

Master 1^{ère} année mention STAPS : EOPS
Entrainement et Optimisation de la performance Sportive

ANNEE UNIVERSITAIRE 2021-2022

MEMOIRE

**TITRE : INFLUENCE DE LA COHERENCE CARDIAQUE
SUR LE SOMMEIL DES PRATIQUANTS DE KICK BOXING.**

PRESENTE PAR : ANTHONY VIOLA

SOUS LA DIRECTION DE : YANCY DUFOUR

SOUTENU LE : 28/06/2022

**DEVANT LE JURY : PHILIPPE CAMPILLO, FLORENCE DELERUE, JORIS
VINCENT ET FRANÇOIS-XAVIER GAMELIN**

STAPS : EOPS (Entrainement et Optimisation de la Performance sportive)



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

Remerciements

Tout d'abord, je souhaite remercier l'ensemble de la Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique (FSSEP), pour m'avoir donné la chance d'intégrer cette première année de master EOPS.

Un grand merci et une reconnaissance toute particulière à mon directeur de mémoire, Yancy Dufour pour sa confiance, son implication au sein de ce projet et son soutien à mon égard durant toute cette année universitaire.

Je remercie également l'ensemble des professeurs de la FSSEP qui sont intervenus au sein du master 1 EOPS pour leur expertise, leur humilité et surtout leur bienveillance.

Je remercie aussi tous les sportifs qui ont participé à cette étude pour leur investissement et sans qui ce projet n'aurait pu voir le jour.

Sans oublier toute l'équipe du Power Fit Boxing qui m'a accueilli et fait confiance durant toute cette saison sportive, merci beaucoup.

Enfin, merci à toute ma famille et à mes proches qui me soutiennent.

Sommaire

1. Introduction	6
2. Revue de littérature	7
2.1 Le sommeil	7
2.2 Comment est analysé notre sommeil ?	7
2.3 Les différents stades du sommeil	8
2.3.1 Le sommeil lent léger	8
2.3.2 Le sommeil lent profond	8
2.3.3 Le sommeil paradoxal	8
2.4 L'organisation de notre sommeil	9
2.5 Régulation du sommeil	10
2.5.1 Le processus Homéostatique (H)	10
2.5.2 Le processus circadien (C)	10
2.6 Impact du sommeil sur la performance des sportifs	11
2.7 Quelques outils favorisant le sommeil	12
2.8 Cohérence cardiaque et variabilité de la fréquence cardiaque	14
3. Problématique, objectifs, hypothèses	16
4. Le stage	17
5. Sujets	17
6. Matériel, méthodes et protocole	18
7. Analyse statistique	19
8. Résultats	20
9. Discussion	24
10. Conclusion	27
11. Références bibliographiques	28
12. Annexes	32
13. Résumé et mots-clés	35
14. Compétences	37

Glossaire

- (ASR) Arythmie sinusale respiratoire
- (CC) Cohérence cardiaque
- (ECG) Electrocardiogramme
- (EEG) Electro-encéphalogramme
- (EOG) Electro-oculogramme
- (FSSEP) Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique
- (INSERM) Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
- (IRM) Imagerie par résonance magnétique
- (SNA) Système nerveux autonome
- (SNP) Système nerveux parasympathique
- (SNS) Système nerveux sympathique
- (TEP) Tomographie à Emission de Positons
- (VFC) Variabilité de la fréquence cardiaque

1. Introduction

Nous passons plus d'un tiers de notre vie à dormir, ce qui suggère que le sommeil joue un rôle essentiel dans notre vie. Watson et al. (2015) dans un manuscrit, ont démontré qu'une bonne hygiène de sommeil était essentiel pour une santé optimale.

Le sommeil est un phénomène physiologique qui nous accompagne tout au long de notre vie et il a de nombreuses fonctions. Notamment une fonction mnésique et son rôle dans l'acquisition des compétences motrices, comme nous le verrons dans la revue de littérature, est indispensable. On retrouve aussi une fonction métabolique, ainsi lors du sommeil, la synthèse des protéines et la mitose cellulaire augmentent, ce qui va permettre notamment la réparation des fibres musculaires endommagées pendant la pratique sportive. Les sportifs ont donc tout intérêt à avoir un sommeil d'une qualité et quantité suffisante.

De nombreuses recherches ont été effectuées, mais le sommeil reste encore une fonction mystérieuse. Cependant, nous savons que le sommeil est déterminant pour notre santé et indispensable pour le bon fonctionnement de nombreuses fonctions biologiques. Comme il influence grandement notre état de santé, les enjeux de la recherche sont colossaux.

Malgré ce constat, on peut aisément observer que la population, en règle générale, a souvent tendance à négliger la quantité et la qualité de son sommeil. Dans le cadre du baromètre santé (enquête en population générale de 2017), la durée moyenne de sommeil de la tranche active de la population française est passée sous la barre des 7 heures minimales par 24h (6h56 minutes) en semaine, classiquement recommandée pour une récupération optimale et conclue que la privation de sommeil atteint des niveaux préoccupants pour toutes les tranches d'âge (Léger et al, 2019).

Aujourd'hui, plus d'un tiers des jeunes adultes dorment moins de 6 heures par 24 heures en semaine. Or, dormir moins de 6 heures est associé à un risque plus élevé d'obésité, de diabète, de maladies cardiovasculaires, de difficultés psychologiques (anxiété, stress, dépression) et d'accidents de la route (Léger, 2016).

Nous comprenons mieux à présent pourquoi avoir un mauvais sommeil a des conséquences désastreuses en santé public.

Les performances des sportifs peuvent également être négativement impactées par le manque de sommeil. Martin (1981) suggère qu'avoir un sommeil suffisant est essentiel pour des performances sportives optimales notamment en endurance. Ses résultats montrent qu'une diminution du sommeil aiguë peut contribuer à diminuer la tolérance à un exercice intense et prolongé. De plus, la perturbation du sommeil en qualité comme en quantité pourrait favoriser la survenue d'un syndrome de surentraînement chez les sportifs (Meeusen et al, 2013).

La promotion d'une bonne hygiène de sommeil semble donc primordiale au sein de la population des sportifs. Parmi les principaux conseils pour avoir ou retrouver un sommeil de qualité, on retrouvera la

pratique d'exercices de relaxation, notamment en fin de journée qui permettrait de réduire les tensions physiques et mentales qui sont source de perturbation du sommeil. Parmi les techniques de relaxation les plus utilisées, on retrouve la cohérence cardiaque, technique basée sur le contrôle respiratoire à six cycles par minute, soit un cycle complet d'inspiration, expiration toutes les dix secondes. Il serait intéressant d'étudier si cette technique relativement facile à apprendre et à utiliser en autonomie, peut avoir un impact positif sur le sommeil, notamment chez les sujets sportifs.

2. Revue de littérature

2.1 Le sommeil

Etat physiologique périodique de l'organisme (notamment du système nerveux) pendant lequel la vigilance est suspendue et la réactivité aux stimulations amoindrie (Larousse, définitions, 2021).

Selon l'institut National de la santé et de la recherche médicale (INSERM) le sommeil correspond à une baisse de l'état de conscience qui sépare deux périodes d'éveil. Il est caractérisé par une perte de vigilance, une diminution du tonus musculaire et une conservation partielle de la perception sensitive. (INSERM, dossiers sommeil, 2021).

2.2 Comment est analysé notre sommeil ?

Pour étudier le sommeil, les spécialistes procèdent à des enregistrements polysomnographiques permettant l'établissement d'hypnogrammes. Cette méthode mesure les ondes cérébrales par électro-encéphalogramme (EEG), les mouvements oculaires par électro-oculogramme (EOG), le rythme cardiaque par électro-cardiogramme (ECG), les mouvements et le tonus musculaire par électro-myogramme (EMG). Ces données vont permettre de suivre et d'identifier les différentes phases de sommeil.

D'autres outils sont utilisés, tels que les questionnaires et les agendas du sommeil. Ces outils reflètent subjectivement la qualité et la quantité de notre sommeil. Les relevés permettent de regarder notre rythme veille/sommeil, par contre ils ne permettent pas de définir l'architecture de notre sommeil. Autre outil : l'actimétrie qui enregistre nos mouvements, grâce à un bracelet porté au poignet. Les relevés permettent de visualiser notre rythme veille/sommeil, la fragmentation de notre sommeil, ainsi que la qualité et la quantité de notre sommeil. Il existe aussi les techniques d'imagerie médicale (Imagerie par résonance magnétique (IRM), scanner, et d'imagerie fonctionnelle (Tomographie à Emission de Positons scan (TEP scan), IRM fonctionnelle, magnétoencéphalographie, permettent aux chercheurs la

possibilité d'étudier les caractéristiques et le rôle de chacune des phases de sommeil (INSERM, dossiers sommeil, 2021).

2.3 Les différents stades du sommeil

Suite au développement de l'électro-encéphalographie par Hans Berger, un neurologue allemand à la fin des années 1920, cette technique a permis de montrer que l'activité cérébrale n'était pas continue au cours du sommeil. C'est à partir de ces constatations que les stades du sommeil ont pu être définis. Notre sommeil est divisé en trois grands stades : le sommeil lent léger, le sommeil lent profond et le sommeil paradoxal, (Arnal, 2016).

2.3.1 Le sommeil lent léger :

Il correspond aux premières étapes de notre cycle de sommeil. Il est composé de deux stades :

- Le stade 1 : correspond à la phase d'endormissement. On observe une baisse du tonus musculaire et de la fréquence cardiaque.
- Le stade 2 : caractérisé par une plus grande perte de la conscience, mais la personne est encore sensible aux stimuli externes.

2.3.2 Le sommeil lent profond :

Il s'agit du stade 3, phase qui permet la plus grande récupération physiologique pour notre organisme. La personne dort profondément, le tonus musculaire continue à diminuer par rapport au sommeil lent léger.

2.3.3 Le sommeil paradoxal :

C'est la période pendant laquelle l'activité cérébrale est proche de celle de la phase d'éveil. C'est également la phase qui correspond à la récupération de la fatigue nerveuse. Dement et kleitman (1957) ont montré que le sommeil paradoxal était très souvent associé aux rêves.

Il est aussi caractérisé par de fréquents mouvements oculaires, Rapid Eye Movement (REM), alors que le corps lui est presque paralysé (d'où le nom paradoxal).

2.4 L'organisation de notre sommeil

L'organisation de notre sommeil pendant la nuit est cyclique. La succession, sommeil lent léger, puis lent profond et paradoxal, forme un cycle de sommeil qui dure en moyenne 90 minutes chez l'adulte. (Figure1)

Au cours d'une nuit normale, quatre à six cycles vont se succéder. En début de nuit, le sommeil lent profond prédomine, alors que le sommeil paradoxal est davantage présent en fin de nuit avec le sommeil lent léger.

Une nuit de sommeil comprend 20 à 25% de sommeil lent profond, 20 à 25 % de sommeil paradoxal et 50 à 60 % de sommeil lent léger (surtout du stade 2).

L'activité cérébrale, pendant ces différents stades, est caractéristique. L'activité cérébrale se ralentit (diminution de la fréquence) du stade 1 au stade 3 avec des ondes qui deviennent de plus en plus amples. Pendant le sommeil paradoxal, l'activité cérébrale est très rapide et peu ample.

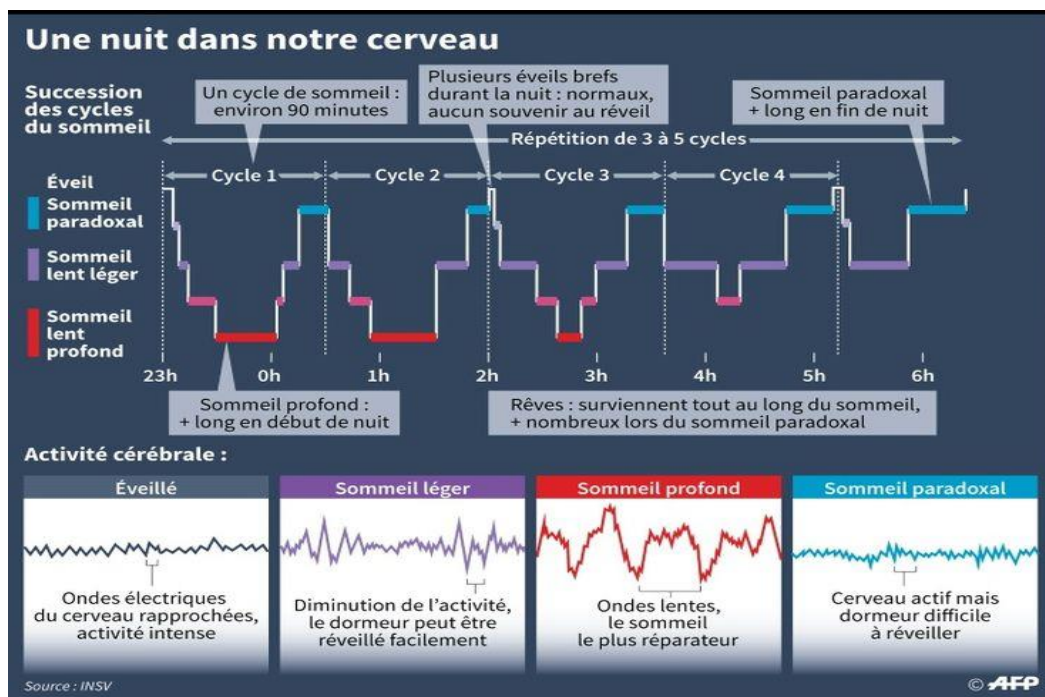


Figure 1 : Hypnogramme schématisant l'organisation d'une nuit de sommeil chez l'adulte

2.5 Régulation du sommeil

La régulation de notre sommeil est principalement influencée par deux processus : le processus homéostatique et le processus circadien défini, ci-dessous.

2.5.1 Le processus Homéostatique (H)

Le besoin de sommeil s'accumule pendant la phase d'éveil comme un verre d'eau. Quand le verre est plein, le besoin de dormir se fait ressentir. Après une nuit de sommeil, le verre s'est vidé et peut à nouveau se remplir pendant la phase d'éveil.

2.5.2 Le processus circadien (C)

Cela fonctionne comme un balancier qui oscille en fonction de l'heure inscrite sur notre horloge biologique. Cette horloge est sous l'influence de plusieurs synchronisateurs comme la lumière, le niveau d'activité ou les facteurs génétiques.

Nous possédons tous, notre propre horloge biologique interne. Cette horloge biologique interne est localisée dans une zone du cerveau appelée hypothalamus et dans les noyaux supra-chiasmatiques. C'est cette horloge qui régule principalement l'alternance veille/sommeil.

Cette activité est rythmée et réglée sur environ 24 heures. Au sein de notre organisme de nombreux rythmes sont réglés sur 24 heures, comme notre température interne, la sécrétion de multiples hormones, le rythme cardiaque, la fonction rénale, etc.

Comme dit précédemment, la lumière influence grandement notre horloge biologique, notamment la lumière de haute intensité (soleil, luminothérapie). L'impact de la lumière sur notre horloge interne dépend de l'intensité de la lumière, de la durée d'exposition, de sa composition spectrale (couleur) et de l'heure à laquelle nous sommes exposés. La lumière bleue créée par les écrans influence notre horloge biologique plus que la lumière fluorescente blanche de même intensité. La lumière en passant de la rétine à l'horloge interne par l'intermédiaire du tractus rétino-hypothalamique, inhibe la sécrétion de mélatonine, hormone qui déclenche le besoin de sommeil et peut donc impacter négativement notre sommeil si l'on est trop exposé à ce type de lumière en fin de journée.

On retrouve également comme synchroniseurs les activités régulières reproduites périodiquement, comme les repas, l'activité physique, les activités sociales.

L'effet d'une activité physique à intensité moyenne sur notre horloge biologique serait comparable à celle de la lumière. Van Reeth et al. (1994) ont démontré qu'un entraînement de 3 heures aurait les

mêmes effets que 3 heures d'exposition à la lumière du jour. Ces données montrent que l'activité physique peut exercer des effets de déphasage sur notre horloge biologique.

2.6 Impact du sommeil sur la performance des sportifs

Le but de cette partie est de comprendre l'impact du sommeil sur les performances sportives, que ce soit le sportif de haut niveau ou le sportif amateur, qu'il s'agisse de réaliser une performance en compétition, ou simplement de réaliser l'entraînement qui était prévu. L'impact positif d'un bon sommeil sur les performances sportives n'est plus à démontrer.

Certaines disciplines sportives peuvent induire des perturbations du sommeil causées par le sport lui-même, comme par exemple des courses à pied ultra distance qui peuvent durer plusieurs jours.

De plus, être performant en compétition comme à l'entraînement implique souvent une bonne dose de motivation. Des études ont montré que le sommeil pouvait impacter la motivation des sportifs, notamment en modifiant la perception de l'effort, pour simplifier tout devient plus difficile à accomplir (Martin, 1981).

En ayant une influence négative sur l'équilibre, la proprioception et le temps de réaction, un mauvais sommeil augmente également le risque de blessure. Les sportifs ne peuvent pas toujours bénéficier des meilleures conditions pour favoriser un bon sommeil. En effet, les décalages horaires, des environnements de sommeil changeant et le stress de la compétition sont autant de facteurs pouvant influencer de manière négative le sommeil (Silva et Paiva, 2019).

Il semblerait que selon le type et la durée de l'effort, l'impact d'un sommeil altéré ne soit pas le même. En effet, les performances de courte durée à haute intensité semblent n'être pas trop impactées par le manque de sommeil. C'est ce que suggèrent les travaux de Blumert et al. (2007) qui démontrent que les performances lors d'un squat ou d'un arraché n'étaient pas impactées après une nuit sans dormir.

En ce qui concerne les épreuves de longue durée, même après une seule nuit blanche, les performances sont très souvent affectées. Suite à ses travaux, Martin (1981) a mis en avant qu'une privation de sommeil de 36 heures réduisait la durée d'un effort soutenu à 80 % de VO₂max, jusqu'à l'épuisement, de 11 %.

Beaucoup de facteurs ont été évoqués pour tenter d'expliquer cela (altération du système cardiovasculaire, altération du rendement biomécanique, augmentation de la perception de la difficulté de l'effort). Plusieurs études ont mis en évidence que les capacités de prise de décision ainsi que le raisonnement étaient altérées, après une seule nuit blanche. Ces qualités sont pourtant indispensables dans de nombreux sports notamment pour faire les bons choix tactiques.

Le sommeil semble aussi avoir un impact sur la consolidation des apprentissages d'habilités motrices, qualifiés aussi d'apprentissages de nature non-déclaratif.

Une étude menée par Manta et al. (2016) montre que les performances motrices mesurées chez deux groupes d'adultes, étaient meilleures lorsque les sujets avaient dormi entre l'apprentissage et la restitution des habilités motrices. Cette performance motrice était de reproduire une figure, en s'aidant uniquement d'un miroir placé face à eux.

Bothe et al. (2019) ont démontré que le sommeil facilite la consolidation de l'adaptation motrice globale. La mise en situation était cette fois-ci, l'apprentissage d'une tâche motrice réalisée sur une bicyclette à direction inversée. Les résultats montrent que le groupe ayant passé une nuit de sommeil juste après l'apprentissage avait de bien meilleures performances que le groupe qui n'avait pas eu d'intervalles de sommeil avant d'être évalué une seconde fois.

Suite à ce constat, il semble indispensable que les entraîneurs mettent en place des stratégies afin d'optimiser le sommeil des sportifs.

2.7 Quelques outils favorisant le sommeil

Avoir une bonne hygiène de sommeil est aussi important qu'avoir une bonne hygiène de vie. Pour parvenir à un sommeil qualitatif et quantitatif, il faut un environnement et des comportements qui y soient favorables.

Tout d'abord, il faut aller se coucher quand le sommeil se fait ressentir. Il y a des signes annonciateurs tels que les bâillements, les yeux qui piquent et la sensation de fatigue.

Dans la mesure du possible il faut aussi s'imposer des heures de lever et de coucher les plus régulières possible. Cela favorisera la synchronisation de notre horloge interne. S'il faut choisir, il semble préférable d'imposer l'heure de lever, car c'est à ce moment-là que nous sommes exposés à la lumière qui favorise une remise à l'heure de notre horloge interne. Dans une récente étude menée sur des internes, Fang et al. (2021) ont montré qu'une mauvaise régularité des horaires de sommeil impactait négativement l'humeur en termes de stabilité.

Plusieurs études ont mis en évidence l'existence d'une relation entre la nutrition et le sommeil. Un dîner riche en hydrate de carbone, va favoriser le sommeil en fournissant des substrats précurseurs de la sérotonine. De plus, avoir une glycémie légèrement élevée et plus stable pendant la nuit, va favoriser l'endormissement et éviter les réveils nocturnes. Attention cependant, un dîner trop riche en protéine quant à lui sera délétère au sommeil, en faisant augmenter la vigilance via la stimulation des systèmes adrénergiques (Guezennec et al, 2005).

L'activité physique, qui est indispensable à notre sommeil et à notre santé en règle générale. Mahfouz et al. (2020) ont mené une étude pour évaluer l'association entre la mauvaise qualité du sommeil et l'inactivité physique chez 440 étudiants. En analysant les résultats de leurs recherches, ils ont constaté que la qualité du sommeil différait considérablement, selon le niveau d'activité physique des étudiants. L'activité physique était significativement associée à une bonne qualité de sommeil.

D'après une autre étude réalisée par Abd El-Kader et al. (2019), suite à un protocole expérimental, il a été démontré qu'après un programme de 6 mois de type exercice aérobie, une augmentation significative du temps de sommeil total, une diminution du temps d'endormissement et des réveils nocturnes et un sommeil plus qualitatif ont été constatés dans le groupe expérimental par rapport au groupe témoin.

Cependant attention, il est conseillé de pratiquer du sport idéalement au moins trois heures avant l'heure du coucher, sinon le sommeil risque d'être perturbé, notamment à cause de l'augmentation de la température corporelle induite par la pratique d'une activité physique, qui plus est si cette activité est intense.

D'après les recherches de Vuori et al. (1988) sur un échantillon de 200 personnes, il a été constaté, une diminution du temps d'endormissement et un sommeil perçu comme plus réparateur favorisé par un entraînement en fin d'après-midi, par rapport à une pratique plus tard dans la soirée. Un entraînement à intensité légère à modérée était préférable à un entraînement à haute intensité. En effet les paramètres de durée et d'intensité de l'activité physique semblent nettement influencer le sommeil.

Une étude réalisée par Hausswirth et al. (2014), randomisée en deux groupes sur des triathlètes, le premier groupe avec un programme d'entraînement très intensif, l'autre un programme classique, met en évidence une diminution du temps total de sommeil et de la qualité du sommeil, ainsi qu'une diminution du temps passé au lit dans le groupe avec un entraînement intensif.

Après deux semaines de récupération, ils ont observé une normalisation de ces paramètres.

L'aromathérapie peut aussi se révéler être une solution efficace pour améliorer son sommeil. Une étude de Hwang and Shin (2015) indique que l'aromathérapie améliore significativement le sommeil, notamment en atteignant le système limbique via les nerfs olfactifs, en produisant des effets sédatifs et relaxants.

Enfin, pratiquer des exercices de relaxation serait très intéressant, ils réduiraient les tensions physiques et psychologiques susceptibles de perturber notre sommeil.

Les techniques de relaxation sont nombreuses, parmi les plus populaires on retrouve la relaxation progressive de Jacobson inventée en 1928 par le docteur Edmund Jacobson. Cette technique est basée sur le relâchement musculaire et par relation de cause à effet une détente mentale. Elle a pour objectif, une réduction progressive et volontaire du tonus des différents groupes musculaires. Le principe :

Contracter pendant 4 à 5 secondes un muscle ou un groupe de muscles, puis relâcher la contraction en ressentant et mémorisant les effets bénéfiques du relâchement. Cette méthode serait significativement efficace pour réduire l'anxiété et améliorer la qualité du sommeil (Harorani et al, 2020).

On retrouve également la cohérence cardiaque (CC), qui est une technique basée sur le contrôle respiratoire à six cycles par minute, soit un cycle complet inspiration expiration toutes les dix secondes. Pour un effet relaxant, il faudra veiller à utiliser une respiration ventrale qui va produire un massage en profondeur à l'inspiration du plexus solaire, qui est un centre neurovégétatif, se trouvant entre le nombril et le sternum.

La respiration ventrale va agir sur le système nerveux parasympathique (SNP), qui ralentit les différents mécanismes de notre organisme, alors que le système nerveux sympathique (SNS) lui les accélère. Garbarino et al. (2020) ont montré que le niveau d'activité du système nerveux autonome (SNA) et la qualité du sommeil sont en interdépendance et que plusieurs indices de la qualité du sommeil ont été corrélés négativement avec l'activité du SNS et positivement avec l'activité du SNP.

Pour rappel le SNA est le système nerveux qui régule toutes les activités de notre organisme que nous ne contrôlons pas (fréquence cardiaque, digestion, etc) et a pour fonction le maintien de l'homéostasie de notre corps. Pour cela il va ajuster en permanence ses deux systèmes (le SNS et SNP).

La cohérence cardiaque va influencer la variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) en augmentant son amplitude, et permettre de réduire efficacement le stress et l'anxiété notamment chez des jeunes sportifs compétiteurs (Deschodt-Arsac et al, 2018).

Pour optimiser l'activation du SNP, il faudra favoriser l'expiration à l'inspiration. En effet l'inspiration qui active le SNS, doit être plus courte que l'expiration qui elle, active le SNP. Par exemple il s'agira d'inspirer en 4 secondes et d'expirer en 6 secondes.

2.8 Cohérence cardiaque et variabilité de la fréquence cardiaque

La VFC est définie comme la variation de l'intervalle de temps entre deux battements cardiaques consécutifs (intervalle R-R de l'électrocardiogramme). Elle peut être mesurée grâce à un ECG. Ce qui influence principalement la VFC, c'est le SNA, on peut donc considérer la VFC comme le reflet, le témoin du SNA.

La VFC est sous la dépendance du SNA et de ses deux systèmes : le système sympathique (accélération du rythme cardiaque, augmentation de la pression artérielle) et le système parasympathique (diminution fréquence cardiaque, et de la pression artérielle).

L'analyse de la VFC va donc nous renseigner sur la flexibilité et les capacités d'adaptation du SNA, qui est déterminant pour une bonne santé physique et psychologique.

En cas de diminution de la VFC (faible amplitude), le SNA sera moins flexible et s'adaptera moins bien aux phénomènes stressants.

La diminution de la VFC semble traduire une baisse du tonus vagal et une activation du système sympathique chez les patients dépressifs et anxieux qui traduirait un dysfonctionnement des mécanismes physiologiques et émotionnels, alors qu'avec une VFC élevée (grande amplitude) le SNA sera plus flexible et s'adaptera mieux aux situations stressantes (Servant et al, 2009).

Dans une étude Sakaki et al. (2016) ont montré qu'une VFC élevée était associée à des mécanismes neuronaux qui favorisent une bonne régulation émotionnelle.

Plusieurs techniques permettent d'agir positivement sur la VFC, notamment la cohérence cardiaque qui permet d'optimiser le baro-réflexe qui relie la fréquence cardiaque, la respiration et la tension artérielle. En contrôlant sa respiration à une fréquence de 6 cycles par minutes, soit un cycle inspiration, expiration toutes les 10 secondes, nous allons synchroniser notre VFC à notre respiration. Si les variations de fréquence cardiaque influencées par la respiration augmentent et diminuent en suivant un rythme régulier, on dit qu'il y a résonance cardiaque ou encore cohérence cardiaque.

La cohérence cardiaque correspond à une bonne arythmie sinusale respiratoire (ASR). L'ASR se définit comme les variations de la FC influencée par la respiration. Le phénomène de cohérence cardiaque est atteint quand les cycles caractéristiques du fonctionnement du SNA se synchronisent, et quand ses deux branches (parasympathique, sympathique) s'équilibrent.

Par contre pour ressentir les effets bénéfiques de la CC sur le long terme, il sera important de s'entraîner régulièrement, notamment en suivant des protocoles comme celui du Dr David O'Hare (méthode 365) qui consiste à réaliser 3 séances de 5 minutes de respiration ventrale à 6 cycles respiratoire par minute en cohérence cardiaque par jour, pendant 8 semaines.

Lors de l'apprentissage pour s'entraîner à la CC, il peut être intéressant d'utiliser un biofeedback de CC. Le biofeedback de CC permet d'avoir une mesure en direct de notre VFC qui sera traduit en pourcentage de CC, qui va de 0% (chaos total) à 100% (cohérence cardiaque). On peut également utiliser une application qui nous donnera le tempo (inspiration, expiration), afin de mieux contrôler notre respiration pour atteindre la cohérence cardiaque.

La question que nous nous posons à l'issue de cette revue de littérature et qui sera à l'étude dans ce mémoire est : est-ce que la cohérence cardiaque peut, notamment en améliorant l'amplitude de la VFC, et en agissant sur l'équilibre du SNA (via l'augmentation de l'activité du système nerveux parasympathique), avoir un impact positif sur la qualité du sommeil ressenti subjectivement chez les sportifs.

3. Problématique, objectifs, hypothèses

Comme nous venons de le voir, tout au long de cette revue de littérature, avoir un mauvais sommeil peut avoir des conséquences désastreuses en santé publique et la performance des sportifs peut être particulièrement impactée par un sommeil de mauvaise qualité.

Il serait alors intéressant de trouver des techniques simples et non invasives, afin d'agir sur la quantité et la qualité du sommeil des sportifs, afin d'optimiser leur performance et réduire le risque de surentraînement (Meeusen et al, 2013).

La cohérence cardiaque, en influençant positivement la VFC et en agissant positivement sur le système nerveux parasympathique, permettrait comme le suggèrent de nombreuses études, de réduire efficacement le stress et l'anxiété et donc potentiellement d'impacter positivement le sommeil.

D'ailleurs, il a été démontré que les principales raisons responsables d'un mauvais sommeil chez les sportifs à l'approche des compétitions étaient liées au stress et à l'anxiété à cause des pensées sur la compétition à venir (Juliff et al, 2015).

De plus, si la VFC est élevée (grande amplitude) le SNA est plus flexible et s'adapte mieux aux situations stressantes et anxiogènes, souvent la cause de troubles du sommeil (Servant et al, 2009).

Il a aussi été observé que les personnes souffrant d'insomnie chronique présentent généralement une activation du SNA (sur activation du système nerveux sympathique) lui-même influençant négativement la VFC (Pallanca et Brion, 2016).

On pourrait alors penser, qu'en agissant positivement sur la VFC, cela aurait un impact positif sur la gestion du stress et de l'anxiété, mais aussi sur l'équilibre du SNA (notamment en améliorant l'activité du système nerveux parasympathique), et donc pourrait potentiellement influencer positivement les paramètres de notre sommeil (relation de cause à effet).

Il existe des logiciels permettant d'analyser la VFC et l'équilibre du SNA, notamment le logiciel CODESNA qui sera utilisé dans cette étude.

L'objectif de cette étude sera d'observer, si à la suite d'un programme de cohérence cardiaque, on observe une amélioration de l'amplitude de la VFC, et de l'équilibre du SNA (via l'augmentation de l'activité du système nerveux parasympathique) et avoir un impact positif sur la qualité du sommeil ressenti subjectivement. En effet, nous ne retrouvons pas d'article scientifique prouvant le lien définitif entre cette méthode de relaxation et l'amélioration des paramètres du sommeil chez le sportif.

Les hypothèses suivantes sont posées :

1ère hypothèse :

- H0 : Une amélioration des paramètres de notre sommeil liés à l'agenda du sommeil ne sera pas observée suite au programme de cohérence cardiaque.
- H1 : Une amélioration des paramètres du sommeil liés à l'agenda du sommeil sera observée suite au programme de CC.

2^{ème} hypothèse :

- Hypothèse 0 : Une amélioration de l'activité du système nerveux parasympathique et/ou de l'amplitude de la VFC ne sera pas observée suite au programme de CC.
- Hypothèse 1 : une amélioration de l'activité du système nerveux parasympathique et/ou de l'amplitude de la VFC sera observée suite au programme de CC.

4. Le stage

J'ai réalisé cette étude au sein du Power Fit Boxing. Le Power Fit Boxing est une association de la loi 1901 qui se situe à Bohain une petite commune dans l'Aisne. Le Power Fit Boxing est un club de boxe pieds poings et de remise en forme où l'entraînement se fait dans un cadre familial où le respect de l'intégrité physique et moral des adhérents est notre priorité.

5. Sujets

L'échantillon (tableau 1) est composé de 14 sujets (n=14), répartis en deux groupes, un groupe contrôle (n_c=7) et un groupe expérimental (n_e=7).

	Groupe contrôle	Groupe expérimental
Nombre de sujets	7	7
Moyenne d'âge	29	30,71
Ecart-type moyenne d'âge	9,76	15,25
Genre	5 hommes ; 2 femmes	5 hommes ; 2 femmes

Tableau 1 : Caractéristiques des sujets de l'étude.

6. Matériel, méthodes et protocole

Tous les sportifs de l'étude (contrôle plus expérimental) rempliront un agenda du sommeil (annexe 1) quotidiennement pendant une durée de 7 jours. Une mesure de l'équilibre du SNA et de l'amplitude de la VFC sera effectuée avec le logiciel Codesna (annexe 2), le premier jour de la semaine de test qui précèdera le protocole expérimental (avant que les sportifs du groupe expérimental, ne soient formés à la respiration ventrale et à la CC pour ne pas biaiser les résultats).

Suite à cette première mesure, tous les sportifs du groupe expérimental seront formés à la respiration ventrale et à la cohérence cardiaque.

Uniquement les sujets du groupe expérimental suivront le protocole de 6 semaines (tableau 2) et s'entraîneront à la CC en autonomie à l'aide de l'application « Respirelax+ ».

L'agenda du sommeil est un outil qui permet d'évaluer ses nuits. Il permettra aux sportifs de noter plusieurs informations comme les heures de coucher et de lever, les siestes, la qualité du sommeil, la qualité du réveil, la forme dans la journée.

L'agenda sera à compléter à deux moments de la journée : le matin au réveil pour décrire le déroulement de la nuit et le soir pour reporter ce qui s'est passé dans la journée.

Un score sera attribué selon les appréciations données par chaque sportif pour trois paramètres de l'agenda du sommeil :

- Qualité du sommeil
- Qualité du réveil
- Forme de la journée

Pour les appréciations le score attribué sera :

- « Très bien » = 5 points
- « Bien » = 4 points
- « Moyen » = 3 points
- « Mauvais » = 2 points
- « Très mauvais » = 1 point

Pendant la semaine post protocole expérimentale, l'agenda du sommeil sera de nouveau à compléter par tous les sportifs pour une durée de 7 jours. Les deux groupes se verront attribuer un score moyen à chaque paramètre évalué de l'agenda du sommeil, pré et post protocole. Une mesure de l'équilibre du SNA et de l'amplitude de VFC avec le logiciel Codesna sera de nouveau effectuée le premier jour de la

semaine dans les mêmes conditions que lors de la mesure pré protocole et un score moyen sera également attribué aux deux groupes pré et post protocole

Protocole	
Durée du protocole :	6 semaines
Nombre de séance de CC :	3 séances par jour, pendant toute la durée du protocole.
Durée des séances :	▪ Une séance de 5 minutes le matin avant le petit déjeuner. ▪ Une séance de 5 minutes le midi avant le déjeuner. ▪ Une séance de 10 minutes le soir avant de dormir.
<i>Remarques : Dans les paramètres de l'application les sportifs pourront régler la durée des séances à 5 ou 10 minutes selon la séance et il leur sera demandé de choisir l'option « relaxant » qui donnera le tempo (4'' inspiration, 6'' expiration).</i>	

Tableau 2 : Protocole que suivra le groupe expérimental

Ensuite nous comparerons les scores moyens des deux groupes à l'agenda du sommeil et au logiciel CODESNA entre la semaine pré et post protocole expérimental afin d'observer les évolutions dans les deux groupes.

7. Analyse statistique

Afin d'analyser et de comparer les résultats obtenus à la suite du protocole, les données seront traitées statistiquement afin de comparer objectivement les groupes pour chaque paramètre testé.

La normalité des distributions et l'homogénéité des variances ont été vérifiées avec le test de Shapiro-Wilk et le test de Levene médiane.

Les deux conditions étant remplies, nous avons utilisé le test paramétrique Anova qui nous a permis d'évaluer trois hypothèses :

- L'effet entre les groupes (pour savoir si les groupes sont différents entre eux, avant et/ou après).
- L'effet du temps (pour savoir s'il y a eu une évolution au sein des groupes dans le temps).
- L'interaction entre les groupes (pour savoir s'il y a eu une différence d'évolution au sein des groupes entre eux).

Suite aux résultats obtenus avec le test Anova, s'il y a des différences significatives dans les 3 paramètres cités précédemment, alors un test de T Student sera utilisé pour savoir où se situent ces différences.

À l'aide d'Excel, nous avons calculé les moyennes et les écart-types pour chaque variable. Et nous avons calculé la taille de l'effet « effect size ». Son interprétation est la suivante : 0,20 – 0,50 « faible » ; 0,5 – 0,8 « moyen » ; 0,8 – 1,2 « élevé » ; 1,2 – 2,0 « très élevé » et > 2,00 « Immense ».

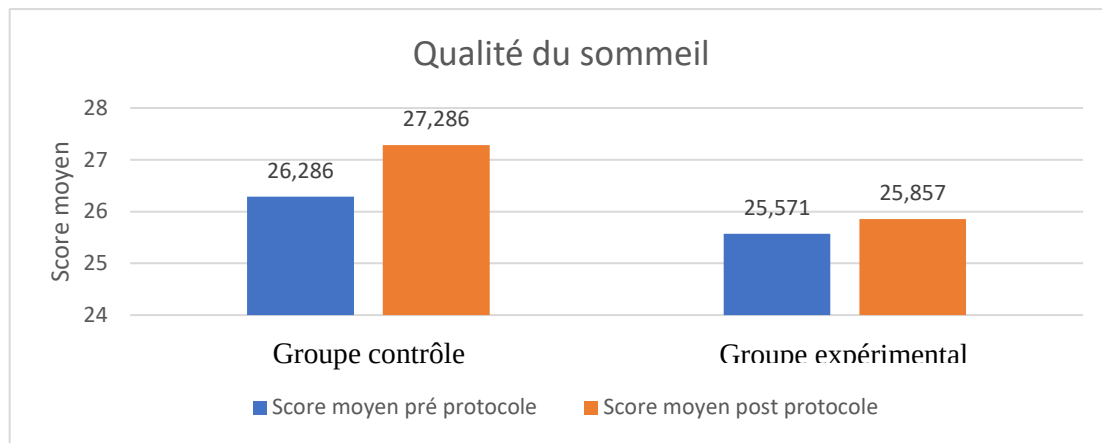
8. Résultats

Pré protocole					
Groupe contrôle					
Sujets	SNA %	VFC msec	QS	QR	FJ
1	18	156	28	30	27
2	10	110	23	23	25
3	32	122	28	26	24
4	11	125	26	24	26
5	19	109	27	27	29
6	46	101	25	27	26
7	28	105	27	24	25
Moyenne	23.429	118.286	26.286	25.857	26
Ecart-type	12.830	18.759	1.799	2.410	1.633
Groupe expérimental					
1	21	105	33	27	32
2	31	185	23	26	25
3	13	78	18	18	20
4	9	83	24	25	27
5	16	112	29	29	27
6	16	67	24	24	29
7	35	145	28	30	29
Moyenne	20.143	110.714	25.571	25.571	27.0
Ecart-type	9.564	41.788	4.860	3.952	3.786
Post protocole					
Groupe contrôle					
Sujets	SNA %	VFC msec	QS	QR	FJ
1	19	95	27	26	28
2	13	146	25	27	26
3	28	121	28	29	27
4	5	112	24	24	25
5	39	151	33	29	27
6	26	89	28	29	27
7	27	110	26	25	25
Moyenne	22.429	117.714	27.286	27	26.429
Ecart-type	11.133	23.634	2.928	2.082	1.134
Groupe expérimental					
1	18	112	27	27	27
2	33	141	24	25	25
3	11	81	22	24	26
4	7	93	25	25	28
5	18	142	26	28	27
6	20	112	27	29	29
7	19	173	30	31	30
Moyenne	18.0	122.0	25.857	27.0	27.429
Ecart-type	8.165	31.843	2.545	2.517	1.718

SNA : Système nerveux autonome ; VFC : Variabilité de la fréquence cardiaque ; QS : Qualité du sommeil ; QR : Qualité du réveil ; FJ : Forme de la journée

Tableau 2 : Résultats des tests du groupe contrôle et expérimental pré et post protocole.

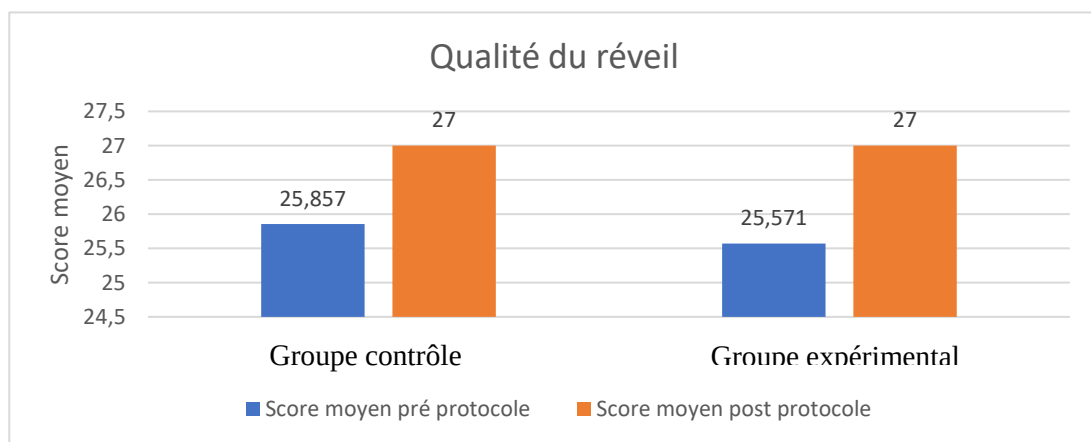
Le traitement statistique des données contenues dans le tableau 2, a été réalisé avec le site Anastats et Exel. La comparaison des moyennes et le détail des résultats sont illustrés à l'aide des graphiques ci-dessous. Lorsque $p < 0,05$, les valeurs sont considérées comme significatives et seront représentées par une * sur les graphiques. Et lorsque $p < 0,01$, les valeurs seront considérées comme très significatives et seront représentées par deux ** sur les graphiques.



Graphique 1 : Score moyen de la qualité du sommeil pré/post protocole pour chaque groupe

Concernant la qualité du sommeil, d'après le test Anova, les deux groupes n'étaient pas significativement différents ($p\text{-value} = 0,49$). Pour chaque groupe, il n'y a pas eu d'amélioration significative dans le temps ($p\text{-value} = 0,47$) et les deux groupes n'ont pas évolué différemment de manière significative ($p\text{-value} = 0,68$).

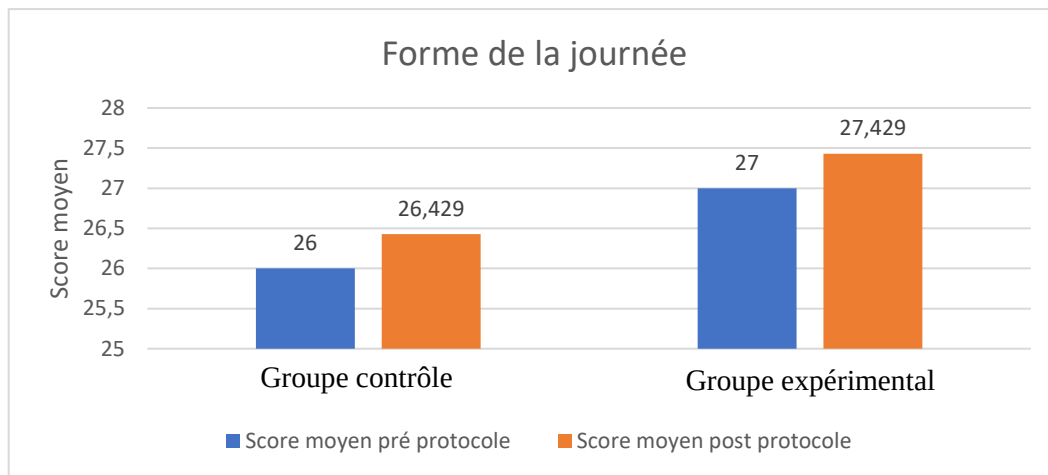
En ce qui concerne l'effet size (ES), le groupe contrôle, a un ES de 0,75, soit un effet moyen, tandis que le groupe expérimental a un ES à 0,24, soit un effet faible.



Graphique 2 : Score moyen de la qualité du réveil pré/post protocole pour chaque groupe

Pour la qualité du réveil, d'après le test Anova, les deux groupes n'étaient pas significativement différents ($p\text{-value} = 0,92$). Pour chaque groupe, il n'y a pas eu d'amélioration significative dans le temps ($p\text{-value} = 0,11$) et les deux groupes n'ont pas évolué différemment de manière significative ($p\text{-value} = 0,85$).

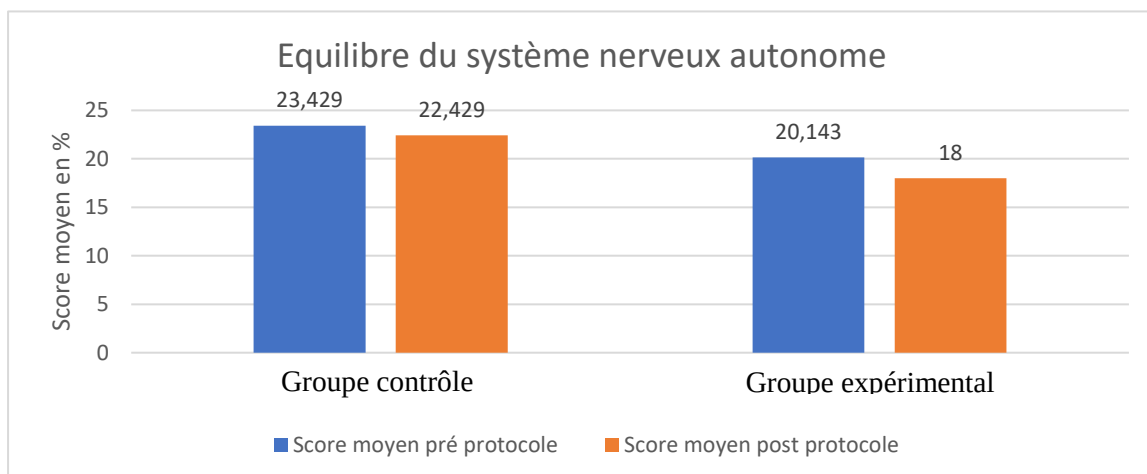
La taille de l'effet pour les deux groupes correspond à une amélioration moyenne : 0,69 pour le groupe contrôle et 0,60 pour le groupe expérimental.



Graphique 3 : Score moyen de la forme de la journée pré/post protocole pour chaque groupe

Ensuite pour la forme de la journée, d'après le test Anova, les deux groupes n'étaient encore une fois pas significativement différents ($p\text{-value} = 0,35$). Pour chaque groupe, il n'y a pas eu d'amélioration significative dans le temps ($p\text{-value} = 0,54$) et les deux groupes n'ont pas évolué différemment de manière significative ($p\text{-value} = 1$).

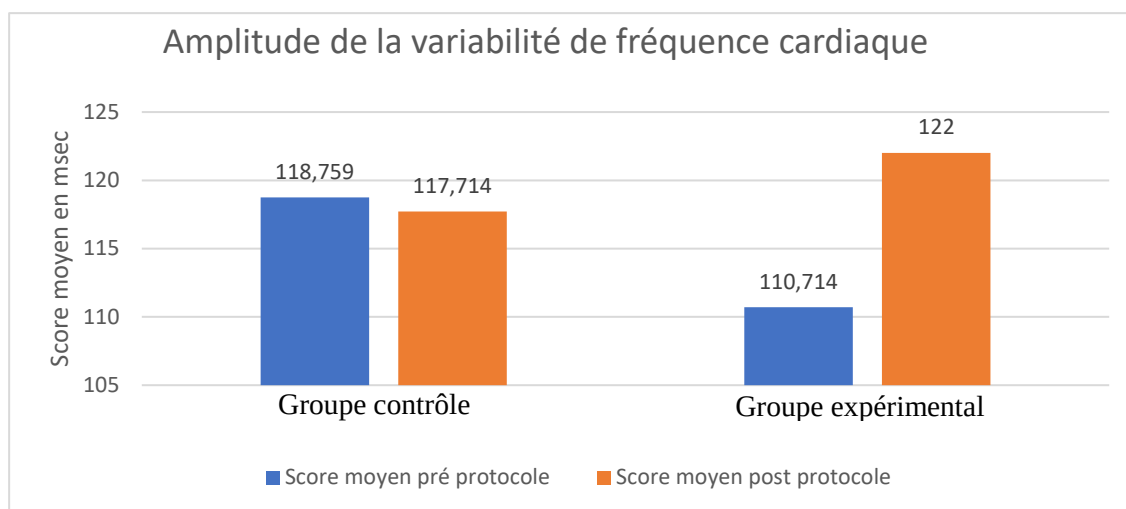
L'effect size du groupe contrôle est de 0,51, soit un effet moyen, tandis que le groupe expérimental a un ES à 0,34, soit un effet faible.



Graphique 4 : Score moyen de l'équilibre du SNA pré/post protocole pour chaque groupe

Concernant l'équilibre du SNA, d'après le test Anova, les deux groupes n'étaient pas significativement différents ($p\text{-value} = 0,46$). Pour chaque groupe, il n'y a pas eu d'amélioration significative dans le temps ($p\text{-value} = 0,55$) et les deux groupes n'ont pas évolué différemment de manière significative ($p\text{-value} = 0,83$).

L'effect size du groupe contrôle est de 0,28 et le groupe expérimental a un ES à 0,47, soit un effet faible pour les deux groupes. Néanmoins on peut observer que le groupe expérimental a davantage progressé que le groupe contrôle.



Graphique 5 : Score moyen de l'amplitude de VFC pré/post protocole pour chaque groupe

Enfin, pour l'amplitude de la VFC, d'après le test Anova, encore une fois, les deux groupes n'étaient pas significativement différents ($p\text{-value} = 0,91$). Pour chaque groupe, il n'y a pas eu d'amélioration significative dans le temps ($p\text{-value} = 0,54$) et les deux groupes n'ont pas évolué différemment de manière significative ($p\text{-value} = 0,50$).

En revanche l'ES du groupe contrôle est de 0,17, soit aucun effet, tandis que le groupe expérimental a un ES de 0,52, soit un effet moyen. Le groupe expérimental a donc davantage progressé que le groupe contrôle.

Grâce au test paramétrique Anova, nous pouvons dire que les deux groupes n'étaient pas significativement différents, pré et post protocole, que les groupes n'ont pas évolué de manière significative dans le temps et que l'évolution dans le temps au sein des groupes entre eux, n'était pas significativement différentes non plus et cela pour tous les paramètres testés.

Seule la taille de l'effet nous indique une différence plus importante pour le groupe expérimental, que pour le groupe contrôle pour deux paramètres : l'équilibre du système nerveux autonome (contrôle = 0,28 ; expérimental = 0,47) et de l'amplitude de la VFC (contrôle = 0,17 ; expérimental = 0,51).

Le groupe contrôle, quant à lui, a eu un effet plus important pour deux paramètres : qualité du sommeil (contrôle = 0,75 ; expérimental = 0,24) et forme de la journée (contrôle = 0,52 ; expérimental = 0,34). Pour la qualité du réveil, l'effet était sensiblement le même (contrôle = 0,69 ; expérimental = 0,60) avec un effet moyen.

9. Discussion

A présent nous allons discuter les résultats d'un point de vue scientifique en reprenant les éléments de la revue de littérature.

Grâce au test paramétrique Anova, nous avons pu observer durant cette étude que les deux groupes n'étaient pas significativement différents, pré et post protocole, que les groupes n'ont pas évolué de manière significative post protocole et que l'évolution dans le temps au sein des groupes entre eux, n'était pas significativement différente non plus et cela pour tous les paramètres testés.

Pour rappel nos hypothèses de départ étaient les suivantes :

1ère hypothèse :

- H0 : Une amélioration des paramètres de notre sommeil liés à l'agenda du sommeil ne sera pas observée suite au programme de cohérence cardiaque.
- H1 : Une amélioration des paramètres du sommeil liés à l'agenda du sommeil sera observée suite au programme de CC.

2^{ème} hypothèse :

- Hypothèse 0 : Une amélioration de l'activité du système nerveux parasympathique et/ou de l'amplitude de la VFC ne sera pas observée suite au programme de CC.
- Hypothèse 1 : une amélioration de l'activité du système nerveux parasympathique et/ou de l'amplitude de la VFC sera observée suite au programme de CC.

Au regard de l'analyse statistique effectuée et citée précédemment, les hypothèses H0 sont acceptées et les hypothèses H1 sont donc rejetées. Il n'a pas été observé de manière significative, ni une amélioration d'un ou de plusieurs paramètres de l'agenda du sommeil, ni une amélioration de l'activité du SNP et de l'amplitude de la VFC post protocole pour notre groupe expérimental.

Néanmoins, suite au calcul de l'effect size, nous avons pu constater un effet plus important pour le groupe expérimental, que pour le groupe contrôle pour deux paramètres, l'équilibre du système nerveux autonome (contrôle = 0,28 ; expérimental = 0,47) et de l'amplitude de la VFC (contrôle = 0,17 ; expérimental = 0,52).

Ces résultats suggèrent, même s'ils ne sont pas statistiquement significatifs, que suite à l'entraînement de CC, il y a eu une évolution positive de l'activité du SNP et de l'amplitude de la VFC au sein du groupe expérimental.

En ce qui concerne l'amplitude de VFC, nous avons vu dans la revue de littérature que plus la VFC était élevée (grande amplitude), alors plus le SNA sera flexible et s'adaptera mieux aux situations stressantes

(Servant et al, 2009). Ce qui va dans le sens de cette étude où Deschodt-Arsac et al. (2018) avaient montré, que la cohérence cardiaque influençait positivement la VFC, et permettait de réduire le stress et l'anxiété des jeunes sportifs compétiteurs. De plus, Juliff et al. (2015) ont démontré que les principales raisons responsables d'un mauvais sommeil chez les sportifs, notamment à l'approche des compétitions, étaient liées au stress et à l'anxiété. Il semblerait donc être intéressant d'utiliser cette technique de relaxation pour favoriser un sommeil de meilleure qualité chez les sportifs en réduisant le stress et l'anxiété.

En ce qui concerne l'évolution positive de l'activité du SNP, il a été montré (Garbarino et al, 2020) que le niveau d'activité du SNA et la qualité du sommeil sont en interdépendances et que plusieurs indices de la qualité du sommeil ont été corrélés positivement avec l'activité du SNP. Comme le laisse à penser notre étude et les résultats post protocole de notre groupe expérimental, cette technique de relaxation pourrait optimiser l'activité du SNP et favoriser un sommeil de meilleure qualité chez les sportifs. Un sommeil de meilleure qualité peut optimiser les performances et réduire le risque de surentraînement des sportifs (Meeusen et al, 2013).

Cependant certaines limites de cette étude doivent être soulignées. Cette étude a été menée sur peu de sujets, ce qui peut amener à des résultats aberrants et favoriser un risque d'erreur. En effet, lorsque que l'on fait une analyse statistique, il existe un risque d'erreur et cela peut engendrer un faux négatif (erreur de type 2 ; exemple H_0 est fausse et nous l'acceptons), ou un faux positif (erreur de type 1 ; exemple H_0 est vrai et nous rejetons H_0). Un des éléments qui pourrait favoriser un risque d'erreur statistique est lorsque les échantillons sont de très faibles effectifs, comme c'est le cas dans cette étude.

Une autre limite est la prise éventuelle de médicaments pendant cette étude par les sujets qui n'a pas été prise en compte. Hors Taralov et al. (2015) ont montré que la prise de médicaments pourrait affecter la VFC et l'activité du SNA de manière importante.

Enfin, les mesures faites avec le logiciel Codesna n'ont été effectuées qu'une fois pré et post protocole et ne prennent pas en compte les variations liées au métabolisme et au cycle circadien. D'après Shaffer et al. (2014) plusieurs mesures sur 24 heures favorisent une bonne évaluation de la VFC et donc de l'activité du SNA et doivent être considérées comme une norme de référence.

Nous avons pu également observer une évolution positive des scores moyens pour l'ensemble des paramètres de l'agenda du sommeil pour le groupe expérimental, mais cela est aussi vrai pour le groupe contrôle. Suite à ces observations, on ne peut exclure que l'évolution positive des scores moyens des trois paramètres de l'agenda du sommeil pour le groupe témoin, soit lié à un phénomène de

désirabilité sociale. Les sportifs de ce groupe ayant répondu plus favorablement au moment de remplir l'agenda post protocole. Cela pourrait expliquer qu'il y a eu une évolution négative concernant l'amplitude de la VFC et une évolution presque nulle de l'activité du SNP du groupe contrôle, comparativement au groupe expérimental (ce concept ne pouvant pas intervenir pour aucun des groupes car les mesures sont objectives).

Plusieurs perspectives seraient à envisager en plus des limites citées précédemment pour réduire le risque de biais.

Premièrement, s'assurer de l'observance des séances de CC en les faisant réaliser en présentiel par les sujets de l'étude. En effet, pendant l'étude les sujets du groupe expérimental ont réalisé les séances en autonomie et tout repose donc sur la confiance.

Deuxièmement, il serait intéressant d'équiper les sujets d'un biofeedback pour réaliser les séances, cela permettrait de savoir si la technique est correctement réalisée. Le biofeedback de CC permettra d'avoir une mesure en direct de la VFC des sujets, traduit en pourcentage de CC pour chaque séance.

Enfin, pour mesurer de manière objective les paramètres du sommeil des sujets de l'étude, d'un point de vue qualitatif et quantitatif, procéder à des enregistrements polysomnographiques permettant l'établissement d'hypnogrammes serait un plus.

10. Conclusion

Comme Watson et al. (2015) l'on démontré, avoir une bonne hygiène de sommeil est indispensable pour une santé optimale et cette condition est essentielle pour performer dans le sport.

C'est pourquoi l'objectif de cette étude était de trouver des techniques simples et non invasives, afin d'agir positivement sur les paramètres du sommeil des sportifs, car comme nous l'avons vu précédemment, la performance est souvent altérée par un sommeil de mauvaise qualité.

Pour rappel, nous avons souhaité dans cette étude évaluer si suite à un protocole expérimental de 6 semaines, la cohérence cardiaque pouvait être un outil intéressant à utiliser pour influencer positivement la VFC, le SNP et le sommeil des sportifs.

Bien que les résultats suite au test Anova, n'ont pas mis en évidence une amélioration de manière significative des paramètres testés dans cette études, l'effect size nous indique une évolution plus importante pour le groupe expérimental, que pour le groupe contrôle pour deux paramètres, l'activité du SNP et l'amplitude de la VFC. De plus, toutes les moyennes des scores du groupe expérimental pour les paramètres de l'agenda du sommeil, ont évolué positivement à la suite du protocole.

Même s'il est difficile d'affirmer que c'est uniquement l'entraînement de cohérence cardiaque qui a engendré ces évolutions positives, il semblerait que la CC soit un outil intéressant à utiliser par les sportifs pour favoriser le sommeil.

La cohérence cardiaque, en agissant positivement sur la VFC, pourrait permettre aux sportifs de mieux s'adapter au stress et à l'anxiété (Servant et al, 2009). Le stress et l'anxiété étant les principales causes d'un mauvais sommeil chez les sportifs, notamment à l'approche des compétitions (Juliff et al, 2015).

Les résultats suggèrent également que s'entraîner en CC, agit positivement sur l'activité du SNP et comme Garbarino et al. (2020) l'ont montré, plusieurs indices de la qualité du sommeil ont été corrélé positivement avec l'activité du SNP.

De plus, l'évolution positive des scores moyens des trois paramètres de l'agenda du sommeil (qualité du sommeil, qualité du réveil, forme de la journée) pour le groupe expérimental, laisse à penser que l'amélioration de la VFC et de l'activité du SNP peut potentiellement influencer positivement la qualité du sommeil ressenti subjectivement chez les sportifs.

En tout état de cause, nous n'avons pas obtenu d'impact négatif suite à l'utilisation de la cohérence cardiaque. C'est une technique qui peut potentiellement convenir aux sportifs afin d'optimiser leur sommeil et ainsi leurs performances.

En modifiant quelques paramètres comme la durée du protocole, la fréquence et la durée des séances, il devrait être possible d'optimiser l'efficacité de cette méthode afin d'obtenir des résultats significatifs.

11. Références bibliographiques

- Abd el-kader, S.M., Al-Jiffri, O.H. (2019). Aerobic exercise modulates cytokine profile and sleep quality in elderly. *African health sciences*, **19(2)**, 2198-2207
- Arnal, P. (2016). Le sommeil et les rythmes biologiques à l'âge adulte. In A. Rabat et M. Chennaoui (Coord.), *Bien dormir pour les nuls*, (pp 67). Paris : Editions First.
- Blumert, P.A., Crum, A.J., Ernsting, M., Volek, J.S., Hollander, D.B., Haff, E.E. and Haff, G.G. (2007). The Acute Effects of Twenty-Four Hours of Sleep Loss on the Performance of National-Caliber Male Collegiate Weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **21(4)**, 1146-1154.
- Bothe, K., Hirschauer, F., Wiesinger, H-P., Edfelder, J.M., Gruber, G., Hoedlmoser, K. and Birklbauer, J. (2019). Gross motor adaptation benefits from sleep after training. *Journal of Sleep Research*, **29(5)**, e12961.
- Dement, W., Kleitman, N. (1957). The relation of eye movements during sleep to dream activity: An objective method for the study of dreaming. *Journal of Experimental psychology*, **53(5)**, 339-346.
- Deschodt-Arsac, V., Lalanne, R., Spiluttini, B., Bertin, C. and Arsac, L. M. (2018). Effects of heart rate variability biofeedback training in athletes exposed to stress of university examinations. *PloS one*, **13(7)**, e201388.
- Fang, Y., Forger, D.B., Franck, E., Sen, S. and Goldstein. (2021). Day-to-day variability in sleep parameters and depression risk: a prospective cohort study of training physicians. *Digital Medicine*, **4**, 28.
- Garbarino, S., Lanteri, P., Feeling, N.R., Jarczok, M.N., Quintana, D.S., Koenig, J. and Sannita, W.G. (2020). Circadian Rhythms, Sleep, and the Autonomic Nervous System : A Position Paper. *Journal of Psychologie*, **34(1)**, 1-9.
- Guezennec, CY. Et Duclos, M. (2005). Influence de la nutrition sur le sommeil et la vigilance. *Cahier de la Nutrition et de la Diététique*, **40(3)**, 143-148.

- Harorani, M., Davodabady, F., Masmouei, B. and Barati, N. (2020). The effect of progressive muscle relaxation on anxiety and sleep quality in burn patients: A randomized clinical trial. *Burns*, **46(5)**, 1107-1113.
- Hauswirth, C., Louis, J., Aubry, A., Bonnet, G., Duffield, R. and Le Meur, Y. (2014). Evidence of disturbed sleep and increased illness in overreached endurance athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **46(5)**, 1036-1045.
- Hwang, E. and Shin, S. (2015). The Effects of Aromatherapy on Sleep Improvement: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, **21**, 61-68.
- Juliff, L.E., Halson, S.L. and Peiffer, J.J. (2015). Understanding sleep disturbance in athletes prior to important competitions. *Journal of Science and Medicine in Sport*, **18(1)**, 13-18.
- Léger, D. (2016). Préface. In A. Rabat et M. Chennaoui (Coord.), *Bien dormir pour les nuls*, (pp 1). Paris : Editions First.
- Léger, D., Zeghnoun, K., Richard, J.B., Farout, B., Griffon, L. et Chennaoui, M. (2019). Prévalence et facteurs associés au temps de sommeil en France en 2017 et à l'insomnie en France (15-85 ans). Enquête Baromètre Santé 2017. *Médecine du sommeil*, **16(1)**, 27.
- Martin, B.J. (1981). Effect of sleep deprivation on tolerance of prolonged exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, **47**, 345-354.
- Mantua, J., Baran, B., and Spencer, R.M.C. (2016). Sleep benefits consolidation of visuo-motor adaptation learning in older adults. *Experimental Brain Research*, **234**, 587-595.
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., Raglin, J., Rietjens, G., Steinacker, J. and Urhausen, A. (2013). Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc*, **45(1)**, 186-205.
- Pallanca, O. et Brion, A. (2016). Insomnie chronique et biofeedback par cohérence cardiaque. *Médecine du Sommeil*, **13(4)**, 157-165.

Sakaki, M., Yoo, H.J., Nga, L., Lee T.H., Thayer, J.F., & Mather, M. (2016). Heart rate variability is associated with amygdala functional connectivity with MPFC across younger and older adults. *NeuroImage*, **139**, 44–52.

Salih Mahfouz, M., Abdalkarim Ali, S., Yahya Bahari, A., Eissa Ajeebi, A., Jaber Sabei, H., Yahya Somaily, S., Ahmed Madkhali, Y., Hady Hrooby, R. and Nasser Shook, R. (2020). Association Between Sleep Quality and Physical Activity in Saudy Arabian University Students. *Nature and Science of Sleep*, **12**, 775-782.

Servant, D., Logier, R., Mouster, Y. et Goudemand, M. (2009). La variabilité de la fréquence cardiaque. Intérêts en psychiatrie. *L'Encéphale*, **35**, 423–428.

Shaffer, F., McCraty, R. and Zerr, C.L. (2014). A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. *Front Psychol*, **5**, 1040.

Silva, M-R.G. and Paiva, T. (2019). Sleep, energy disturbances and pre-competitive stress in female traveller athletes. *Sleep science*, **12**(4), 279-286.

Taralov, Z.Z., Terziyski, K.V. and Kostianev, S.S. (2015). Heart Rate Variability as a Method for Assessment of the Autonomic Nervous System and the Adaptations to Different Physiological and Pathological Conditions. *Folia Med (Plovdiv)*, **57**(3-4), 173-80.

Van Reeth, O., Sturis, J., Byrne, M.M., Blackman, J.D., L'Hermite-Baleriaux, M., Leproult, R., Oliner, C., Refetoff, S., Turek, F.W. and Van Cauter, E. (1994). Nocturnal exercise phase delays circadian rhythms of melatonin and thyrotropin secretion in normal men. *American journal of physiology*, **266**(6), 964-974.

Vuori, I., Urponen, H. and Partinen, M. (1988). Epidemiology of exercise effects on sleep. *Acta Physiologica. Supplementum*, **574**, 3-7.

Watson, N.F., Badr M.S., Belenky, G., Bliwise D.L., Buxton, O.F., Buysse, D., Dinges, D.F., Gangwisch, J., Grandner, M.A., Kushida, C., Malhotra, R.K., Martin, J.L., Patel, S.R., Quan, S.F. and

Tasali, E. (2015). Recommended Amount of Sleep for a Healthy Adult: A Joint Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. *Sleep*, **38(6)**, 843-4.

Sites :

Larousse. *Définitions*. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/sommeil/73405> (Accédé le 07/11/21).

Inserm. *Dossiers sommeil*. <https://www.inserm.fr/dossier/sommeil/> (accédé le 07/11/21).

12. Annexes

Annex 1 : Agenda de sommeil

Nom Prénom Agenda de sommeil du

Jour	Date	Heures												Appréciation			Remarques
		12	14	16	18	20	22	24	2	4	6	8	10	QS	QR	FJ	
Exemple		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M	Moy	B	Sport le soir
Lundi																	
Mardi																	
Mercredi																	
Jeudi																	
Vendredi																	
Samedi																	
Dimanche																	
Lundi																	
Mardi																	
Mercredi																	
Jeudi																	
Vendredi																	
Samedi																	
Dimanche																	
Lundi																	
Mardi																	
Mercredi																	
Jeudi																	
Vendredi																	
Samedi																	
Dimanche																	
Lundi																	
Mardi																	
Mercredi																	
Jeudi																	
Vendredi																	
Samedi																	
Dimanche																	

 Long réveil
  Temps de sommeil ou sieste
 ↓ Heure de coucher
 - QS = Qualité du sommeil
 - TB = très bon
 ⬆ Somnolence
 ↑ Heure du lever
 - QR = Qualité du réveil
 - B = bon
 - FJ = Forme de la journée
 - Moy = moyen
 - M = mauvais
 - TM = Très mauvais

Annexe 2 : Contenu de la mallette Codesna Physioner



Annexe 3 : Convention de stage

13. Résumé et mots-clés

Objectifs : L'objectif de cette étude était d'observer si la cohérence cardiaque pouvait agir positivement sur la VFC et l'activité du SNP et avoir une influence positive sur la qualité de sommeil ressenti subjectivement chez le sportif.

Méthode : Les sujets ont été répartis en deux groupes (un groupe témoin et expérimental). Tous les sujets, ont rempli un agenda de sommeil pendant une durée de sept jours, la semaine pré et post protocole. Trois paramètres ont été évalués (la qualité de sommeil, la qualité du réveil et la forme de la journée). Des mesures de l'amplitude de la VFC et de l'équilibre du SNA ont été effectuées avec le logiciel Codesna, pré et post protocole. Uniquement le groupe expérimental a suivi un entraînement en CC d'une durée de 6 semaines.

Résultats : Les résultats n'ont pas montré d'amélioration significative avec un p-value supérieur à 0,05 pour tous les paramètres testés. Néanmoins la taille de l'effet nous indique une évolution positive plus importante pour le groupe expérimental par rapport au groupe contrôle pour deux paramètres, l'activité du SNP et l'amplitude de VFC. Les scores moyens du groupe expérimental pour les trois paramètres de l'agenda du sommeil ont également évolué positivement, même si cela a aussi été constaté pour le groupe contrôle.

Conclusion : Même si les résultats, ne sont pas statistiquement significatifs, la CC semble agir positivement sur la VFC, permettant potentiellement de mieux s'adapter au stress et à l'anxiété (Servant et al, 2009), qui comme nous l'avons vu, sont les principales causes d'un mauvais sommeil chez les sportifs (Juliff et al, 2015). Une évolution positive de l'activité du SNP a aussi été constaté et plusieurs indices de la qualité du sommeil ont été corrélé positivement avec l'activité du SNP (Garbarino et al, (2020).

Tout en restant prudent, nous pouvons suggérer que la CC semble être un outil intéressant qui pourrait agir positivement sur la qualité du sommeil des sportifs de par son impact positif sur la VFC et le SNP.

Mots clés : Système nerveux autonome – Variabilité de la fréquence cardiaque – Sommeil – Performance.

Abstract

Objectives: The objective of this study was to observe whether cardiac coherence could act positively on VFC and SNP activity and have a positive influence on the quality of sleep experienced subjectively in the athlete.

Method: Subjects were divided into two groups (a control and experimental group). All subjects, filled a sleep diary for a period of seven days, the week before and after protocol. Three parameters were assessed (sleep quality, wake-up quality and form of day).

Measurements of the amplitude of the VFC and the equilibrium of the SNA were carried out with the Codesna software, pre and post protocol. Only the experimental group underwent 6 weeks of CC training.

Results: The results did not show any significant improvement with a p-value greater than 0.05 for all parameters tested. Nevertheless, the size of the effect indicates a greater positive evolution for the experimental group compared to the control group for two parameters, the activity of the SNP and the amplitude of VFC. The experimental group's average scores for the three sleep schedule parameters also evolved positively, although this was also seen for the control group.

Conclusion: Even if the results are not statistically significant, CC seems to act positively on VFC, potentially making it possible to better adapt to stress and anxiety (Servant et al, 2009), which as we have seen, are the main causes of poor sleep-in athletes (Juliff et al, 2015). A positive evolution of SNP activity was also found and several indices of sleep quality were positively correlated with SNP activity (Garbarino et al, (2020).

While remaining cautious, we can suggest that CC seems to be an interesting tool that could positively affect the sleep quality of athletes through its positive impact on VFC and SNP.

Keywords: Autonomic nervous system – Heart rate variability – Sleep – Performance.

14. Compétences

Cette année universitaire en master 1 EOPS a été pour moi l'occasion d'acquérir de nombreuses connaissances que j'ai pu mettre en application durant ce stage.

J'ai aussi acquis de nombreuses compétences entre le début de la mise en stage et la soutenance :

Organiser et **planifier** mon temps de travail pour pouvoir être efficace sur mon lieu de stage et en formation.

Identifier les points forts et les points faibles des sportifs afin de mettre en place une démarche visant l'optimisation de la performance.

Concevoir et **coordonner** des programmes d'entraînement adaptés aux objectifs des sportifs.

Animer les séances d'entraînement en respectant l'intégrité physique et mentale des sportifs qui sont sous ma responsabilité.

M'**adapter** à des situations stressantes et anxiogènes.

Réaliser une étude scientifique dans le domaine du sport avec toute la **rigueur** que cela implique.

Analyser des données et les traiter à l'aide de tests statistiques.