré-test : $38,6 \pm 4,93$ cm ; post-test : $41,7 \pm 5,69$ cm). Nous n'observons pas de différence significative de l'évolution avant/après entraînement au niveau de la distance de déplacement de la chaise entre les deux groupes (Figure 4).

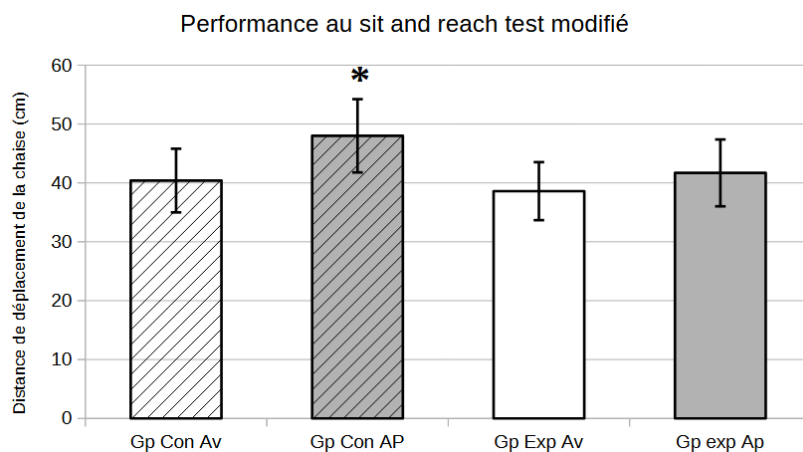


Figure 4: Graphique comparant les résultats obtenus au sit and reach modifié test modifié du groupe contrôle et expérimental avant et après le protocole d'entraînement

* différence significative entre la condition avant et après ; ** différence très significative entre la condition avant et après ; \$ différence significative entre les groupes contrôle et expérimental

Grand écart jambe préférentielle (JP):

Les deux groupes ont montré des différences significatives au niveau de la distance talon/sol ou pubis/sol avant et après entraînement (groupe contrôle pré-test : $21,9 \pm 18,13$ cm; post-test : $31,4 \pm 19,96$ cm; $p < 0,05$; ES moyen / groupe expérimental pré-test : $28,1 \pm 15,07$ cm; post-test : $36,4 \pm 19,65$ cm; $p < 0,05$; ES moyen). Le groupe expérimental a progressé de 30 % et le groupe contrôle de 44 %. Cependant, nous n'observons pas de différence significative d'évolution avant/après entraînement au niveau de la distance talon/sol ou pubis/sol entre les 2 groupes (Figure 5).

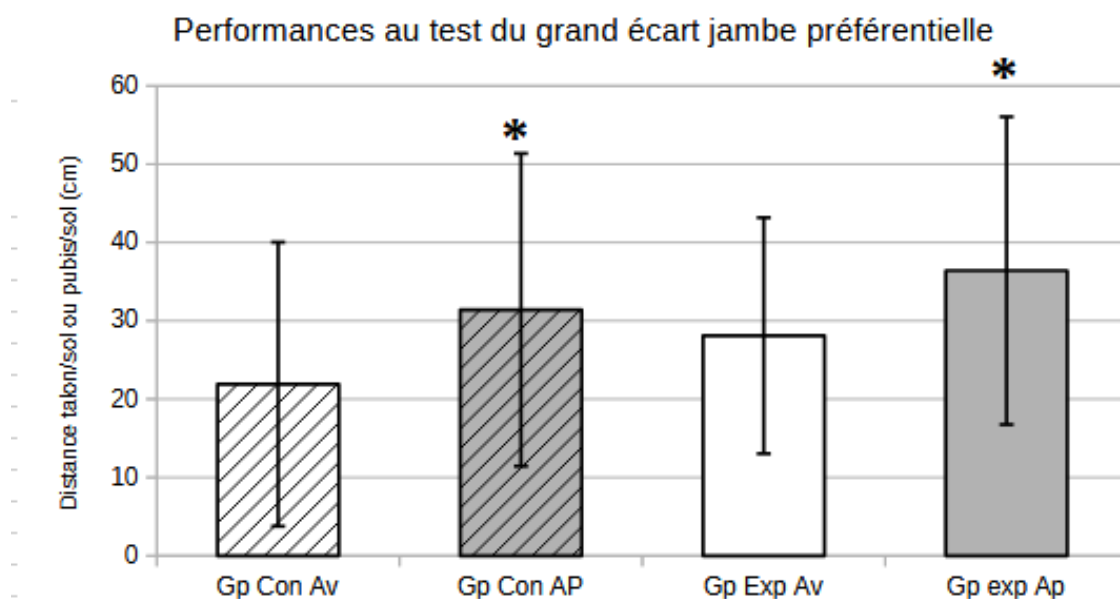


Figure 5: Graphique comparant les résultats obtenus au test grand écart jambe préférentielle du groupe contrôle et expérimental avant et après le protocole d'entraînement

* différence significative entre la condition avant et après ; ** différence très significative entre la condition avant et après ; \$ différence significative entre les groupes contrôle et expérimental

Grand écart jambe non préférentielle (JNP):

Le groupe contrôle ne montre pas de différence significative de la distance talon/sol ou pubis/sol avant et après entraînement (pré-test : $8,1 \pm 16,95$ cm; post-test : $9,9 \pm 23,19$ cm). On relève une amélioration significative de la distance talon/sol ou pubis/sol avant et après entraînement de 60 %

des performances du groupe expérimental (pré-test : $13,2 \pm 13,18$ cm; post-test : $21,1 \pm 17,99$ cm; $p < 0,05$; ES moyen). Cependant, nous n'observons pas de différence significative d'évolution avant/après entraînement au niveau de la distance talon/sol ou pubis/sol entre les 2 groupes (Figure 6).

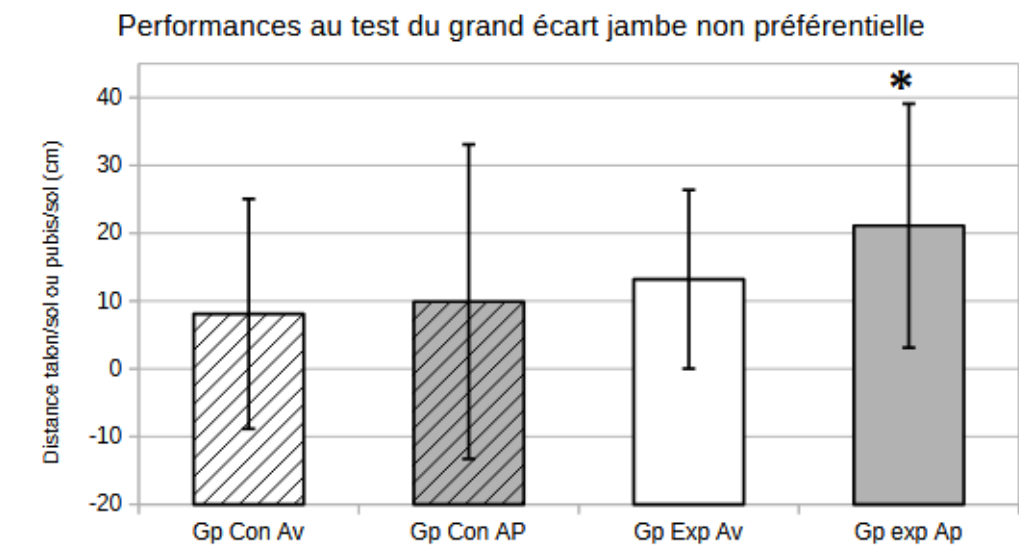


Figure 6: Graphique comparant les résultats obtenus au test grand écart jambe non préférentielle du groupe contrôle et expérimental avant et après le protocole d'entraînement

* différence significative entre la condition avant et après ; ** différence très significative entre la condition avant et après ; \$ différence significative entre les groupes contrôle et expérimental

Grand écart Facial :

Aucun des deux groupes ne montre de différence significative de la distance talon/sol ou pubis/sol avant et après entraînement et aucune différence significative d'évolution avant/après entraînement au niveau de la distance talon/sol ou pubis/sol entre les 2 groupes (groupe contrôle pré-test : $-1 \pm 11,7$ cm; post-test : $2,4 \pm 19,05$ cm; groupe expérimental pré-test : $-6,5 \pm 13,25$ cm ; post-test : $-1,7 \pm 22,42$ cm) (Figure 7).

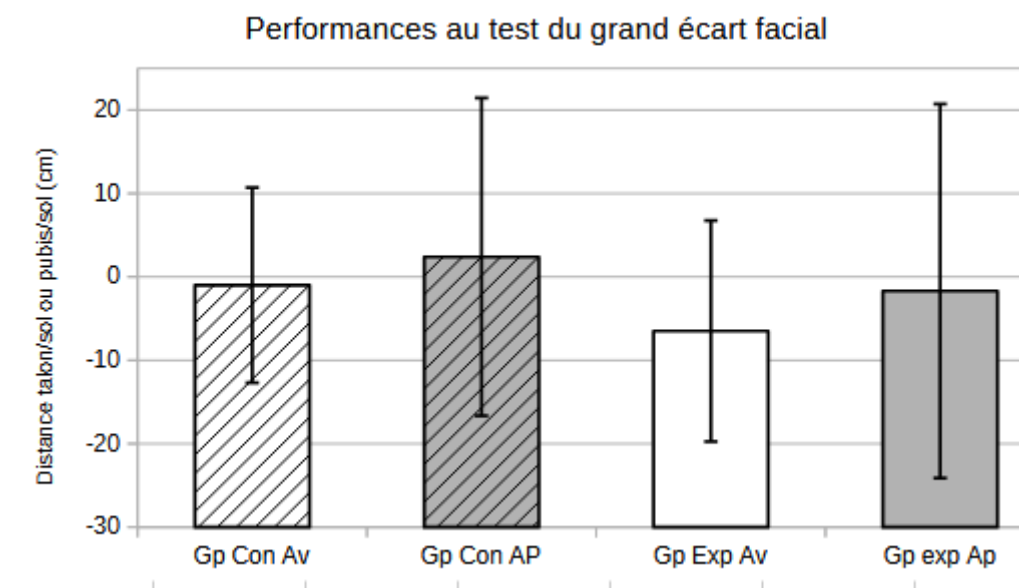


Figure 7: Graphique comparant les résultats obtenus au test grand écart facial du groupe contrôle et expérimental avant et après le protocole d'entraînement

* différence significative entre la condition avant et après ; ** différence très significative entre la condition avant et après ; \$ différence significative entre les groupes contrôle et expérimental

Relation capacité d'imagerie et souplesse :

Les résultats statistiques ne montrent pas de corrélation entre le score obtenu au KVIQ-VF et les résultats obtenus à chacun des tests de souplesse (Tableau 3).

Tableau 3 : Résultats statistiques du test Bravais Pearson

Test corrélation bravais pearson (gain de souplesse et capacité d'imagerie)				
	Sit and reach	Grand écart JP	Grand écart JNP	Grand écart facial
r théorique	0,67			
(significatif si $r > r$ théorique)	0,12	-0,70	-0,46	0,50

5 Discussion

L'objectif de cette étude était de montrer l'impact d'un protocole de souplesse combiné à de l'imagerie motrice sur la souplesse passive des membres inférieurs chez des jeunes gymnastes rythmiques.

5.1 Interprétation

Nos résultats montrent que le protocole de souplesse seul de 12 semaines mis en place dans notre étude permet d'améliorer significativement la souplesse passive des membres inférieurs de jeunes gymnastes rythmiques sur les tests *sit and reach* modifié et grand écart de la jambe préférentielle mais pas sur le grand écart de la jambe non préférentielle et sur le grand écart facial. Par contre, l'ajout de l'imagerie motrice au protocole de souplesse permet aux gymnastes de progresser significativement sur le test du grand écart de la jambe non préférentielle et préférentielle mais pas sur le *sit and reach* ni sur le grand écart facial. Aussi, nous n'observons pas de différence d'évolution entre les deux groupes ce qui montre que l'ajout de l'imagerie motrice au protocole de souplesse ne permet pas de progresser davantage qu'avec le protocole de souplesse seul.

Certaines études s'intéressant à l'effet de l'imagerie motrice sur la souplesse ont montré des résultats similaires aux nôtres, indiquant que l'ajout de l'imagerie motrice à un protocole de souplesse ne permettait pas d'obtenir de gains significatifs au niveau de la souplesse. Une des explications données dans ces études est l'absence d'engagement dans l'activité d'imagerie : certains sujets ont relevé avoir ressenti de l'ennui et des difficultés à se concentrer sur l'imagerie (JH Bovend'Eerdt et al., 2008). Aussi, il semblerait que les effets psychologiques soient plus présents que les effets physiologiques (Vergeer et Roberts, 2006).

A l'inverse, d'autres études ont montré des effets très positifs et encourageants de l'ajout de l'imagerie motrice dans un protocole de souplesse. Elles montrent certaines différences avec notre étude, ce qui pourrait expliquer les différences de résultats. Notre étude se concentrait sur des jeunes gymnastes expérimentées en souplesse de $12 \pm 0,96$ ans tandis que les études montrant des résultats positifs s'adressent souvent à une population sédentaire (J. G. Williams et al., 2004 ; Daskalaki et al., 2024), à une population plus âgée (J. G. Williams et al., 2004; Kanthack et al., 2017 ; Daskalaki et al., 2024) et surtout exclusivement à des sujets inexpérimentés en travail de souplesse. Ainsi, nous

pouvons penser que l'âge et l'expérience des sujets sur la souplesse peut avoir une importance dans les résultats.

Ensuite, notre protocole a duré 12 semaines tandis que les études montrent principalement des effets positifs en phase aigüe (juste après la séance d'imagerie (Kanthack et al., 2017)) ou chronique mais à court terme (1 à 3 jours) (J. G. Williams et al., 2004) avec des protocoles qui durent au maximum 5-6 semaines (Guillot et al., 2010 ; Daskalaki et al., 2024).

Notre groupe contrôle devait uniquement réaliser le protocole de souplesse tandis que le groupe expérimental a réalisé le protocole de souplesse et celui d'imagerie motrice. Certaines études ont ajouté un travail cognitif (discussion avec une tierce personne (J. G. Williams et al., 2004); calcul mental (Kanthack et al., 2017)) au groupe contrôle afin de s'assurer que celui-ci ne réalise pas d'imagerie.

Finalement, la qualité et la familiarisation de l'imagerie mentale du groupe expérimental ont pu avoir un impact. Williams et al. (2004) proposent de regarder une vidéo avec une explication du mouvement et la manière dont il doit être imagé et ressenti. Ils donnent aussi un scénario avec des instructions très précises sur le mouvement à réaliser lors de l'imagerie. Utiliser des termes qui favorisent le relâchement et la lourdeur, qui font appel à l'imaginaire et travaillent sur la motivation et les objectifs a montré un réel impact sur le ressenti de la douleur et le relâchement musculaire des sujets, chez une population sédentaire (Daskalaki et al., 2024) mais pas chez un public sportif (Kanthack et al., 2017). L'efficacité de l'imagerie semble être renforcée par la conviction des sujets que cela fonctionne (Guillot et al., 2010).

5.2 Limites

Notre travail présente certaines limites. Tout d'abord, nous avons un échantillon de départ plutôt restreint (9 gymnastes par groupe) qui s'est ensuite réduit pour cause de blessures (7 gymnastes par groupe). Ce qui rend l'analyse statistique discutable. Notre population était homogène en âge mais très hétérogène en niveau de pratique et de la souplesse.

Ensuite, en ce qui concerne le protocole, il devait être réalisé à chaque fois que les gymnastes travaillent les grands écarts. Cependant, nous n'avons pas la possibilité de vérifier qu'elles l'ont fait en dehors des séances que nous avons encadrées. Nous pouvons ajouter que la réalisation de l'imagerie n'est pas vérifiable sur le terrain.

Finalement, nous ne pouvons pas négliger les possibles imprécisions lors des évaluations pré et post-tests. Les conditions de passation n'étaient d'ailleurs pas identiques : la température dans la salle était très différente, avec une forte chaleur lors des post-tests pouvant avoir un impact sur les résultats de la souplesse passive.

5.3 Applications sur le terrain

A la suite de cette étude, il serait intéressant de modifier le protocole sur le terrain. En effet, certaines études montrent que l'imagerie motrice est un outil accessible et non traumatisant qui permet d'améliorer la souplesse bien que notre étude ne montre pas de résultats significatifs. Il serait pertinent d'utiliser l'imagerie motrice sur des étirements moins sollicitant que les grands écarts en amplitude maximale afin que les gymnastes puissent se concentrer davantage sur l'imagerie et les sensations, et qu'elles ne ressentent pas la douleur qui peut être un frein à l'exercice. Nous préconisons donc le protocole sur les amplitudes non-maximales et tolérables pour les gymnastes.

De plus, pour contrer les difficultés des gymnastes à faire l'exercice mental, il serait pertinent de pratiquer l'imagerie mentale en dehors du protocole pour que les gymnastes y soient plus sensibilisées et familiarisées.

Finalement, le protocole peut fonctionner chez certaines gymnastes et moins chez d'autres : il est intéressant d'individualiser cette pratique avec les gymnastes qui voient des effets (significatifs ou non) et de ne pas insister pour les gymnastes qui ne voient pas d'effet (afin d'éviter une opposition à l'imagerie mentale et aux nouvelles techniques en général).

Il serait également pertinent d'utiliser l'imagerie motrice lors des périodes de blessures ou de récupération afin de continuer à travailler la qualité de souplesse et limiter les pertes d'amplitude.

5.4 Perspectives

Il existe à ce jour peu d'études sur les effets de l'imagerie motrice sur la souplesse des membres inférieurs et aucune en relation avec la gymnastique rythmique). Il nous semble alors nécessaire d'approfondir les recherches afin d'obtenir une base de données suffisantes pour conclure de l'efficacité ou non du procédé et connaître la méthode adéquate.

Des mesures complémentaires pourraient être réalisées lors du protocole d'entraînement (mesures physiologiques sur le relâchement musculaire, activité cérébrale, questionnaires psychologiques, ...) afin de comprendre l'impact général de l'imagerie motrice sur l'organisme lors des exercices de souplesse ; cela permettrait de comprendre quelle méthode est la plus appropriée afin d'améliorer cette qualité physique (avant, pendant ou après l'exercice ; état physique et émotionnel ; consignes d'imagerie, ...).

Les tests de souplesse devraient être réalisés après chaque session de souplesse et pas uniquement en début et fin de protocole, afin d'observer les éventuels effets aigus et chroniques sur la souplesse. Cela permettrait de spécialiser cette méthode d'entraînement à certains contextes : en compétition juste avant une performance nécessitant de grandes amplitudes si les résultats sont favorables en phase aiguë et plutôt dans le développement de la qualité physique de souplesse à l'entraînement si les résultats sont favorables en phase chronique.

D'autres évaluations de la capacité d'imagerie (MIQ-VF (Hall et al., 1985 ; Hall et Martin, 1997), VMIQ (Roberts et al., 2008)) pourraient être plus pertinentes et spécifiques car elles permettent d'apprécier les relations entre la vivacité de l'imagerie, la capacité à voir et ressentir le mouvement sur une population sportive.

Conclusion

L'objectif de cette étude était de montrer les effets d'un protocole de 12 semaines de souplesse associé à l'imagerie motrice sur la souplesse passive des membres inférieurs de jeunes gymnastes rythmiques.

Nos résultats montrent une amélioration significative de la souplesse des membres inférieurs (*sit and reach* modifié, grands écarts latéraux) après le protocole de souplesse seul et combiné mais ne montrent pas de différences significatives entre les deux groupes, ce qui ne permet pas de montrer un intérêt supplémentaire d'utiliser l'imagerie motrice dans le protocole de souplesse.

Le protocole de souplesse associé à l'imagerie motrice ne semble pas, dans cette étude, contribuer à l'amélioration de la souplesse des membres inférieurs en gymnastique rythmique. Il semble que le protocole de souplesse seul se suffise à lui-même.

Bibliographie

- Afonso, J., Andrade, R., Rocha-Rodrigues, S., Nakamura, F. Y., Sarmento, H., Freitas, S. R., Silva, A. F., Laporta, L., Abarghoueinejad, M., Akyildiz, Z., Chen, R., Pizarro, A., Ramirez-Campillo, R., et Clemente, F. M. (2024). What We Do Not Know About Stretching in Healthy Athletes : A Scoping Review with Evidence Gap Map from 300 Trials. *Sports Medicine*, **54**, 1517-1551. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02002-7>
- Alter, M. J. (2004). *Science of Flexibility* (3^e éd.). Champaign, IL: Human Kinetics. <https://books.google.fr/books?id=3pPAWd1PW2sC>
- Behm, D. G., et Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal of Applied Physiology*, **111**, 2633-2651. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1879-2>
- Behm, D. G., Aragão-Santos, J. C., Korooshfard, N., et Anvar, S. H. (2023). Alternative flexibility training : do we need alternative methods for improving range of motion ?. *International Journal of Sports Physical Therapy*, **18**, 285. https://scholar.google.com/scholar?hl=fr&as_sdt=0%2C5&q=ALTERNATIVE+FLEXIBILITY+TRAINING%3ADO+WE++NEED+ALTERNATIVE+METHODS+FOR+IMPROVING++RANGE+OF+MOTION&btnG=
- Behm, D. G. (2024). *The Science and Physiology of Flexibility and Stretching : Implications and Applications in Sport Performance and Health*. Abingdon, Oxon : Taylor et Francis. <https://books.google.fr/books?id=MUgaEQAAQBAJ>
- Boligon, L., Deprá, P. P., et Rinaldi, I. P. B. (2015). Influence of flexibility in the execution of movements in rhythmic gymnastics. *Acta Scientiarum. Health Sciences*, **37**, 141-145. <https://doi.org/10.4025/actascihealthsci.v37i2.21615>

- Calmels, C., Holmes, P., Lopez, E., et Naman, V. (2006). Chronometric Comparison of Actual and Imaged Complex Movement Patterns. *Journal of Motor Behavior*, **38**, 339-348. <https://doi.org/10.3200/JMBR.38.5.339-348>
- Calmels, C. (2019). Beyond Jeannerod's motor simulation theory : An approach for improving post-traumatic motor rehabilitation. *Neurophysiologie Clinique*, **49**, 99-107. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2019.01.033>
- Canal, M. (2005). La souplesse : Quelques mises au point. *Journal de Traumatologie du Sport*, **22**, 32-43. [https://doi.org/10.1016/S0762-915X\(05\)83176-6](https://doi.org/10.1016/S0762-915X(05)83176-6)
- Canard, A. (2024). *Développer conjointement la souplesse active et la souplesse passive d'épaule chez des joueuses de basket-ball espoir : l'intérêt de la méthode PAILS-RAILS*. Mémoire, Université de Lille, Lille. <https://pepite.univ-lille.fr/ori-oai-search/notice/view/univ-lille-45107>
- Cofre Taípe, C.F., Sosa Gutiérrez, G.P., et Guallasamin Díaz, F. (2021). Efectividad de la flexibilidad activa y pasiva en el entrenamiento de gimnasia rítmica. *PODIUM – Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, **16**, 871-880. https://www.researchgate.net/publication/366369037_Effectiveness_of_active_and_passive_flexibility_in_rhythmic_gymnastics_training
- Daskalaki, K., Paraskevi, S., et Manos, S. (2024). The effects of adding imagery to therapeutic exercises on pain reduction, flexibility, functional performance, and quality of life in women with chronic low back pain. *Journal of Physical Education and Sport*, **24**, 1964-1977. <https://www.sciencedirect-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/science/article/pii/S1744388120311385>
- Despina, T., George, D., George, T., Sotiris, P., Alessandra, D. C., George, K., Maria, R., et Stavros, K. (2014). Short-term effect of whole-body vibration training on balance, flexibility and lower limb explosive strength in elite rhythmic gymnasts. *Human Movement Science*, **33**, 149-158. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2013.07.023>

- Donti, O., Gaspari, V., Papia, K., Panidi, I., Donti, A., et Bogdanis, G. C. (2020). Acute Effects of Intermittent and Continuous Static Stretching on Hip Flexion Angle in Athletes with Varying Flexibility Training Background. *Sports*, **8**, Article 28. <https://doi.org/10.3390/sports8030028>
- Douda, H. T., Toubekis, A. G., Avloniti, A. A., et Tokmakidis, S. P. (2008). Physiological and Anthropometric Determinants of Rhythmic Gymnastics Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, **3**, 41-54. <https://doi.org/10.1123/ijsp.3.1.41>
- Fournier, J. F., et Calmels, C. (1999). Effets d'un programme d'entraînement mental combiné à une pratique physique sur la performance en gymnastique et sur le développement de l'imagerie. *STAPS*, **49**, 63-72. https://www.researchgate.net/publication/290606917_Effets_d%27un_programme_d%27entrainement_mental_combine_a_une_pratique_physique_sur_la_performance_en_gymnastique_et_sur_le_developpement_de_l%27imagerie?utm
- García-Pinillos, F., Ruiz-Ariza ,A., Moreno del Castillo ,R., et and Latorre-Román, P. Á. (2015). Impact of limited hamstring flexibility on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility in young football players. *Journal of Sports Sciences*, **33**, 1293-1297. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1022577>
- Gaspari, V., Bogdanis, G. C., Panidi, I., Konrad, A., Terzis, G., Donti, A., et Donti, O. (2024). The Importance of Physical Fitness Parameters in Rhythmic Gymnastics : A Scoping Review. *Sports*, **12**, Article 9. <https://doi.org/10.3390/sports12090248>
- Gram, M. C. D., Fagerland, M. W., et Bo, K. (2025). Efficacy of a Rhythmic Gymnastics – Specific Injury Prevention Program : An Assesor-Blinded Cluster-Randomized Controlled Trial. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, **35**. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39891397/>
- Guidetti, L., Cagno, A. D., Gallotta, M. C., Battaglia, C., Piazza, M., et Baldari, C. (2009). Precompetition Warm-up in Elite and Subelite Rhythmic Gymnastics. *The Journal of Strength et Conditioning Research*, **23**, 1877-1882.

https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2009/09000/precompetition_warm_up_in_elite_and_subelite.35.aspx

- Guillot, A., et Collet, C. (2008). Construction of the Motor Imagery Integrative Model in Sport : A review and theoretical investigation of motor imagery use. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, **1**, 31-44. <https://doi.org/10.1080/17509840701823139>
- Guillot, A., Tolleran, C., et Collet, C. (2010). Does motor imagery enhance stretching and flexibility? *Journal of Sports Sciences*, **28**, 291-298. <https://doi.org/10.1080/02640410903473828>
- Guillot, A. (2024). *Les pouvoirs insoupçonnés de la visualisation : Manuel ultime de la préparation mentale intégrée des sportifs*. Paris : Editions Solar.
<https://www.lisez.com/livres/les-pouvoirs-insoupconnes-de-la-visualisation-manuel-ultime-de-preparation-mentale-integree>
- Hall, C., Pongrac, J., et Buckholz, E. (1985). The measurement of imagery ability. *Human Movement Science*, **4**, 107-118. [https://doi.org/10.1016/0167-9457\(85\)90006-5](https://doi.org/10.1016/0167-9457(85)90006-5)
- Holmes, P. S., et Collins, D. J. (2001). The PETTLEP Approach to Motor Imagery : A Functional Equivalence Model for Sport Psychologists. *Journal of Applied Sport Psychology*, **13**, 60-83. <https://doi.org/10.1080/10413200109339004>
- Jagers, J. R., Swank, A. M., Frost, K. L., et Lee, C. D. (2008). The Acute Effects of Dynamic and Ballistic Stretching on Vertical Jump Height, Force, and Power. *The Journal of Strength et Conditioning Research*, **22**, 1844-1849. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181854a3d>
- Jeannerod, M., et Frak, V. (1999). Mental imaging of motor activity in humans. *Current Opinion in Neurobiology*, **9**, 735-739. [https://doi.org/10.1016/S0959-4388\(99\)00038-0](https://doi.org/10.1016/S0959-4388(99)00038-0)
- Jeannerod, M. (2001). Neural Simulation of Action : A Unifying Mechanism for Motor Cognition. *NeuroImage*, **14**, S103-S109. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0832>

- JH Bovend'Eerd, T., Sackley, C., et T Wade, D. (2008). Mental techniques during manual stretching in spasticity—A pilot randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, **23**, 137-145. <https://doi.org/10.1177/0269215508097298>
- Kanthack, T. F. D., Guillot, A., Papaxanthis, C., Guizard, T., Collet, C., et Di Rienzo, F. (2017). Neurophysiological insights on flexibility improvements through motor imagery. *Behavioural Brain Research*, **331**, 159-168. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2017.05.004>
- Küllü, H. D. (2022). Acute Effect of Static Stretching, PNF and Motor Imagery on Hamstring Flexibility. *Journal of Basic and Clinical Health Sciences*, **6**, Article 2. <https://doi.org/10.30621/jbachs.1005358>
- MacDonald, D. (2012). Sport and Exercise Psychology : A Critical Introduction (2nd edition). *Sport et Exercise Psychology Review*, **8**, 92-93. <https://ressources-electroniques.univ-lille.fr/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,url,uidetdb=a9hetAN=79274476&lang=frets&site=ehost-live>
- Malouin, F., Richards, C. L., Jackson, P. L., Lafleur, M. F., Durand, A., et Doyon, J. (2007). The Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ) for Assessing Motor Imagery in Persons with Physical Disabilities : A Reliability and Construct Validity Study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, **31**, 20-29. <https://doi.org/10.1097/01.NPT.0000260567.24122.64>
- Miletic, D., Katic, R., et Males, B. (2004). Some Anthropologic Factors of Performance in Rhythmic Gymnastics Novices. *Coll. Antropol.* **28**, 727-737. <https://hrcak.srce.hr/5602>
- Moran, A., Guillot, A., MacIntyre, T., et Collet, C. (2012). Re-imagining motor imagery : Building bridges between cognitive neuroscience and sport psychology. *British Journal of Psychology*, **103**, 224-247. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.2011.02068.x>
- Puentedura, E. J., Huijbregts, P. A., Celeste, S., Edwards, D., In, A., Landers, M. R., et Fernandez-de-las-Penas, C. (2011). Immediate effects of quantified hamstring stretching : Hold-relax

proprioceptive neuromuscular facilitation versus static stretching. *Physical Therapy in Sport*, **12**, 122-126. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.02.006>

- Puyjarinet, F. (2015). Intérêt de l'imagerie motrice dans la rééducation de la dysgraphie chez l'enfant. *Entretiens de Psychomotricité*, **31**, 257-267. https://scholar.google.fr/scholar?q=+Int%C3%A9r%C3%AAt+de+l%E2%80%99imagerie+motrice+dans+la+r%C3%A9+C3%A9+C3%A9ducation+de+la+dysgraphie+chez+l%E2%80%99enfant.+Entretiens+de+Psychomotricit%C3%A9.&hl=fr&as_sdt=0,5
- Reiss, D., et Prévost, D. P. (2021). *La Nouvelle bible de la préparation physique*. Paris :Amphora. https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=qVU-EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=La+Nouvelle+bible+de+la+pr%C3%A9paration+physique.+Paris+:+Amphora.&ots=yQn902-JMn&sig=mx4kRpGaep-ihnZsTVNsGNCl2Nw&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Rémi, S. (2024). *Effet de la pliométrie sur l'évolution de la souplesse chez les jeunes footballeurs*. Mémoire, Université de Lille, Lille. <https://pepite.univ-lille.fr/ori-oai-search/notice/view/univ-lille-45215>
- Roberts, R., Callow, N., Hardy, L., Markland, D., et Bringer, J. (2008). Movement Imagery Ability : Development and Assessment of a Revised Version of the Vividness of Movement Imagery Questionnaire. *Journal of Sports and Exercise Psychology*, **30**, 200-221. <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jsep/30/2/article-p200.xml>
- Sand, W. A., McNeal, J. R., Penitente, G., Murray, S. R., Nassar, L., Jemni, M., Mizuguchi, S., et Stone, M. H. (2016). Stretching the Spines of Gymnasts : A Review. *Sports medicine*, **46**, 315-327. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4769315/>
- Santos, A. B., Lemos, M. E., Lebre, E., et Ávila, L. (2015). Active and passive lower limb flexibility in high level rhythmic gymnastics. *Science of Gymnastics Journal*, **7**, 55-66. https://scholar.google.com/scholar?hl=fr&as_sdt=0%2C5&q=ACTIVE+AND+PASSIVE+LOWER+LIMB+FLEXIBILITY+IN+HIGH+LEVEL+RHYTHMIC+GYMNASTICS&btnG=

- Schuster, C., Hilfiker, R., Amft, O., Scheidhauer, A., Andrews, B., Butler, J., Kischka, U., et Ettlin, T. (2011). Best practice for motor imagery : A systematic literature review on motor imagery training elements in five different disciplines. *BMC Medicine*, **9**, 75. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-9-75>
- Sharman, M. J., Cresswell, A. G., et Riek, S. (2006). Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching. *Sports Medicine*, **36**, 929-939. <https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200636110-00002>
- Smith, C. A. (1994). The Warm-Up Procedure : To Stretch or Not to Stretch. A Brief Review. *Journal of Orthopaedic et Sports Physical Therapy*, **19**, 12-17. <https://doi.org/10.2519/jospt.1994.19.1.12>
- Suica, Z., Behrendt, F., Gäumann, S., Gerth, U., Schmidt-Trucksäss, A., Ettlin, T., et Schuster-Amft, C. (2022). Imagery ability assessments : A cross-disciplinary systematic review and quality evaluation of psychometric properties. *BMC Medicine*, **20**, 166. <https://doi.org/10.1186/s12916-022-02295-3>
- Vaing, D. (2023). *Terminologie de la gymnastique rythmique*. Mémoire, University of Zagreb, Zagreb. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:131:088311>
- Vergeer, I., et Roberts, J. (2006). Movement and stretching imagery during flexibility training. *Journal of Sports Sciences*, **24**, 197-208. <https://doi.org/10.1080/02640410500131811>
- Vernetta, M., Peláez-Barrios, E. M., et López-Bedoya, J. (2020). Systematic review of flexibility tests in gymnastics. *Journal of Human Sport and Exercise*, **17**. <https://doi.org/10.14198/jhse.2022.171.07>
- White, A., et Hardy, L. (1998). An in-depth analysis of the uses of imagery by high-level slalom canoeists and artistic gymnasts. *The Sport Psychologist*, **12**, 387-403. <https://journals.humankinetics.com/view/journals/tsp/12/4/article-p387.xml>

- Williams, J. G., Odley, J. L., et Callaghan, M. (2004). Motor Imagery Boosts Proprioceptive Neuromuscular Facilitation in the Attainment and Retention of Range-of -Motion at the Hip Joint. *Journal of Sports Science and Medicine*, **3**, 160-166. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3905298/>
- Williams, S. E., Cumming, J., Ntoumanis, N., Nordin-Bates, S. M., Ramsey, R., et Hall, C. (2012). Further Validation and Development of the Movement Imagery Questionnaire. *Journal of Sports and Exercise Psychology*, **34**, 621-646. <https://doi.org/10.1123/jsep.34.5.621>
- Yap, B. W. D., et Lim, E. C. W. (2019). The Effects of Motor Imagery on Pain and Range of Motion in Musculoskeletal Disorders : A Systematic Review Using Meta-Analysis. *The Clinical Journal of Pain*, **35**, 87-99. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000648>
- Young, W. B., et Behm, D. G. (2002). Should Static Stretching Be Used During a Warm-Up for Strength and Power Activities ?. *Strength and Conditioning Journal*, **24**, 33-37. https://journals.lww.com/nsca-scj/citation/2002/12000/Should_Static_Stretching_Be_Used_During_a_Warm_Up.6.aspx
- Zetaruk, M. N., Fors, M. V., Zurakowski, D., Jr, W. A. M., et Micheli, L. J. (2006). Injuries and training recommendations in elite rhythmic gymnastics. *Apunts: Medicina de l'esport*, **151**, 100-106. <https://raco.cat/index.php/Apunts/article/view/164833>

Sitographie

Fédération Internationale de Gymnastique. *Code of Points 2025-2028*, 2025.
https://www.gymnastics.sport/publicdir/rules/files/en_1.1%20-%20RG%20Code%20of%20Points%202025-2028.pdf (accédé le 08/05/2025).

Fleury L. *L'imagerie motrice, une technique au service des sportifs et des personnes paralysées*, 2020.
<https://www.cortex-mag.net/limagerie-motrice-une-technique-au-service-des-sportifs-et-des-personnes-paralysees/?utm> (accédé le 13/06/2025).

Pinjon T. UPEC. *Pourquoi et comment développer la souplesse ? Partie 1*, 2022.
<https://www.valdemarne.fr/newsletters/sport-sante-et-preparation-physique/pourquoi-et-comment-developper-la-souplesse-partie-1> (accédé le 06/01/2025).

Annexe 1

Protocole de passation du KVIQ-VF :

<https://nextcloud.univ-lille.fr/index.php/s/TiS3iwtzPdSxGjL>

Annexe 2

Tableau 4: Résultats bruts aux tests de souplesse

Sujet	sit and reach modifié (cm)				Grand écart jambe préférentielle (cm)				Grand écart Jambes Non Préférentielle (cm)				Grand écart Facial (cm)			
	Contrôle		Expérimental		Contrôle		Expérimental		Contrôle		Expérimental		Contrôle		Expérimental	
	avant	après	avant	après	avant	après	avant	après	avant	après	avant	après	avant	après	avant	après
1			39	53			33	48			30,5	45			-0,5	10
2			42	44			48,5	58			29	38			20	43
3			41	42			47,5	63			13	24			-7	0
4			36	38			14	19			-7	-11			-11	-14
5			29	36			19	31			13	18			-13	-19
6			44	41			13	18			5	18			-21	-19
7			39	38			22	18			9	16			-13	-13
8	35	40			17,5	21			-10,5	-14,5			0	-4,5		
9	36	46			10	23			7	18			-4	0		
10	45	53			51	62			33	43			22	31		
11	41	53			13	9			-4	-8			-14	-25		
12	49	42			-3	13			-4	-4			-3	9		
13	42	56,5			37	48			29,5	38			-1	19		
14	35	45,5			28	44			5,5	-3			-7	-13		
Moyenne	40,4	48,0	38,6	41,7	21,9	31,4	28,1	36,4	8,1	9,9	13,2	21,1	-1	2,4	-6,5	-1,7
Médiane	41	46	39	41	17,5	23	22	31	5,5	-3	13	18	-3	0	-11	-13
Ecart Type	5,41	6,22	4,93	5,68	18,13	19,96	15,07	19,65	16,95	23,19	13,18	17,99	11,17	19,05	13,25	22,42

Tableau 5: Moyennes et écarts types des résultats au sit and reach test modifié

	sit and reach modifié			
	Gp Con Av	Gp Con AP	Gp Exp Av	Gp exp Ap
Moyenne	40,4	48,0	38,6	41,7
Ecart type	5,41	6,22	4,93	5,68

Tableau 6: Moyennes et écarts types des résultats au test du grand écart JP

	Grand écart JP			
	Gp Con Av	Gp Con AP	Gp Exp Av	Gp exp Ap
Moyenne	21,9	31,4	28,1	36,4
Ecart type	18,13	19,96	15,07	19,65

Tableau 8: Moyennes et écarts types des résultats au test du grand écart JNP

	Grand Ecart JNP			
	Gp Con Av	Gp Con AP	Gp Exp Av	Gp exp Ap
Moyenne	8,1	9,9	13,2	21,1
Ecart type	16,95	23,19	13,18	17,99

Tableau 7: Moyennes et écarts types des résultats au test du grand écart facial

	Grand écart Facial			
	Gp Con Av	Gp Con AP	Gp Exp Av	Gp exp Ap
Moyenne	-1	2,4	-6,5	-1,7
Ecart type	11,7	19,05	13,25	22,42

Tableau 9: Vérification de la normalité et homogénéité des variances pour chaque échantillon (tests de souplesse)

	sit and reach modifié (cm)				Grand écart jambe préférentielle (cm)				Grand écart Jambes Non Préférentielle (cm)				Grand écart Facial (cm)			
	Contrôle		Expérimental		Contrôle		Expérimental		Contrôle		Expérimental		Contrôle		Expérimental	
	avant	après	avant	après	avant	après	avant	après	avant	après	avant	après	avant	après	avant	après
Normalité (Test Shapiro Wilk) validée si P> 0,05	P= 0,35	P=0,52	P= 0,33	P= 0,19	P= 0,96	P= 0,47	P= 0,05	P= 0,11	P= 0,20	P= 0,17	P= 0,60	P= 0,52	P= 0,09	P= 1,00	P= 0,17	P= 0,05
Homogénéité (Levene) validée si P> 0,05	P= 0,72				P= 0,65				P= 0,27				P=0,28			

Tableau 10: Résultats statiques de l'ANOVA à 2 voies pour le sit and reach modifié

sit and reach modifié				
Facteur groupe			Facteur temps	
	Groupe Expérimental	Groupe Contrôle	Avant	Après
N	14			
Moy	40,1	44,2	39,5	44,9
ET	5,36	6,84	5,06	6,59
Différence (significative si p< 0,05)	0,121		0,009	
Taille de l'effet			1,03	
Interaction (significative si p< 0,05)	0,222			

Tableau 11: Résultats statistiques du test T de student (test post hoc) pour le sit and reach modifié

sit and reach modifié				
Groupe Expérimental		Groupe Contrôle		
	Avant	Après	Avant	Après
N	7	7	7	7
Moy	38,6	41,7	40,4	48
ET	4,93	5,69	5,41	6,22
Différence (significative si $p < 0,05$)	P=0,195		P= 0,030	
Taille de l'effet			0,51	

Tableau 12: Résultats statiques de l'ANOVA à 2 voies pour le grand écart JP

grand écart jambe préférentielle				
Facteur groupe			Facteur temps	
	Groupe Expérimental	Groupe Contrôle	Avant	Après
N	14			
Moy	32,3	26,7	25,0	33,9
ET	17,37	18,97	16,34	19,21
Différence (significative si $p < 0,05$)	0,570		0,001	
Taille de l'effet			0,74	
Interaction (significative si $p < 0,05$)	0,754			

Tableau 13: Résultats statistiques du test T de student (test post hoc) pour le grand écart JP

grand écart jambe préférentielle				
Groupe Expérimental		Groupe Contrôle		
	Avant	Après	Avant	Après
N	7	7	7	7
Moy	28,1	36,4	21,9	31,4
ET	15,07	19,65	18,13	19,96
Différence (significative si $p < 0,05$)	P= 0,020		P= 0,014	
Taille de l'effet	0,74		0,72	

Tableau 14: Résultats statiques de l'ANOVA à 2voies pour le grand écart JNP

grand écart jambe non préférentielle				
Facteur groupe			Facteur temps	
	Groupe Expérimental	Groupe Contrôle	Avant	Après
N	14			
Moy	17,2	9,0	10,6	15,5
ET	15,70	19,54	14,83	20,77
Différence (significative si p< 0,05)	0,408		0,024	
Taille de l'effet			0,57	
Interaction (significative si p< 0,05)	0,136			

Tableau 15: Résultats statistiques du test T de student (test post hoc) pour le grand écart JNP

grand écart jambe non préférentielle				
Groupe Expérimental		Groupe Contrôle		
	Avant	Après	Avant	Après
N	7	7	7	7
Moy	13,2	21,1	8,1	9,9
ET	13,18	17,99	16,95	23,19
Taille de l'effet	0,78			
Différence (significative si $p < 0,05$)	P= 0,015		P=0,556	

Tableau 16: Résultats au à l'évaluation KVIQ-VF et gains aux tests de souplesse

Prénom	Numéro	Groupe	Age	Sit and reach avant	grand écart jambe préférentielle	grand écart jambe non préférentielle	grand écart facial	Sit and reach après	grand écart jambe préférentielle	grand écart jambe non préférentielle	grand écart facial	Total visuel	Moyenne visuelle /5	Total Kinesthésique /5	Moyenne Kinesthésique /5	Score global 170	Moyenne Mobilité	Gain seat and reach	Gain grand écart JP	Gain grand écart JNP	Gain Grand écart facial
Lou	1	expérimental	13	39	33	30,5	-0,5	53	48	45	10	58	3,4	58	3,4	116	3,4	14	15	14,5	10,5
Leïsan	2	expérimental	11	42	48,5	29	20	44	58	38	43	79	4,7	63,5	3,7	142,5	4,2	2	9,5	9	23
Maéva	3	expérimental	12	41	47,5	13	-7	42	63	24	0	51	3,0	56	3,3	107	3,1	1	15,5	11	7
Safwa	4	expérimental	12	38	14	-7	-11	38	19	-11	-14	63	3,7	74	4,4	137	4,0	2	5	-4	-3
Dina	5	expérimental	12	29	18	13	-13	39	33	18	-10	54	3,2	43	2,5	97	2,9	7	12	5	-6
Lina	6	expérimental	12	44	13	5	-21	41	18	18	-19	36	2,1	50	2,9	86	2,5	-3	5	13	2
Ines	7	expérimental	12	39	22	9	-13	38	18	16	-13	79	4,7	36	2,1	115	3,4	-1	-4	7	0
Moyenne				38,6	28,1	13,2	-6,5	41,7	39,4	21,1	-1,7	60,0	3,5	54,4	3,2	114,4	3,4	3,1	8,3	7,9	4,8
Ecart type				4,93	15,07	13,18	13,29	5,68	19,65	17,99	22,42	15,43	0,91	12,72	0,75	20,28	0,69	5,76	6,89	6,21	9,81

Tableau 17: Vérification de la normalité des résultats au KVIQ-VF et des gains aux tests de souplesse

Normalité avec le test Shapiro Wilk	Score goba KVIQ-VF	Gain sit and reach	Gain grand écart JP	Gain grand écart JNP	Grand écart facial
valide si p> 0,05	0,79	0,27	0,45	0,41	0,54

Tableau 18: Résultats statiques de l'ANOVA à 2 voies pour le grand écart facial

grand écart facial				
Facteur groupe			Facteur temps	
	Groupe Expérimental	Groupe Contrôle	Avant	Après
N	14			
Moy	-4,1	0,7	-3,8	0,3
ET	17,87	15,10	12,11	20,10
Différence (significative si p< 0,05)	0,591		0,171	
Interaction (significative si p< 0,05)	0,803			

6 Résumé

Objectif : Cette étude a pour objectif d'analyser l'influence d'un protocole de souplesse associé à l'imagerie motrice sur la souplesse passive des membres inférieurs de jeunes gymnastes rythmiques.

Méthode : Deux groupes de gymnastes rythmiques ont participé à l'étude : un groupe contrôle (7 gymnastes), qui a réalisé un protocole de souplesse passive des membres inférieures et un groupe expérimental (7 gymnastes), qui a réalisé le même protocole de souplesse associé à de l'imagerie motrice. Chaque gymnaste a réalisé avant et après entraînement, des tests mesurant la souplesse des membres inférieurs (*sit and reach* modifié, grands écarts latéraux et grand écart facial). Les gymnastes du groupe expérimental ont réalisé une familiarisation et une évaluation de la capacité d'imagerie (KVIQ-VF). Le protocole d'entraînement a duré 12 semaines et il comprenait des exercices ayant pour objectif d'améliorer la souplesse passive des membres inférieurs. Une première série de 1 min en grand écart dans une amplitude maximale (avec élastique) et une seconde série de 1 min 10 en grand écart dans une amplitude maximale (sans élastique) ont été réalisées pour chaque grand écart (grands écarts latéraux de chaque jambe et grand écart facial).

Résultats : Les résultats montrent des gains significatifs de souplesse passive dans le groupe contrôle sur les tests du *sit and reach* et grand écart de la jambe préférentielle mais pas sur les deux autres grands écarts. A l'inverse, le protocole combiné permet d'obtenir des gains de souplesse significatifs sur les deux grands écarts latéraux mais pas sur le grand écart facial ni sur le *sit and reach*. Par contre, nous n'observons pas de différences significatives entre les deux groupes après entraînement.

Conclusion : L'ajout de l'imagerie motrice au protocole de souplesse de 12 semaines ne permet pas d'améliorer significativement la souplesse des membres inférieurs chez des jeunes gymnastes rythmiques.

Mots clés : souplesse, imagerie motrice, gymnastique rythmique, amplitude articulaire, entraînement

Abstract

Objective: This study aims to analyze the influence of a flexibility protocol combined with motor imagery on the passive flexibility of the lower limbs of young rhythmic gymnasts.

Method: The gymnasts were divided into 2 groups: a control group (7 gymnasts), which followed a passive lower limb flexibility protocol, and an experimental group (7 gymnasts), which followed the same flexibility protocol combined with motor imagery. Tests were conducted on each gymnast to measure their lower limb flexibility (modified *sit and reach*, side splits and front split) before and after training. The gymnasts in the experimental group completed a familiarization phase and an assessment of imagery ability (KVIQ-VF). The training protocol lasted 12 weeks and included exercises aimed to improve passive lower limbs flexibility. For each split (side splits of each leg and front split), the protocol consisted of a first one minute-set at a maximum range of motion (with elastic band), then a second one minute and ten seconds also at the maximum range of motion (without elastic band).

Results: For the control group, results are showing significant gains in passive flexibility for the *sit and reach* test and the preferred leg side split, but not for the other two splits. On the other hand, the outcome for the experimental group is showing significant gains in flexibility for the two side splits but not for the front split and the *sit and reach*. However, no significant differences were observed between the two groups after the training.

Conclusion: The addition of motor imagery to the 12-week flexibility protocol does not significantly improve lower limb flexibility in young rhythmic gymnasts.

Key words: flexibility, motor imagery, rhythmic gymnastics, range of motion, training

Compétences acquises

Au cours de cette première année d'apprentissage, j'ai développé plusieurs compétences à la fois pratiques sur le terrain mais aussi plus théoriques avec la réalisation de ce mémoire.

J'ai d'abord appris à **concevoir**. En effet, j'ai été amenée à concevoir des enchaînements de GR, des planifications sur l'année pour chaque ensemble et gymnaste mais aussi concevoir des protocoles de tests afin d'évaluer leur progression.

Aussi, j'ai été amenée à **m'adapter**. J'ai dû m'adapter à une équipe technique et un fonctionnement sportif déjà très ancré dans le club tout en apportant mes connaissances et mes motivations. Je me suis aussi adaptée au niveau, âge et demandes des différents publics que j'ai accompagnés. Les aléas du sport de performance (absences, indisponibilités de salle, blessures, fatigues, conflits, ...) m'ont obligée à m'adapter et rebondir afin de garantir l'atteinte des objectifs du club et des gymnastes tout en garantissant le bien-être de chacun.

Finalement, j'ai aussi appris à **guider**. J'ai encadré des groupes loisirs mais j'ai aussi et surtout guidé et accompagné des gymnastes en individuel et en ensemble lors des compétitions et des entraînements. J'ai aussi guidé des suivis de préparation mentale et mené un protocole d'imagerie motrice.