



**HAL**  
open science

# **Rôle de la pleine conscience dans l'équilibre stress-récupération : exploration et intervention auprès de jeunes athlètes en centres d'entraînement intensifs**

Nadia Sondt

## ► To cite this version:

Nadia Sondt. Rôle de la pleine conscience dans l'équilibre stress-récupération : exploration et intervention auprès de jeunes athlètes en centres d'entraînement intensifs. Education. Université de Bretagne occidentale - Brest, 2025. Français. ⟨NNT : 2025BRES0004⟩. ⟨tel-05225852⟩

**HAL Id: tel-05225852**

**<https://theses.hal.science/tel-05225852v1>**

Submitted on 27 Aug 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

# THESE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITE  
DE BRETAGNE OCCIDENTALE

ECOLE DOCTORALE N° 646  
Education, Langages, Interactions, Cognition, Clinique, Expertise

Spécialité : Sciences et Technique des Activités Physiques et Sportives

Par

**Nadia SONDT**

**Rôle de la pleine conscience dans l'équilibre stress-récupération :  
exploration et intervention auprès de jeunes athlètes en centres  
d'entraînement intensifs**

Thèse présentée et soutenue au Pôle Numérique Brest Bouguen, le 9 janvier 2025

Unité de recherche : Centre de Recherche sur l'Education, les Apprentissages et la Didactique (CREAD)

## Rapporteurs avant soutenance :

Michel NICOLAS      Professeur des Universités, Université de Bourgogne Franche-Comté

Christiane TROTTIER      Professeure des Universités, Université Laval, Québec

## Composition du Jury :

### Président :

Michel NICOLAS      Professeur des Universités, Université de Bourgogne Franche-Comté

### Examineurs :

Julie DORON      Maîtresse de conférences, HDR, Nantes Université

### Dir. De thèse :

Gilles KERMARREC      Professeur des Universités, Université de Bretagne Occidentale

### Co-encadrants de thèse :

Marjorie BERNIER      Maîtresse de conférences, Université de Bretagne Occidentale

Philippe VACHER      Maître de conférences, Université de Bretagne Occidentale

### Invité :

Chloé LEPRINCE      Responsable du Centre de Recherche du Centre National du Football

## **Avant-propos et remerciements**

Cette thèse a été réalisée dans le cadre d'un financement CIFRE n° 2021/0594 avec Sport Bretagne. Je remercie donc à ce titre l'Association Nationale de la Recherche et de la Technologie et Sport Bretagne pour le financement. Je remercie également l'équipe de Sport Bretagne qui m'a accueillie très chaleureusement. Merci à Rémy Masson pour ces trois années riches à ses côtés.

Mes remerciements vont aussi à tous les membres du laboratoire CREAD et du groupe de recherche 3A2P. Je remercie mon directeur de thèse, Gilles Kermarrec, pour ses qualités communicationnelles redoutables et sa bienveillance. Je remercie les co-encadrants, Marjorie Bernier pour son côté stratège très efficace et pour sa fiabilité ainsi que Philippe Vacher pour toutes ses métaphores imagées amusantes et pour son esprit cartésien. Un grand merci aussi à tous les doctorants du laboratoire pour ces trois années.

Mes remerciements vont également aux membres de mon Comité de Suivi Individuel, Julie Doron et Guillaume Martinet, sur qui j'ai toujours pu compter pour être des médiateurs efficaces dans la négociation d'un équilibre entre les tâches de l'entreprise et la thèse.

Un grand merci à Michel Nicolas et Christiane Trottier d'avoir accepté d'être rapporteurs, ainsi qu'à Julie Doron d'être examinatrice. Merci également à Chloé Leprince pour cette belle collaboration sur notre troisième étude et de participer au jury en tant que membre invitée.

Bien évidemment, sans les athlètes et les entraîneurs, toute cette thèse n'aurait jamais pu voir le jour. J'exprime donc ma gratitude à tous les athlètes ayant donné de leur temps avec un sérieux irréprochable. Merci à Emeric, Coco, Alex, Mathieu et tous les staffs pour leur soutien et leur investissement.

Je garde également dans un coin de ma tête que mon appétence et mes compétences pour la recherche appliquée ainsi que pour les statistiques ont été initiées par mes anciens maîtres de conférences de l'Université de Strasbourg, il y a 10 ans, en Master de psychologie sociale, du travail et des organisations. Je pense surtout à remercier Odile Rohmer pour tout son suivi depuis 10 ans et ses encouragements.

Enfin, toute cette thèse n'aurait jamais pu aboutir sans le soutien et l'amour inconditionnel de ma famille ainsi que de mes amis. Quand je vous ai annoncé que je me lançais dans une reprise d'étude après de nombreuses années loin du milieu universitaire, vous avez répondu présent. De manière plus générale, je vous remercie du fond du cœur d'avoir choisi de mener cette aventure fantastique qu'est la vie à mes côtés. Et sœur, je te prie de m'excuser, mais je ne vais pas pouvoir faire pareil que Snoop Dogg dans les remerciements comme tu me l'avais demandé !

Depuis des années, je suis une grande lectrice des romans de Bernard Werber. Avant de lire son dernier ouvrage, je consulte systématiquement sa page listant ses musiques écoutées durant l'écriture de son livre. Cela me permet de plonger dans le contexte d'écriture de son ouvrage. Je vais également rédiger cette page. Ainsi, voici un aperçu des musiques les plus écoutées pendant l'écriture de ce manuscrit, classées par type de métal :

- Death metal : Gojira, tous les albums avec mes deux musiques coup de cœur écoutées presque en boucle « The art of dying » et « L'enfant sauvage »
- Death core : Brand of Sacrifice « Darkbloom », Ten56 « Good morning »
- Metalcore : Landmvrks album « Lost in a Waves », Thrown « On the verge » et « Guilt »
- Metal industriel : Fear Factory « Descent », Mass Hysteria album « Tenace »
- Nu metal : Korn album « Korn » et « Requiem Mass » version live, Slipknot album « We are not your king ».

# Table des matières

<b>Avant-propos et remerciements</b>	<b>2</b>
<b>Dictionnaire des acronymes</b>	<b>7</b>
<b>Liste des figures et des tableaux</b>	<b>10</b>
<b>Introduction générale</b>	<b>11</b>
<b>Chapitre 1 : Revue de la littérature</b>	<b>18</b>
1 L'équilibre stress-récupération selon la perspective biopsychosociale	19
1.1 <i>Définitions et enjeux.</i>	19
1.1.1 Définition du stress selon une approche biopsychosociale	19
1.1.2 Définition de la récupération	21
1.2 <i>De l'équilibre au déséquilibre</i>	22
1.2.1 La recherche de l'équilibre	22
1.2.2 Les conséquences d'un déséquilibre non contrôlé	23
1.3 <i>Le suivi de l'équilibre</i>	26
1.3.1 Les mesures objectives de l'équilibre stress-récupération	26
1.3.2 Les mesures subjectives de l'équilibre stress-récupération	28
1.3.3 Le suivi de la charge d'entraînement	31
1.4 <i>Les stratégies de récupération</i>	33
1.4.1 Les différentes stratégies de récupération	33
1.4.2 Autorégulation durant la phase de récupération post-exercice	35
1.5 <i>En résumé</i>	38
2 La pleine conscience pour optimiser l'équilibre stress-récupération	39
2.1 <i>Définition et origines</i>	39
2.2 <i>Programmes et mécanismes de la pleine conscience</i>	42
2.2.1 Les premiers programmes de pleine conscience en psychologie clinique	42
2.2.2 Les mécanismes de la pleine conscience au cœur des programmes	43
2.3 <i>La pleine conscience en contexte sportif</i>	45
2.4 <i>Les programmes de pleine conscience en contexte sportif</i>	47
2.4.1 Le programme Mindfulness-Acceptance-Commitment	47
2.4.2 Le programme Mindfulness Sport Performance Enhancement	48
2.4.3 Le programme Mindfulness For Performance	49
2.4.4 Les programmes adaptés à une discipline sportive spécifique	50
2.5 <i>Les effets de la pleine conscience en sport</i>	54
2.5.1 Effets sur la performance et les variables associées à la performance sportive	54
2.5.2 Effets sur les processus de régulation	55
2.6 <i>En résumé</i>	57

3	La pleine conscience et l'équilibre stress-récupération en contexte sportif : une revue systématique PRISMA	58
3.1	<i>Méthodologie</i>	59
3.2	<i>Critères d'éligibilité</i>	59
3.2.1	Inclusion	59
3.2.2	Exclusion	59
3.3	<i>Résultats</i>	62
3.4	<i>Conclusion</i>	70
4	Problématique et programme de recherche	71
	<b>Chapitre 2 : Exploration du rôle de la pleine conscience au sein de l'équilibre stress-récupération durant un cycle d'entraînement pré-compétitif auprès de jeunes athlètes en centre d'entraînement intensif de BMX</b>	<b>77</b>
1	Résumé des objectifs et de la méthode de l'étude	78
2	Manuscrit	80
3	Résumé des résultats et de la discussion de l'étude	93
	<b>Chapitre 3 : Examiner le rôle de la pleine conscience sur les états de stress et de récupération et la performance subjective en contexte réel de compétition auprès de jeunes athlètes de BMX</b>	<b>95</b>
1	Résumé des objectifs et de la méthode de l'étude	96
2	Manuscrit	97
3	Résumé des résultats et de la discussion de l'étude	127
	<b>Chapitre 4 : Effet d'une intervention basée sur la pleine conscience pour promouvoir l'équilibre stress-récupération de jeunes footballeurs en centre d'entraînement intensif</b>	<b>129</b>
1	Résumé des objectifs et de la méthode de l'étude	130
2	Manuscrit	131
3	Résumé des résultats et de la discussion de l'étude	170
	<b>Chapitre 5 : Discussion générale</b>	<b>171</b>
1	Le rôle de la pleine conscience, en tant que disposition, état et habileté spécifique au sport, sur l'équilibre stress-récupération	173
1.1	<i>La pleine conscience dispositionnelle et état : des effets différenciés en phase d'entraînement</i>	174
1.2	<i>Rôles de la pleine conscience spécifique au sport et de la pleine conscience-état en contexte compétitif : une temporalité différente</i>	178

2	Le rôle de la pleine conscience, en tant que méthode d'intervention, dans l'équilibre stress-récupération et le bien-être des athlètes	181
3	Limites et perspectives scientifiques	185
4	Perspectives d'application pratique du travail doctoral	186
4.1	<i>Première phase : l'acculturation</i>	187
4.2	<i>Deuxième phase : déploiement de programmes</i>	188
4.3	<i>Troisième phase : rappel et suivi</i>	189
	<b>Conclusion générale</b>	<b>191</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>193</b>
	<b>Annexes</b>	<b>216</b>
	<i>Annexe 1. Missions CIFRE</i>	217
	<i>Annexe 2. Activités de recherche</i>	219
	<i>Annexe 3. Accord éthique de la validation française du SRSS</i>	222
	<i>Annexe 4. Mesure de pleine conscience-état</i>	224
	<i>Annexe 5. Accord éthique des études 1 et 2</i>	225
	<i>Annexe 6. Questionnaires de l'étude 2</i>	227
	<i>Annexe 7. Programme de pleine conscience pour l'équilibre stress-récupération (MSRP)</i>	228
	<i>Annexe 8. Questionnaires de l'étude 3</i>	230
	<i>Annexe 9. Accord éthique de l'étude 3</i>	234
	<i>Annexe 10. Présentation de l'étude 3 auprès du staff</i>	236
	<i>Annexe 11. Présentation détaillée du contenu de la séance 2 du programme MSRP : illustration de la logique et de la structure des séances adaptées à de jeunes athlètes</i>	239

## **Dictionnaire des acronymes**

3A2P : Activité Physique, Apprentissage et Accompagnement de la Performance

ACSM : American College of Sports Medicine

ACT : Acceptance Commitment Therapy, Thérapie d'Acceptation et d'Engagement

ARSS : Acute Recovery and Stress Scale

ATEX : Activité, Trans-Formation et Expertise

BMX : Bicycle motocross

CEI : centre d'entraînement intensif

CIFRE : Convention Industrielle de Formation par la REcherche

CREAD : Centre de Recherche sur l'Education, les Apprentissages et la Didactique

CREPS : Centre de Ressources, d'Expertise et de Performance Sportive

ECSS : European College of Sport Science

ESR : équilibre stress-récupération

FC : Fréquence Cardiaque

FFF : Fédération Française de Football

FFMQ : Five Facet Mindfulness Questionnaire

MABI : Mindfulness and Acceptance Based Interventions, principales interventions basées sur la pleine conscience et l'acceptation

MAC : Mindfulness-Acceptance-Commitment

MAAS : Mindfulness Attention Awareness Scale

MBCT : Mindfulness-Based Cognitive Therapy

MBI : Mindfulness Badminton Integrated

MBBI : le Mindfulness Basketball Integrated

MBSR : Mindfulness-Based Stress Reduction

MFP : Mindfulness For Performance

MiCBT : Mindfulness-integrated Cognitive Behavior Therapy program

MSRP : Mindfulness Stress Recovey Program

MSPE : Mindfulness Sport Performance Enhancement

MTP : Mindfulness Training Protocol

PANAS : Positive And Negative Affect Schedule

PC : pleine conscience

PEQ : Program Evaluation Questionnaire

PHLMS : Philadelphia Mindfulness Scale

PRISMA : Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses

PRT : Programme de Recherche Thématique

RESTQ-Sport : Recovery Stress Questionnaire for athlete

RMSSD : the root mean square of differences between successive RR intervals, moyenne quadratique des différences successives entre les battements cardiaques normaux pour un ensemble spécifique de données relatives à la fréquence cardiaque

RPE : Rating of Perceived Exertion, évaluation de la perception de l'effort

SNA : Système Nerveux Autonome

SNP : Système Nerveux Parasymphatique

SRSS : Short Recovery and Stress Scale

STAPS : Sciences et Technique des Activités Physiques et Sportives

TCC : Thérapies Cognitivo-Comportementales

TMS : Toronto Mindfulness Scale

VFC : variabilité de la fréquence cardiaque

## Liste des figures et des tableaux

Numéro de la figure	Titre	Page
<b>Figure 1</b>	Modèle en ciseaux des interactions entre les états de stress et les besoins de récupération, adapté et traduit de Kellmann (2000).	22
<b>Figure 2</b>	Présentation des différentes étapes de l'entraînement, de la surcharge et du syndrome de surentraînement, adaptée et traduite de Meeusen et al. (2013).	24
<b>Figure 3</b>	Modèle du processus de l'autorégulation de la récupération post-exercice adapté et traduit (traduction libre) de Balk et Englert (2020).	36
<b>Figure 4</b>	Diagramme PRISMA.	61
<b>Figure 5</b>	Résumé du rôle de la pleine conscience trait et état sur les états de stress et de récupération en cycle d'entraînement	93
<b>Figure 6</b>	Résumé du rôle de la pleine conscience-état, et spécifique au sport sur les états de stress et de récupération avant, pendant et la variation pré/post compétition.	127
<b>Figure 7</b>	Proposition d'un modèle de la pleine conscience sur le processus d'équilibre stress-récupération en cycle d'entraînement.	177

Numéro du tableau	Titre	Page
<b>Tableau 1</b>	Résumé des principaux programmes de pleine conscience spécifiques au contexte sportif, adapté de Ben Salha & Fournier 2022.	52
<b>Tableau 2</b>	Synthèse des articles retenus par la revue PRISMA	63
<b>Tableau 3</b>	Analyse qualitative des études retenues par la revue PRISMA.	67

**Introduction générale**

---

Le chemin d'un jeune adolescent<sup>1</sup> pour devenir athlète de haut niveau implique différents défis à relever (Furrer et al., 2015). Si l'adolescent performe du point de vue académique et sportif, il peut, dans un premier temps, intégrer un Centre d'Entraînement Intensif (CEI ; p. ex. pôle espoir, pôle France, centre de formation). Ces structures visent à accompagner l'athlète dans la réussite de son parcours sportif et scolaire. Dans ces structures, les adolescents athlètes doivent faire face à différentes charges au quotidien, que ce soit dans leur vie personnelle ou dans leur carrière sportive. Ces différentes charges obligent les jeunes athlètes à trouver un équilibre entre le temps d'entraînement et scolaire, afin de répondre aux exigences de leur sport et d'atteindre leurs objectifs (Vacher et al., 2022). Il a été observé chez les jeunes athlètes en CEI un déséquilibre entre leurs ressources et ces charges auxquelles ils doivent faire face. Ce déséquilibre est lié à leur double projet, mais également à un manque de proactivité dans la mise en place de stratégies de récupération, et à un manque de temps pour mettre en place les stratégies de récupération, qu'elles soient physiologiques ou psychologiques (Brenner et al., 2019; Sorkkila et al., 2020; Vacher et al., 2022). Plusieurs effets néfastes ont alors été observés, prenant la forme de sous-récupération, de surentraînement ou encore de burnout qui entraînent des conséquences sur leur santé et leur performance. Ainsi, pour préserver leur santé et être performants tout au long de leur carrière, les jeunes athlètes doivent maintenir un équilibre entre leurs états de stress et de récupération (Kellmann, 2010; Nicolas et al., 2019).

La gestion de cet équilibre stress-récupération (ESR) constitue donc un enjeu majeur pour atteindre une performance optimale et préserver la santé et le bien-être des athlètes (Nicolas et al., 2019). La notion d'équilibre renvoie à un processus de régulation de la

---

<sup>1</sup> Pour fluidifier la lecture, le terme masculin « adolescent » ou « athlète » ou « entraîneur » a été utilisé dans tout le manuscrit. Bien entendu, ces termes englobent aussi bien les adolescentes que les adolescents, ainsi que les athlètes féminines et masculines, et les entraîneurs féminins et masculins. Si des distinctions doivent être faites à un moment donné, elles seront clairement précisées pour le lecteur.

récupération par une qualité d'ajustement de la récupération de l'athlète par rapport à ses états de stress (Kellmann, 2002, 2010). Ces derniers peuvent être définis comme des réponses de l'organisme à des « agents » producteurs de stress, à savoir, dans notre cas, principalement la charge d'entraînement (Everly & Lating, 2013). Cet équilibre entre les états de stress et de récupération est difficile à gérer en raison de son instabilité et de sa précarité, liées à des interactions qui évoluent au cours du temps entre des paramètres biologiques, psychologiques, et sociaux (approche biopsychosociale) (Sondt et al., 2023; Vacher et al., 2017), mais également dans le cas de ces jeunes athlètes par l'influence du double projet sportif et scolaire. Considérant la difficulté et l'importance du maintien de l'ESR des jeunes athlètes tout au long de leur carrière, il semble essentiel d'aider ces athlètes en CEI à maintenir l'équilibre entre leurs états de stress et de récupération.

Pour optimiser le processus de récupération, il a été suggéré par Kellmann (2010) de combiner les interventions physiologiques dites de régénération (comme le sommeil ou l'immersion dans l'eau froide) avec des interventions psychologiques (comme les techniques de relaxation). La mise en place des stratégies de récupération doit reposer sur l'efficacité prouvée de ces techniques, mais doit également être adaptée aux besoins individuels de l'athlète (Kellmann, 2010; Loch et al., 2023; Pelka et al., 2017; Wiewelhove et al., 2024). En effet, l'athlète doit adopter des stratégies de récupération adéquates, en fonction de ses états de stress, afin de maintenir son ESR (Kellmann, 2002). Autrement dit, l'athlète doit se réguler. Cette autorégulation passe par une prise de conscience de ses états pour mettre en place des stratégies de récupération appropriées (Balk & Englert, 2020; Sondt et al., 2023). Afin d'aider les jeunes athlètes en CEI à maintenir leur ESR, il semble donc essentiel de développer leurs habiletés d'autorégulation. Dans ce contexte, la pleine conscience émerge comme une approche prometteuse soutenue par des résultats préliminaires issus de recherches récentes (Blevins et al., 2021; Coimbra et al., 2021; Furrer et al., 2015; Holguín-Ramírez et al., 2020; Pawsey et al.,

2021). La pleine conscience est connue pour son impact sur les processus d'autorégulation (Cao et al., 2022). Dans une situation donnée, elle permettrait d'améliorer la perception de ses états et réactions, interrompant ainsi les réactions automatiques (Farb et al., 2014). Cela amènerait l'individu à mieux s'adapter aux exigences et changements de la situation. Toutefois, les quelques travaux préliminaires qui ont examiné la pleine conscience comme stratégie pour améliorer la récupération (Blevins et al., 2021; Coimbra et al., 2021; Furrer et al., 2015; Holguín-Ramírez et al., 2020; Pawsey et al., 2021) semblent encore insuffisants pour asseoir son rôle. De plus, ces études ne permettent pas encore à ce stade de connaître précisément les effets ainsi que les mécanismes de la pleine conscience sur les états de stress et de récupération. Elles invitent à continuer d'explorer le rôle de la pleine conscience sur l'ESR, afin d'envisager le développement d'interventions basées sur la pleine conscience qui viserait à promouvoir cet équilibre auprès de jeunes athlètes en CEI.

Cette thèse a donc pour objectif scientifique d'apporter des connaissances sur le rôle de la pleine conscience dans l'ESR chez de jeunes athlètes en CEI. Des études observationnelles lors d'un cycle d'entraînement et d'un contexte compétitif, ainsi qu'une étude interventionnelle étudiant le rôle de la pleine conscience dans la promotion de l'ESR, permettront d'apporter des connaissances nouvelles. Au-delà des objectifs scientifiques, ce projet de thèse a été réalisé dans le cadre d'une Convention Industrielle de Formation par la REcherche (CIFRE) avec Sport Bretagne du 1er décembre 2021 au 30 novembre 2024. Le temps dédié à la thèse représentait 50 % de l'activité annuelle tandis que les missions de cheffe de projet en dimension mentale occupaient les 50 % restants. Les principales missions de cheffe de projet réalisées au cours des trois dernières années sont résumées en **Annexe 1**, et les activités de recherche en **Annexe 2**. Ainsi cette thèse CIFRE répond également à des enjeux pratiques et institutionnels.

En effet, les enjeux de ce projet de recherche pour Sport Bretagne sont : (a) d'améliorer les connaissances en psychologie appliquée au sport d'élite et d'en faire bénéficier les acteurs

de la performance du territoire breton, (b) de proposer des interventions efficaces ayant été validées par des preuves empiriques, à destination de jeunes athlètes sur le territoire breton, (c) d'évaluer et d'accompagner les jeunes athlètes sur la dimension mentale de la performance (c.-à-d., les habiletés mentales et l'ESR) tout au long de leur parcours de sportif de haut niveau.

Ce projet de thèse vise également à contribuer au Programme de Recherche Thématique n° 1 (PRT1) « Activité, Trans-Formation et Expertise » (ATEX) du Centre de Recherche sur l'Éducation, les Apprentissages et la Didactique (CREAD), dont les travaux ont pour objectif de décrire et d'expliquer l'activité humaine et sa transformation lorsqu'il y a émergence d'une expertise, notamment dans le cadre de l'optimisation de la performance sportive. Il s'agit d'analyser l'activité des experts, dans une perspective de compréhension et d'aide au développement de l'expertise. Plus précisément, ce projet doctoral contribue aux travaux de l'équipe de recherche « Activité Physique, Apprentissage et Accompagnement de la Performance » (3A2P), qui s'intéresse plus particulièrement à l'expérience individuelle et collective de la performance et à l'engagement durable dans l'activité physique et la performance sportive.

Afin de répondre aux objectifs scientifiques et institutionnels de cette thèse, le manuscrit de ce travail doctoral est composé de cinq chapitres, dont trois chapitres sont présentés sous un format d'articles scientifiques.

Le premier chapitre propose un cadrage théorique et une revue de la littérature approfondie, intégrant les deux objets principaux de cette thèse (c.-à-d., l'ESR et la pleine conscience). Dans ce chapitre, une première partie concerne les définitions et le cadrage théorique de l'ESR selon la perspective biopsychosociale (Kellmann & Kallus, 2001). La deuxième partie porte sur les définitions et modèles théoriques de la pleine conscience, ses origines et ses mécanismes ainsi que sur les effets démontrés des principaux programmes basés sur la pleine conscience en psychologie du sport. La dernière partie présente un état des

connaissances relatives aux effets de la pleine conscience sur l'ESR en contexte sportif, réalisé à partir d'une revue systématique PRISMA. Les conclusions permettent d'aboutir à la formulation de la problématique et des objectifs de la thèse.

Le deuxième chapitre présente une première étude observationnelle qui a pour objectif, d'explorer le rôle de la pleine conscience, sous ces différentes natures (disposition, habileté spécifique au sport, état) et dimensions, dans le maintien de l'ESR, en adoptant une approche biopsychosociale, auprès de jeunes pilotes de BMX (Bicycle motocross) en CEI, durant un cycle d'entraînement précompétitif de 10 jours. Cette étude a été publiée dans la revue *Psychology of Sport and Exercise*.

Le troisième chapitre est composé d'une étude observationnelle qui a pour but d'examiner les effets des habiletés de pleine conscience spécifiques au sport sur les états de stress et de récupération pré et post-compétitifs chez de jeunes athlètes en CEI de BMX. Les effets de la pleine conscience-état sur la perception de l'effort et la performance subjective durant la compétition sont également explorés. Cette étude a été soumise pour publication dans la revue *European Journal of Sport Science*.

Le quatrième chapitre présente une étude interventionnelle, qui prend appui sur les résultats des deux études précédentes. L'objectif est de tester l'efficacité d'un programme, basé sur la pleine conscience, visant à promouvoir l'ESR, le bien-être et la performance de jeunes athlètes en CEI de football. Cette étude a été soumise pour publication dans la revue *Psychology of Sport and Exercise*.

Le cinquième et dernier chapitre propose une discussion générale de ce travail doctoral, mettant en lumière les apports des trois études au regard de la problématique. Cette dernière partie permettra également d'identifier les limites et les perspectives de recherche offertes par ce travail doctoral. Enfin, il s'agira d'envisager les perspectives d'application pratique pour les

intervenants (entraîneurs, staff, préparateurs mentaux, psychologues du sport), comme pour les structures (pôle espoir, pôle France, Sport Bretagne, Centres de Ressources, d'Expertise et de Performance Sportive).

**Chapitre 1 : Revue de la littérature**

---

## **1 L'équilibre stress-récupération selon la perspective biopsychosociale**

Les sportifs et les entraîneurs doivent quotidiennement trouver un équilibre idéal entre le stress induit par la charge d'entraînement et les ressources de l'athlète, pour atteindre une performance optimale tout en préservant sa santé et son bien-être (Nicolas et al., 2019).

À première vue, cette atteinte d'équilibre pourrait sembler assez élémentaire, se résumant à un jeu d'équilibre entre les états de stress et de récupération (Sondt et al., 2023). Cependant, la recherche de cet équilibre est loin d'être aisée et peut représenter un défi quotidien. Pourtant, elle est cruciale face aux conséquences néfastes (p. ex. surentraînement, burnout ; Levillain et al., 2024) que peut engendrer un déséquilibre. La prochaine partie sera donc dédiée à la compréhension des concepts sous-jacents de cet équilibre, à sa complexité, à ses conséquences et aux stratégies pour le maîtriser.

### **1.1 Définitions et enjeux.**

Les états de stress et de récupération sont envisagés en utilisant une approche biopsychosociale. Cette dernière prend en considération les aspects psychologiques, émotionnels, cognitifs, comportementaux et sociaux des états de stress et de la récupération dont les interactions évoluent au cours du temps (Kellmann & Kallus, 2001; Vacher et al., 2017).

#### **1.1.1 Définition du stress selon une approche biopsychosociale**

Le terme « stress » englobe une variété de concepts et de terminologies qui peuvent parfois être contradictoires, et ce dans l'ensemble de la littérature scientifique à travers les différents champs d'application (Kallus & Kellmann, 2016). En général, le stress est souvent associé à la notion de charge ou de demande environnementale qui pèse sur l'individu et qui implique d'engager une réponse psychologique, comportementale ou physiologique, avec la notion d'interaction entre les ressources de l'individu et les demandes de l'environnement (Lazarus & Folkman, 1984; McEwen & Stellar, 1993). Dans le domaine sportif, bien que le

terme « stress » ne soit pas utilisé dans son sens courant, il reste pertinent dans le cadre du concept d'états de stress et de récupération pour caractériser l'état de l'individu (Kallus & Kellmann, 2016). En effet, d'après Kallus et Kellmann (2016), cela se justifie en trois points principaux :

1) Le terme stress coïncide avec la définition du stress en tant que processus tel que défini par Cooper (2000). En effet, l'approche stress-récupération ne se restreint pas seulement aux symptômes de stress, mais inclut le processus psychosocial et biophysique dans son ensemble.

2) Le terme stress est également inspiré des sciences des matériaux notamment par les terminologies de tension/pression selon la loi de Hook (Keaton, 2018). La charge agit sur un objet (ressort) et provoque un changement de forme (allongement) appelé déformation (Kallus & Kellmann, 2016). Le stress serait en quelque sorte une énergie contenue à l'intérieur de l'objet (ressort) qui se déclenche en réaction à une pression exercée sur lui. Lorsque la pression est supprimée, l'objet peut reprendre sa forme initiale grâce à cette énergie, tant que les limites du stress ne sont pas atteintes (élasticité du ressort). Quand ces limites critiques sont atteintes s'en suivent des déformations irréversibles lorsque la charge est supprimée. En effet, au-delà de ce point (seuil critique), l'objet est déformé ou cassé. C'est à partir de ce point que des analogies avec les sciences biologiques vers les sciences du sport peuvent se faire. Autrement dit, en transposant cette terminologie de tension/pression à notre contexte, la charge d'entraînement exerce une contrainte sur le sportif et plus précisément sur ses états biopsychosociaux.

3) Le terme stress en psychologie biologique (Selye, 1936) renvoie à un état caractérisé par un dérèglement homéostatique provoqué par des facteurs spécifiques ou des demandes inadéquates. L'état de stress est considéré comme un processus dynamique qui amène l'individu à faire face aux demandes. Ce point de vue psychophysique invite donc à considérer le

stress en sciences du sport comme étant une charge ou une demande essentiellement due à des facteurs externes (p. ex. la charge d'entraînement ou de compétition).

Ainsi, le stress, selon l'approche biopsychosociale développée dans le champ du sport, peut être défini comme un processus psychophysologique initié à la suite de la perception d'un stressor par l'individu et/ou par son organisme, et qui exige d'adopter un fonctionnement allant au-delà du fonctionnement normal de ce dernier.

### **1.1.2 Définition de la récupération**

La récupération est définie par Kellman et Kallus (2001) comme « un processus inter et intra-individuel, multiniveau (psychologique, physiologique et social), mis en place à un moment précis pour rétablir les capacités de performance. La récupération inclut des composantes orientées vers l'action, et ces activités auto-initiées (récupération proactive) peuvent être utilisées de façon systématique pour optimiser les conditions d'entraînement, mais également pour accumuler et renouveler les ressources et protections personnelles » (p.22, traduction libre). Selon Kallus et Kellmann (2000), la récupération peut être caractérisée comme étant <sup>1</sup>:

- un processus dans le temps en fonction du type et de la durée de l'état de stress ;
- dépendante de la réduction, du changement ou de l'arrêt de l'état de stress ;
- spécifique à l'individu suivant ses évaluations ;
- passives (avec un processus de restauration automatique biologique comme psychologique), actives ou proactives ;
- liée étroitement aux conditions situationnelles.

---

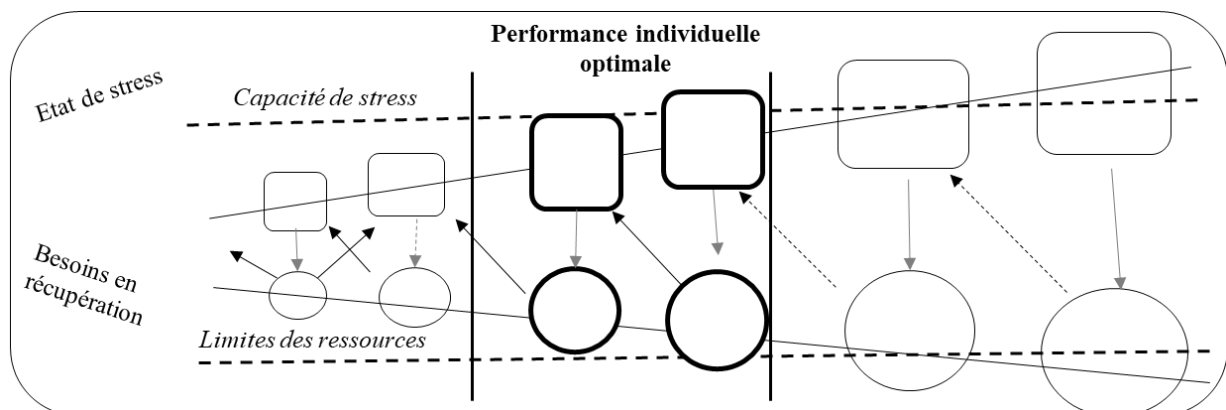
<sup>1</sup> Traduction libre

Ainsi, la récupération renvoie à un processus de restauration dans le temps, qui a pour but de rétablir les ressources de l'athlète au niveau physiologique, psychologique ou social (Halson, 2014; Kellmann, 2002).

## 1.2 De l'équilibre au déséquilibre

### 1.2.1 La recherche de l'équilibre

Chez un athlète, les états de stress et de récupération interagissent dans cette recherche d'équilibre, impliquant un ajustement en quantité et/ou qualité des stratégies de récupération mobilisées par l'individu en fonction de ses états de stress (Kellmann, 2010). Cette quête d'équilibre implique une complexité qui va au-delà d'une simple recherche d'homéostasie comme l'explique le modèle en ciseaux de Kellmann (2002) (**Figure 1**).



**Figure 1** : Modèle en ciseaux des interactions entre les états de stress et les besoins de récupération, adapté et traduit de Kallus et Kellmann (2000).

D'après ce modèle, il est crucial que la récupération accompagne l'augmentation du stress afin d'assurer que l'individu puisse maintenir une performance optimale. Plus un athlète progresse dans son état de stress, plus des efforts de récupération sont à réaliser pour rétablir son état de stress initial. En d'autres termes, la récupération se présente comme un processus de régulation des états de stress. Les athlètes doivent mettre en place des stratégies de récupération qui tiennent compte des caractéristiques et de l'intensité du stress qu'ils subissent. Cela permet d'équilibrer à la fois l'état de stress généré par des stressseurs spécifiques liés au

sport (p. ex. l'entraînement) et celui provenant de la vie quotidienne (p. ex. l'école pour les jeunes athlètes). Une récupération adéquate préalablement mise en œuvre par le sportif lui permettra de faire face de manière efficace à ses états de stress sans avoir besoin de s'engager dans une activité de récupération supplémentaire. Toutefois, une absence de récupération ou une récupération inadéquate peut empêcher l'athlète de réguler efficacement ses états de stress et conduire à une mal-adaptation. Cette augmentation de l'état de stress peut aussi limiter la capacité des individus à récupérer, les laissant submergés par l'état de stress sans pouvoir trouver ou consacrer le temps nécessaire pour récupérer de manière adéquate pour faire face à la situation. Autrement dit, par la fonction régulatrice de la récupération, le modèle prévoit qu'une augmentation de l'état de stress ne serait préjudiciable que si la personne ne s'engage pas dans une récupération adéquate (Kellmann, 2010).

### **1.2.2 Les conséquences d'un déséquilibre non contrôlé**

L'ESR implique une dimension dynamique. En d'autres termes, le processus d'entraînement nécessite une augmentation des états de stress. Cependant, les conséquences négatives surviennent uniquement lorsque l'élévation de l'état de stress n'est pas équilibrée par une récupération accrue (Kellmann, 2010). Ainsi, dans les approches biopsychosociales, l'état de stress n'est pas un problème en soi.

Pour optimiser la performance, le processus d'entraînement inclut généralement une phase d'augmentation et d'intensification de l'entraînement (Meeusen et al., 2013). Ce processus induit une fatigue temporaire qui, après une période adéquate de repos (p. ex. affûtage), conduit à une adaptation positive de l'organisme et à une amélioration des performances. Un entraînement efficace implique une surcharge, mais doit éviter la combinaison d'une surcharge excessive accompagnée d'une récupération inadéquate. En effet, une rupture de l'équilibre entre un stress d'entraînement approprié et une récupération suffisante peut entraîner des réactions anormales à l'entraînement. Ces différentes réponses

anormales nommées « surcharge non fonctionnelle » et « syndrome de surentraînement » ont été identifiés et définis de manières consensuelles par l'European College of Sport Science (ECSS) et par l'American College of Sports Medicine (ACSM) (Meeusen et al., 2006, 2013) (Figure 2).

Processus	Entraînement (surcharge)	Intensification de l'entraînement		
		→		
<b>Résultats</b>	Fatigue aiguë	Surcharge fonctionnelle	Surcharge non fonctionnelle	Syndrome de surentraînement
<b>Récupération</b>	Jour (s)	Jours-semaines	Semaines-mois	Mois -...
<b>Performance</b>	Augmentation	Baisse temporaire de la performance (p. ex. stage d'entraînement)	Stagnation, diminution	Diminution

**Figure 2 :** Présentation des différentes étapes de l'entraînement, de la surcharge et du syndrome de surentraînement, adaptée et traduite de Meeusen et al. (2013).

La surcharge a été définie comme étant « une accumulation de stress liée à l'entraînement ou non liée à l'entraînement, caractérisée par une diminution temporaire de la performance avec ou sans symptôme psychologique et physiologique de mal-adaptation, pour laquelle la restauration de la capacité de performance peut nécessiter quelques jours à quelques semaines » (traduction libre ; Meeusen et al., 2013 ; p.2). Au premier degré de fatigue apparaît la surcharge fonctionnelle, qui est nécessaire pour l'amélioration des performances et qui peut être compensée par une récupération complète (Kellmann et al., 2018). Elle est décrite comme une diminution des performances à court terme sans signe de mal-adaptation, qui est causée par un entraînement intensif (p. ex. un stage d'entraînement) (Meeusen et al., 2013). Elle nécessite un temps de récupération allant de quelques jours à plusieurs semaines. L'absence de récupération individualisée et systématique après un entraînement peut entraîner une surcharge non fonctionnelle (Kellmann et al., 2018). La surcharge non fonctionnelle engendre une

altération psychologique et hormonale ainsi qu'une diminution des performances (Meeusen et al., 2013). À cette étape, Kellmann et al. (2018) distinguent la sous-récupération définie comme une récupération insuffisante en réaction à un stress général (p. ex. famille ou média) de la surcharge non fonctionnelle qui, elle, est spécifiquement liée à l'entraînement. Pour contrebalancer la sous-récupération et les phases précoces de la surcharge non fonctionnelle, il est crucial de mettre en œuvre de manière systématique des stratégies de récupération et de repos. Ces stratégies doivent être associées à des habitudes quotidiennes telles que le sommeil, l'alimentation et les activités sociales. Le temps de récupération nécessaire s'étale sur plusieurs semaines à plusieurs mois (Meeusen et al., 2013). Cependant, si aucune stratégie de compensation adéquate n'est mise en place, l'accumulation de sous-récupération associée à une surcharge non fonctionnelle prolongée peut déclencher l'apparition du syndrome de surentraînement (Kellmann et al., 2018). Le syndrome de surentraînement est défini comme un processus d'accumulation du stress qui peut être directement lié à l'entraînement ou non spécifiquement lié à l'entraînement (Meeusen et al., 2013). La notion de syndrome est primordiale, mettant l'accent sur son étiologie multifactorielle. Le syndrome de surentraînement se caractérise par un décroissement à long terme de la performance avec ou sans symptôme psychologique et physiologique de mal-adaptation comme des courbatures continues dans les muscles, des sensations de douleurs ou une perturbation clinique et/ou endocrinologique (Kellmann et al., 2018; Meeusen et al., 2013). La restauration de la capacité de performance nécessite de mettre en place un processus de rétablissement continu avec de longues périodes de repos et de récupération, qui peuvent aller de quelques mois à des années de récupération.

En raison de l'importance du maintien de l'ESR pour atteindre une performance optimale et aux différentes conséquences néfastes pouvant résulter d'un déséquilibre prolongé, la littérature a conçu différents outils pour réaliser le suivi de cet équilibre chez l'athlète.

### 1.3 Le suivi de l'équilibre

La littérature scientifique atteste de l'existence de divers outils objectifs et subjectifs permettant de suivre les réponses des athlètes liées à l'entraînement par une mesure de leurs états de stress et de récupération (Saw et al., 2016). Ces outils permettent également de détecter précocement les symptômes de surentraînement (Kellmann & Kölling, 2019), afin d'adapter l'entraînement et d'éviter le développement de conséquences délétères. Dans cette perspective, nous retrouvons trois catégories d'outils : (1) les mesures physiologiques ou objectives, (2) les mesures subjectives, et (3) le suivi de la charge d'entraînement.

#### 1.3.1 Les mesures objectives de l'équilibre stress-récupération

L'évaluation du Système Nerveux Autonome (SNA) permet d'apporter des informations précieuses concernant l'adaptation de l'athlète à l'entraînement et concernant sa récupération (Di Credico et al., 2024). La Variabilité de la Fréquence Cardiaque (VFC) évalue l'activité du SNA. Elle est également considérée comme la mesure physiologique non invasive la plus sensible des états de stress et de récupération (Buchheit, 2014). La VFC renvoie à la variabilité entre les battements successifs du cœur (intervalle R-R dans le complexe QRS<sup>1</sup> du signal électrique par électrocardiogramme) (Malik et al., 1996). Une VFC élevée indique généralement que le SNA s'est adapté positivement à l'exercice, tandis qu'une valeur basse démontre une inefficacité du SNA ainsi qu'un surentraînement (Mourot et al., 2004). Les résultats de la VFC peuvent être cependant affectés par différents facteurs que le chercheur doit essayer de maîtriser durant les mesures afin de pouvoir exploiter au mieux les résultats. D'après Coyne et al. (2020), les facteurs qui peuvent entraver la fiabilité de la mesure de la VFC sont liés au type de mesure de la VFC (p. ex. une mesure matinale au réveil ou mesure post-exercice), à la position allongée ou debout de l'athlète durant la mesure (p. ex. Holguín-Ramírez et al.,

---

<sup>1</sup> Le complexe QRS représente la déploration du ventricule de l'activité cardiaque qui inclue les ondes Q, R et S (Goldberger et al., 2018).

2020), au fait d'avoir bu de l'eau avant la mesure, au sexe, au moment de la mesure durant la journée, et à la fréquence de respiration. Dans le cadre des mesures auprès de jeunes athlètes, il semble difficile d'envisager de les laisser seuls le matin au réveil réaliser de manière autonome les mesures. Des études récentes (Buchheit, 2014; Nicolas et al., 2019; Vacher et al., 2018) indiquent que le test de VFC post-exercice, débutant par 5 minutes d'exercice sous-maximal suivi de mesures effectuées durant 5 minutes de repos, constitue une méthode d'évaluation fiable. En effet, il paraît plus facilement envisageable sur le terrain de faire effectuer 5 min d'exercice de course sous-maximale à 9 km h<sup>-1</sup>, suivi de 5 min de récupération passive (5' - 5' ou appelé test du « yoyo » ; Buchheit, 2014; Nicolas et al., 2019; Vacher et al., 2018) à de jeunes athlètes sous la surveillance d'un coach ou d'un chercheur qui pourra s'assurer du bon déroulé et de l'absence de facteurs pouvant entraver la fiabilité de la mesure. Au-delà de la notion de contrôlabilité des mesures, le test VFC post-exercice permet de mesurer la qualité globale de la récupération physiologique et de la condition physique générale (force de la réactivation parasympathique après un exercice sous-maximal), alors que le test matinal permet plutôt de mesurer la capacité de l'organisme à s'entraîner, c'est-à-dire à subir une charge d'entraînement spécifique. Un indicateur fiable de la fonction du SNA est la moyenne quadratique des différences successives entre les battements cardiaques normaux pour un ensemble spécifique de données relatives à la fréquence cardiaque (en anglais, *the root mean square of differences between successive RR intervals*, RMSSD) (Plews et al., 2017). Cet indicateur est fréquemment utilisé pour surveiller le niveau de récupération ou de fatigue (selon les protocoles utilisés) des athlètes. L'indice RMSSD peut être utilisé pour évaluer la réactivation du Système Nerveux Parasympathique (SNP), puis pour fournir des informations sur le rétablissement de l'homéostasie globale notamment après une compétition, grâce à la stimulation du baroréflexe (p. ex. les changements du volume plasmatique induits par l'exercice) (Stanley et al., 2013).

Pour avoir une compréhension globale des réponses de l'athlète, il est important de combiner les mesures physiologiques et subjectives (Saw et al., 2016).

### **1.3.2 Les mesures subjectives de l'équilibre stress-récupération**

En effet, une revue systématique (Saw et al., 2016) a mis en avant le rôle distinct et complémentaire des mesures physiologiques et subjectives, en démontrant l'absence de corrélation entre ces deux types de mesures. Selon Saw et al. (2016), les mesures subjectives de la perception du stress et de la récupération reflètent la charge d'entraînement actuelle et chronique avec une sensibilité et une consistance supérieure comparées à des mesures objectives. En effet, ces mesures subjectives reposent sur des approches qui évaluent de manière multidimensionnelle les aspects du stress et de la récupération amenant l'athlète à évaluer des données physiologiques, mentales et émotionnelles du système nerveux central qui influencent la perception globale de leurs états biopsychosociaux. Basé sur la perspective biopsychosociale, le Recovery Stress Questionnaire for athlete (RESTQ-Sport) (Kellmann & Kallus, 2001) a été largement utilisé comme échelle d'auto-évaluation des états de stress et de récupération (p. ex. Blevins et al., 2021; Holguín-Ramírez et al., 2020; Vacher et al., 2018). Le RESTQ-Sport évalue, au cours des trois derniers jours, la fréquence des signes de stress tout en évaluant l'état de récupération et les activités de récupération liées. L'échelle permet aussi d'évaluer la capacité de l'athlète à utiliser des stratégies de récupération, tout en différenciant les stratégies employées (Nicolas et al., 2019). Dans sa version longue comportant 76 items, le RESTQ-Sport est composé de 19 sous-échelles :

- le stress général, le stress social, le stress émotionnel, les conflits/pressions, les plaintes physiques et l'absence d'énergie qui permettent d'avoir un score de stress général ;
- les blessures, la fatigue émotionnelle, et pauses perturbées qui renvoient à un score de stress spécifiquement lié au sport ;

- l'échelle de stress général s'associe à l'échelle de stress spécifiquement lié au sport pour former une échelle de stress globale ;
- le bien-être général, la récupération sociale, la récupération physique, la réussite, le sommeil qui produisent un score de récupération générale ;
- l'autorégulation, l'accomplissement personnel, l'auto-efficacité et être en forme correspondant à un score de récupération spécifiquement lié au sport ;
- l'échelle de récupération générale s'associe à l'échelle de récupération spécifiquement liée au sport pour former une échelle de récupération globale.

Il existe également une version courte en 36 items (RESTQ-36-Sport ; Kallus & Kellmann, 2016), qui est elle-même validée en langue française (Nicolas et al., 2019). Si le RESTQ-Sport inclut également des mesures de stratégies employées au cours des derniers jours, d'autres outils ont été développés pour mesurer uniquement les états biopsychosociaux quotidiens.

Afin de détecter les changements aigus (quotidiens) dans la perception des états de stress et de récupération, l'Acute Recovery and Stress Scale (ARSS) et le Short Recovery and Stress Scale (SRSS) ont été conçus par Kellmann et Kölling (2019). L'ARSS a été développé selon la perspective biopsychosociale, mesurant ainsi les aspects émotionnels, physiques, mentaux et les états généraux du stress et de la récupération de l'athlète, de manière valide, économique et spécifique au sport à l'aide de ses 32 items. Une passation le matin au réveil de l'ARSS permet d'obtenir des informations pour la planification de l'entraînement du jour et/ou pour son adaptation.

Le Short Recovery and Stress Scale (SRSS ; Kellmann & Kölling, 2019) a été développé sur la base de l'ARSS. Il pourrait être considéré comme une version plus courte de l'ARSS. Cette échelle répond aux mêmes objectifs et conditions que l'ARSS à l'aide de ses 8 items qui peuvent être complétés en moins d'une minute. L'outil est divisé en deux sous-échelles :

- l'échelle courte de récupération, qui permet d'obtenir un score global de récupération à l'aide de 4 items qui renvoient à la capacité de performance physique, à la capacité de performance mentale, à l'équilibre émotionnel et à la récupération générale ;
- l'échelle courte de stress, donnant un score global de stress à l'aide de 4 items qui renvoient au stress musculaire, au manque d'activation, à l'état émotionnel négatif et à l'état de stress général.

En somme, l'ARSS et le SRSS sont des outils courts, rapides et économiques adaptés à une utilisation en contexte écologique telle qu'une compétition (Ishida et al., 2021; Russell et al., 2021). En effet, conduire des mesures en contexte écologique comme une compétition implique l'utilisation d'outils rapides à compléter pour ne pas perturber l'activité de l'athlète (Horvath & Birrer, 2021). Toutefois, ces deux outils n'ont pas encore été traduits et validés en langue française, ce qui pour l'instant limite les possibilités d'utilisation sur une population d'athlètes francophones. Cette thèse s'est donc attelée à la traduction du SRSS dans le but de mener des études en contexte écologique, notamment en ce qui concerne les études du chapitre 2 et 3.

En effet, une traduction du SRSS a été réalisée en suivant les quatre premières étapes de la validation transculturelle des tests et échelles psychologiques (Gana et al., 2021) afin de pouvoir utiliser l'outil dans des études écologiques. La première étape consistait à obtenir l'autorisation des auteurs de la version originale, Kellmann et Kölling. Cette autorisation a été accordée, accompagnée d'un projet d'édition d'un manuel sous copyright (raison pour laquelle le questionnaire ne sera pas mis en annexe) reprenant tout le processus de validation avec la collaboration d'une équipe belge pour obtenir une version francophone valide pour les deux pays. Nous avons également obtenu l'accord éthique pour débiter le processus de validation (**Annexe 3**). La deuxième étape visait à traduire le questionnaire. Pour ce faire, deux chercheurs

bilingues anglais-français ont traduit le SRSS en français. Ensuite, la troisième étape a permis d'obtenir un consensus sur la traduction entre les traducteurs et l'équipe de recherche (composée des co-directeurs de thèse et de la doctorante). Puis, la quatrième étape a consisté à prétester la version approuvée en vérifiant la compréhension des items par un test de clarté. 47 étudiants en première année de licence des Sciences et Technique des Activités Physiques et Sportives (STAPS) ont évalué la clarté des items sur une échelle de 1 à 7 avec des moyennes comprises entre 5,5 et 5,9 indiquant une clarté suffisante. La cinquième étape est actuellement en phase d'analyse, avec une version presque finale testée sur un échantillon de 310 athlètes étudiants français. L'équipe belge réalise cette cinquième étape en parallèle auprès d'une population d'athlètes belges.

Pour finir sur nos sections consacrées aux mesures physiologiques et/ou psychologiques de l'ESR, celles-ci doivent également être associées à un suivi de la charge d'entraînement.

### **1.3.3 Le suivi de la charge d'entraînement**

Les mesures de suivi des états de stress et de récupération des athlètes doivent également prendre en compte les fluctuations de l'entraînement (Vacher et al., 2017). En effet, la périodisation de l'entraînement inclut des variations de charge qui correspondent à des stressseurs spécifiques (Winsley & Matos, 2011), ce qui peut provoquer des changements dans les auto-évaluations des athlètes (Vacher et al., 2017). Évaluer la charge globale d'entraînement à laquelle est soumis un athlète permet d'analyser sa réponse à l'entraînement. Cette charge d'entraînement est déclinée en charge externe et charge interne (Gabbett et al., 2017). La charge externe renvoie à la globalité du travail effectué par un athlète durant une compétition ou un entraînement (Impellizzeri et al., 2005), et répond plus précisément à la question « *qu'est-ce que l'athlète a fait ?* » (Gabbett et al., 2017). Elle peut par exemple être calculée à l'aide de GPS pour quantifier le nombre de kilomètres parcourus (Beato et al., 2018; Doyle et al., 2022) ou encore à l'aide de capteurs de puissance pour évaluer le nombre de watts produits.

Cependant, ces équipements peuvent engendrer des coûts financiers et humains sur le terrain, ce qui freine souvent l'intégration des mesures de charge externe dans le suivi quotidien des athlètes. Quant à la charge interne, elle renvoie au niveau de stress physiologique vécu par l'athlète durant un entraînement ou une compétition (Doyle et al., 2022; Halson, 2014). Elle répond plus précisément à la question : « *quelle est la réponse de l'athlète face à cette charge ?* » (Gabbett et al., 2017). Les mesures de charge interne objective sont à distinguer des mesures de charge interne subjective. Les mesures internes objectives font appel à des mesures physiologiques comme la fréquence cardiaque (FC) ou la VFC. Ces mesures impliquent également des coûts financiers et temporels non négligeables contrairement au suivi de la charge interne subjective qui n'implique pas d'équipements onéreux et qui peut être instaurée de manière simple et rapide. La méthode la plus facile et la plus valide pour mesurer la charge interne subjective est l'évaluation de la perception de l'effort. La perception de l'effort peut être définie comme « la sensation consciente de la dureté, de la lourdeur et de la pénibilité d'une tâche physique » (Marcora, 2010). L'échelle la plus utilisée pour évaluer la perception de l'effort (rating of perceived exertion ; RPE) est l'échelle de Borg CR-10 (Borg, 1998). Cette échelle a démontré sa sensibilité pour mesurer le stress psychologique et physiologique subi par les athlètes en compétition ou entraînement (Doyle et al., 2022; Halson, 2014; Pageaux, 2016). Elle a également été validée en français auprès d'une population de jeunes athlètes (Haddad et al., 2013). Les recherches montrent une bonne corrélation entre la RPE et la FC lors d'exercices en régime constant et d'entraînements cyclistes par intervalles, toutefois, la RPE perd de sa pertinence dans des exercices de football court à haute intensité (Borresen & Ian Lambert, 2009; Halson, 2014). Afin d'apporter des informations complémentaires sur la charge interne subie par l'athlète, la RPE peut être associée à d'autres variables, notamment la durée de la séance (Halson, 2014). En effet, Foster et al. (2001) ont développé une méthode de quantification de l'évaluation de l'effort perçu au cours de la session (Halson, 2014). Elle

consiste à d'abord compléter le niveau de perception de l'effort (RPE) sur l'échelle de Borg (1998), puis de multiplier la valeur RPE par la durée de la séance d'entraînement en minutes. La charge interne est alors quantifiée en unités arbitraires (u. a) (Doyle et al., 2022). Cette méthode est simple, valide, fiable et permet de s'affranchir de l'utilisation de la FC (Halson, 2014).

Le suivi de la charge est l'étape première d'un suivi des états de forme de l'athlète pour comprendre les états biopsychosociaux. Selon le modèle en ciseaux de Kellmann (2002), si ce suivi met en évidence une absence de maintien de l'ESR, il sera alors nécessaire de mettre en place des stratégies de récupération supplémentaires (Sondt et al., 2023).

## **1.4 Les stratégies de récupération**

### **1.4.1 Les différentes stratégies de récupération**

La mise en place systématique de stratégies de récupération adaptées aux états de stress devrait théoriquement permettre de maintenir un équilibre dynamique et ainsi de prévenir les risques de déséquilibre mal-adaptatif. Elle permet de réduire, de contrôler ou d'éviter l'apparition des risques mal-adaptatifs liés à l'entraînement (blessure, surcharge non fonctionnelle, diminution de performance) et favorise la capacité de l'individu à s'adapter au processus d'entraînement (compensation biophysique, développement des ressources internes et environnementales subjectives et objectives). Dans ce cadre, la littérature propose une catégorisation des stratégies de récupération que nous développerons dans le paragraphe suivant.

La récupération peut renvoyer à différents moments du processus de restauration avec une récupération immédiate, à court ou long terme (Bishop et al., 2008). La récupération immédiate désigne un processus de récupération entre des efforts finis, rapides et rapprochés dans le temps comme entre les foulées successives d'un coureur. La récupération à court terme

s'applique par exemple entre des séries de musculation. La récupération à long terme est considérée comme une récupération d'entraînement ou de compétition appelée également récupération post-exercice par Balk et Englert (2020), qui intervient entre des sessions d'entraînement ou de compétition successives (Kellmann et al., 2018). La récupération post-exercice a souvent lieu en dehors de l'environnement sportif et en dehors de la demande de compétition et d'entraînement (Balk & Englert, 2020). Toutefois, elle est considérée comme faisant partie de l'entraînement. Elle est d'ailleurs plus connue sur le terrain sous le nom « d'entraînement invisible ». Due à des différences intra et inters individuels dans les processus de restauration, une catégorisation claire basée sur des délais précis ne peut être fournie (Kellmann et al., 2018).

Selon Kellmann (2002), les stratégies de récupération peuvent aussi se distinguer en différentes méthodes d'application : passives, actives et proactives. Les méthodes passives sont utilisées à partir de l'application de méthodes externes comme les massages, les compléments alimentaires. Autrement dit, le corps récupère grâce à des stimulations externes ou par l'intégration de temps de repos qui sont caractérisées par de l'inactivité. Contrairement aux méthodes passives, les méthodes actives impliquent une activité physique volontaire qui vise à compenser la réponse métabolique de la fatigue physique, comme une sortie en course à pied à faible cadence ou de la marche (Kellmann et al., 2018). Quant à la récupération proactive, elle implique des activités auto-initiées sélectionnées en fonction des besoins et des préférences de l'athlète, par exemple les activités sociales ou les techniques de respiration (Kellmann & Beckmann, 2018).

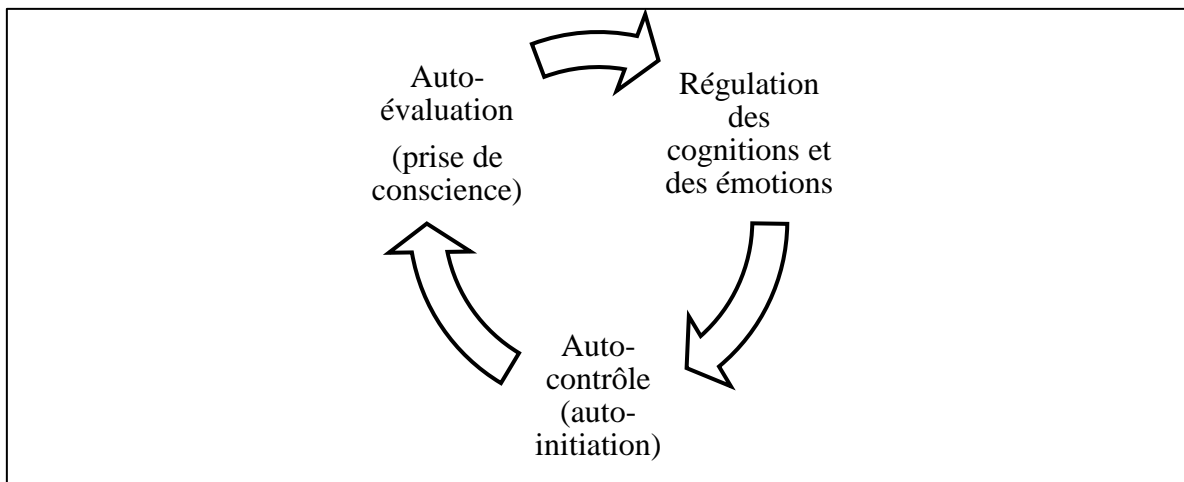
Une variété de stratégies de récupération a été reconnue et elles ont été classées en deux grandes catégories : d'une part la régénération et d'autre part les stratégies psychologiques (Kellmann et al., 2018). La régénération renvoie à la partie physiologique de la récupération, qui permet de réagir aux aspects physiologiques de la fatigue induite par l'entraînement et la

compétition (Kellmann & Beckmann, 2018). Elles concernent des stratégies comme l'immersion dans l'eau froide et le sommeil (Nédélec et al., 2012) et font l'objet de nombreux travaux qui visent à tester leur efficacité (Wiewelhove et al., 2024). Quant aux stratégies psychologiques, elles sont envisagées par Kellmann et al. (2018) en réponse à la fatigue mentale, qui est définie dans la littérature comme étant un état psychobiologique associé à un niveau faible d'énergie et des sensations de fatigue, causé par une activité qui demande des efforts cognitifs (comme l'attention par exemple) (Loch et al., 2023; Marcora, 2010). Les stratégies efficaces actuellement reconnues dans la littérature incluent des ressources d'activation telles que les micro-siestes de 10 à 20 minutes et les techniques de relaxation psychologique, notamment par une respiration structurée et contrôlée (expiration deux fois plus longue que l'inspiration, 3 s/6 s ou 4 s/8 s) (Loch et al., 2023; Pelka et al., 2017). Un processus de récupération doit non seulement s'appuyer sur l'efficacité prouvée de ces différentes stratégies, mais doit aussi s'adapter aux besoins individuels de l'athlète (Kellmann, 2010; Loch et al., 2023; Wiewelhove et al., 2024) soulignant ainsi l'importance de l'autorégulation dans la récupération.

#### **1.4.2 Autorégulation durant la phase de récupération post-exercice**

Les stratégies de récupération sont d'autant plus efficaces quand elles correspondent aux besoins individuels spécifiques de l'athlète (Kellmann, 2010; Loch et al., 2023; Pelka et al., 2017). Le modèle en ciseaux de Kellmann (2002) indique bien que pour atteindre un ESR optimal, l'athlète doit auto-initier la mise en place de stratégies de récupération pour contrebalancer les états de stress actuels. Plus précisément, « trouver et mettre en place la récupération qui s'adapte le mieux à soi, correspond à une tâche qui nécessite de l'autorégulation » (Beckmann & Kellmann, 2004, p1135, traduction libre). L'autorégulation, historiquement définie par Zimmerman (2000) se réfèrent à « des pensées, émotions et actions auto-initiées qui sont planifiées et adaptées de manière cyclique pour atteindre des buts

personnels ». Dans le contexte de la récupération post-exercice, l'autorégulation de la récupération consiste à identifier son état actuel (p. ex. état de stress) et l'état futur souhaité (p. ex. récupération optimale). Il s'agit ensuite de sélectionner et d'entreprendre des actions pour diminuer l'écart entre ces deux états durant la phase de récupération (p. ex. entre les entraînements ou les compétitions) (Balk & Englert, 2020). Pour ce faire, Balk et Englert (2020) ont identifié trois habiletés importantes : l'auto-évaluation, la régulation des cognitions et des émotions, et l'auto-contrôle (**Figure 3**).



**Figure 3** : Modèle du processus de l'autorégulation de la récupération post-exercice adapté et traduit (traduction libre) de Balk et Englert (2020).

Pour atteindre une récupération adéquate, l'athlète doit être conscient des signaux internes (p. ex. pensées ou sensations) et externes (p. ex. récompenses ou opportunités) grâce à des compétences d'auto-évaluation. Cette prise de conscience de ces signaux par cette auto-évaluation permet de repérer les besoins en récupération physique, cognitive et émotionnelle après un entraînement ou une compétition. Ainsi, l'athlète peut chercher à restaurer les ressources physiques ou mentales utilisées au cours de l'entraînement ou de la compétition. La prise de conscience et l'auto-évaluation sont essentielles pour réguler les cognitions et les émotions. Cette régulation implique de faire une pause et de se détacher des exigences sportives durant la phase de récupération. Le détachement cognitif permet à l'athlète de ne pas avoir de pensées intrusives sur le passé (ruminant) ou le futur (inquiétudes), favorisant ainsi une

restauration complète de ses ressources physiques et mentales. Le détachement émotionnel, quant à lui, aide à se distancer des émotions (p. ex. la colère) liées à la pratique sportive, rendant l'athlète plus réceptif aux opportunités de récupération (Fredrickson, 2001). Par conséquent, la régulation des cognitions et des émotions permet d'initier des comportements adaptatifs (Sapolsky, 2007). Plus précisément, elle ouvre la voie à l'acquisition de l'habileté d'auto-contrôle nécessaire pour interrompre les comportements automatiques (Balk & Englert, 2020). En effet, l'auto-contrôle permet de résister aux demandes instantanées prédominantes ou aux comportements automatiques dans une situation donnée au profit d'objectifs à plus long terme (Balk & Englert, 2020; Hagger et al., 2010). Par exemple, quand un athlète est énervé, il peut éviter de manger et se coucher tard, pour répondre à son émotion instantanée, mais cela n'est pas adéquat à un processus de récupération. L'habileté d'auto-contrôle pourrait interrompre ces comportements en l'amenant à adopter des comportements adaptatifs pour son équilibre, malgré son énervement et éviter de tomber dans « le piège de la sous-récupération » (Balk & Englert, 2020). En revanche, l'auto-contrôle semble être une ressource énergétique limitée qui peut être affectée par des activités antérieures telles que la régulation des pensées et des émotions, l'exécution d'une tâche motrice ou le fait de réaliser cette activité avec de la douleur (Balk & Englert, 2020). En d'autres termes, l'habileté d'auto-contrôle est essentielle pour auto-initier des activités de récupération adéquates et même parfois des activités qui demandent beaucoup d'efforts, notamment quand les athlètes sont fatigués, sous charge intense ou encore remplis d'émotions déplaisantes, à condition d'avoir suffisamment d'énergie restante (Balk & Englert, 2020).

Pour conclure, développer les habiletés d'autorégulation des athlètes permettrait de favoriser leur récupération physique et mentale après l'entraînement ou la compétition, ce qui pourrait avoir des effets bénéfiques sur la santé, le bien-être et la performance sur le long terme (Balk & Englert, 2020). Pour aider les jeunes athlètes en CEI à mieux réguler leurs états de

stress et de récupération au quotidien, la pleine conscience apparaît comme très prometteuse notamment parce qu'elle est connue pour ses effets positifs sur les mécanismes d'autorégulation (Cao et al., 2022).

## **1.5 En résumé**

La recherche de l'équilibre entre les états de stress et de récupération est essentielle pour permettre à l'athlète d'atteindre une performance optimale, une bonne santé et un bien-être général (Nicolas et al., 2019). Face aux effets néfastes d'une surcharge non fonctionnelle (Meeusen et al., 2006, 2013), les scientifiques ont conçu des outils de prévention. Cela inclut un suivi minutieux de la charge d'entraînement et des réponses de l'athlète à l'entraînement et à la compétition en utilisant des mesures objectives et subjectives (Saw et al., 2016). Puis, l'action déterminante reste celle qui est au cœur même du modèle en ciseaux de Kellmann (2002), à savoir, un ajustement des stratégies de récupération en fonction de ses états de stress. Cependant, cet ajustement nécessite des compétences spécifiques de régulation avec des actions auto-initiées (Balk & Englert, 2020) qui reposent sur la connaissance d'un large panel de stratégies. Le développement d'habiletés d'autorégulation apparaît comme un élément essentiel pour permettre aux athlètes en CEI de maintenir leur ESR et éviter les déséquilibres qui, à long terme, pourraient nuire à leur santé, leur bien-être et leur performance (Balk & Englert, 2020). Connue pour développer les capacités d'autorégulation (Cao et al., 2022), la pleine conscience (PC) fait l'objet de quelques recherches préliminaires dont les résultats sont prometteurs pour optimiser l'ESR (Blevins et al., 2021; Coimbra et al., 2021; Furrer et al., 2015; Holguín-Ramírez et al., 2020; Pawsey et al., 2021). La prochaine partie propose donc de mettre en lumière le rôle de la PC dans la perspective de développer les habiletés d'autorégulation.

## **2 La pleine conscience pour optimiser l'équilibre stress-récupération**

### **2.1 Définition et origines**

La PC trouve ses origines dans les pratiques spirituelles des moines bouddhistes, où elle est considérée comme un chemin menant à la cessation des souffrances personnelles (Hanh, 1976; Silananda, 1990; Thera, 1962). Elle puise également dans les pratiques méditatives des cultures orientales (Bernier et al., 2012). Dans les années 80, la PC réapparaît en psychologie générale contemporaine comme une approche visant à augmenter la prise de conscience et à améliorer les réponses face aux processus mentaux contribuant aux comportements mal-adaptatifs et à la détresse émotionnelle (Bishop et al., 2008). Au fil des années 90, la PC devient un concept central de la troisième vague des Thérapies Cognitivo-Comportementales (TCC) (Hayes, 2004).

Si la deuxième vague des TCC prônait la restructuration cognitive par la modification de pensées inappropriées en cognitions appropriées, la troisième vague invite à adopter une relation différente avec les expériences internes en cherchant à les accepter plutôt qu'à les modifier (Hayes, 2004; Hayes et al., 1999; Segal et al., 2002). En effet, la théorie des « processus ironiques » démontre que de chercher à supprimer ou modifier une pensée ou une émotion conduit souvent à l'effet inverse et donc à focaliser son attention sur cette pensée ou émotion, soulignant ainsi l'inutilité de la recherche de contrôle des pensées et des émotions (Bernier et al., 2012; Wegner, 1994). Par conséquent, si nous demandons au lecteur de ne pas penser à un arbre, il est fort possible que l'image d'un arbre vous apparaisse, venant par conséquent perturber votre lecture. Ainsi, la PC se définit comme étant « un état mental résultant d'une focalisation volontaire de son attention sur l'expérience présente dans ses aspects sensoriels et mentaux, cognitifs et émotionnels, sans poser de jugement » (Philippot, in Cottraux, 2007, p. 69). Bien que la définition semble claire, il existe néanmoins une ambiguïté

dans les conceptualisations notamment concernant la nature de la PC et le nombre de ses dimensions (Bernier et al., 2012; Bishop et al., 2004; Shapiro et al., 2006).

La nature de la PC peut être considérée de trois manières différentes. Premièrement, elle peut être considérée comme une disposition qui varie entre les individus (les différences interindividuelles). L'étude de Waszczuk et al. (2015) a mis en avant que 32 % des différences interindividuelles au niveau de la disposition de PC étaient issues des différences génétiques, et que 66 % étaient liés à des influences environnementales non partagées. Deuxièmement, elle peut être considérée comme un état qui peut varier de jour en jour, de moment en moment ou de situation en situation chez un individu (les variations intra-individuelles). Enfin, la PC peut être considérée comme une compétence ou une habileté dépendante d'un contexte spécifique (p. ex. le contexte sportif) (Birrer et al., 2023; Warren et al., 2023). Si la littérature scientifique atteste de travaux ayant étudié la PC en tant que disposition, état et habileté spécifique en sport, elle témoigne également de différentes conceptualisations et structures de la PC.

Il existe plusieurs concepts et structures différentes autour de la PC démontrant ainsi une absence de consensus dans la littérature scientifique autour de ce construit (Baer et al., 2008; Bernier et al., 2012). La PC est envisagée soit de manière unidimensionnelle soit de manière multidimensionnelle (Bernier et al., 2012). Brown et Ryan (2003, 2004) ont proposé un concept unidimensionnel de la PC dispositionnelle et état, qui renvoie à la prise de conscience de l'expérience présente et à l'attention portée sur les événements présents. Cette conception unidimensionnelle a été formalisée par la création du Mindfulness Attention Awareness Scale (MAAS; Brown & Ryan, 2003) avec une version trait et une version état, chacune offrant ainsi un unique score de PC. En revanche, plusieurs auteurs soulignent l'importance d'inclure des évaluations de concepts complexes multifactoriels afin de clarifier leur relation avec d'autres variables (Schneider et al., 1996; Smith et al., 2003, 2007; Smith &

McCarthy, 1995). La première conceptualisation multifactorielle de la PC a été proposée par Bishop et al. (2004) en la scindant en deux dimensions :

- la première dimension renvoie à *l'autorégulation de l'attention*, qui est définie comme une capacité métacognitive qui consiste à maintenir son attention sur l'expérience présente, ce qui permet une prise de conscience des pensées, sensations et émotions éprouvées dans le moment présent ;
- la deuxième dimension renvoie à *l'attitude d'acceptation* envers l'expérience présente, qui consiste à observer chaque pensée, émotion et sensation qui arrive à la conscience, sans porter de jugement.

Basées sur la conceptualisation de Bishop et al. (2004), deux échelles ont été construites. La première, l'échelle dispositionnelle Philadelphia Mindfulness Scale (PHLMS ; Cardaciotto et al., 2008) qui mesure la prise de conscience du moment présent et l'acceptation. La deuxième, l'échelle Toronto Mindfulness Scale (TMS) qui évalue la PC-état durant la pratique de méditation (Lau et al., 2006). Par ailleurs, le modèle multifactoriel dispositionnel le plus complexe, et offrant ainsi des perspectives plus riches de compréhension des mécanismes, a été développé par Baer et al. (2006), qui déclinent la PC en cinq dimensions :

- l'observation (*observing*) des expériences externes et internes comme les sensations, les cognitions et les émotions ;
- la description (*describing*) des expériences internes avec des mots ;
- le fait d'agir en conscience (*acting with awareness*) qui s'oppose au fait d'agir en mode pilote automatique ;
- le non-jugement (*nonjudging*) de ses expériences internes qui implique d'adopter une posture non évaluative.

- la non-réactivité (*nonreactivity*) aux expériences internes qui implique de laisser venir les sentiments et pensées sans les retenir ou s'en préoccuper.

Ces cinq dimensions ont été intégrées au sein d'une échelle nommée le Five Facet Mindfulness Questionnaire (FFMQ ; Baer et al., 2006). Cette échelle mesure la tendance générale à la PC dans la vie quotidienne à travers ces cinq dimensions. Les études démontrent la fiabilité de ce questionnaire notamment avec des alphas supérieurs à .60 pour les cinq facettes (Christopher et al., 2012). De plus, la littérature recense de nombreuses études ayant utilisé le FFMQ auprès d'une population d'adolescents (Calvete et al., 2017; Ciesla et al., 2012; Galla, 2016; Goisbault et al., 2022; Royuela-Colomer & Calvete, 2016) et il a également été validé en français (Heeren et al., 2011).

Ces différentes dimensions de la PC se développent à travers des programmes interventionnels spécifiques qui s'appuient sur les mécanismes sous-jacents de la PC.

## **2.2 Programmes et mécanismes de la pleine conscience**

### **2.2.1 Les premiers programmes de pleine conscience en psychologie clinique**

En psychologie clinique, les principales interventions basées sur la PC et l'acceptation (Mindfulness and Acceptance Based Interventions, MABI) issues de cette troisième vague des TCC sont (Bernier et al., 2012) :

- le programme ACT (Acceptance Commitment Therapy, Thérapie d'Acceptation et d'Engagement ; Hayes et al., 1999) qui a pour but de traiter les comportements d'évitement et qui a été adapté dans plusieurs contextes pour traiter différentes pathologies (Bernier et al., 2012) ;
- le programme MBSR (Mindfulness-Based Stress Reduction ; Kabat-Zinn, 1990) qui est une thérapie qui œuvre pour la réduction du stress ;

- et le programme MBCT (Mindfulness-Based Cognitive Therapy ; Segal et al., 2002) qui a démontré son efficacité dans la prévention de la rechute dépressive (Bernier et al., 2012).

Ces différents programmes ont montré des bénéfices sur la santé et le bien-être en ayant une efficacité notamment sur le stress, le burnout, la qualité de vie, la dépression et l'anxiété auprès de populations cliniques et non cliniques (Goldberg et al., 2018; Khoury et al., 2015). Pour comprendre les effets de la PC et notamment la construction des différents programmes, il faut plonger au cœur même de ses mécanismes.

### **2.2.2 Les mécanismes de la pleine conscience au cœur des programmes**

Le premier mécanisme concerne la compétence de surveillance de l'attention, qui améliore la prise de conscience de l'expérience du moment présent (Lindsay & Creswell, 2017). Le deuxième mécanisme se rapporte aux compétences en matière d'acceptation, qui modifient notre relation à l'expérience du moment présent, en régulant notre réactivité émotionnelle. L'acceptation implique une attitude non réactive face à l'expérience momentanée. Quel que soit le contenu de l'expérience affective, une attitude mentale d'acceptation permet à toutes les expériences, même difficiles ou stressantes, de survenir et de passer sans élaboration, évaluation ou réactivité supplémentaire (Lindsay & Creswell, 2017). Les compétences combinées de contrôle de l'attention et d'acceptation permettent : (1) d'augmenter les performances dans les tâches cognitives qui impliquent la régulation des émotions, (2) de réduire la réactivité négative (par exemple, l'anxiété, la dépression, le stress) et l'attachement aux expériences positives (par exemple, l'envie, la consommation de substances), (3) de diminuer les conséquences immunitaires et pathologiques liées au stress (Lindsay & Creswell, 2017). L'entraînement à la PC (souvent via des enregistrements audios ou guidés par la voix d'un intervenant) débute en premier lieu par la pratique de la surveillance de l'attention ou de l'observation afin de s'entraîner à focaliser son attention sur l'expérience du moment présent. Les pratiquants sont

invités à rester en contact direct avec un objet choisi (généralement la respiration), pour se détacher des distractions et rediriger leur attention sur cet objet lorsque l'esprit vagabonde (Lindsay & Creswell, 2017). En deuxième lieu, le principe d'acceptation est introduit. Dans les programmes de PC, des instructions spécifiques sont utilisées pour favoriser l'acceptation, par exemple, en invitant à accueillir chaque expérience et en encourageant l'adoption d'une attitude réceptive et non réactive (Lindsay & Creswell, 2017). Les études suggèrent que la surveillance de l'attention s'améliore presque immédiatement après la pratique, tandis que l'acceptation peut nécessiter plus de temps pour se développer (Baer et al., 2012; Desbordes et al., 2015). Lindsay et Creswell (2017) soulignent l'importance de combiner ces deux mécanismes. En effet, des compétences de surveillance sans acceptation peuvent augmenter le focus sur l'expérience présente, augmentant ainsi la réactivité affective face aux événements négatifs comme positifs. Par exemple, il est possible que la personne ressente plus de stress. De plus, il a été démontré que des programmes de PC composés uniquement d'entraînement à la focalisation de l'attention ou y associant un entraînement de l'acceptation n'avaient pas les mêmes effets physiologiques (Ooishi et al., 2021). En effet, l'étude d'Ooishi et al. (2021) a prouvé que le programme centré uniquement sur la focalisation de l'attention auprès d'une population en bonne santé a permis l'augmentation de la régulation parasympathique dans le fonctionnement physiologique de l'organisme, marqueur associé généralement à une meilleure VFC et donc à une meilleure santé physiologique globale. De plus, le programme incluant l'acceptation facilitait la régulation sympathique, favorisant ainsi la réduction du stress. En conclusion, nous avons pu souligner les rôles distincts et complémentaires des deux mécanismes de la PC, à savoir, la surveillance de l'attention et le principe d'acceptation. La combinaison de ces deux mécanismes permet de bénéficier de l'apport global de la PC. Compte tenu des bénéfices de la PC et de l'alternative qu'elle propose par rapport aux techniques de la deuxième vague des TCC, elle a fait son apparition dans le domaine du sport vers le début des années 2000, dans le but d'améliorer les

performances sportives ainsi que le bien-être des athlètes et des entraîneurs (Doron et al., 2020; Gardner & Moore, 2012, 2017; Josefsson et al., 2019; Röthlin & Birrer, 2020).

### **2.3 La pleine conscience en contexte sportif**

Depuis une vingtaine d'années, les interventions basées sur la PC connaissent un essor important dans le milieu du sport (Birrer et al., 2023). Elles ont suscité l'intérêt en psychologie du sport face aux limites avancées des interventions traditionnelles (Psychological Skills Training), basées sur la deuxième vague des techniques cognitivo-comportementales. En effet, ces interventions peinent à démontrer leur efficacité sur l'amélioration de la performance sportive (Ben Salha & Fournier, 2022; Birrer & Morgan, 2010; Gardner & Moore, 2004; Moore, 2009). Gardner et Moore (2004) évoquent un effet paradoxal de ces interventions. En prônant la suppression, le remplacement et le contrôle des états internes, ces interventions peuvent augmenter l'apparition non désirée de ces états, comme postulée par la théorie des processus ironiques de Wegner (1994). De plus, la réactivation des pensées supprimées induit une charge conséquente pour l'athlète et le détourne de la tâche à réaliser (Ben Salha & Fournier, 2022; Gardner & Moore, 2004). Ainsi, la PC apparaît comme une alternative qui, contrairement aux techniques traditionnelles, conduit à « une relation modifiée avec les expériences internes (c'est-à-dire les cognitions, les émotions et les sensations physiologiques), plutôt que de chercher à changer leur forme ou leur fréquence » (Gardner & Moore, 2012, p. 309). Autrement dit, en étant conscients de leurs expériences internes, les athlètes sont capables de répondre avec plus de flexibilité aux contraintes qu'ils rencontrent en situation de performance s'opposant ainsi à l'adoption de réponses automatiques. Cette flexibilité accrue s'appuie sur une attitude de non-jugement, venant libérer la charge cognitive associée aux tentatives vaines de suppression ou de modification des pensées et émotions déplaisantes ou inconfortables.

Le premier modèle de la PC en sport est introduit par Gardner et Moore (2004) et met l'accent sur la focalisation de l'attention. En effet, la focalisation de l'attention sur les éléments

pertinents pour la tâche sur l'instant présent et l'acceptation de ses états internes viennent remplacer les efforts de contrôle des expériences internes qui menaient à des dysfonctionnements dans la performance. Cette approche valorise une attention sans jugement sur le moment présent et une focalisation sur les indices pertinents pour la tâche, ce que les auteurs considèrent comme approprié pour atteindre les objectifs athlétiques. En se focalisant sur la tâche elle-même et en acceptant les distractions (pensées, émotions, événements futurs ou passés), cela permet d'augmenter la concentration sur la tâche menant à de meilleures performances (Bernier et al., 2012). Ainsi, le modèle de Gardner et Moore (2004) s'appuie sur trois composantes principales : (1) une composante de prise de conscience, qui permet de reconnaître si l'attention est dirigée vers des éléments perturbateurs (émotions, pensées, sensations corporelles), (2) une composante d'acceptation, qui permet d'accepter la présence de ces éléments perturbateurs, sans se juger quand ils sont expérimentés, (3) une composante de reconcentration qui permet de rediriger son attention vers des éléments efficaces ou pertinents pour l'objectif sportif (Gardner & Moore, 2007). En prenant appui sur le modèle a priori de Gardner et Moore (2007), Thienot et al. (2014) ont créé le questionnaire Mindfulness Inventory for Sport (MIS) qui englobe trois habiletés de PC liées à la situation de performance sportive : la prise de conscience (*awareness*) des expériences internes dans le moment présent, une attitude de non-jugement (*nonjudgmental attitude*) envers les expériences internes et la refocalisation (*refocusing*) sur les éléments importants de la tâche. Cette conceptualisation et cet outil viennent enrichir les modèles en psychologie clinique, en proposant une architecture adéquate à la situation de performance qui diffère du cadre habituel de la vie quotidienne ou du contexte clinique (Thienot et al., 2014). En revanche, il n'existe aucune conceptualisation et aucun outil pour évaluer l'état de PC dans un contexte sportif. Ceci limite les possibilités de mener des travaux en contexte écologique sur les variables d'états, notamment en situation d'entraînement ou de compétition. Pour étudier la PC-état spécifique au sport dans ce travail

doctoral, un outil de mesure a été créé (**Annexe 4**) pour les études 1 et 2, permettant ainsi son évaluation. Le développement de cette mesure est détaillé dans ces deux études.

## **2.4 Les programmes de pleine conscience en contexte sportif**

Dès l'apparition de la première conceptualisation de la PC en sport (Gardner & Moore, 2004), les programmes d'intervention font également leur apparition. En prenant appui sur les programmes préexistants en psychologie clinique, de nombreux programmes ont été développés afin de s'adapter plus particulièrement au contexte sportif avec des objectifs spécifiques (Ben Salha & Fournier, 2022). Ces différents programmes vont être présentés successivement selon leur ordre d'apparition chronologique et sont résumés dans le **Tableau 1**.

### **2.4.1 Le programme Mindfulness-Acceptance-Commitment**

Le programme Mindfulness-Acceptance-Commitment (MAC), inspiré de l'ACT et du MBCT, est le premier programme adapté au contexte sportif avec pour objectif d'améliorer l'attention portée sur les éléments importants de la performance (Ben Salha & Fournier, 2022; Gardner & Moore, 2004). Les principes du MAC consistent : (1) à avoir une attention externe dirigée vers les éléments utiles à la performance dans le moment présent, (2) à prendre conscience de ses cognitions, émotions et sensations, sans jugement, (3) à s'engager dans des comportements, actions et décisions en accord avec les valeurs personnelles et l'objectif sportif (Ben Salha & Fournier, 2022; Gardner & Moore, 2004). Le programme MAC, dans sa version d'intervention individuelle, est composé de séances hebdomadaires d'une durée d'1h pendant 12 semaines et dans sa version collective de séances hebdomadaires d'1h30 sur huit semaines. Ces deux formats sont composés de sept modules : (1) psychoéducation, pour introduire le contenu du programme et les aspects de l'intervention, (2) introduction à la PC et au principe de défusion cognitive (c.-à-d., les pensées ne sont que des pensées et ne reflètent pas la réalité), (3) introduction aux comportements axés sur les valeurs, (4) introduction à l'acceptation, (5) amélioration de l'engagement, (6) consolidation des habiletés de PC, d'acceptation et

d'engagement, (7) maintien et amélioration de la PC. Si ce programme a voulu s'adapter au contexte sportif, il ne possède malheureusement pas d'exercices de PC ni d'ateliers intégrés à la pratique sportive (Ben Salha & Fournier, 2022). De plus, l'approche MAC avait initialement une approche centrée sur l'individu avec des séances uniquement conçues de manière individuelle et non collective. Si plus tard, le programme est adapté de manière collective (Gardner & Moore, 2007; Moore, 2009), il semblerait qu'il persiste encore une absence de prise en compte des acteurs proches de l'environnement de l'athlète comme l'entraîneur (Ben Salha & Fournier, 2022).

#### **2.4.2 Le programme Mindfulness Sport Performance Enhancement**

Après l'émergence du programme MAC, la littérature en psychologie du sport voit apparaître le programme Mindfulness Sport Performance Enhancement (MSPE ; Kaufman et al., 2009). Les auteurs présentent ce programme comme une extension du programme MBSR et MBCT, adaptée aux athlètes. Le MSPE a pour but spécifique d'aider les athlètes et les entraîneurs à acquérir les principes de la PC afin qu'ils les intègrent dans leurs routines de performance ainsi que dans leur vie quotidienne (Ben Salha & Fournier, 2022; Kaufman et al., 2016, 2018). Tout comme le MAC, le MSPE met l'accent sur le développement des principes de PC et d'acceptation (Kaufman et al., 2009). Ce qui le distingue du MAC, c'est qu'il n'inclut pas de focalisation sur les valeurs, sur les comportements dirigés par ces valeurs ni sur l'engagement de l'individu. La version initiale du MSPE se déroule sur quatre semaines afin de faciliter l'engagement des athlètes sur des durées plus courtes en opposition au MBSR qui proposaient des sessions de 2h30 à 3h sur huit semaines (Kaufman et al., 2009). Sa version étendue comprend des séances hebdomadaires d'1h30 sur six semaines. Si beaucoup d'exercices présents dans le programme s'inspirent du MBCT ou du MBSR (notamment l'exercice de dégustation, où il s'agit de manger un raisin en pleine conscience en utilisant tous ses sens, et adapté ici par du chocolat), le MSPE apporte une plus-value particulière (Ben Salha

& Fournier, 2022; Kaufman et al., 2018; Pineau et al., 2014) à travers l'introduction d'un exercice de méditation spécifique au sport. Ce programme se compose de six sessions : (1) construire les fondamentaux de la PC, (2) renforcer l'attention, (3) repousser les limites du corps en pleine conscience, (4) accueillir pleinement l'expérience présente, (5) pratique consciente du sport, (6) conclusion (appelé début et commencement). Ben Salha et Fournier (2022) ont identifié deux limites principales à ce programme : le manque d'exercices intégrés aux entraînements et l'absence d'implication de l'entraîneur.

### **2.4.3 Le programme Mindfulness For Performance**

Le programme MFP (Mindfulness For Performance, Bernier et al., 2009) a pour objectif d'optimiser la régulation de l'attention dans les situations à forts enjeux (Fournier, 2020). Le MFP repose sur une adaptation des principes et de la structure du MBCT et inclut des outils inspirés de l'ACT (Bernier et al., 2009). Si ce programme a été initialement développé avec un public de golfeurs, il s'est ensuite étendu à d'autres disciplines sportives comme le patinage artistique, le tennis de table ou le basketball (Bernier et al., 2014; Tebourski et al., 2022). Le MFP s'articule autour de trois étapes : (1) choisir les points d'attention sur lequel rediriger l'attention en situation réelle de compétition, (2) entraîner à la PC et l'acceptation, (3) intégrer les nouvelles stratégies basées sur la PC et l'acceptation en situations réelles de compétition. Le MFP se déroule sur six semaines comprenant une à deux séances hebdomadaires avec la particularité d'intégrer des séances à l'entraînement (Ben Salha & Fournier, 2022). Si le programme MFP a réussi à proposer des exercices intégrés dans des situations réelles de performance sportive, la réplique du programme avec des athlètes issus de différentes disciplines est encore nécessaire pour valider son efficacité sur la performance sportive (Ben Salha & Fournier, 2022).

#### **2.4.4 Les programmes adaptés à une discipline sportive spécifique**

En se basant sur le Mindfulness-integrated Cognitive Behavior Therapy program (MiCBT) (Cayoun, 2011), Scott-Hamilton et al. (2016) ont développé le premier programme spécifique à une discipline particulière (le cyclisme), appelé le Mindfulness Training Protocol (MTP). Le MTP a pour objectif d'assister les cyclistes dans leur assimilation des habiletés de PC dans leur pratique sportive (Ben Salha & Fournier, 2022). Les huit semaines de programme incluent des sessions hebdomadaires régulières d'entraînement quotidien à la PC et des sessions d'entraînement en groupe sur vélo stationnaire (Scott-Hamilton et al., 2016).

En se basant sur le MAC et le MFP, le programme Mindfulness Badminton Integrated (MBI) a été conçu pour répondre spécifiquement aux demandes du badminton chez de jeunes athlètes. Ce programme vise à développer leurs habiletés de PC et d'acceptation, tout en réduisant les interférences cognitives afin d'améliorer leur performance perçue (Doron et al., 2020). Ce programme de huit semaines se compose de quatre modules : (1) psychoéducation, pour favoriser l'adhésion au programme, (2) introduction à la PC, (3) développement de l'acceptation en sensibilisant aux stratégies d'évitement, (4) développement de l'autorégulation de l'attention. Chaque module dure deux semaines avec une à trois sessions, certaines se déroulant uniquement en salle et d'autres étant intégrées aux séances d'entraînement. Des pratiques à l'aide d'audios sont réalisées en autonomie entre les séances. Un carnet quotidien accompagne les athlètes pour renforcer leur engagement, comprenant des messages quotidiens sur les principes de PC et d'acceptation, ainsi qu'une personnalisation de la fixation d'objectifs (Doron et al., 2020).

Avec les mêmes objectifs et basé sur le MBI, le Mindfulness Basket Ball Integrated (MBBI) a été créé pour s'adapter à un jeune public de basketteuses (Goisbault et al., 2022). Ce programme se déroule sur 15 semaines et comprend les quatre mêmes modules que le MBI. Toutefois, en accord avec les auteurs du MBI concernant les recommandations du

développement du MBI pour les futures recherches, un cinquième module a été ajouté après la psychoéducation. Ce module intitulé « but et valeurs » vise à renforcer l'engagement des athlètes envers les valeurs et objectifs définis avec eux. Enfin, les exercices ont été adaptés pour mieux correspondre aux spécificités du basketball (Goisbault et al., 2022).

Pour conclure sur notre partie consacrée aux programmes de PC en contexte sportif, si ces programmes présentent des spécificités en fonction de leurs objectifs propres, il convient également de souligner les principes communs de ces différentes MABI. Ils se rapportent : (a) au développement de la surveillance de l'attention à travers la prise de conscience de l'expérience du moment présent, (b) au développement d'attitude d'ouverture, de non-jugement et de non-réactivité à l'égard des expériences, et (c) le tout en accord avec une action engagée, c'est-à-dire un engagement cohérent en faveur de comportements axés sur les valeurs et les objectifs de la pratique sportive (Birrer et al., 2012; Gardner & Moore, 2017; Goisbault et al., 2022; Lindsay & Creswell, 2017; Röthlin et al., 2020). C'est notamment sur ces trois principes communs que repose l'efficacité des MABI en contexte sportif (Goisbault et al., 2022).

**Tableau 1** : Résumé des principaux programmes de pleine conscience spécifiques au contexte sportif, adapté de Ben Salha & Fournier 2022

	<b>MAC</b>	<b>MSPE</b>	<b>MFP</b>	<b>MTP</b>	<b>MBI</b>	<b>MBBI</b>
Auteurs et dates	Gardner et Moore, 2004	Kaufman, Glass & Arnkoff, 2009	Bernier, Thienot, Godron & Fournier, 2009	Scott-Hamilton et Schutte, 2016	Doron, Rouault, Jubeau & Bernier, 2020	Goisbault, Lienhart, Martinet & Doron, 2022
Influence	ACT et MBCT	MBCT et MBSR	ACT et MBCT	MiCBT	MAC et MFP	MBI
Objectifs spécifiques	Améliorer l'attention portée sur les éléments importants de la performance	Acquérir les principes de la PC	Améliorer la régulation de l'attention dans les situations de performance	Intégrer les habiletés de PC à la pratique du cyclisme	Réduire les interférences cognitives et améliorer la performance perçue de jeunes badistes	Mêmes objectifs que le MBI, programme adapté à de jeunes basketteuses
Format	Individuel et en groupe	En groupe	Individuel et en groupe	En groupe	En groupe	En groupe
Durée des sessions et du programme	Individuel : 1 h/semaine pendant 12 semaines Groupe : 1h30/semaine pendant 8 semaines	Version initiale : 2h30 à 3h/semaine pendant 4 semaines Version étendue : 1h30 plusieurs fois par semaine pendant 6 semaines	1h30/semaine pendant 6 semaines	35 minutes/semaine pendant 8 semaines	1 à 3 sessions/semaine de 20 à 40 minutes pendant 8 semaines	15 semaines, durée et fréquence des sessions non précisées

Pratique entre les sessions	Aucune	Pratique quotidienne (enregistrements audios)	10 minutes de pratique quotidienne (enregistrements audios) et carnet d'entraînement	Pratique quotidienne de PC de 30 minutes accompagnée d'un carnet quotidien	Exercice de PC 2 à 3 fois par semaine (enregistrement audio) et carnet quotidien	Non précisée
Exercices spécifiques au contexte sportif	Aucun	Exercices de méditation spécifiques au sport	Oui	Oui	Oui	Oui

---

## **2.5 Les effets de la pleine conscience en sport**

### **2.5.1 Effets sur la performance et les variables associées à la performance sportive**

En déployant ces différentes MABI, des études interventionnelles ont mis en évidence les effets de la PC sur la performance sportive subjective ainsi qu'objective, sur les variables associées à la performance et la santé mentale.

Tout d'abord, des travaux ont montré un effet positif des MABI sur la performance perçue (Doron et al., 2020; Josefsson et al., 2019). En outre, d'autres recherches ont mis en évidence un effet positif des MABI sur la performance objective, mais uniquement dans des tâches de précision comme des tâches de tir (John et al., 2011; Josefsson et al., 2021; Zhang et al., 2016), de lancer franc (Shaabani et al., 2020; Wolch et al., 2021) de service en tennis (Hoja & Jansen, 2019) et de putting en golf (Perry et al., 2017). En ce qui concerne la performance réelle en compétition, les études sont rares, et celles existantes démontrent des résultats inconsistants avec des risques de biais importants (Noetel et al., 2019). Quelques travaux basés sur les MABI ont également mis en avant des effets sur des variables associées à la performance, notamment sur la régulation des émotions (Josefsson et al., 2019) et sur la régulation de l'attention à l'entraînement comme en compétition (Birrer et al., 2012; Röthlin et al., 2020).

Des recherches mettent l'accent sur l'efficacité des MABI sur la santé mentale des athlètes comme révélée par la revue systématique de Myall et al. (2023). Précisément, les études ont démontré l'efficacité de ces MABI sur la réduction du niveau d'anxiété (Kaufman et al., 2009; Naderi et al., 2020), sur la réduction du niveau de détresse psychologique (Macdougall et al., 2019) et sur l'amélioration du bien-être psychologique (Ajilchi et al., 2022; Macdougall et al., 2019). Quant aux études corrélationnelles, elles ont mis en avant qu'un haut score de PC dispositionnelle est associé négativement au burnout chez les athlètes (Gustafsson et al., 2015), à une réduction des ruminations et une meilleure régulation des émotions (Josefsson et al.,

2017). De manière plus générale, les effets de la PC sur les processus de régulation sont bien connus (Cao et al., 2022).

### **2.5.2 Effets sur les processus de régulation**

Les bases théoriques concernant les mécanismes de la PC en matière de régulation émotionnelle soulignent ses effets sur le processus de gestion des émotions. Tout d'abord, à travers la pratique de la PC, les participants apprennent à porter leur attention sur leurs sensations, pensées et émotions dans le moment présent, ce qui a pour but de développer leur prise de conscience de leur réponse habituelle (Farb et al., 2014; Sondt et al., 2023). Ensuite, ils apprennent à adopter une posture de non-jugement, c'est-à-dire, à orienter leur attention sur l'expérience présente plutôt que de s'engager dans un processus d'évaluation et de réponse automatique (Farb et al., 2014). En cassant ce processus automatique, la personne est capable de choisir avec flexibilité de nouvelles réponses plutôt que d'opter automatiquement sur celles qui sont habituellement adoptées. Ainsi, la PC introduit de nouvelles intentions de régulation, modère l'évaluation de l'expérience émotionnelle et encourage l'expression plutôt que la suppression des réponses émotionnelles (Farb et al., 2014). Cette fonction régulatrice pourrait s'avérer précieuse dans l'optimisation de l'ESR (Balk & Englert, 2020), et pourrait être développée via l'entraînement à la PC qui a déjà démontré son efficacité sur les compétences d'autorégulation en sport, notamment en matière de régulation des émotions (Josefsson et al., 2017) et de l'attention (Birrer et al., 2012; Röthlin et al., 2020). Ainsi le jeune athlète pourrait devenir plus conscient de ses états internes, en particulier de ses états de stress. Plutôt que de lutter contre ses états ou de se tourner vers des réponses préétablies (basées sur des schémas de réponses préexistants) l'athlète adopterait une posture de non-jugement, favorisant une plus grande ouverture sur son expérience présente. Cela lui permettrait de diriger son attention sur l'adoption de stratégies de récupération adéquates à ses états de stress.

De plus, par rapport au modèle de Balk et Englert (2020) sur l'autorégulation de la récupération, la PC apporterait une valeur ajoutée intéressante à la phase d'auto-contrôle. Balk et Englert (2020) ne prônent pas une recherche de modification ou de contrôle de la pensée, mais recommandent de surpasser les tendances automatiques et d'initier des comportements de récupération adaptés même quand ces activités demandent beaucoup d'efforts. Cependant, cette capacité d'auto-contrôle nécessite des ressources disponibles. Une récente revue systématique de Cao et al. (2022) a mis en évidence des liens entre la PC et l'auto-contrôle, considérés par les auteurs comme un processus sous-jacent de la fatigue mentale. Ainsi, la PC favorise la capacité d'auto-contrôle dans des conditions de ressources limitées (Friese et al., 2012). En améliorant la prise de conscience des états internes dans l'instant présent, elle réduit les effets indésirables de l'épuisement de l'auto-contrôle (Alberts et al., 2011). De plus, adopter une attitude d'acceptation face à l'expérience présente permettrait d'éviter de dépenser de l'énergie inutilement (Moore, 2016) et de disposer de plus de ressources pour initier une récupération adéquate, même dans les situations difficiles.

Le début et la mi-adolescence (12-16 ans) sont considérés comme des moments clés pour le développement des compétences d'autorégulation (Kuyken et al., 2013). Ces phases correspondent à une période marquée par les exigences sociales et académiques (Johnson et al., 2024) coïncidant avec un pic de survenue des troubles de santé mentale autour de 14,5 ans (Solmi et al., 2022). Plus spécifiquement pour le jeune athlète s'ajoutent des exigences de performance sportive. Toutefois, la récente méta-analyse de Johnson et al. (2024) a mis en évidence une faible réceptivité des adolescents (non-athlètes) durant ces périodes aux interventions de PC. Ceci suggère que les interventions devraient apparaître avant le début de cette période (Johnson & Wade, 2021). En replaçant ces recommandations dans le contexte du jeune athlète, sa carrière de sportif de haut niveau débute (dans une grande majorité de fédérations) après un processus de sélection, par l'entrée en pôle espoir en U13. Cette période

marque l'entrée dans la période de l'adolescence avec tous les défis qu'implique la vie en centre d'entraînement (académiques, sportifs, sociaux). Autrement dit, pour améliorer la réceptivité de ces jeunes athlètes aux MABI et coïncider avec la prégnance de ces nombreux défis nécessitant des compétences d'autorégulation pour maintenir un ESR, les interventions devraient cibler les athlètes dans les premières années de leur parcours en CEI.

## **2.6 En résumé**

La PC est un concept issu de la troisième vague des thérapies cognitivo-comportementales (Bernier et al., 2012). Elle a démontré ses effets auprès de populations cliniques et non cliniques sur une variété de variables liées à la santé et au bien-être des individus. La PC est un concept multidimensionnel (Birrer et al., 2023; Warren et al., 2023) avec des mécanismes d'actions qui lui sont propres : la surveillance de l'attention qui permet d'améliorer la prise de conscience de l'expérience présente et l'acceptation qui modifie le rapport à cette expérience. La PC se développe et s'entraîne via des MABI qui ont chacun des objectifs spécifiques avec des principes communs : le développement de la surveillance de l'attention et de l'attitude de non-jugement, le tout en accord avec une action engagée. Elle apparaît dans le champ des sciences du sport il y a une vingtaine d'années comme une alternative aux approches traditionnelles en préparation mentale (Gardner & Moore, 2012), en réponse à l'inefficacité des approches basées sur le contrôle ou la suppression des pensées (Ben Salha & Fournier, 2022; Gardner & Moore, 2004; Wegner, 1994). Les MABI sont déployées dans le but d'améliorer les performances sportives ainsi que le bien-être des athlètes et des entraîneurs (Doron et al., 2020; Gardner & Moore, 2012, 2017; Josefsson et al., 2019; Röthlin & Birrer, 2020). La PC a démontré ses effets sur la performance objective et subjective et également sur des variables associées à la performance. Plus précisément, elle semble bénéfique pour la régulation de l'attention (Birrer et al., 2012; Röthlin et al., 2020) et des émotions (Josefsson et al., 2017) en sport. Ainsi, elle pourrait permettre : 1) d'interrompre la réaction

automatique par sa prise de conscience et, 2) d'améliorer la perception individuelle de la situation pour mieux s'adapter aux changements (Farb et al., 2014). Ce processus même de régulation est central dans le maintien de l'ESR tel qu'il est décrit dans le modèle en ciseaux de Kellmann (2002). Les athlètes, pour s'adapter efficacement, doivent mettre en place des stratégies de récupération adaptées aux spécificités et à la quantité de stress qu'ils subissent, afin d'équilibrer leurs états de stress et de récupération. Le développement d'habiletés d'autorégulation permettrait de favoriser la récupération physique et mentale des athlètes pour obtenir des effets bénéfiques sur la santé, le bien-être et la performance sur le long terme (Balk & Englert, 2020). Cet équilibre semble d'autant plus important pour de jeunes athlètes entrant en CEI qui doivent faire face à de nombreux défis quotidiens (académiques, sociaux, sportifs), liés à leur statut d'adolescent et de sportif de haut niveau et induisant des charges multiples. D'après les recommandations de la littérature scientifique, l'entrée en pôle espoir pourrait être la période la plus adaptée pour développer les compétences d'autorégulation via la PC. Les différentes natures et dimensions de la PC méritent une plus grande attention pour comprendre plus finement sa fonction de régulation et ses effets potentiels sur l'ESR auprès des jeunes athlètes. La prochaine partie propose de réaliser une revue de la littérature actuelle sur les effets de la PC sur l'ESR, dans le champ du sport.

### **3 La pleine conscience et l'équilibre stress-récupération en contexte sportif : une revue systématique PRISMA**

Une revue systématique a été menée en utilisant la méthode PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses ; Page et al., 2021) afin de recenser tous les articles scientifiques traitant des effets de la PC sur l'ESR en contexte sportif et de faire un état des connaissances.

### **3.1 Méthodologie**

Pour cette recherche bibliographique, les bases de données SPORTDiscuss, PsycINFO, ScienceDirect, Scopus, Web of science, Wiley, Springer, et PubPsych ont été utilisées via les ressources documentaires de l'Université de Bretagne Occidentale. La recherche a été menée le 31 mai 2024 et concernait tous les articles depuis l'an 2000. Elle a été conduite en anglais et en français. Les mots clés utilisés pour cette analyse sont « stress-recovery balance » AND « mindfulness » AND « sport ». Les étapes d'identification, d'éligibilité, de sélection, et d'inclusion sont résumées dans la **Figure 4**.

### **3.2 Critères d'éligibilité**

#### **3.2.1 Inclusion**

Les critères d'inclusion retenus pour la sélection d'articles étaient les suivants : (1) les articles devaient être publiés en anglais ou en français ; (2) ils devaient être publiés entre le 1<sup>er</sup> janvier 2000 et le 31 mai 2024 ; (3) ils concernaient bien les états de récupération et/ou de stress ; (4) ils incluaient la PC comme stratégie de récupération ou de promotion de l'ESR ; (5) ils relataient des études observationnelles et interventionnelles ; (6) ils concernaient bien uniquement le contexte sportif ; (7) leur texte intégral était disponible pour l'analyse ; et (8) ils avaient été évalués par un comité de lecture.

#### **3.2.2 Exclusion**

Les critères d'exclusion retenus pour la sélection d'articles étaient les suivants : (1) les articles étaient publiés dans une autre langue que le français ou l'anglais ; (2) ils étaient publiés en dehors de la période de 1<sup>er</sup> janvier 2000 au 31 mai 2024 ; (3) ils adoptaient une approche du stress différente de celle de l'approche biopsychosociale (p. ex. de Lazarus & Folkman, 1984) ; (4) ils ne mentionnaient pas la PC, mais le yoga, les techniques de relaxation et de respiration ; (5) ils traitaient spécifiquement de la récupération liée à une blessure ; (6) ils ne concernaient

pas le contexte sportif ; (7) leur texte intégral n'était pas disponible pour l'analyse ; et (8) ils n'avaient pas été évalués par un comité de lecture. Notre chapitre publié en 2023 et notre article publié en mai 2024, qui reposent sur une revue de littérature préalablement réalisée, ont également été exclus.

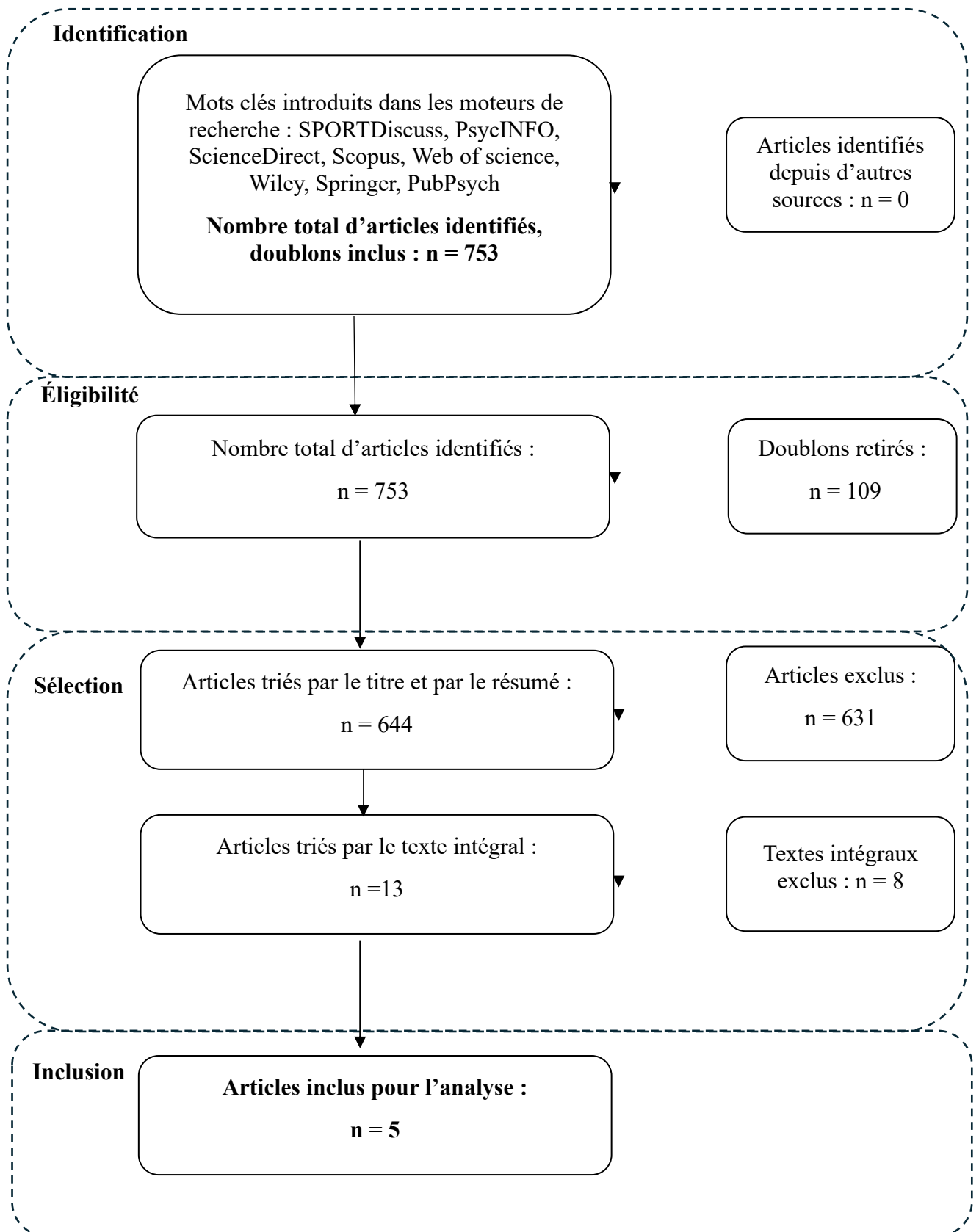


Figure 4 : Diagramme PRISMA

### **3.3 Résultats**

La revue PRISMA a fait ressortir seulement cinq articles (**Tableau 2**). Trois recherches portent sur des études interventionnelles (Coimbra et al., 2021; Furrer et al., 2015; Holguín-Ramírez et al., 2020) les deux autres sur des études observationnelles (Blevins et al., 2021; Pawsey et al., 2021), dont une longitudinale (Pawsey et al., 2021). Deux études ont été réalisées auprès d'athlètes adolescents : pour l'étude de Coimbra et al. (2021), il s'agissait d'athlètes féminines de volleyball âgées de 13 à 16 ans et pour l'étude d'Holguín-Ramírez et al. (2020), de footballeurs dont la moyenne d'âge était de 17 ans. L'étude de Furrer et al. (2015) a été mise en place dans un lycée spécialisé dans le sport de haut niveau (biathlon, ski de fond et tir), auprès d'athlètes ayant une moyenne d'âge de 18,5 ans, que les auteurs qualifient « d'athlètes juniors ». La recherche de Blevins et al. (2021) a été réalisée auprès d'étudiants-athlètes à l'université sans préciser leur âge. Ils ont tout de même indiqué que 65.3 % de leur population était en première année du cursus de danse, 8,3 % en deuxième année et 25 % en troisième année. Enfin, une seule étude s'est intéressée à une population d'entraîneurs (Pawsey et al., 2021). Les deux études observationnelles ont examiné la PC soit en tant que disposition (Blevins et al., 2021), soit en tant qu'état (Pawsey et al., 2021). Les mesures de l'ESR ont été majoritairement réalisées via des questionnaires pour trois des cinq articles (Blevins et al., 2021; Coimbra et al., 2021; Pawsey et al., 2021). Une seule étude a combiné des mesures physiologiques avec des mesures par questionnaires auto-rapportés (Holguín-Ramírez et al., 2020). Furrer et al. (2015) ont récolté des données sur les états de stress et de récupération par des entretiens semi-directifs. Enfin, deux études ont précisé s'intégrer durant la saison des compétitions (Holguín-Ramírez et al., 2020; Pawsey et al., 2021), et une seule étude durant une période de compétition de deux semaines (Coimbra et al., 2021). Les deux autres études (Blevins et al., 2021; Furrer et al., 2015) n'ont pas précisé les conditions d'entraînement (moment de la planification, cycle compétitif).

**Tableau 2** : Synthèse des articles retenus par la revue PRISMA

	Type d'étude		Population				Plleine conscience		Type de mesure des états de stress et de récupération				Cycle
	Observationnelle	Interventionnelle	Athlètes <16 ans	Athlètes <18 ans	Étudiants -athlètes	Coachs	Disposition	État	Physiologiques	Subjectives	Questionnaires	Entretiens	
Blevins et al. (2021)	X				X		X			X			?
Coimbra et al. (2021)		X	X							X			X
Holguín-Ramírez et al. (2020)		X		X					X	X			X
Furrer et al. (2015)		X			X							X	?
Pawsey et al. (2021)	X					X		X		X			X

Cycle = mesures ou interventions implémentées durant une période particulière du cycle d'entraînement ou lors d'un cycle compétitif

L'analyse qualitative plus approfondie des articles retenus se trouve dans le **Tableau 3**. Tout d'abord, ces articles peu nombreux mettent en avant des résultats préliminaires prometteurs concernant le rôle de la PC sur l'ESR en contexte sportif. Une étude observationnelle a mis en évidence que les étudiants-athlètes ayant un haut score de PC dispositionnelle avaient un score plus faible de stress (général et spécifique au sport), avaient une meilleure récupération spécifique au sport sur l'échelle du RESTQ-76-sport et ressentaient un meilleur bien-être (Blevins et al., 2021). Toutefois, l'étude n'a pas mis en exergue d'effet de la PC dispositionnelle sur la récupération générale mesurée par le RESTQ-76-sport. L'autre étude observationnelle (Pawsey et al., 2021) s'est plus particulièrement intéressée aux effets de la PC-état (MAAS version état ; Brown & Ryan, 2003) sur les indicateurs de récupération quotidiens (humeur et énergie) sur une période de 28 jours auprès d'entraîneurs. Les résultats démontrent qu'une augmentation de l'état de PC avait une relation indirecte avec la récupération quotidienne. Cette relation était médiée par la qualité de sommeil et la rumination nocturne. En d'autres termes, les résultats de ces deux études observationnelles indiquent premièrement qu'un haut score de PC dispositionnelle diminue les états de stress, favorise la récupération sportive tout en améliorant le bien-être. Deuxièmement, un état élevé de PC réduit les ruminations nocturnes et améliore la qualité de sommeil conduisant à une meilleure humeur et énergie le lendemain, favorisant ainsi la récupération.

Quant aux études interventionnelles, notre revue PRISMA a mis en évidence trois études qui avaient pour objectif d'implémenter un programme de PC et d'examiner ses effets sur les états de stress et de récupération. Chronologiquement, la première étude publiée est celle de Furrer et al. (2015). Des athlètes juniors (moyenne d'âge 18,5 ans) ont suivi durant 12 semaines un programme de PC que les auteurs ont nommé Mindfulness Training Program. Ce programme était divisé en quatre modules de trois semaines avec des séances de 2h, complétés par des exercices quotidiens de méditation avec des audios et accompagnés d'un

carnet de bord. Les quatre modules avaient pour objectif : (1) d'entraîner la concentration, (2) d'entraîner au changement et à l'intensité de la concentration, (3) d'entraîner aux habiletés de PC, (4) de maintenir le niveau atteint de PC. Ainsi, à travers des entretiens semi-directifs, cette recherche a mis en évidence un effet positif de l'intervention sur la prise de conscience des athlètes, sur leur concentration, sur leur récupération, et leur performance scolaire comme sportive. Il est intéressant de noter que l'intervention a impacté d'autres paramètres que ceux relevant uniquement du contexte sportif, notamment en impactant la vie scolaire de l'athlète.

La deuxième étude interventionnelle (Holguín-Ramírez et al., 2020) s'est intéressée à l'implémentation d'un programme MSPE durant 6 semaines auprès de footballeurs professionnels (moyenne d'âge 17 ans) de troisième division en pleine saison compétitive, en mesurant ses effets sur l'ESR, grâce au RESTQ-76 Sport et à la VFC. Une équipe a constitué le groupe contrôle et l'autre le groupe expérimental. Le programme MSPE a permis une diminution du stress global et une augmentation de la récupération globale (mesurée par le RESTQ-76 Sport) jusqu'à 3 semaines après l'intervention. Ainsi, les résultats indiquent que la PC permet d'améliorer l'ESR en saison compétitive. Cette étude est également la seule à avoir combiné des mesures par questionnaires avec des mesures physiologiques de l'ESR. En revanche, aucun impact du programme n'a été soulevé sur la VFC, ce qui peut être expliqué selon les auteurs, par un manque de contrôle de la posture (assise au lieu de coucher) durant la prise de mesure.

Enfin, la dernière étude interventionnelle que notre revue PRISMA a incluse concerne celle de Coimbra et al. (2021). Trente joueuses élites de volleyball de la catégorie U13 à U16 ont participé à l'étude. Si les auteurs n'indiquent pas que les joueuses évoluaient dans un centre d'entraînement, au vu de l'âge et du niveau sportif, nous pouvons fortement supposer qu'elles en faisaient partie. L'objectif de l'étude était de tester les effets d'une intervention brève basée sur la PC vs basée sur la musique sur la fatigue mentale (Mental Fatigue Analog Scale ; Badin

et al., 2016), la fatigue physique (Physical Fatigue Analog Scale ; Badin et al., 2016) et la récupération (Global Quality of Recovery ; Kenttä & Hassmén, 1998) de jeunes volleyeuses lors d'une période de compétition de deux semaines. Les athlètes ont été affectées soit à un premier groupe expérimental qui suivait un programme bref de PC, soit à un deuxième groupe expérimental qui écoutait de la musique, soit à un groupe contrôle. Le programme bref de PC consistait en 10 minutes d'exercice de body scan, exercice utilisé généralement dans les MABI pour travailler la surveillance de l'attention. Ainsi, pour les groupes expérimentaux, 14 sessions de PC ou de musique ont été réalisées pendant deux semaines (3 après les entraînements, 6 après la fin du match, puis 5 avant d'aller se coucher la veille de compétition). Les résultats indiquent que le programme bref de PC a permis une diminution de la fatigue mentale causée par la compétition alors que l'intervention basée sur la musique a augmenté la fatigue mentale deux semaines après l'intervention. Toutefois, aucun effet de la musique ou de la PC n'a été démontré sur la fatigue physique et la récupération.

**Tableau 3** : Analyse qualitative des études retenues par la revue PRISMA.

	Objectif de l'étude	Design	Mesures	Résultats
Blevins, P., Moyle, G., Erskine, S., & Hopper, L. (2021). Mindfulness, recovery-stress balance, and well-being among university dance students. <i>Research in Dance Education, 23</i> (1), 142-155.	Examiner les relations entre la PC dispositionnelle et l'ESR ainsi que le bien-être d'étudiants-danseurs semi-professionnels	72 étudiants-danseurs ont complété la batterie de questionnaires en ligne une fois	- MAAS (Brown & Ryan, 2003) - RESTQ-76-Sport (Kellmann & Kallus, 2001) - Positive And Negative Affect Schedule (PANAS ; Watson et al., 1988)	Les étudiants-danseurs qui démontrent un plus haut score de PC dispositionnelle semblent plus capables de faire face au stress, démontrent une meilleure récupération sportive et ressentent un meilleur bien-être.
Coimbra, D. R., Bevilacqua, G. G., Pereira, F. S., & Andrade, A. (2021). Effect of mindfulness training on fatigue and recovery in elite volleyball athletes: a randomized controlled follow-up study. <i>Journal of Sports Science &amp; Medicine, 20</i> (1), 1.	Tester les effets d'une intervention basée sur la PC vs basée sur la musique, sur la fatigue mentale, la fatigue physique et la récupération de jeunes volleyeuses, lors d'une période de compétition de deux semaines	30 femmes volleyeuses élités brésiliennes âgées de 13 à 16 ans. Trois groupes de 10 athlètes : un groupe faisait 10 min de body scan (PC), un groupe écoutait de la musique (de leur choix), un groupe contrôle suivait normalement l'entraînement et n'avait pas de compétitions (MacDonald et al., 2018; Scott-Hamilton et al., 2016) pendant 2 semaines soit 14 séances (3 après les entraînements, 6 après la fin du match, puis 5 avant d'aller se coucher la veille de compétition)  Mesures en pré, post-intervention et 2 semaines après les mesures post-intervention	- Global Quality of Recovery (Kenttä & Hassmén, 1998) - Physical Fatigue Analog Scale (Badin et al., 2016) - Mental Fatigue Analog Scale (Badin et al., 2016)	Diminution de la fatigue mentale post-compétition pour le groupe ayant reçu l'intervention de PC. Aucun effet sur la fatigue physique et sur la récupération pour les deux groupes expérimentaux. Augmentation de la fatigue mentale 2 semaines après l'intervention pour le groupe ayant reçu l'intervention basée sur la musique.

<p>Furrer, P., Moen, F., &amp; Firing, K. (2015). How mindfulness training may mediate stress, performance and burnout. <i>Sport Journal</i>.</p>	<p>Examiner l'influence d'une intervention de PC de 12 semaines sur la perception de stress, la perception de la performance scolaire et sportive, et le burnout chez des athlètes élités juniors</p>	<p>39 athlètes juniors (<math>M_{\text{âge}} = 18,5</math>), d'un lycée spécialisé pour les athlètes élités (biathlon, ski de fond et tir), ont suivi 12 semaines d'intervention de PC, divisée en 4 périodes continues de 3 semaines. 6 athlètes ont été sélectionnés pour prendre part aux entretiens semi-directifs après la fin de l'implémentation du programme.</p>	<p>- Le programme de PC était composé principalement de deux grands types d'entraînement : (1) méditation assise avec un focus sur la respiration, (2) body scan de 10 à 30 min</p> <p>- Entretiens semi-structurés : (a) questions démographiques ; (b) questions ouvertes concernant comment ils ont vécu l'intervention ; (c) leur expérience concernant l'expérimentation de l'ouverture sur le moment présent pendant la période d'intervention ; (d) leur perception de stress et de fatigue ; (e) leur performance scolaire et sportive</p>	<p>Impact positif de l'intervention sur la prise de conscience des athlètes, sur leur concentration, sur leur récupération et leur performance.</p>
<p>Holguín-Ramírez, J., Ramos-Jiménez, A., Quezada-Chacón, J. T., Cervantes-Borunda, M. S., &amp; Hernández-Torres, R. P. (2020). Effect of mindfulness on the stress–recovery balance in professional soccer players during the competitive season. <i>Sustainability</i>, 12(17), 7091.</p>	<p>Examiner l'effet de 6 semaines du programme MSPE sur l'ESR auprès de joueurs de football professionnels durant la saison de compétition</p>	<p>Le programme MSPE était dispensé par un psychologue après chaque entraînement du lundi au vendredi de 19 à 20h pendant 6 semaines. Les mesures étaient réalisées la veille du début des compétitions, à la 3<sup>ème</sup> et à la 6<sup>ème</sup> semaine d'intervention, puis 2 semaines après l'intervention. 42 athlètes professionnels en 3<sup>ème</sup> division, un groupe contrôle composé de 22 athlètes (<math>M_{\text{âge}} = 17,4</math>) et 20 athlètes (<math>M_{\text{âge}} = 16,9</math>) dans le groupe expérimental</p>	<p>- RESTQ-76 Sport (Kellmann &amp; Kallus, 2001)</p> <p>- VFC : 10 min de mesure en position assise après 5 min de repos dans un hangar en plein air. Récolte du diagramme de Poincaré (<math>SD1 + SD2</math>) utilisé pour calculer le score de stress (<math>SS = 1000 \times 1/SD2</math>) pour obtenir l'index sympathique/parasympathique (<math>SS/SD1</math>) appelé S : PS</p>	<p>L'intervention a permis une augmentation de la récupération globale et une diminution du stress global. En revanche, aucun impact de l'intervention n'a été démontré sur les mesures VFC.</p>

<p>Pawsey, F., Wong, J. H. K., Kenttä, G., &amp; Näswall, K. (2021). Daily mindfulness is associated with recovery processes among coaches: a 4-week diary study. <i>International Sport Coaching Journal</i>, 8(3), 371-381.</p>	<p>Étudier le rôle de la PC état sur la récupération pendant une période de 28 jours durant la saison de compétition auprès de coaches sportifs</p>	<p>46 coachs en pleine saison compétitive ont participé à un protocole de 28 jours, au cours duquel ils répondaient à des questionnaires quotidiens sur la plateforme Qualtrics entre 7h et 15h</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- MAAS version état (Brown &amp; Ryan, 2003)</li><li>- Work-Related Rumination Questionnaire (Querstret et al., 2017) avec une adaptation en 5 items</li><li>- Pittsburg Sleep Quality Index (Pow et al., 2017)</li><li>- Brief Fatigue Syndrome Scale (Fisher et al., 2016)</li><li>- Mesure de l'humeur en un seul item</li></ul>	<p>Relation indirecte entre l'état de PC des entraîneurs du jour et l'humeur et l'énergie le lendemain, par le biais de la rumination et de la qualité du sommeil le soir même. Dans l'ensemble, les résultats démontrent qu'il s'agit d'un processus de récupération facilité par l'état de PC.</p>
---	---	---	---	--

---

### **3.4 Conclusion**

Notre revue PRISMA nous a permis de faire un état des connaissances actuelles concernant les effets de la PC sur l'ESR dans le champ sportif. La littérature scientifique existante comprend un faible nombre d'études, mais met en avant des effets prometteurs. D'une part, les études observationnelles indiquent que la PC dispositionnelle permettrait d'augmenter les états de récupération et de diminuer les états de stress (Blevins et al., 2021). La PC-état améliore la qualité de sommeil quotidien et diminue les ruminations nocturnes favorisant ainsi une meilleure récupération le jour suivant (Pawsey et al., 2021). D'autre part, les études interventionnelles démontrent qu'un programme de PC permet une amélioration de la récupération (Furrer et al., 2015), de la récupération globale et une diminution du stress global (Holguín-Ramírez et al., 2020), ainsi qu'une diminution de la fatigue mentale post-compétitive (Coimbra et al., 2021). Bien que ces résultats soient encourageants, il est également important de souligner les manques et les limites de ces études. En nous appuyant sur les connaissances actuelles et en exposant les insuffisances de la littérature dans la section suivante, nous pourrions ainsi formuler la problématique de notre thèse et présenter le programme de recherche.

#### **4 Problématique et programme de recherche**

Les jeunes athlètes en CEI font face à diverses sollicitations quotidiennes comme les compétitions, l'entraînement, les contraintes sociales et scolaires (Martinent et al., 2014). Ces différentes exigences peuvent provoquer une augmentation des états de stress qui doivent être rééquilibrés par une récupération adéquate en quantité et en qualité (Kellmann & Kölling, 2019). Il a été souligné que ces athlètes sont exposés à des risques néfastes pour la santé et pour leur performance (sous-récupération, surentraînement ou épuisement), provoqués par un manque de stratégies de récupération proactive, un de temps insuffisant pour la récupération psychologique et physique, ainsi que pour leur propre besoin de récupération (Brenner et al., 2019 ; Sorkkila et al., 2020). Ainsi, l'atteinte de l'équilibre des états de stress et de récupération constitue un enjeu crucial pour la performance et la santé des athlètes (Kellmann, 2010; Nicolas et al., 2019). Le maintien de cet équilibre implique la mise en place d'une récupération qui s'adapte au mieux aux besoins individuels de l'athlète, ce qui nécessite des habiletés d'autorégulation (Beckmann & Kellmann, 2004), ces dernières étant centrales dans le modèle en ciseaux proposé par Kellmann (2002). De ce fait, les habiletés d'autorégulation de la récupération permettent à l'athlète d'identifier son état actuel de stress ainsi que son état de récupération souhaité et de sélectionner ainsi que d'entreprendre des actions qui permettront de diminuer l'écart entre les deux états durant la phase de récupération (Balk & Englert, 2020). La revue de littérature met en avant que la PC pourrait être une stratégie prometteuse pour développer ces habiletés d'autorégulation pour l'optimisation de l'ESR, notamment par ses effets bien connus sur les processus de régulation (Cao et al., 2022). Ainsi le jeune athlète pourrait devenir plus conscient de ses états de stress. L'adoption d'une posture de non-jugement des états internes plutôt que la recherche de contrôle l'amènerait à être plus ouvert à l'expérience présente pour mieux s'adapter aux changements et se diriger vers des stratégies de

récupération adaptées à ses états de stress. Elle permettrait aussi de disposer davantage de ressources pour initier et participer à ces activités de récupération. Le développement de ces habiletés d'autorégulation semble plus propice pour les jeunes athlètes venant d'intégrer le cursus des CEI. Toutefois, ces hypothèses et plus généralement le rôle de la PC dans l'ESR ont été très peu explorés dans le champ sportif. À travers la revue systématique PRISMA, nous avons mis en exergue des preuves empiriques pour soutenir le rôle de la PC dans l'ESR en contexte sportif. Ces études sont peu nombreuses et invitent à continuer à approfondir les connaissances sur ses effets. **En s'appuyant sur l'état des connaissances actuelles, l'objectif principal de cette thèse est de mieux comprendre le rôle de la pleine conscience dans le maintien de l'équilibre stress-récupération auprès de jeunes athlètes en centres d'entraînement intensifs, afin d'optimiser leur performance et de préserver leur santé et leur bien-être.** Les études identifiées dans la revue PRISMA révèlent des limites et des manques qui méritent d'être discutés plus en détail, avant de préciser le programme de recherche et les objectifs de chacune des études menées dans le cadre de ce travail doctoral.

Bien que l'étude de Pawsey et al. (2021) ait examiné les effets de la PC-état sur la récupération, elle n'a pas été menée auprès d'une population d'athlètes. À ce jour, aucune étude observationnelle n'a exploré le rôle de la PC-état sur les états de stress et de récupération chez les athlètes. Par ailleurs, aucune étude observationnelle auprès d'une population d'athlètes n'a étudié le rôle de la PC spécifique au sport sur ces mêmes états. De plus, les deux études observationnelles existantes (Blevins et al., 2021; Pawsey et al., 2021) ont uniquement considéré la PC comme unidimensionnelle. En effet, les auteurs n'ont pas pris en compte les différentes dimensions de la PC, ce qui limite la compréhension des mécanismes impliqués. Si l'étude de Pawsey et al. (2021) indique avoir ciblé la saison compétitive en réalisant des mesures longitudinales, l'étude de Blevins et al. (2021) ne semble pas avoir pris en compte la

variation au fil du temps des états de stress et de récupération pendant une périodisation d'entraînement spécifique. Or, compte tenu de la nature dynamique de l'ESR (Kellmann, 2010; Vacher et al., 2018), il est nécessaire d'examiner ce rôle en ciblant une période spécifique de la planification de l'entraînement, ce qui permettrait d'acquérir plus de connaissances sur l'impact de la PC sur les trajectoires des états de stress et de récupération. Par ailleurs, aucune étude n'a pu effectuer des mesures en situations écologiques, comme durant une compétition réelle. En creusant plus spécifiquement la question de la population étudiée, ces deux études ne concernaient pas de jeunes athlètes en CEI, ce qui ne permet pas d'avoir de preuves empiriques, pour le moment, de l'existence d'effet de la PC sur l'ESR au sein de cette population spécifique. Enfin, ces deux études n'ont pas associé de mesures physiologiques à des mesures subjectives alors que la littérature préconise une combinaison de ces deux méthodes (Saw et al., 2016).

Concernant les études interventionnelles retenues dans la revue PRISMA, des limites et des manques sont également à souligner. Tout d'abord, ces études semblent démontrer des résultats peu consistants notamment sur l'absence d'effet d'un programme de PC sur la fatigue physique et la récupération (Coimbra et al., 2021) ou encore sur les variables physiologiques des états de stress et de récupération (Holguín-Ramírez et al., 2020). Ces résultats indiquent donc que l'efficacité des MABI sur les états de stress et de récupération en contexte sportif nécessite encore d'être confirmée par de futures études interventionnelles. Par ailleurs, aucune de ces trois études interventionnelles n'a inclus de mesures de PC. Or, pour mesurer l'efficacité d'un programme basé sur la PC et mieux comprendre les mécanismes impliqués, cela doit également passer par des mesures spécifiques de la PC (Sondt et al., 2023). Concernant la population étudiée, parmi ces trois études interventionnelles (Coimbra et al., 2021; Furrer et al., 2015; Holguín-Ramírez et al., 2020) il semblerait que seule l'étude de Coimbra et al. (2021) a inclus de jeunes athlètes en centres d'entraînement, ce qui veut dire qu'une seule étude

actuellement dans la littérature apporte des connaissances sur les effets d'un programme de PC sur la récupération auprès de notre population d'intérêt. En revanche, cette étude s'est intéressée uniquement à un cycle de compétition de deux semaines. Nous manquons donc d'éléments sur l'impact d'un tel programme sur un cycle d'entraînement par exemple et/ou sur une période plus longue. Enfin, il est intéressant de noter que les programmes de PC utilisés dans ces études interventionnelles (Coimbra et al., 2021; Furrer et al., 2015; Holguín-Ramírez et al., 2020) n'ont pas été conçus spécifiquement pour promouvoir l'ESR. Ceci démontre qu'il n'existe aucun programme spécifique basé sur la PC pour promouvoir l'ESR en sport, ni de programme spécifique pour les jeunes athlètes en CEI. Très récemment, en psychologie de la santé, une MABI spécifique pour promouvoir l'ESR (le programme FOREST) a été conçue auprès d'une population faisant face à des exigences particulières (les infirmiers) (Jovarauskaite et al., 2021). Ce programme est basé sur les principes généraux des TCC, de la PC et de la récupération (Sonnentag & Fritz, 2007). En créant un programme adapté au contexte et aux besoins d'un public spécifique, le programme FOREST a permis d'accroître les compétences d'ESR, de promouvoir le bien-être ainsi que de réduire les états de stress et d'anxiété des infirmiers (Dumarkaite et al., 2023). L'exemple de ce programme et les résultats obtenus dans cette étude mettent en exergue la pertinence de proposer un programme adapté aux besoins et au contexte des jeunes athlètes en CEI.

En prenant appui sur les connaissances actuelles ainsi que sur les limites et manques soulevés précédemment, la thèse se compose de trois études menées auprès de populations de jeunes athlètes en CEI (BMX et football) en contextes écologiques. La prise en compte de ces situations réelles est importante afin d'obtenir des résultats représentatifs de l'expérience des athlètes.

Chacune des trois études poursuit des objectifs spécifiques :

1. La première étude vise à **explorer les effets des dimensions de la pleine conscience considérée comme une disposition, un état et une habileté spécifique en sport, sur les états de stress et de récupération, mesurés de manière subjective et objective durant un cycle d'entraînement pré-compétitif de 10 jours auprès de jeunes athlètes en centre d'entraînement intensif**. Cette étude répond à plusieurs manques et limites soulevés dans les deux études observationnelles précédentes (Belvins et al., 2021; Pawsey et al., 2021) : (1) elle vise à apporter des connaissances concernant les effets différenciés de la PC dispositionnelle, état et spécifique au sport sur cet équilibre, (2) elle considère les différentes dimensions de la PC pour mieux étudier les mécanismes impliqués dans les effets de la PC sur l'ESR, (3) elle explore ses effets de manière longitudinale afin de prendre en compte la variation au fil du temps des états de stress et de récupération pendant une période d'entraînement spécifique.
2. La deuxième étude observationnelle a pour objectif **d'examiner le rôle de la pleine conscience spécifique en sport et état, sur les états de stress et de récupération mesurés de manière objective et subjective en contexte réel de compétition auprès de jeunes athlètes en centre d'entraînement intensif**. Cette recherche a pour but de combler plusieurs lacunes et limites identifiées dans les études précédentes, tout en apportant des connaissances complémentaires par rapport à notre première étude. Elle permet : (1) d'explorer le rôle de la PC sur les états de stress et de récupération durant un autre cycle, à savoir celui de la compétition, (2) d'apporter de nouvelles connaissances sur l'effet particulier de la PC spécifique au sport sur cet équilibre en contexte de performance.

Les deux premières études allient des mesures objectives et subjectives de l'ESR comme préconisé par la littérature pour leurs rôles distincts et complémentaires.

3. La troisième étude vise à **examiner les effets d'un programme, basé sur la pleine conscience et spécifiquement conçu pour promouvoir l'ESR, sur les états de stress et de récupération, le bien-être et la performance de jeunes athlètes en centre d'entraînement intensif**. Cette dernière étude interventionnelle a un double objectif : (1) tester l'efficacité d'un programme basé sur la PC adapté aux besoins et au contexte spécifiques de la population en CEI, et (2) inclure des mesures de PC pour renforcer les preuves de l'efficacité du programme.

Nos trois études de thèses ont été rédigées sous un format d'articles scientifiques. Des résumés en français sont disponibles entre chaque article. Les informations concernant leur publication ou leur soumission sont également disponibles au début de chaque article.

**Chapitre 2 : Exploration du rôle de la pleine conscience au sein de l'équilibre stress-récupération durant un cycle d'entraînement pré-compétitif auprès de jeunes athlètes en centre d'entraînement intensif de BMX**

---

## 1 Résumé des objectifs et de la méthode de l'étude

**Article :** Exploring the role of mindfulness in the stress-recovery balance: 10-day monitoring of young BMX riders in an intensive training center during a pre-competition cycle

**Soumis le :** 5 février 2024

**Publié le :** 24 mai 2024

**Référence :** Sondt, N., Bernier, M., Kermarrec, G., & Vacher, P. (2024). Exploring the role of mindfulness in the stress-recovery balance: 10-day monitoring of young BMX riders in an intensive training center during a pre-competition cycle. *Psychology of Sport and Exercise*, 74, 102680. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2024.102680>

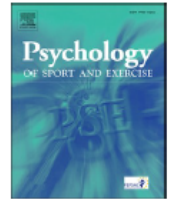
En considérant la PC comme une disposition, une habileté liée à un domaine spécifique et un état, cette étude vise à explorer le rôle de ses différentes dimensions sur les trajectoires des états de stress et de récupération durant 10 jours pendant un cycle d'entraînement précompétitif. Vingt-quatre jeunes pilotes de BMX (19 hommes, cinq femmes ; Mâge =  $14.62 \pm 1.40$  an ; nombre d'années de pratique =  $8.66 \pm 2.11$  ; nombre d'années de compétition =  $7.54 \pm 2.18$ ) en pôle espoir ont participé à cette étude. Ils ont d'abord complété des échelles de PC dispositionnelle et d'habileté de PC spécifique au sport. Le suivi des états de stress et de récupération a été réalisé en s'appuyant sur des mesures biopsychosociales quotidiennes et hebdomadaires (SRSS ; Kellmann et Kölling, 2019 ; RESTQ-36-Sport ; Kallus & Kellmann, 2016) et sur des mesures physiologiques via la VFC mesurée deux fois par semaine. Le RMSSD a été utilisé pour évaluer la capacité de l'organisme à faire face à la charge d'entraînement. Après chaque session d'entraînement, les pilotes renseignaient leur état de PC. Ce protocole de recherche a été validé par le CERNI de l'Alliance Universitaire de Bretagne (**Annexe 5**). Des analyses de courbes de croissances ont été réalisées pour examiner les trajectoires linéaires et/ou

quadratiques des états de stress et de récupération des athlètes, mais également pour examiner l'effet de la PC sur ces trajectoires.



Contents lists available at ScienceDirect

## Psychology of Sport &amp; Exercise

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/psychsport](http://www.elsevier.com/locate/psychsport)

## Exploring the role of mindfulness in the stress-recovery balance: 10-Day monitoring of young BMX riders in an intensive training center during a pre-competition cycle

Nadia Sondt<sup>\*</sup>, Marjorie Bernier, Gilles Kermarrec, Philippe Vacher

Univ Brest, Laboratory CREAD, F-29200 Brest, France

## ARTICLE INFO

## Keywords:

Stress-recovery balance  
Biopsychosocial perspective  
Mindfulness states  
Mindfulness skills  
Mindfulness dispositions  
Young athletes  
BMX

## ABSTRACT

Considering mindfulness as a multidimensional disposition domain-specific skill and state, this study aimed to explore the effect of the dimensions of mindfulness on the trajectories of biopsychosocial stress-recovery balance and on HRV over 10 days of a pre-competitive cycle. 24 young BMX riders completed mindfulness disposition and domain-specific skill scales. Monitoring of the recovery-stress states was based on biopsychosocial measurements (daily and biweekly). RMSSD was used to assess the organism ability to cope with the training program stimulus. After each training session, riders self-rated their state of mindfulness. Multilevel growth curve analyses examined the linear and/or quadratic trajectories of the athletes' recovery-stress states and the effect of mindfulness on these trajectories. Mindfulness states results showed that the *refocusing* state had a significant negative quadratic effect over time on daily recovery and sport-specific recovery, and the *awareness* state on general recovery and total recovery. Concerning the dispositions of mindfulness, the *observing* component had a significant positive quadratic effect over time on daily stress. *Nonreactivity* had a significant positive quadratic effect over time on daily recovery and sport-specific recovery, and a significant positive effect on RMSSD. *Acting with awareness* had a significant positive effect on daily recovery and a significant negative effect on RMSSD. The study offered a better understanding of the effect of mindfulness (dispositions, domain-specific skills, and states) and its different components on the stress-recovery balance. The results suggest that mindfulness could be considered a promising effective psychological recovery strategy.

Adolescent elite athletes in training centers need to handle various forms of stressors, such as the demands of training and competition, social requirements and schoolwork, which often causes them to experience high levels of stress (Martinent et al., 2014). For young elite Supercross BMX riders especially, the competition load is high and includes an average of six consecutive 40-45-s sprint races, with turns and jumps, over 350 m of irregular ground and no more than 30 min' recovery time between races. Consequently, BMX training sessions are based on repeated sprint exercises and resistance training, implying high physiological demands (Marquet et al., 2015). Given the requirements of BMX riding and its competition specificity, as well as the student-athlete status, young riders must balance their recovery-stress states to achieve optimal performance and reach well-being and health (Kellmann, 2010; Nicolas et al., 2019).

Stress is defined as an individual's reaction, a global process, and a load or demand resulting mainly from external factors (Kallus &

Kellmann, 2016). Recovery is an inter- and intrapersonal process that takes place over time and affects physiological, psychological, and social dimensions to restore performance abilities (Kellmann, 2010). Recovery and stress states should be considered using the multilevel biopsychosocial approach (Kellmann & Kallus, 2001), which takes into account the psychological, physiological, emotional, cognitive, behavioral and social aspects of stress and recovery (Vacher et al., 2017). The concept of balance relies on the athlete's ability to self-regulate. Indeed, when the stress state increases (e.g., because of a high training load), the athlete must be able to engage in adequate recovery strategies to avoid any harmful effects (e.g., overtraining or burnout) and reestablish optimal performance conditions. In this regard, stress and recovery interplay in a dynamic manner. To ensure that athletes self-regulate and identify early stages of maladaptation, it is important to identify and monitor each athlete's stress states and their ability to maintain balance (Kellmann & Kölling, 2019). Based on the biopsychosocial perspective,

<sup>\*</sup> Corresponding author.

E-mail address: [nadia.sondt@univ-brest.fr](mailto:nadia.sondt@univ-brest.fr) (N. Sondt).

the Recovery-Stress Questionnaire for Athletes (RESTQ-Sport; (Kellmann & Kallus, 2001) has been extensively used as a self-reported scale of perceived stress and recovery (e.g. Blevins et al., 2021; Holguín-Ramírez et al., 2020; Vacher et al., 2018). It measures the frequency of emerging stress symptoms over the previous three days while determining recovery status and associated proactive recovery strategies. As pointed out by Kölling et al. (2020), the RESTQ-Sport is rated retrospectively for the three days or nights prior to the evaluation, which prevents acute recovery-stress states and short-term changes from being detected. To capture acute changes, the RESTQ-Sport can be combined with daily measurements. More recently, for monitoring on a daily basis, Kellmann and Kölling (2019) developed the Short Recovery Stress Scale (SRSS). The latter is well adapted to the longitudinal monitoring of perceived recovery-stress states since its completion time is less than 1 min for eight items that measure athletes' emotional, mental, and overall recovery-stress states. Furthermore, the monitoring of athletes' recovery-stress states needs to include complementary subjective and physiological measurements, as suggested by Saw et al. (2016) in a systematic review. This review highlighted the distinct but complementary roles of the two types of measurements. In addition, the absence of correlation between subjective and physiological measurements supports the value of combining both types. Indeed, combined subjective and physiological measurements allow a more comprehensive understanding of athletes' training responses. The most sensitive non-invasive physiological measurement of the stress-recovery balance is the Heart Rate Variability (HRV), which reflects autonomic nervous system activity (Buchheit, 2014). More specifically, HRV has been shown to be a pertinent marker in the BMX discipline (Mateo et al., 2012). Finally, during the monitoring of athletes' recovery-stress states, training variation and planning must also be considered (Vacher et al., 2017). Periodization in training includes variations in training loads that correspond to specific stressors (Winsley & Matos, 2011) and can affect the variations in the individual's self-evaluation (Vacher et al., 2017). The stress-recovery balance measured subjectively is also impacted by the training load (TL) variation. For example, during a development training cycle, an increase in the stress state and a decrease in the recovery state with a reverse effect have been observed during the tapering phase (Kellmann & Kallus, 2001; Nicolas et al., 2019; Vacher et al., 2017). Monitoring athletes' internal training load (TLin) is therefore essential for understanding whether athletes are positively or negatively adapting to their training program.

An athlete has different recovery modalities for sport-specific and general life stressors, such as regeneration or psychological recovery strategies (Kellmann et al., 2018). Regeneration strategies (e.g., cold water immersion and sleep) focus on the physical part of the recovery and have been extensively studied (Kellmann & Beckmann, 2018). However, there is a lack of knowledge concerning psychological recovery strategies, their effects, and their uses (Loch et al., 2019). Developing our knowledge in this field could offer athletes a wider range of possible recovery strategies. Among the psychological strategies currently being developed, mindfulness has been the subject of some promising preliminary works involving adults (Pawsey et al., 2021), student athletes (Blevins et al., 2021), and young athletes (Coimbra et al., 2021; Holguín-Ramírez et al., 2020).

Mindfulness is defined as "the awareness that emerges through paying attention on purpose, in the present moment, and non-judgmentally to the unfolding of experience moment by moment" (Kabat-Zinn, 2003, p. 145). Correlational studies have shown that a high mindfulness disposition (defined as a recurrent tendency that to be mindful that can vary between people, Pawsey et al., 2021) is negatively associated with burnout in athletes (Gustafsson et al., 2015). Mindfulness disposition is also correlated with less rumination and a better regulation of emotions (Josefsson et al., 2017). More broadly, the self-regulation function of mindfulness is well known (Cao et al., 2022) and may be valuable in the issue of stress-recovery balance (Balk & Englert, 2020). Nevertheless, mindfulness has rarely been investigated

in conjunction with stress-recovery balance, although its processes and dimensions deserve greater attention to understand its self-regulation function and potential effects on the stress-recovery balance for athletes. Baer et al. (2006) highlighted five facets of dispositional mindfulness in general life: *observing* internal and external experiences, *describing* the internal experience with words, *acting with awareness* as opposed to running on autopilot, *nonjudging* of the internal experience and *nonreactivity* to it. In the sport context, Thienot et al. (2014) proposed three mindfulness skills related to an athlete's performance: an *awareness* of the inner experience in the present moment, a *nonjudgmental attitude* towards the inner experience, and a *refocusing* on the task-relevant stimuli. By being aware of their inner experience, athletes are then able to respond with more flexibility instead of an automatic response, and with a nonjudgmental attitude. Mindfulness may enable more effective adaptation to the experience by tailoring the regulatory response (Cao et al., 2022; Farb et al., 2014). Bondár et al. (2022) provided preliminary findings on mindfulness disposition as a potential mediator from personality traits to biopsychosocial states associated with sport performance. To the best of our knowledge, only one study has to date examined the relationship between dispositional mindfulness and recovery-stress states in an athlete population. Blevins et al. (2021) demonstrated that student dancers with a high dispositional mindfulness score had better sport-related recovery and less sport-specific stress. In other words, they were more aware of their states and could better cope with the stress resulting from sport practice. This promising study adopted a cross-sectional design to assess recovery-stress states using only subjective measurements. Using physiological measurements, Nijjar et al. (2014) demonstrated that meditation training improves cardiac sympatho-vagal balance measured by HRV, which is an important physiological measure of general physiological recovery of athlete population. On the contrary, Holguín-Ramírez et al. (2020) found that a mindfulness program (Mindful Sports Performance Enhancement, MSPE) had no effect on the HRV of athletes. The effects of mindfulness on athletes' HRV thus remain unclear and require further investigation. Finally, Blevins et al. (2021) did not consider the variation over time of the recovery-stress states during a specific training periodization plan. Considering the dynamic nature of stress-recovery balance (Kellmann, 2010; Vacher et al., 2018), more knowledge is required during such a period to better understand the effect of mindfulness on the stress-recovery trajectories (using growth curves analysis or random effects model for example). It thus becomes crucial to consider the real sport context in studies to identify, as closely as possible, the different stressors that athletes experience daily and reflect a realistic variation of the recovery-stress states.

It should be highlighted that mindfulness can also be considered as a state that can vary daily, which has been studied as a unique dimension (Brown & Ryan, 2003; Pawsey et al., 2021). To date, few studies in the sport context have focused on the mindfulness state and, to the best of our knowledge, only one has studied the specific role of the mindfulness state on recovery. Pawsey et al. (2021) collected daily data from sport coaches over a period of 28 consecutive days. They showed that an increase in the daily mindfulness state was associated with better sleep quality and less rumination at night, which predicted a higher level of recovery for associated variables (energy and mood) the following morning. Since our study aimed to fully explore the role of mindfulness in the stress-recovery balance, it is important to consider mindfulness as a state, a disposition, and a sport-specific skill. Moreover, the different dimensions of mindfulness should be clearly distinguished to better specify the mechanisms at play.

To date, no research has studied the effect of the dimensions of mindfulness as a disposition, a sport-specific skill and a state on the recovery-stress states experienced during a training cycle of young athletes. From a biopsychosocial perspective, the purposes of this study were: (1) to explore the linear and quadratic trajectories of adolescent athletes' recovery-stress states (measured by the RESTQ-Sport and SRSS) throughout a real-life pre-competitive training cycle; (2) to

explore the effect of the mindfulness dimensions of disposition, skill and state on the recovery-stress states (measured by the RESTQ-Sport and SRSS) throughout a real-life pre-competitive training cycle and (3) to explore the effect of mindfulness on HRV. This intensive period is expected to impact the trajectories of recovery-stress states. The different dimensions of mindfulness dispositions, sport-specific skills and states were hypothesized to influence the recovery-stress states' trajectories. A heightened mindfulness disposition should lead to a better recovery and less stress during this high-intensity period. We also hypothesized that the dispositions of *observing* and *acting with awareness* (FFMQ) would be the most important in the stress-recovery balance, given their important role in self-regulation. No pre-study hypothesis could be formulated on the different roles of the other dimensions of mindfulness dispositions, sport-specific skills, and states; they were explored in the study.

1. Method

1.1. Participants

The final sample was composed of 24 young BMX racers (19 males, five females; Mean age = 14.62 ± 1.40 years; years of practice = 8.66 ± 2.11; years of competition = 7.54 ± 2.18). Power analysis for a multi-level modeling study was determined using Simr and lme4 in R packages (Green & MacLeod, 2016). With the significance level (alpha) set at 0.05, the sample size achieved 98.61 % power for the model between effects and 100 % power for the model within effects at 95 % CI.

The study was explained orally to the young riders and in writing to the parents. All parents signed a consent form. Ethical approval for this study was obtained from Alliance Universitaire de Bretagne (approval number: 2303075).

1.2. Study design

The study was designed and conducted in real-life settings. The young racers were monitored during a 10-day cycle of intensive pre-competition training (see Table 1 for internal training load variations). One day before the daily monitoring began (T0 of the protocol), athletes completed the Five Facet Mindfulness Questionnaire (FFMQ; Baer et al., 2006) to assess their mindfulness dispositions in general life, and the Mindfulness Inventory for Sport (MIS; Thienot et al., 2014) to assess their mindfulness skills in a sport context. During the 10 days of the intensive pre-competition training period (T1 to T10 of the protocol), monitoring of the stress-recovery balance was conducted using biopsychosocial measurements: (1) athletes completed the Short Recovery

and Stress Scale (SRSS; Kellmann & Kölling, 2019) every morning upon waking and the Recovery Stress Questionnaire for Athletes (RESTQ-36-R-Sport; Nicolas et al., 2019) twice a week (Tuesdays and Thursdays) as it takes into account the previous three days; (2) HRV was measured twice a week before the first training session of the day as part of the warm-up. The longitudinal follow-up study in real-life settings complicated the implementation of daily measurements. The choice of the two days was made by the field constraints: to have 15 min available before the training to make the measures, to coincide with school schedule of the young athletes, to have the gymnasium available to standardize the environment, to coincide with the availability of the material, choosing always the same days of the week to standardize the HRV measure. Finally, after each training session, riders rated the mindfulness states they had experienced during the session.

1.3. Measurements

1.3.1. Internal training load

The internal training load was assessed using the method outlined by Foster et al. (2001), which is particularly suited for very high-intensity interval training. Participants reported their Rating of Perceived Exertion (RPE) using a French version of the Borg CR-10 scale for young athletes (Haddad et al., 2013). The internal training load was then calculated by multiplying the RPE value by the session duration. After this, the internal training load was quantified in arbitrary units (a.u) (Doyle et al., 2022) for each participant and each day of the study.

1.3.2. Biweekly monitoring of recovery-stress states (RESTQ)

The biweekly recovery-stress states were monitored using the short French version of the Recovery Stress Questionnaire for Athletes (Kallus & Kellmann, 2016; Nicolas et al., 2019). The RESTQ-36-Sport is composed of 12 subscales, including six general subscales concerning stress (fatigue, general stress, social stress) and recovery (general well-being, sleep quality, social relaxation). There are three specific subscales for the sport dimension of stress (disturbed breaks, emotional exhaustion, and fitness/injury), and three specific subscales for the sport dimension of recovery (fitness/being in shape, personal accomplishment, and self-efficacy). Total Stress and Recovery scores can be calculated using the general and specific subscales. As in other studies (Nicolas et al., 2019; Vacher et al., 2017), we used the general, sport-specific, and total scores of the RESTQ-36-Sport for a holistic approach to the athletes' recovery and stress states (Vacher et al., 2017). The items were rated using a 7-point Likert scale from 0 (*never*) to 6 (*always*). Cronbach's alphas ranged from 0.79 to 0.88 and McDonald's

Table 1 Descriptive statistics of independent variables (mindfulness states) and dependent variables (internal training load, stress-recovery states) over 10 days.

	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7	Day 8	Day 9	Day 10
	M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)
Awareness state	4.89 (1.37)	5.24 (1.22)	5.45 (0.86)	5.38 (0.65)	5.62 (0.51)	5.60 (0.67)	5.15 (1.09)	5.21 (1.06)	5.23 (0.97)	5.23 (1.15)
Non-judgmental state	3.89 (2.35)	3.10 (2.07)	3.55 (2.39)	3.77 (2.35)	3.23 (2.71)	3.10 (2.51)	3.45 (2.58)	3.96 (2.18)	2.77 (2.22)	3.14 (2.21)
Refocusing state	5.00 (1.28)	5.10 (1.45)	5.18 (0.91)	5.08 (0.76)	4.46 (1.45)	4.80 (1.23)	4.75 (1.37)	3.96 (2.18)	4.45 (1.87)	4.77 (1.02)
Internal training load	512,08 (217,41)	555,51 (324,79)	522,50 (160,68)	430,03 (220,28)	409,06 (186,70)	390,6 (210,36)	368,92 (131,79)	912,42 (399,26)	723,79 (180,01)	454,40 (132,57)
Daily stress scale	1.53 (1.17)	1.63 (1.12)	1.75 (1.32)	1.20 (0.71)	1.04 (0.74)	0.98 (0.99)	1.26 (1.12)	1.55 (1.49)	1.46 (1.32)	1.20 (1.16)
Daily recovery scale	4.60 (0.77)	4.40 (0.70)	4.74 (0.83)	4.85 (0.54)	5.15 (0.61)	4.91 (0.89)	4.63 (1.13)	4.84 (0.94)	4.64 (0.71)	4.99 (0.58)
Sport-specific stress	1.00 (0.67)	-	1.21 (0.76)	-	-	-	-	1.04 (0.95)	-	1.16 (0.74)
General stress	1.58 (0.96)	-	1.55 (0.87)	-	-	-	-	1.41 (0.87)	-	1.38 (0.69)
Total stress	1.29 (0.72)	-	1.38 (0.76)	-	-	-	-	1.23 (0.82)	-	1.27 (0.63)
Sport-specific recovery	3.82 (0.90)	-	3.77 (1.26)	-	-	-	-	3.85 (1.22)	-	4.23 (0.80)
General recovery	4.31 (0.73)	-	4.45 (0.83)	-	-	-	-	4.42 (0.9)	-	4.53 (0.76)
Total recovery	4.07 (0.75)	-	4.11 (0.99)	-	-	-	-	4.13 (0.82)	-	4.38 (0.71)
RMSSD	47.7 (41.6)	-	47.1 (43.3)	-	-	-	-	22.9 (17.5)	-	47 (38.5)

Omega ranged from 0.83 to 0.90.

### 1.3.3. Daily monitoring of recovery-stress states (SRSS)

Daily recovery-stress states were monitored using the Short Recovery Stress Scale (SRSS; (Kellmann & Kölling, 2019). This tool is composed of eight items covering emotional, mental, physical, and overall levels to assess the multidimensional recovery-stress states of an athlete by using a 7-point Likert scale from 0 (*does not apply at all*) to 6 (*fully applies*). For the study, a French translation of the SRSS was made following the recommendations of Gana et al. (2021). Two bilingual researchers translated the SRSS into French. A consensus on the translation was reached between the translators and the team of researchers. The approved translation was completed by 47 student athletes to check the clarity and understanding of the items. For the daily recovery scale, Cronbach's alphas were 0.75 and McDonald's Omega were 0.76, for the daily stress scale 0.81 and 0.82.

### 1.3.4. Heart rate recovery and heart rate variability (HRV)

The beat-by-beat HR time series data were analyzed considering time domains. We considered the root mean square of differences between successive RR intervals (RMSSD). This is one of the most appropriate HRV indices for athlete monitoring and reflects parasympathetic modulation (Buchheit, 2014). It is also an index of parasympathetic activity within autonomic regulation: the higher the RMSSD value, the more active the parasympathetic regulation (Baevsky & Chernikova, 2017). RMSSD is considered more reliable than other temporal HRV measurement indices of short-term variation in HRV (Malik et al., 1996). In this study, RMSSD was used to assess the organism ability to cope with the training program stimulus and not to directly measure stress states. Recent findings (Buchheit, 2014; Nicolas et al., 2019; Vacher et al., 2018) suggest that measurements taken during a 5-min rest period and 5 min of submaximal exercise are effective monitoring techniques. The post-exercise HRV test serves to measure overall physiological recovery quality and general physiological fitness (strength of parasympathetic reactivation after submaximal exercise). Riders thus performed 5 min of submaximal running exercise at 9 km.h<sup>-1</sup>, followed by 5 min of passive recovery (5'-5'; Buchheit, 2014; Nicolas et al., 2019; Vacher et al., 2018). A Polar H10 was used to measure the beat-by-beat HR. RMSSD were collected when athletes were at rest (Buchheit, 2014), and only the last 2 min of the 5-min recovery phase were considered (Buchheit, 2014; Vacher et al., 2018) using Kubios HRV (version 3.5.0). The HRV data were analyzed according to the Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (Malik et al., 1996).

### 1.3.5. Mindfulness disposition (FFMQ)

A French version of the FFMQ was used for the study (Heeren et al., 2011). Developed by Baer et al. (2006), the FFMQ is composed of 39 items which measure five facets of mindfulness disposition: *observing, describing, acting with awareness, nonreactivity* to inner experience and *nonjudging* of inner experience, using a 5-point Likert scale ranging from 1 (*never or very rarely true*) to 5 (*very often or always true*). Cronbach's alphas ranged from 0.62 to 0.86. The *description* scale was removed from the analysis as it showed poor reliability (0.58).

### 1.3.6. Sport-specific mindfulness skills (MIS)

Developed by Thienot et al. (2014), the MIS measures mindfulness skills in the sport-specific context for three dimensions: *awareness, nonjudgmental attitude* and *refocusing*. The items are rated using a 6-point Likert scale from 1 (*not at all*) to 6 (*very much*). For the study, we used a 16-item French validation of the MIS (Breniaux et al., 2023). Cronbach's alphas ranged from 0.63 to 0.86. The *awareness* scale was removed from subsequent analysis as it showed poor reliability (0.49).

### 1.3.7. States of mindfulness

A single-item definitional approach (Doron & Martinet, 2017;

Ptacek et al., 1994) was used to measure the states of mindfulness. Previous studies have shown the value of this method for gathering data in longitudinal designs and other circumstances where participants would find it difficult to continually complete more conventional multi-item scales (Ptacek et al., 1994), as well as in a sport context (Doron & Gaudreau, 2014; Doron & Martinet, 2016; Pété et al., 2022, 2023). As the participants rated their mindfulness states in a sport context, each definitional item was based on the definition of the three dimensions of mindfulness according to Thienot et al. (2014). A group of three sport psychology researchers specialized in mindfulness formulated the three items, which were then reviewed and adjusted by three other sport psychology researchers. *Awareness* was evaluated by: "I was aware of my thoughts, my sensations and my emotions". *Nonjudgmental attitude* was inversely measured by "I tried to change or to delete my thoughts, my sensations, my emotions". *Refocusing* was evaluated by "When I was disturbed by my thoughts, my sensations, my emotions, I quickly refocused on my task". They had to rate the three single items using a 7-point Likert scale ranging from 0 (*not at all*) to 6 (*absolutely*). All the definitional items were pretested by four young elite athletes to check the clarity and understanding of the definitions for a young population. This definitional approach was expected to capture a large part of within-person differences. As in Doron and Gaudreau (2014), intraclass correlation coefficient (ICC) was computed. The results revealed that the variance in *awareness* (ICC = 0.22), in *nonjudgmental attitude* (ICC = 0.41), and in *refocusing* (ICC = 0.20) was attributable to between-person differences, and that the remaining variance (79 % for *awareness*, 59 % for *nonjudgmental attitude*, 80 % for *refocusing*) was attributable to the intra-individual differences.

## 1.4. Data analysis

Multilevel growth curve analyses (MGCA; based on 10 time points over the 10 days) were used to examine the linear and/or quadratic trajectories of athletes' recovery-stress states, as well as the effects on these trajectories of the different dimensions of mindfulness dispositions (measured by the FFMQ), skills (measured by the MIS), and states (measured using single items). Multilevel models are a flexible approach that can be applied to evaluate inter-individual differences in intra-individual changes over time (i.e., each participant has their own curve). Thus, by taking into account the hierarchical structure of the data, multilevel models provide unbiased estimates of the parameters (Singer & Willett, 2003).

Separate analyses were carried out for each variable. Multilevel models extended multiple regressions to nested data (i.e., hierarchically structured data). Specifically, the repeated measurements (Level 1 units of analysis) were nested within the athletes (Level 2 units of analysis) since each athlete completed the measurements at 10 different points in time (i.e., daily measurements). A two-level multilevel model estimated both the average growth and the individual differences in growth. At Level 1, time (linear trajectory) and squared time (quadratic trajectory) were entered as predictors to estimate the average intercept ( $\beta_0$ ), the average linear growth ( $\beta_1$ ), and the average quadratic growth ( $\beta_2$ ) (Model 1, see Table 2). The time variable was centered on the first wave. The intercept should therefore be interpreted as the level of athletes' recovery-stress states at the start of the study. The random effects of the intercept, linear slope, and quadratic slope were included in each of the models. Although the initial MGCA models included both the linear and quadratic functions for each trajectory, the likelihood ratio tests comparing the MGCA models, with and without the quadratic parameters, were significant. Hence, the quadratic parameters were included in the MGCA model.

Regarding the study's second goal, the moderating effects of each dimension of mindfulness dispositions (Model 2a, see Table 3), sport-specific skills (Model 2 b, Table 4), and states (Model 2c, see Table 5) on the changes in recovery-stress states were examined separately. Thus, *observing, acting with awareness, nonreactivity, nonjudging* dispositions (in

**Table 2**  
Growth curve of the model 1 for the stress-recovery states.

	Daily stress scale	Daily recovery scale	Sport-specific stress	General stress	Total stress	Sport -specific recovery	General recovery	Total recovery	RMSSD
<b>Fixed effects-Estimates (Standard errors)</b>									
Intercept	1.91*** (0.25)	4.36***(0.18)	1.07*** (0.19)	1.73*** (0.22)	1.41*** (0.19)	3.79 *** (0.27)	4.21*** (0.19)	4.00*** (2.11)	59.70*** (11.38)
Time	-0.20 * (0.08)	0.14* (0.07)	0.02 (0.08)	-0.05 (0.07)	-0.01 (0.07)	-0.02 (0.11)	0.07 (0.07)	2.03 (8.84)	-10.01** (3.54)
Time <sup>2</sup>	0.01* (0.03)	-0.01 (0.00)	-0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.01)	-0.00 (0.01)	8.51 (7.95)	0.83*** (0.31)
<b>Random effects-Variance (Standard deviation)</b>									
Intercept	0.52 (0.72)	0.21 (0.46)	0.26 (0.51)	0.71 (0.84)	0.43 (0.66)	0.57 (0.76)	0.36 (0.60)	0.41 (0.64)	1707.79 (41.32)
Time	0.00 (0.07)	0.00 (0.01)	0.00 (0.05)	0.00 (0.02)	0.00 (0.02)	0.00 (0.02)	0.00 (0.06)	0.00 (0.03)	2.81 (1.67)
Residual	0.63 (0.79)	0.41 (0.63)	0.26 (0.51)	0.21 (0.45)	0.17 (0.41)	0.47 (0.68)	0.20 (0.45)	0.26 (0.51)	361.05 (19.00)
-2*loglikelihood	-277.11	-224.66	-88.72	-82.90	-74.99	-108.78	-170.40	-89.27	-384.22

Note. \*\*\*P < 0.001, \*\*P < 0.01, \*P < 0.05

Model 2a), *awareness*, *nonjudgmental attitude*, and *refocusing* sport-specific skills (in Model 2 b), and *awareness*, *nonjudgmental attitude*, and *refocusing* states (in Model 2c), as well as their interactions with time, were added to the model at Level 2. Group mean centering was used for all Level 1 predictors based on the rationale that grand mean centering or no centering may produce biased point estimates (Doron & Martinent, 2017). Grand mean centering was used for all Level 2 predictors (Doron & Martinent, 2016). Maximum likelihood estimation was used for all MGCAs, and all analyses were conducted using the R package labeled lme4 (Bates et al., 2015).

## 2. Results

Descriptive statistics are reported in Table 1 and a summary of the significant results is presented in Figs. 1 and 2.

First, we examined the within- and between-individual variance in psychological states before testing the hypotheses. The results of the null models indicated that there was important within- and between-individual variance for all the psychological states and RMSSD. For psychological states, the intraclass correlations [ICC =  $\tau_{00}/(\sigma^2 + \tau_{00})$ ] ranged from 0.41 to 0.71, indicating that between-individual variance accounts for 41–71 % of the total variance in the subjective stress-recovery states. This suggests that between 29 % and 59 % of the overall variance (both systematic and error) is attributable to within-individual variation, implying that subjective stress-recovery states vary considerably. For the RMSDD, the intraclass correlation was at 0.68, indicating that between-individual variance accounts for 68 % of the total variance. This would suggest that between 32 % of the overall variance (both systematic and error) is attributable to within-individual variation, indicating that RMSSD varies substantially.

### 2.1. Trajectories of the recovery-stress states and RMSSD (model 1)

#### 2.1.1. Daily recovery-stress state trajectories

The results showed a significant positive linear effect of time on the daily recovery scale ( $\beta = 0.14, p < 0.05$ ) and a significant negative linear effect of time on the daily stress scale ( $\beta = -0.20, p < 0.05$ ) (Table 2).

Results revealed a significant positive quadratic effect of squared time on the daily stress scale ( $\beta = 0.01, p < 0.05$ ). No significant effect was found for the quadratic effect of squared time on the daily recovery states.

#### 2.1.2. Biweekly recovery-stress state trajectories

No significant effect was found for the linear and quadratic effect of time or squared time on the biweekly stress-recovery states (sport-specific, general, and total).

#### 2.1.3. RMSSD trajectories

Results showed a significant negative linear effect of time on RMSSD ( $\beta = -0.10.01, p < 0.01$ ) and a significant positive quadratic effect of squared time on RMSSD ( $\beta = 0.83, p < 0.01$ ).

### 2.2. Main effects of mindfulness dispositions on the recovery-stress states and RMSSD (model 2a)

#### 2.2.1. Main effects of mindfulness dispositions on the daily recovery-stress states

Concerning the between-person main effects of mindfulness dispositions (Level 2 predictors), *acting with awareness* had a significant and positive effect on the daily recovery scale ( $\beta = 0.46, p < 0.05$ ) (Table 3). No significant effect of *acting with awareness* on daily stress or of other mindfulness dispositions dimensions on the daily recovery-stress states was found (Table 3).

Concerning the interaction effects of mindfulness dispositions  $\times$  time (linear slope), *observing* showed a significant negative linear effect of time on the daily stress scale ( $\beta = -0.34, p < 0.01$ ). No significant effect of *observing* was found on daily recovery. *Nonreactivity* had a significant negative effect on the daily recovery scale ( $\beta = -0.25, p < 0.05$ ). No significant effect of *nonreactivity* on daily stress or of other mindfulness dispositions dimensions on the daily recovery-stress states was found.

Regarding the interaction effects of mindfulness dispositions  $\times$  time<sup>2</sup> (quadratic slope), *observing* had a significant and positive effect on the daily recovery scale ( $\beta = 0.03, p < 0.01$ ). No significant effect of *observing* was found on daily stress. In contrast, *nonreactivity* showed a significant positive quadratic effect of squared time on the daily recovery scale ( $\beta = 0.02, p < 0.05$ ). No significant effect of *nonreactivity* on daily stress or of other mindfulness dispositions dimensions on the daily recovery-stress states was found.

#### 2.2.2. Effects of mindfulness dispositions on the biweekly recovery-stress states

Concerning the between-person main effects of mindfulness dispositions (Level 2 predictors), *nonreactivity* had a significant and positive effect on the sport-specific recovery ( $\beta = 0.95, p < 0.05$ ). No significant effect of *nonreactivity* on the other biweekly recovery-stress states or of other mindfulness dispositions dimensions on biweekly recovery-stress states was found.

Concerning the interaction effects of mindfulness dispositions  $\times$  time (linear slope), *nonreactivity* had a significant negative effect on the sport-specific recovery ( $\beta = -0.41, p < 0.05$ ). No significant effect of *nonreactivity* on the other biweekly recovery-stress states or of the other mindfulness dispositions dimensions on biweekly recovery-stress states was found.

Regarding the interaction effects of mindfulness dispositions  $\times$  time<sup>2</sup> (quadratic slope), *nonreactivity* showed a significant positive quadratic

**Table 3**  
Growth curve of the model 2a for the stress-recovery states with dispositional mindfulness (FFMQ).

		Daily stress scale	Daily recovery scale	Sport-specific stress	General stress	Total stress	Sport-specific recovery	General recovery	Total recovery	RMSSD
<b>Fixed effects-Estimates (Standard errors)</b>										
<b>Observing</b>	Intercept	0.47 (1.05)	4.65*** (0.83)	0.41 (0.86)	0.52 (0.89)	0.63 (0.88)	2.93* (1.22)	4.28*** (0.86)	3.56*** (0.92)	-31.08 (45.17)
	Time	0.80* (0.38)	-0.07 (0.31)	0.42 (0.39)	0.41 (0.34)	0.39 (0.31)	0.15 (0.52)	-0.18 (0.35)	-0.01 (0.39)	10.53 (17.12)
	Time <sup>2</sup>	-0.08* (0.03)	0.00 (0.02)	-0.03 (0.03)	-0.04 (0.03)	-0.03 (0.02)	-0.01 (0.04)	0.02 (0.03)	0.00 (0.03)	-0.79 (1.49)
	Observing	0.48 (0.35)	-0.09 (0.27)	0.22 (0.29)	0.41 (0.31)	0.26 (0.29)	0.28 (0.39)	-0.02 (0.28)	0.14 (0.31)	30.63 (15.39)
	Observing × time	-0.34** (0.12)	0.07 (0.10)	-0.13 (0.13)	-0.15 (0.11)	-0.13 (0.10)	-0.06 (0.17)	0.08 (0.11)	0.01 (0.13)	-6.79 (5.5)
	Observing × time <sup>2</sup>	0.03 ** (0.01)	-0.00 (0.01)	0.01 (0.01)	0.01 (0.01)	0.01 (0.01)	0.00 (0.01)	-0.00 (0.01)	-0.00 (0.01)	0.53 (0.47)
<b>Awareness</b>	Intercept	2.83** (1.00)	2.82*** (0.71)	1.71* (0.81)	3.11** (0.93)	2.43** (0.78)	4.35*** (1.13)	3.66*** (0.72)	3.64*** (0.83)	135.21*** (36.63)
	Time	-0.04 (0.35)	0.31 (0.27)	-0.19 (0.35)	-0.35 (0.31)	-0.28 (0.28)	-0.54 (0.46)	-0.37 (0.30)	-0.47 (0.34)	-17.81 (14.01)
	Time <sup>2</sup>	0.00 (0.03)	-0.02 (0.02)	0.02 (0.03)	0.02 (0.02)	0.02 (0.02)	0.06 (0.04)	0.03 (0.02)	0.05 (0.03)	1.04 (1.26)
	Awareness	-0.28 (0.29)	0.46* (20.20)	-0.19 (0.23)	-0.42 (0.27)	-0.31 (0.23)	-0.13 (0.32)	0.16 (0.20)	0.11 (0.23)	-22.97* (10.01)
	Awareness × time	-0.04 (0.10)	-0.05 (0.08)	0.06 (0.10)	0.09 (0.09)	0.08 (0.08)	0.15 (0.13)	0.13 (0.09)	0.15 (0.10)	2.33 (4.21)
	Awareness × time <sup>2</sup>	0.00 (0.00)	0.00 (0.01)	-0.00 (0.01)	-0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	-0.01 (0.01)	-0.01 (0.00)	-0.01 (0.00)	-0.06 (0.38)
<b>Nonjudging</b>	Intercept	2.82*(1.35)	4.22*** (1.03)	0.47 (1.07)	0.52 (1.24)	0.53 (1.03)	5.64*** (1.43)	5.55*** (1.02)	5.61*** (1.11)	142.49** (49.02)
	Time	-0.73 (0.47)	0.27 (0.37)	0.02 (0.47)	0.50 (0.41)	0.25 (0.38)	-0.78 (0.61)	-0.60 (0.40)	-0.69 (0.46)	-21.79 (18.67)
	Time <sup>2</sup>	0.07 (0.04)	-0.02 (0.03)	0.00 (0.04)	-0.03 (0.03)	-0.01 (0.03)	0.07 (0.05)	0.04 (0.03)	0.06 (0.04)	1.40 (1.65)
	Nonjudging	-0.28 (0.39)	0.04 (0.30)	0.18 (0.33)	0.37 (0.37)	0.27 (0.31)	-0.71 (0.42)	-0.41 (0.30)	-0.49 (0.32)	-25.85 (14.22)
	Nonjudging × time	0.16 (0.14)	-0.03 (0.11)	0.00 (0.14)	-0.17 (0.12)	-0.08 (0.11)	0.23 (0.18)	0.20 (0.12)	0.22 (0.14)	3.72 (5.78)
	Nonjudging × time <sup>2</sup>	-0.01 (0.01)	0.00 (0.01)	-0.00 (0.01)	0.01 (0.01)	0.00 (0.01)	0.02 (0.01)	-0.01 (0.01)	-0.01 (0.01)	-0.18 (0.51)
<b>Nonreactivity</b>	Intercept	1.48 (1.30)	3.24*** (0.99)	2.46 * (1.02)	0.81 (1.31)	1.85 (1.17)	1.14 (1.32)	3.36*** (0.89)	3.12** (1.09)	-47.32 (44.70)
	Time	-0.18 (0.45)	0.91* (0.35)	-0.05 (0.44)	0.10 (0.38)	0.02 (0.34)	1.22*(0.55)	0.02 (0.40)	0.66 (0.43)	9.60 (17.81)
	Time <sup>2</sup>	0.00 (0.04)	-0.07 * (0.03)	-0.01 (0.04)	-0.01 (0.03)	-0.01 (0.03)	-0.11*(0.05)	-0.01 (0.03)	-0.06 (0.03)	-0.50 (1.56)
	Nonreactivity	0.12 (0.41)	0.39 (0.32)	-0.47 (0.32)	0.28 (0.40)	-0.17 (0.36)	0.95 *(0.44)	0.29 (0.30)	0.33 (0.35)	36.52* (15.48)
	Nonreactivity × time	-0.01 (0.15)	-0.25* (0.11)	0.02 (0.14)	-0.05 (0.12)	-0.01 (0.11)	-0.41* (0.18)	0.01 (0.13)	-0.21 (0.14)	-6.67 (5.96)
	Nonreactivity × time <sup>2</sup>	0.00 (0.01)	0.02* (0.01)	0.00 (0.01)	0.00 (0.01)	0.00 (0.01)	0.03*(0.01)	0.00 (0.01)	0.02 (0.01)	0.45 (0.52)
<b>Random effects-Variance (Standard deviation)</b>										
<b>Observing</b>	Intercept	0.25 (0.50)	0.14 (0.37)	0.37 (0.61)	0.00 (0.00)	1.26 (1.12)	1.12 (1.05)	1.31 (1.14)	0.45 (0.67)	0.00 (0.00)
	Time	0.00 (0.08)	0.00 (0.01)	0.00 (0.06)	0.00 (0.03)	0.00 (0.03)	0.00 (0.03)	0.00 (0.06)	0.00 (0.04)	2.99 (1.73)
	Observing	0.07 (0.27)	0.00 (0.03)	0.06 (0.24)	0.08 (0.29)	0.14 (0.32)	0.01 (0.10)	0.17 (0.41)	0.07 (0.27)	175.12 (13.23)
	Residual	0.59 (0.77)	0.41 (0.64)	0.25 (0.50)	0.19 (0.44)	0.16 (0.40)	0.48 (0.69)	0.20 (0.44)	0.26 (0.51)	360.98 (19.00)
<b>Awareness</b>	-2*loglikelihood	-277.11	-224.13	-87.82	-81.06	-73.66	-108.06	-83.29	-88.90	-380.52
	Intercept	1.48 (1.21)	0.78 (0.88)	0.81 (0.90)	2.14 (1.46)	1.16 (1.07)	7.97 (2.82)	0.98 (0.99)	1.96 (1.40)	4855.36 (69.68)
	Time	0.00 (0.07)	0.00 (0.02)	0.00 (0.05)	0.00 (0.02)	0.00 (0.03)	0.00 (0.03)	0.00 (0.06)	0.00 (0.04)	1.36 (1.16)
	Awareness	0.04 (0.21)	0.02 (0.16)	0.03 (0.18)	0.12 (0.34)	0.05 (0.23)	0.61 (0.78)	0.02 (0.14)	0.09 (0.30)	137.83 (11.74)
<b>Nonjudging</b>	Residual	0.63 (0.79)	0.40 (0.63)	0.26 (0.51)	0.21 (0.45)	0.17 (0.41)	0.6 (0.68)	0.19 (0.44)	0.25 (0.50)	362.90 (19.05)
	-2*loglikelihood	-274.36	-220.08	-87.04	-81.20	-73.23	-103.80	-80.60	-84.71	-379.63
	Intercept	6.81 (2.61)	0.76 (0.87)	0.31 (0.56)	1.11 (1.03)	1.03 (1.01)	3.86 (1.96)	2.00 (1.41)	2.46 (1.56)	12,622.48
	Time	0.00 (0.07)	0.00 (0.01)	0.00 (0.05)	0.00 (0.02)	0.00 (0.02)	0.00 (0.03)	0.00 (0.06)	0.00 (0.04)	2.66

(continued on next page)

Table 3 (continued)

		Daily stress scale	Daily recovery scale	Sport-specific stress	General stress	Total stress	Sport-specific recovery	General recovery	Total recovery	RMSSD
Nonreactivity	Nonjudging	0.33 (0.57)	0.01 (0.12)	0.02 (0.15)	0.01 (0.10)	0.01 (0.11)	0.14 (0.38)	0.07 (0.28)	0.08 (0.29)	651.85
	Residual	0.62 (0.78)	0.14 (0.64)	0.26 (0.51)	0.20 (0.45)	0.17 (0.42)	0.46 (0.67)	0.19 (0.44)	0.25 (0.50)	351.602
	-2*loglikelihood	-274.83	-224.04	-87.82	-80.34	-73.34	-106.64	-82.93	-86.92	-379.85
	Intercept	5.31 (2.30)	3.65 (1.91)	2.44 (1.56)	13.53 (3.67)	13.92 (3.73)	6.59 (2.56)	0.00 (0.00)	5.04 (2.24)	0.00 (0.00)
	Time	0.00 (0.07)	0.00 (0.03)	0.00 (0.04)	0.00 (0.03)	0.00 (0.03)	0.00 (0.05)	0.00 (0.06)	0.00 (0.04)	2.42 (1.55)
	Nonreactivity	0.33 (0.57)	0.33 (0.57)	0.16 (0.40)	1.00 (1.00)	1.10 (1.05)	0.89 (0.94)	0.04 (0.20)	0.49 (0.70)	142.43 (11.93)
	Residual	0.63 (0.79)	0.39 (0.63)	0.26 (0.51)	0.20 (0.45)	0.16 (0.45)	0.41 (0.64)	0.20 (0.45)	0.25 (0.50)	363.27 (19.06)
	-2*loglikelihood	-272.88	-219.21	-83.81	-80.59	-69.78	-103.86	-84.96	-86.05	-378.33

effect of squared time on the sport-specific recovery ( $\beta = 0.03, p < 0.05$ ). No significant effect of *nonreactivity* on the other biweekly recovery-stress states or of the other mindfulness dispositions dimensions on biweekly recovery-stress states was found.

2.2.3. Main effects of mindfulness dispositions on RMSSD

Concerning the between-person main effects of mindfulness dispositions (Level 2 predictors), *acting with awareness* had a significant and negative effect on RMSSD ( $\beta = -22.97, p < 0.05$ ). *Nonreactivity* had a significant and positive effect on RMSSD ( $\beta = 36.52, p < 0.05$ ) (Table 3). No significant effect of the other mindfulness dispositions dimensions on RMSSD was found.

Concerning the interaction effects of mindfulness dispositions  $\times$  time (linear slope), and regarding the interaction effects of dispositional mindfulness  $\times$  time<sup>2</sup> (quadratic slope), no significant result was found.

2.3. Main effects of mindfulness skills on the recovery-stress states and RMSSD (model 2 b)

2.3.1. Effects of mindfulness skills on the daily recovery-stress states

Concerning the between-person main effects of mindfulness skills (Level 2 predictors), no significant result was found concerning the daily recovery-stress states (Table 4).

Regarding the interaction effects of mindfulness skills  $\times$  time (linear slope) and the interaction effects of mindfulness skills  $\times$  time<sup>2</sup> (quadratic slope), no significant result was found concerning the daily recovery-stress states.

2.3.2. Effects of mindfulness skills on the biweekly recovery-stress states

Concerning the between-person main effects of mindfulness skills (Level 2 predictors), no significant result was found concerning the biweekly recovery-stress states.

Regarding the interaction effects of mindfulness skills  $\times$  time (linear slope) and the interaction effects of mindfulness skills  $\times$  time<sup>2</sup> (quadratic slope), no significant result was found concerning the biweekly recovery-stress states.

2.3.3. Effects of mindfulness skills on RMSSD

Concerning the between-person main effects of mindfulness skills (Level 2 predictors), no significant result was found concerning RMSSD.

Regarding the interaction effects of mindfulness skills  $\times$  time (linear slope) and the interaction effects of mindfulness skills  $\times$  time<sup>2</sup> (quadratic slope), no significant result was found concerning RMSSD.

2.4. Main effects of mindfulness states on the recovery-stress states and RMSSD (model 2c)

2.4.1. Effects of mindfulness states on the daily recovery-stress states

Considering the between-person main effects of mindfulness states (Level 2 predictors), no significant results were found (Table 5).

Concerning the interaction effects of mindfulness states  $\times$  time (linear slope), only the *refocusing* state showed a significant positive linear effect of time on the daily recovery scale ( $\beta = 0.16, p < 0.05$ ). No significant effect of either the *refocusing* state on daily stress or of other mindfulness state dimensions on the daily recovery-stress states was found.

Regarding the interaction effects of mindfulness states  $\times$  time<sup>2</sup> (quadratic slope), only the *refocusing* state showed a significant negative quadratic effect of squared time on the daily recovery scale ( $\beta = -0.01, p < 0.05$ ). No significant result of the *refocusing* state on daily stress or of other mindfulness state dimensions on the daily recovery-stress states was found.

2.4.2. Effects of mindfulness states on the biweekly recovery-stress states

Considering the between-person main effects of mindfulness states (Level 2 predictors), our results highlight the fact that the *refocusing* state had a significant and negative effect on the sport-specific recovery ( $\beta = -0.059, p < 0.01$ ). No significant effect of the *refocusing* state on other biweekly recovery-stress states was found. The *awareness* state had a significant and negative effect on the general recovery ( $\beta = -0.028, p < 0.05$ ). No significant effect of *awareness* was found on other biweekly recovery-stress states, and no significant effect of *nonjudgmental attitude* was found on biweekly recovery-stress states.

Concerning the interaction effects of mindfulness states  $\times$  time (linear slope), the *refocusing* state showed a significant positive linear effect of time on the sport-specific recovery ( $\beta = 0.29, p < 0.05$ ) (Table 5). No significant effect of the *refocusing* state was found on other biweekly recovery-stress states. The *awareness* state had a significant positive linear effect on the total recovery ( $\beta = 0.27, p < 0.05$ ) and on the general recovery ( $\beta = 0.25, p < 0.05$ ). No significant effect of *awareness* was found on other biweekly recovery-stress states, and no significant effect of *nonjudgmental attitude* was found on biweekly recovery-stress states.

Regarding the interaction effects of mindfulness states  $\times$  time<sup>2</sup> (quadratic slope), the *refocusing* state showed a significant negative quadratic effect of squared time on the sport-specific recovery ( $\beta = -0.02, p < 0.05$ ) (Table 5). No significant effect of the *refocusing* state was found on other biweekly recovery-stress states. The *awareness* state showed a significant negative quadratic effect of squared time on the total recovery ( $\beta = -0.02, p < 0.05$ ) and on the general recovery ( $\beta = -0.02, p < 0.05$ ). No significant effect of *awareness* was found on other biweekly recovery-stress states. No significant effect of *nonjudgmental attitude*

Table 4  
Growth curve of the model 2 b for the stress-recovery states with mindfulness sport-specific skill (MIS).

	Daily stress scale	Daily recovery scale	Sport-specific stress	General stress	Total stress	Sport-specific recovery	General recovery	Total recovery	RMSSD
<b>Fixed effects-Estimates (Standard errors)</b>									
<b>Non-judgmental</b>									
Intercept	1.36 (9.22)	4.48*** (0.70)	0.57 (0.72)	1.13 (0.84)	0.79 (0.73)	5.22*** (0.96)	4.83***	4.92*** (0.75)	82.31* (40.21)
Time	-1.79 (3.27)	0.23 (0.26)	0.14 (0.34)	0.11 (0.29)	0.14 (0.27)	-0.54 (0.43)	-0.24 (0.29)	-0.40 (0.33)	-25.75 (11.81)
Time <sup>2</sup>	1.50 (2.92)	-0.02 (0.02)	-0.01 (0.03)	-0.01 (0.02)	-0.01 (0.02)	0.04 (0.03)	0.01 (0.02)	0.03 (0.03)	1.93 (1.04)
<b>Non-judgmental *time</b>									
Intercept	1.24 (2.83)	-0.02 (0.21)	0.14 (0.22)	0.16 (0.25)	0.18 (0.22)	-0.42 (0.30)	-0.19 (0.21)	-0.27 (0.23)	-6.36 (11.28)
Time	-5.06 (9.54)	-0.02 (0.07)	-0.03 (0.10)	-0.05 (0.08)	-0.04 (0.08)	0.15 (0.12)	0.09 (0.08)	0.13 (0.09)	5.14 (3.51)
<b>Non-judgmental *time<sup>2</sup></b>									
Intercept	3.02 (8.51)	0.00 (0.00)	0.00 (0.01)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	-0.01 (0.01)	-0.00 (0.00)	-0.01 (0.01)	-0.36 (0.30)
Time	3.31* (1.44)	2.67* (0.98)	1.57 (1.07)	2.24 (1.31)	1.93 (1.09)	2.82 (1.40)	4.44* (1.13)	3.66*** (1.15)	69.66 (59.85)
Time <sup>2</sup>	-0.66 (0.45)	0.68 (0.36)	-0.03 (0.47)	0.16 (0.41)	0.05 (0.38)	-0.32 (0.61)	-0.41 (0.41)	-0.36 (0.46)	6.86 (15.81)
<b>Refocusing</b>									
Intercept	0.07 (0.04)	-0.05 (0.03)	0.00 (0.04)	-0.01 (0.03)	-0.00 (0.03)	0.05 (0.05)	0.04 (0.04)	0.04 (0.04)	-0.96 (1.38)
Time	-0.30 (0.30)	0.37 (0.20)	-0.11 (0.22)	-0.11 (0.27)	-0.11 (0.22)	0.21 (0.29)	-0.05 (0.23)	0.07 (0.24)	-1.94 (12.79)
Time <sup>2</sup>	0.09 (0.09)	-0.11 (0.07)	0.01 (0.10)	-0.05 (0.08)	-0.01 (0.08)	0.06 (0.13)	0.10 (0.08)	0.08 (0.10)	-3.78 (3.48)
Time <sup>3</sup>	-0.01 (0.00)	0.00 (0.00)	-0.00 (0.01)	0.00 (0.01)	0.00 (0.00)	-0.01 (0.01)	-0.01 (0.01)	-0.01 (0.01)	0.40 (0.30)
<b>Random effects-Variance (Standard deviation)</b>									
<b>Non-judgmental</b>									
Intercept	6.81 (2.61)	0.86 (0.93)	0.80 (0.89)	2.00 (1.41)	1.89 (1.37)	0.45 (0.67)	0.11 (0.33)	0.02 (0.17)	10.121.15
Time	0.01 (0.10)	0.00 (0.02)	0.00 (0.06)	0.00 (0.03)	0.00 (0.03)	0.00 (0.03)	0.00 (0.06)	0.00 (0.03)	6.44
Non-judgmental	0.50 (0.70)	0.11 (0.33)	0.10 (0.32)	0.14 (0.37)	0.16 (0.41)	0.12 (0.34)	0.01 (0.10)	0.05 (0.22)	580.31
Residual	0.61 (0.78)	0.40 (0.63)	0.26 (0.51)	0.20 (0.45)	0.17 (0.41)	0.45 (0.67)	0.20 (0.45)	0.26 (0.51)	307.57
<b>Refocusing</b>									
Intercept	-272.41	-221.87	-86.80	-81.49	-73.27	211.14	-84.01	-86.22	-380.27
Time	7.36 (2.71)	1.40 (1.18)	1.61 (1.26)	5.59 (2.36)	3.32 (1.82)	2.66 (1.62)	5.78 (2.40)	3.04 (1.74)	7299.97 (85.44)
Time <sup>2</sup>	0.00 (0.06)	0.00 (0.02)	0.00 (0.05)	0.00 (0.03)	0.00 (0.03)	0.00 (0.02)	0.00 (0.06)	0.00 (0.04)	3.97 (1.99)
Residual	0.27 (0.52)	0.03 (0.19)	0.04 (0.21)	0.11 (0.34)	0.07 (0.27)	0.05 (0.24)	0.20 (0.45)	0.08 (0.29)	176.85 (13.29)
Time <sup>3</sup>	0.62 (0.79)	0.40 (0.63)	0.26 (0.51)	0.20 (0.45)	0.17 (0.42)	0.17 (0.68)	0.20 (0.44)	0.26 (0.51)	340.75 (18.45)
-2* loglikelihood	-271.35	-219.80	-86.54	-79.80	-71.68	-104.92	-81.38	-85.35	-382.90

attitude was found on biweekly recovery-stress states.

2.4.3. Effects of mindfulness states on RMSSD

Considering the between-person main effects of mindfulness states (Level 2 predictors), no significant results were found.

Concerning the interaction effects of mindfulness states × time (linear slope), and regarding the interaction effects of mindfulness states × time2 (quadratic slope), no significant results were found.

3. Discussion

The purposes of this study were: (1) to explore the linear and quadratic trajectories of adolescent elite athletes' recovery-stress states (HRV, RESTQ-Sport and SRSS variables) throughout a real-life pre-competitive training cycle; and (2) to explore the role of the different dimensions of mindfulness dispositions, skills, and states on the recovery-stress states throughout this real-life pre-competition training cycle.

The findings showed that this pre-competition training cycle influenced the recovery-stress state trajectories. Results revealed a significant positive quadratic effect of squared time on the daily stress scale and on RMSSD, as well as a significant positive linear effect of time on the daily recovery scale. The results for daily stress and RMSSD followed the internal training load variation by decreasing and increasing along a quadratic trajectory. This trajectory is similar to what can be seen during a developing training cycle. The training stimuli upset the stress-recovery balance through increased stress and lower recovery states (Nicolas et al., 2019; Vacher et al., 2017).

Daily recovery did not follow the quadratic trajectory of the internal training load; it increased linearly during this period. These results may indicate that this group of athletes steadily improved their daily recovery levels during this intensive training cycle. No effect on the other subjective variables (RESTQ-Sport) of the stress-recovery balance was observed, which can be explained by the higher sensitivity of the daily scales to brief changes in this short pre-competitive training cycle. Another interpretation could be that the variations detected by SRSS are globally compensated over the three days intervals measured by the RESTQ-Sport. Furthermore, RESTQ-Sport measurements proact recovery strategies, which is not the case with SRSS.

Concerning the second aim of the study, the results showed that mindfulness dispositions and states influenced the trajectories of recovery-stress states, which is consistent with the emerging literature revealing the promising effects of mindfulness on some stress-recovery variables (Blevins et al., 2021; Pawsey et al., 2021). More precisely, mindfulness states seem to affect the recovery states more than the stress states. A result that seems to be of particular interest is that the *refocusing* state had a significant negative quadratic relation over the period with the daily recovery scale and sport-specific recovery. More explicitly, this result suggests that athletes who benefited from greater recovery (both SRSS and RESTQ data) over the 10 days were the ones who reported a more effective *refocusing* state. These results are unique in the literature and offer a better opportunity to understand the effect of the *refocusing* state on the recovery-stress states over time. They also showed its importance in the sport context.

Complementarily, our results showed that the *awareness* state had a significant negative quadratic effect over the period on the general recovery and the total recovery. Thus, in an intensive pre-competitive period with a high level of training load, and consequently a high level of stress, the athletes with a heightened level of *awareness* state adapt their recovery in everyday life. These findings are consistent with the literature on the effects of *awareness*. Being aware of the present moment increases both consciousness of the internal state and regulation processes, which allows for adjusting regulatory responses (Farb et al., 2014). In this case, the regulatory responses refer to specific recovery strategies aimed at maintaining the stress-recovery balance during this intensive training cycle. However, the study did not show

**Table 5**  
Growth curve of the model 2c for the stress-recovery states with mindfulness states.

		Daily stress scale	Daily recovery scale	Sport-specific stress	General stress	Total stress	Sport-specific recovery	General recovery	Total recovery	RMSSD
<b>Fixed effects-Estimates (Standard errors)</b>										
<b>Awareness</b>	Intercept	3.10*(1.24)	5.74***(1.07)	0.52 (0.68)	0.57 (0.90)	0.36 (0.81)	4.69* (1.27)	5.62*** (0.69)	5.66** (0.91)	22.97 (31.75)
	Time	0.09 (0.61)	-0.15 (0.51)	0.51 (0.47)	1.09 (0.54)	0.87 (0.52)	-1.15 (0.79)	-1.26* (0.48)	-1.42 *(0.5)	17.32 (18.25)
	Time <sup>2</sup>	-0.02 (0.06)	0.00 (0.05)	-0.02 (0.66)	-0.10* (0.05)	-0.07 (0.05)	0.10 (0.07)	0.13* (0.04)	0.12* (0.05)	-1.86 (1.66)
	Awareness	-0.21 (0.22)	-0.24 (0.19)	0.11 (0.23)	0.18 (0.16)	0.19 (0.15)	-0.18 (0.24)	-0.28* (0.13)	-0.32 (0.17)	8.89 (6.48)
	Awareness × time	-0.04 (0.11)	0.05 (0.09)	-0.10 (0.13)	-0.20 (0.10)	-0.16 (0.09)	0.21 (0.14)	0.25** (0.08)	0.27*(0.02)	-5.72 (3.52)
<b>Non-judgmental</b>	Awareness × time <sup>2</sup>	0.01 (0.01)	-0.00 (0.01)	0.00 (0.01)	0.01 (0.01)	0.01 (0.01)	-0.01 (0.01)	-0.02** (0.01)	-0.02*(0.03)	0.54 (0.31)
	Intercept	2.09*** (4.41)	4.31*** (0.34)	0.93*(0.39)	2.09*** (4.41)	1.22*** (0.29)	3.63 (0.54)	4.06*** (0.16)	4.05*** (0.41)	54.25* (19.35)
	Time	-1.54(1.69)	0.22(0.14)	0.14 (0.18)	-1.54 (1.69)	0.11 (0.43)	0.23(0.22)	0.11 (0.16)	0.09 (0.16)	-6.41 (7.79)
	Time <sup>2</sup>	9.98 (1.52)	-0.01 (0.01)	-0.01 (0.01)	9.98 (1.52)	-0.01(0.01)	-0.1 (0.02)	-0.00 (0.01)	-0.00 (0.01)	0.56 (0.67)
	Non-judgmental	-5.76 (1.05)	0.03 (0.08)	0.03 (0.09)	-5.76 (1.05)	0.06 (0.07)	-0.06 (0.12)	0.01 (0.08)	-0.11 (0.09)	3.48 (4.01)
<b>Refocusing</b>	Non-judgmental *time	8.78 (4.12)	-0.03 (0.03)	-0.03(0.04)	8.78 (4.12)	-0.04 (0.03)	-0.02 (0.05)	0.01 (0.04)	0.02 (0.04)	-1.51 (1.77)
	Non-judgmental *time <sup>2</sup>	-8.66 (3.71)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	-8.66 (3.71)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	-0.00 (0.00)	0.10 (0.15)	
	Intercept	1.41 (0.99)	5.55 *** (0.90)	1.34 (0.97)	1.89* (0.84)	1.92* (0.76)	6.49*** (1.07)	4.81*** (0.86)	5.64*** (1.01)	49.77 (33.25)
	Time	0.30 (0.44)	-0.73 (0.39)	-0.31 (0.55)	0.19 (0.36)	-0.15 (0.39)	-1.42* (0.61)	-0.45 (0.44)	-0.59 (0.43)	-9.59 (16.17)
	Time <sup>2</sup>	-0.03 (0.04)	0.07 (0.03)	0.03 (0.05)	-0.01 (0.03)	0.01 (0.03)	0.11 (0.06)	0.04 (0.04)	0.04 (0.04)	0.75 (1.49)
<b>Random effects-Variance (Standard deviation)</b>	Refocusing	0.11 (0.18)	-0.22(0.17)	-0.04 (0.18)	-0.05 (0.15)	-0.10 (0.14)	-0.59** (0.21)	-0.15 (0.17)	-0.38 (0.19)	2.83 (6.64)
	Refocusing × time	-0.08 (0.08)	0.16 *(0.07)	0.06 (0.10)	0.03 (0.6)	0.03 (0.07)	0.29*(0.12)	0.11 (0.08)	0.14 (0.08)	-0.21 (3.21)
	Refocusing × time <sup>2</sup>	0.01 (0.01)	-0.01 *(0.01)	-0.01 (0.01)	0.00 (0.01)	-0.00 (0.01)	-0.02*(0.04)	-0.01 (0.01)	-0.01 (0.01)	0.02 (0.29)
	Intercept	3.74 (1.93)	2.19 (1.48)	1.16 (1.07)	1.34 (1.15)	5.70 (0.75)	0.49 (0.70)	0.13 (0.36)	0.21 (0.46)	497.91 (22.31)
	Time	0.00 (0.05)	0.00 (0.03)	0.00 (0.04)	0.00 (0.01)	1.15 (0.00)	0.00 (0.06)	0.00 (0.09)	0.00 (0.06)	4.71 (2.17)
<b>Non-judgmental</b>	Awareness	0.04 (0.20)	0.06 (0.24)	0.03 (0.19)	0.00 (0.01)	7.73 (0.02)	0.04 (0.20)	0.01 (0.11)	0.04 (0.20)	18.88 (4.34)
	Residual	0.53 (0.72)	0.37 (0.61)	0.28 (0.52)	0.18 (0.42)	1.82 (0.42)	0.42 (0.65)	0.15 (0.39)	0.22 (0.47)	341.39 (18.47)
	-2*loglikelihood	-213.28	-182.86	-79.19	-69.69	-65.71	-98.33	-76.47	-80.38	-340.28
	Intercept	1.16 (1.08)	0.14 (0.38)	0.49 (0.70)	1.16 (1.08)	0.42 (0.65)	1.63 (1.27)	0.60 (0.77)	0.96 (0.98)	2365.85 (48.64)
	Time	0.00 (0.03)	0.00 (0.01)	0.01 (0.07)	0.00 (0.03)	0.00 (0.02)	0.05 (0.07)	0.00 (0.08)	0.00(0.09)	6.24 (2.49)
<b>Refocusing</b>	Time <sup>2</sup>	9.98 (1.52)	-0.01 (0.01)	-0.01 (0.01)	9.98 (1.52)	-0.01(0.01)	-0.1 (0.02)	-0.00 (0.01)	-0.00 (0.01)	0.56 (0.67)
	Non-judgmental	-5.76 (1.05)	0.03 (0.08)	0.03 (0.09)	-5.76 (1.05)	0.06 (0.07)	-0.06 (0.12)	0.01 (0.08)	-0.11 (0.09)	3.48 (4.01)
	Non-judgmental *time	8.78 (4.12)	-0.03 (0.03)	-0.03(0.04)	8.78 (4.12)	-0.04 (0.03)	-0.02 (0.05)	0.01 (0.04)	0.02 (0.04)	-1.51 (1.77)
	Non-judgmental *time <sup>2</sup>	-8.66 (3.71)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	-8.66 (3.71)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	-0.00 (0.00)	-0.00 (0.00)	0.10 (0.15)
	Intercept	1.41 (0.99)	5.55 *** (0.90)	1.34 (0.97)	1.89* (0.84)	1.92* (0.76)	6.49*** (1.07)	4.81*** (0.86)	5.64*** (1.01)	49.77 (33.25)
<b>Random effects-Variance (Standard deviation)</b>	Time	0.30 (0.44)	-0.73 (0.39)	-0.31 (0.55)	0.19 (0.36)	-0.15 (0.39)	-1.42* (0.61)	-0.45 (0.44)	-0.59 (0.43)	-9.59 (16.17)
	Time <sup>2</sup>	-0.03 (0.04)	0.07 (0.03)	0.03 (0.05)	-0.01 (0.03)	0.01 (0.03)	0.11 (0.06)	0.04 (0.04)	0.04 (0.04)	0.75 (1.49)
	Refocusing	0.11 (0.18)	-0.22(0.17)	-0.04 (0.18)	-0.05 (0.15)	-0.10 (0.14)	-0.59** (0.21)	-0.15 (0.17)	-0.38 (0.19)	2.83 (6.64)
	Refocusing × time	-0.08 (0.08)	0.16 *(0.07)	0.06 (0.10)	0.03 (0.6)	0.03 (0.07)	0.29*(0.12)	0.11 (0.08)	0.14 (0.08)	-0.21 (3.21)
	Refocusing × time <sup>2</sup>	0.01 (0.01)	-0.01 *(0.01)	-0.01 (0.01)	0.00 (0.01)	-0.00 (0.01)	-0.02*(0.04)	-0.01 (0.01)	-0.01 (0.01)	0.02 (0.29)
<b>Non-judgmental</b>	Intercept	3.74 (1.93)	2.19 (1.48)	1.16 (1.07)	1.34 (1.15)	5.70 (0.75)	0.49 (0.70)	0.13 (0.36)	0.21 (0.46)	497.91 (22.31)
	Time	0.00 (0.05)	0.00 (0.03)	0.00 (0.04)	0.00 (0.01)	1.15 (0.00)	0.00 (0.06)	0.00 (0.09)	0.00 (0.06)	4.71 (2.17)
	Awareness	0.04 (0.20)	0.06 (0.24)	0.03 (0.19)	0.00 (0.01)	7.73 (0.02)	0.04 (0.20)	0.01 (0.11)	0.04 (0.20)	18.88 (4.34)
	Residual	0.53 (0.72)	0.37 (0.61)	0.28 (0.52)	0.18 (0.42)	1.82 (0.42)	0.42 (0.65)	0.15 (0.39)	0.22 (0.47)	341.39 (18.47)
	-2*loglikelihood	-213.28	-182.86	-79.19	-69.69	-65.71	-98.33	-76.47	-80.38	-340.28
<b>Refocusing</b>	Intercept	1.16 (1.08)	0.14 (0.38)	0.49 (0.70)	1.16 (1.08)	0.42 (0.65)	1.63 (1.27)	0.60 (0.77)	0.96 (0.98)	2365.85 (48.64)
	Time	0.00 (0.03)	0.00 (0.01)	0.01 (0.07)	0.00 (0.03)	0.00 (0.02)	0.05 (0.07)	0.00 (0.08)	0.00(0.09)	6.24 (2.49)
	Non-judgmental	0.04 (0.21)	0.00 (0.02)	0.01(0.11)	0.04 (0.21)	0.01(0.11)	0.01 (0.12)	0.00 (0.06)	0.01 (0.10)	3.93 (1.98)
	Residual	0.48 (0.69)	0.41 (0.64)	0.21(0.46)	0.48 (0.69)	0.13 (0.36)	0.36 (0.60)	0.18 (0.4)	0.16	325.65 (18.04)
	-2*loglikelihood	-214.47	-182.22	-82.24	-67.39	-68.705	-96.24	-78.98	-79.808	-342.12
<b>Random effects-Variance (Standard deviation)</b>	Intercept	1.40 (1.18)	1.30 (1.14)	1.81 (1.34)	4.06 (2.01)	1.84 (1.35)	0.00 (0.00)	1.56 (1.24)	2.77 (1.66)	1.097.87 (33.13)
	Time	0.00 (0.04)	6.66 (0.01)	0.00 (0.02)	0.00 (0.04)	0.00 (0.02)	0.00 (0.01)	0.00 (0.07)	0.01 (0.09)	2.43 (1.55)
	Refocusing	0.01 (0.12)	3.25 (0.18)	0.05 (0.24)	0.13 (0.37)	0.08 (0.28)	0.03 (0.18)	0.08 (0.29)	0.08 (0.28)	27.87 (5.28)
	Residual	0.52 (0.72)	3.65 (0.60)	0.27 (0.51)	0.09 (0.30)	0.12 (0.36)	0.44 (0.67)	0.13 (0.36)	0.11 (0.33)	292.87 (17.11)
	-2*loglikelihood	-216.29	-179.67	-81.85	-67.33	-64.54	-97.62	-76.82	-76.87	-340.04

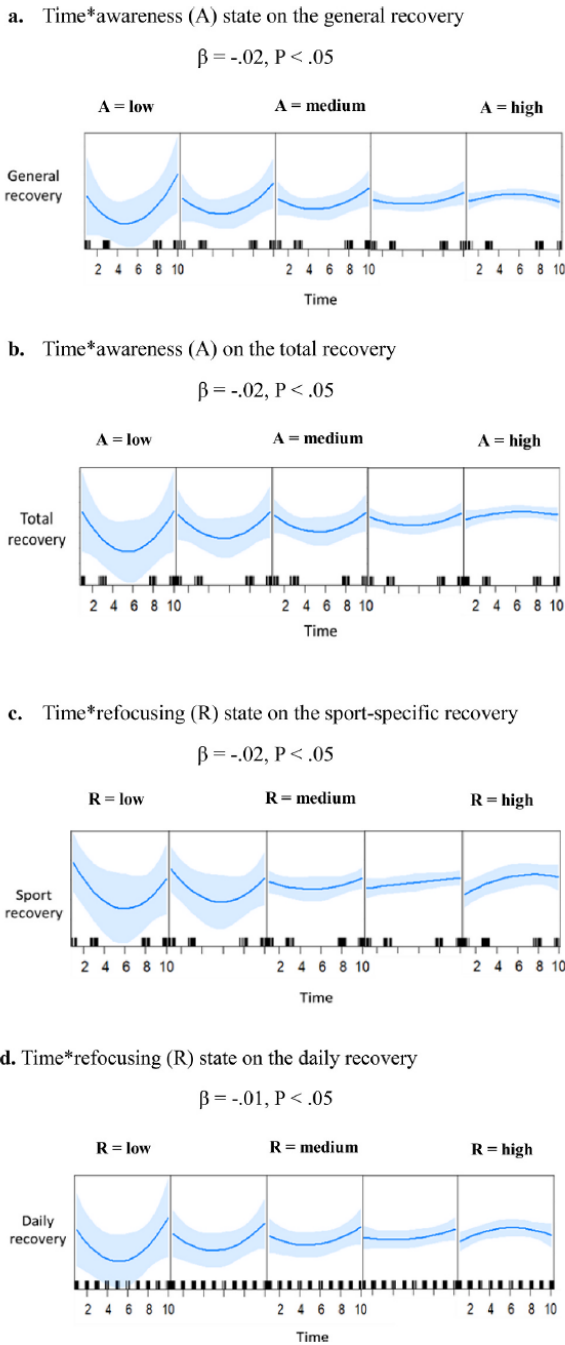


Figure 1. The different trajectories of stress-recovery states significantly explained by mindfulness states.

any effect of the *nonjudgmental attitude* state on the recovery states (both SRSS and RESTQ reporting). This may reveal the lesser importance of this mindfulness state in recovery.

In contrast to the *refocusing* state, the *refocusing* skill had no effect on the recovery-stress states. This result means that future interventional studies should ensure that mindfulness programs focusing on stress-recovery balance enable athletes to increase the state of refocusing as well, not only the skill. Similarly, as seen by the *nonjudgmental attitude* state results, the *nonjudgmental attitude* skill had no effect on the

recovery-stress states. One possible explanation for this lack of effect is that the athletes did not have the opportunity to develop their mindfulness skills during the study. An interventional study designed to develop mindfulness skills would most likely find an explanation for our result.

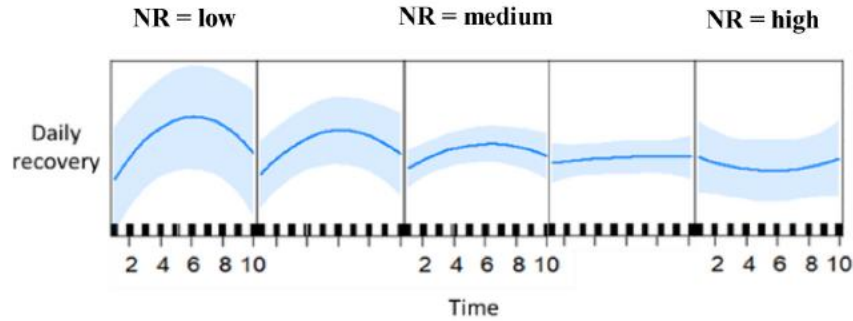
Another important finding of this study concerned the dispositions of mindfulness regarding recovery and stress states in everyday life. Table 3 showed that the *observing* dimension had a significant positive quadratic relation over the period with the daily stress scale. More precisely, a high level of *observing* led first to a decrease in daily stress and second to an increase immediately prior to the competition. The high level of *observing* trajectory followed the internal training load trajectory during this training period (Table 1). While a previous study pointed out that a high mindfulness disposition should prevent athletes from experiencing states of stress (Blevins et al., 2021). As recovery is not defined by the absence of stress (Kölling et al., 2020) but rather by adequate recovery, *nonreactivity* to inner experience seems to help the athlete have an adequate daily recovery. These results show the importance of combining the *observing* and *nonreactivity* dispositions in reaching optimal self-regulation of the stress-recovery balance. *Nonreactivity* seems also to play a key role in the sport context, since it showed a positive quadratic effect of time on the sport-specific recovery scale. Indeed, athletes with high dispositional *nonreactivity* to inner experience adapt their recovery specifically in the sport context to avoid the detrimental effect of stress. Results also showed an effect of *acting with awareness* on daily recovery, although it was independent from the time variable. An athlete with a high *acting with awareness* disposition may benefit from daily recovery regardless of time. However, the study did not show any effect of the *nonjudging* of inner experience dimension on the recovery-stress states (both SRSS and RESTQ reporting). This result underlines the fact that the *nonjudging* component, in this study, seems not to be involved in the recovery-stress states. To be sure of the absence of this component's role, we should continue to explore mindfulness as a mental recovery tool, to better understand its impact and applications (Loch et al., 2019). As some research has begun to show (Blevins et al., 2021) mental recovery tools hold promise, and our study has contributed to this research priority.

Focusing on vagal regulation, our results highlighted the fact that the *acting with awareness* disposition had a decreased effect on RMSSD independently of time and that it seemed to accentuate the decrease in HRV, while the *nonreactivity* disposition seemed to increase RMSSD. This result is consistent with previous studies which showed an increase in RMSSD following a mindfulness program that included acceptance (Ooishi et al., 2021). The study extends the findings in the sport domain, while exercising the caution discussed below.

This study presents limitations that merit further discussion. First, we only measured the RMSSD marker twice a week. This limitation is attributed to the real-life conditions of our study, making it challenging to integrate the repeated use of this type of tool. This challenge is regularly highlighted in the literature on applied research, given the operational constraints of such tools, despite their interest. However, we find this limitation tolerable considering it is only a subsidiary point of our hypotheses, allowing exploration of potential links. Given the preliminary results obtained here and the emerging knowledge regarding the acute effects of mindfulness practice on sympathetic modulation, it seems pertinent to recommend that future studies investigate these links between mindfulness and vagal modulation in acute post-exercise recovery more closely. Moreover, we did not have sufficient information on the training load to better understand the HRV results. Only information concerning the internal load was available. We encourage researchers of future studies to include daily HRV measurements and collect information on the external load for a better interpretation of the results. Second, our study only focused on one specific period of the training (i.e., pre-competitive cycle) without comparing the results with another period. It would be interesting to replicate the research during different periods. Third, the study was conducted with the sample of

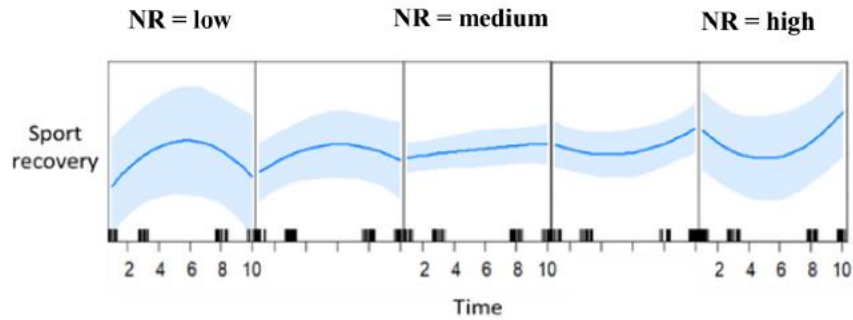
**a. Time\*nonreactivity (NR) on the daily recovery**

$$\beta = .02, P < .05$$



**b. Time\*nonreactivity (NR) on the sport-specific recovery**

$$\beta = .03, P < .05$$



**c. Time\*observation (O) on the daily stress**

$$\beta = .03, P < .01$$

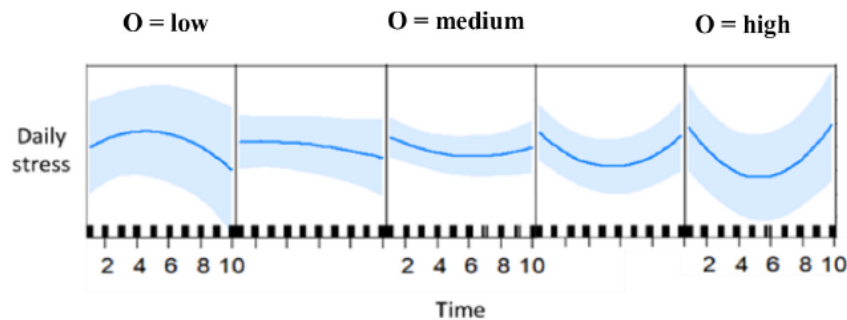


Figure 2. The different trajectories of stress-recovery states significantly explained by mindfulness dispositions.

teenage athletes with mindfulness facets that may not be robust and in a sprint sport. Further studies are needed to know if our results can be generalized to adults and other sport contexts. Finally, it should be indicated that our study has a limitation in terms of gender representation, with a sample composed of 19 males and only five females. We did not have any hypothesis regarding gender differences and, given the new association of variables, we prioritized achieving the necessary

statistical power to launch our analyses by mobilizing as many athletes as we had available in the field. Future studies, with larger sample sizes and a balance of genders, could further explore these potential effects of gender.

#### 4. Conclusion

Despite some limitations, the study presents important strengths that must be highlighted. First, it shows new evidence of the effects of mindfulness on the evolution of recovery-stress states over time. Second, it brings original results for understanding the respective roles of mindfulness dispositions, sport-specific skills, and states in the stress-recovery balance. Indeed, mindfulness dispositions had an effect on daily stress and sport-specific recovery, whereas mindfulness states had an effect on the daily, total, general and sport-specific recovery, and mindfulness skills had no effect on the recovery-stress states. Finally, the study allows us to identify the mindfulness dimensions having an effect on different indicators of the stress-recovery balance phenomenon. All these results appear in a strong ecological context made possible by the real-life setting. These findings provide novel insights into the mechanisms of mindfulness in sport, highlighting how athletes cope after exercise, from which practitioners and coaches could derive great value for promoting the stress-recovery balance of athletes.

To go beyond our observational study, it would also be interesting to turn towards interventional studies to examine the effect of a mindfulness program on the recovery-stress states, as we are beginning to see in the literature. It would be appropriate to use the present findings as a basis for designing a specific mindfulness program aimed at achieving the stress-recovery balance. Indeed, for mindfulness to be an effective psychological strategy in ensuring this balance, it would be necessary to focus on its operating mechanisms. In other words, it would be important to study the athlete's ability to become aware of his or her stress levels, while adopting an attitude of nonreactivity to refocus more easily on the elements that are important for recovery and thus adapt to any type of training or competition load. An appropriate mindfulness program would help athletes or other actors in the sport context to better self-regulate their recovery-stress states and consequently increase their daily performance through enhanced well-being.

#### CRedit authorship contribution statement

**Nadia Sondt:** Writing – original draft, Visualization, Validation, Software, Resources, Project administration, Methodology, Investigation, Funding acquisition, Formal analysis, Data curation, Conceptualization. **Marjorie Bernier:** Writing – original draft, Visualization, Supervision, Project administration, Methodology, Conceptualization. **Gilles Kermarrec:** Writing – review & editing, Validation, Resources, Conceptualization. **Philippe Vacher:** Writing – original draft, Validation, Supervision, Project administration, Methodology, Investigation, Formal analysis, Data curation, Conceptualization.

#### Declaration of competing interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

#### Data availability

The data that has been used is confidential.

#### Acknowledgments

The authors are especially grateful to the participating athletes and coaches for their assistance and cooperation. We also want to thank *Sport Bretagne* for their support.

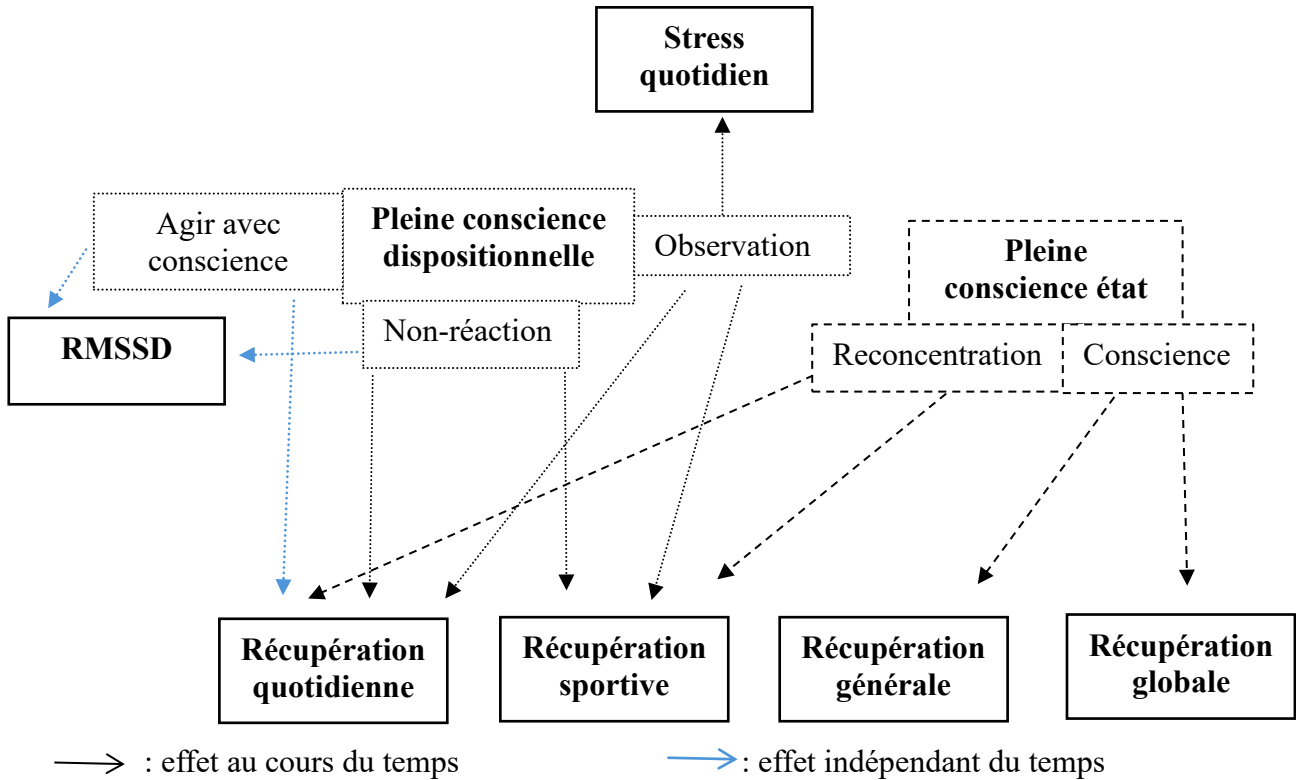
#### References

- Baer, R. A., Smith, G. T., Hopkins, J., Krietemeyer, J., & Toney, L. (2006). Using self-report assessment methods to explore facets of mindfulness. *Assessment, 13*(1), 27–45. <https://doi.org/10.1177/1073191105283504>
- Baevsky, R.M., & Chernikova, A. G. (2017). Heart rate variability analysis: Physiological foundations and main methods. *Cardiometry, 10*, 66–76. <https://doi.org/10.12710/cardiometry.2017.10.6676>
- Balk, Y. A., & Englert, C. (2020). Recovery self-regulation in sport: Theory, research, and practice. *International Journal of Sports Science & Coaching, 15*(2), 273–281. <https://doi.org/10.1177/1747954119897528>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software, 67*(1). <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Blevins, P., Moyle, G., Erskine, S., & Hopper, L. (2021). Mindfulness, recovery-stress balance, and well-being among university dance students. *Research in dance education* (pp. 1–14). <https://doi.org/10.1080/14647893.2021.1980528>
- Bondár, R. Z., Robazza, C., di Fronso, S., & Bertollo, M. (2022). Personality traits and psychobiosocial states among athletes: The mediating role of dispositional mindfulness. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*. <https://doi.org/10.1037/spy0000300>
- Breniaux, R., Sondt, N., Fournier, J., Levillain, G., Vacher, P., & Bernier, M. (2023). Validation interne et analyse du fonctionnement différentiel des items du Mindfulness Inventory for Sport version française. In *Conférence. 20th ACAPS international congress. Reims, France*.
- Brown, K. W., & Ryan, R. M. (2003). The benefits of being present: Mindfulness and its role in psychological well-being. *Journal of Personality and Social Psychology, 84*(4), 822–848. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.84.4.822>
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology, 5*. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00073>
- Cao, S., Geok, S. K., Roslan, S., Qian, S., Sun, H., Lam, S. K., & Liu, J. (2022). Mindfulness-based interventions for the recovery of mental fatigue: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(13), 7825. <https://doi.org/10.3390/ijerph19137825>
- Coimbra, D. R., Bevilacqua, G. G., Pereira, F. S., & Andrade, A. (2021). Effect of mindfulness training on fatigue and recovery in elite volleyball athletes: A randomized controlled follow-up study. *Journal of Sports Science and Medicine, 1–8*. <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.1>
- Doron, J., & Gaudreau, P. (2014). A point-by-point analysis of performance in a fencing match: Psychological processes associated with winning and losing streaks. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 36*(1), 3–13. <https://doi.org/10.1123/jsep.2013-0043>
- Doron, J., & Martinet, G. (2016). Trajectories of psychological states of women elite fencers during the final stages of international matches. *Journal of Sports Sciences, 34* (9), 836–842. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1075056>
- Doron, J., & Martinet, G. (2017). Appraisal, coping, emotion, and performance during elite fencing matches: A random coefficient regression model approach. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 27*(9), 1015–1025. <https://doi.org/10.1111/sms.12711>
- Doyle, B., Browne, D., & Horan, D. (2022). Quantification of internal and external training load during a training camp in senior international female footballers. *Science and Medicine in Football, 6*(1), 7–14. <https://doi.org/10.1080/24733938.2021.1886320>
- Farb, N., Anderson, A. K., Irving, J. A., & Segal, Z. V. (2014). Mindfulness Interventions and emotion regulation. In *Handbook of emotion regulation* (pp. 548–567). The Guilford Press.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Dolohal, P., & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 15*(1), 109–115. <https://doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019>
- Gana, K., Boudouda, N. E., Ben Youssef, S., Calcagni, N., & Broc, G. (2021). Adaptation transculturelle de tests et échelles de mesure psychologiques: Guide pratique basé sur les Recommandations de la Commission Internationale des Tests et les Standards de pratique du testing de l'APA. *Pratiques Psychologiques, 27*(3), 223–240. <https://doi.org/10.1016/j.prps.2021.02.001>
- Green, P., & MacLeod, C. J. (2016). Simr: An R package for power analysis of generalized linear mixed models by simulation. *Methods in Ecology and Evolution, 7*(4), 493–498. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12504>
- Gustafsson, H., Skoog, T., Davis, P., Kenttä, G., & Haberl, P. (2015). Mindfulness and its relationship with perceived stress, affect, and burnout in elite junior athletes. *Journal of Clinical Sport Psychology, 9*(3), 263–281. <https://doi.org/10.1123/jcsp.2014-0051>
- Haddad, M., Chaouachi, A., Castagna, C., Hue, O., Wong, D. P., Tabben, M., Behm, D. G., & Chamari, K. (2013). Validity and psychometric evaluation of the French version of RPE scale in young fit males when monitoring training loads. *Science & Sports, 28*(2), e29–e35. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2012.07.008>
- Heeren, A., Douilliez, C., Peschard, V., Debrauwere, L., & Philippot, P. (2011). Cross-cultural validity of the five facets mindfulness questionnaire: Adaptation and validation in a French-speaking sample. *European Review of Applied Psychology, 61* (3), 147–151. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2011.02.001>
- Holguín-Ramírez, J., Ramos-Jiménez, A., Quezada-Chacón, J. T., Cervantes-Borunda, M. S., & Hernández-Torres, R. P. (2020). Effect of mindfulness on the stress–recovery balance in professional soccer players during the competitive season. *Sustainability, 12*(17), 7091. <https://doi.org/10.3390/su12177091>
- Josefson, T., Ivarsson, A., Lindwall, M., Gustafsson, H., Stenling, A., Böröy, J., Mattsson, E., Camebratt, J., Sevholt, S., & Falkevik, E. (2017). Mindfulness mechanisms in sports: Mediating effects of rumination and emotion regulation on

- sport-specific coping. *Mindfulness*, 8(5), 1354–1363. <https://doi.org/10.1007/s12671-017-0711-4>
- Kabat-Zinn, J. (2003). Mindfulness-based interventions in context: Past, present, and future. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 10(2), 144–156. <https://doi.org/10.1093/clipsy.bpg016>
- Kallus, K. W., & Kellmann, M. (2016). *The recovery-stress questionnaires: User manual*. Frankfurt: Pearson.
- Kellmann, M. (2010). Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 95–102.
- Kellmann, M., & Beckmann, J. (Eds.). (2018). *Sport, recovery and performance: Interdisciplinary insights*. Routledge.
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240–245. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0759>
- Kellmann, M., & Kallus, K. W. (2001). *Recovery-stress questionnaire for athletes. User manual*. Human Kinetics.
- Kellmann, M., & Kölling, S. (2019). *Recovery and stress in sport: A manual for testing and assessment*. Routledge: Taylor and Francis Group.
- Kölling, S., Schaffran, P., Bibbey, A., Drew, M., Raysmith, B., Nässi, A., & Kellmann, M. (2020). Validation of the acute recovery and stress scale (ARSS) and the short recovery and stress scale (SRSS) in three English-speaking regions. *Journal of Sports Sciences*, 38(2), 130–139. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1684790>
- Loch, F., Ferrauti, A., Meyer, T., Pfeiffer, M., & Kellmann, M. (2019). Resting the mind – a novel topic with scarce insights. Considering potential mental recovery strategies for short rest periods in sports. *Performance Enhancement & Health*, 6(3–4), 148–155. <https://doi.org/10.1016/j.peh.2019.04.002>
- Malik, M., Bigger, T. J., Camm, J. A., Kleiger, R. E., Malliani, A., Moss, A. J., & Schwartz, P. J. (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European society of Cardiology and the North American society of pacing and Electrophysiology. *Circulation*, 93(5), 1043–1065.
- Marquet, L.-A., Hausswirth, C., Hays, A., Vettoretti, F., & Brisswalter, J. (2015). Comparison of between-training-sessions recovery strategies for world-class BMX pilots. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(2), 219–223. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0152>
- Martinent, G., Decret, J.-C., Guillet-Descas, E., & Isoard-Gautheur, S. (2014). A reciprocal effects model of the temporal ordering of motivation and burnout among youth table tennis players in intensive training settings. *Journal of Sports Sciences*, 32(17), 1648–1658. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.912757>
- Mateo, M., Blasco-Lafarga, C., Martínez-Navarro, I., Guzman, J. F., & Zabala, M. (2012). Heart rate variability and pre-competitive anxiety in BMX discipline. *European Journal of Applied Physiology*, 12.
- Nicolas, M., Vacher, P., Martinent, G., & Mourot, L. (2019). Monitoring stress and recovery states: Structural and external stages of the short version of the RESTQ sport in elite swimmers before championships. *Journal of Sport and Health Science*, 8(1), 77–88. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.03.007>
- Nijjar, P. S., Puppala, V. K., Dickinson, O., Duval, S., Duprez, D., Kreitzer, M. J., & Benditt, D. G. (2014). Modulation of the autonomic nervous system assessed through heart rate variability by a mindfulness based stress reduction program. *International journal of cardiology*, 177(2), 557–559.
- Ooishi, Y., Fujino, M., Inoue, V., Nomura, M., & Kitagawa, N. (2021). Differential effects of focused attention and open monitoring meditation on autonomic cardiac modulation and cortisol secretion. *Frontiers in Physiology*, 12, Article 675899. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.675899>
- Pawsey, F., Wong, J. H. K., Kenttä, G., & Näswall, K. (2021). Daily mindfulness is associated with recovery processes among coaches—a 4-week diary study. *International Sport Coaching Journal*, 8(3), 371–381. <https://doi.org/10.1123/iscj.2020-0045>
- Pété, E., Goisbault, M., Martinent, G., & Doron, J. (2023). The winding road to the Tokyo olympics: A dynamic approach to the relationships between stress appraisal, coping, performance, and burnout among an artistic swimming team. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*. <https://doi.org/10.1037/spy0000323>
- Pété, E., Leprince, C., Lienhart, N., & Doron, J. (2022). Dealing with the impact of the COVID-19 outbreak: Are some athletes' coping profiles more adaptive than others? *European Journal of Sport Science*, 22(2), 237–247. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1873422>
- Ptacek, J. T., Smith, R. E., Espe, K., & Raffety, B. (1994). Limited correspondence between daily coping reports and retrospective coping recall. *Psychological Assessment*, 6(1), 41–49. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.6.1.41>
- Saw, A. E., Main, L. C., & Gastin, P. B. (2016). Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 50(5), 281–291.
- Singer, J. D., & Willett, J. B. (2003). *Applied longitudinal data analysis: Modeling change and event occurrence*. Oxford University Press.
- Thienot, E., Jackson, B., Dimmock, J., Grove, J. R., Bernier, M., & Fournier, J. F. (2014). Development and preliminary validation of the mindfulness inventory for sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(1), 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.10.003>
- Vacher, P., Martinent, G., Mourot, L., & Nicolas, M. (2018). Elite swimmers' internal markers trajectories in ecological training conditions. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(8), 1866–1877. <https://doi.org/10.1111/sms.13200>
- Vacher, P., Nicolas, M., Martinent, G., & Mourot, L. (2017). Changes of swimmers' emotional states during the preparation of national championship: Do recovery-stress states matter? *Frontiers in Psychology*, 8, 1043. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01043>
- Winsley, R., & Matos, N. (2011). Overtraining and elite young athletes. In N. Armstrong, & A. M. McManus (Eds.), *Medicine and sport science*, 56 pp. 97–105). S. Karger AG. <https://doi.org/10.1159/000320636>.

### 3 Résumé des résultats et de la discussion de l'étude

Les résultats de l'étude sont résumés dans la figure ci-dessous.



**Figure 5 :** Résumé du rôle de la pleine conscience dispositionnelle et état sur les états de stress et de récupération en cycle d'entraînement.

Cette étude amène de nouvelles preuves empiriques concernant l'effet de la PC sur l'évolution des états de stress et de récupération au cours du temps. Plus précisément, elle apporte des résultats originaux sur la compréhension du rôle respectif de la PC dispositionnelle et de la PC-état sur l'ESR notamment grâce à l'utilisation d'un outil de mesure de la PC-état. Enfin, l'étude permet également d'identifier les dimensions spécifiques de la PC impliquées dans le phénomène d'ESR.

L'apport essentiel de cette étude en lien direct avec la problématique de la thèse réside en son éclairage nouveau d'une part concernant le rôle de la PC dans la régulation des états de

stress et de récupération, d'autre part sur le rôle de la PC sur la composante proactive de la récupération des jeunes athlètes en CEI. Ces résultats mettent en lumière des enjeux importants pour la préservation du bien-être et de la santé des jeunes athlètes en CEI ainsi que pour l'atteinte d'une performance optimale.

Cependant, cette étude se focalisait uniquement sur une période d'entraînement précompétitive. Il était essentiel de pouvoir explorer les effets et les mécanismes de la PC sur les états de stress et de récupération dans un contexte compétitif. De plus, les résultats de cette étude n'ont démontré aucun effet des habiletés de PC spécifiques au sport. Elles pourraient avoir davantage d'impact sur les états de stress et de récupération, et leurs évolutions, au cours d'une compétition. Ainsi, notre prochaine étude a pour ambition de combler les manques de cette première étude en se focalisant sur le rôle des habiletés de PC spécifiques au sport durant une compétition réelle de BMX auprès de jeunes athlètes en CEI.

**Chapitre 3 : Examiner le rôle de la pleine conscience sur les états de stress et de récupération et la performance subjective en contexte réel de compétition auprès de jeunes athlètes de BMX**

---

## **1 Résumé des objectifs et de la méthode de l'étude**

**Article :** Mindfulness, recovery-stress states, and subjective performance during a BMX competition

**Revue :** European Journal of Sport Science

**Soumis le :** 21 août 2024

**Statut :** en cours d'expertise

Les objectifs de cette étude étaient d'examiner : (1) les différences entre deux groupes ayant des niveaux d'habiletés en PC spécifiques au sport élevés vs bas sur les états de stress et de récupération, ainsi que sur la modulation du SNP avant une compétition, (2) les évolutions des états de stress et de récupération, ainsi que du SNP, avant et après la compétition entre ces différents groupes, (3) le rôle de la PC-état sur la perception de l'effort (qui est une mesure de perception de charge interne) durant la compétition, (4) les effets de la PC-état sur la performance subjective durant la compétition. Dix-huit jeunes pilotes de BMX en pôle espoir ont participé à l'étude. Ils ont d'abord complété le MIS (Thienot et al., 2014) deux semaines avant la compétition pour évaluer leurs habiletés en PC spécifiques au sport. Nous les avons ainsi divisés en deux groupes de niveaux en les séparant à la médiane pour chaque dimension du MIS. Avant et après la compétition, les états de stress et de récupération ont été mesurés par le SRSS (Kellmann et Kölling, 2019) ainsi que par la VFC (RMSSD). Après chaque course durant la compétition, les pilotes évaluaient leur état de PC, leur perception de l'effort et leur performance subjective (**Annexe 6**). Ce protocole de recherche a été validé par le CERNI de l'Alliance Universitaire de Bretagne (**Annexe 5**). La distribution normale des données n'étant pas atteinte, nous avons utilisé les tests de Mann-Whitney U pour comparer les scores des deux groupes avant la compétition. Un calcul de variation absolue a été réalisé entre les scores pré et

post compétition (variation absolue = valeur post – valeur pré) pour chaque groupe. Ceci a permis de procéder, avec le test de Wilcoxon, à une comparaison des variations absolues des états de stress et de récupération entre les groupes. Enfin, pour analyser les mesures répétées de la PC-état, de la perception de l'effort et de la performance durant la compétition, des corrélations à mesures répétées ont été réalisées en recourant au R package « rmcrr » en utilisant le bootstrapping non paramétrique.

## **2 Manuscrit**

### **Abstract**

The aim of the study was to explore the role of mindfulness in recovery-stress states and its link with perceived effort and subjective performance during a real-life competition. Eighteen young BMX riders completed the Mindfulness Inventory for Sport (MIS) several weeks before the competition to assess their mindfulness sport skills. Recovery-stress states according to the Short Recovery and Stress Scale (SRSS) and heart rate variability (RMSSD) were measured before and after the competition. Mindfulness states, perceived effort, and subjective performance were rated after each race of the competition. Prior to the competition, results showed a significant difference between groups with a high vs. low non-judgmental skill for the short recovery scale,  $p < 0.05$  and the overall recovery  $p < 0.05$ . Absolute change calculation (new value – reference value) between pre- and post-competition periods revealed a significant difference between groups with a high vs. low refocusing skill for the overall stress state,  $p < 0.05$ , and a significant difference between groups with a high vs. low awareness skill for the short recovery scale,  $p < 0.05$ . No significant difference was observed for RMSSD. The awareness state positively correlated with subjective performance ( $r_{rm} = 0.23$ ,  $p < 0.05$ ), although no correlation was found between mindfulness states and perceived effort. The three

dimensions of mindfulness skills and states play a critical role in recovery-stress states before, during, and after a competition weekend. The study highlights mindfulness as a potential psychological recovery strategy, thus offering practical and research implications for sport.

### **Introduction**

A Supercross BMX competition load includes consecutive 40-45-second sprint races over 350m of irregular ground, with turns and jumps and no more than 30 minutes of recovery time between races (Marquet et al., 2015). Riders complete three qualifying races, followed by quarter finals, semi-finals, and then finals. There are up to eight riders in each race, and the winner and runner-up go on to compete in the final (Mateo-March et al., 2012). Qualifying rounds also determine the riders' positions at the starting gate, from the favorable inside lane 1 to the less favorable outside lane 8. The position at the starting gate induces various psychological states (Di Rienzo et al., 2018), with each rider consequently experiencing the race in a different way. In a multi-stage cycling competition, Filho et al. (2015) have demonstrated that subjective performance is dynamically influenced by recovery and stress factors. An athlete's performance during a competition is indeed largely dependent upon the balance between stress and recovery states (Kellmann, 2010).

Maintaining the stress-recovery balance is a crucial challenge for both coaches and athletes, as they strive for the perfect ratio between the stress induced by the training load and the athletes' ability to achieve well-being and optimal performance during a competition (Nicolas et al., 2019). According to Kallus and Kellmann (2016), stress is defined as an individual's reaction, a global process, and a load or demand that mostly results from external factors. In the case of adolescent elite athletes in training centers, they are exposed to a variety of stress inducers, including the demands of training, competition, social requirements and

schoolwork (Martinent et al., 2014). To sustain performance abilities, recovery is an inter- and intrapersonal process which, over time, implies social, psychological, and physiological aspects (Kellmann, 2010). The balance between stress and recovery states is based on the biopsychosocial perspective of biological, psychological and social parameters, whose interactions evolve over time (Vacher et al., 2017). These recovery-stress states must therefore be carefully managed and monitored in the field of sports practice. Studies have indeed highlighted and validated the importance of monitoring recovery-stress states during the preparation cycle (training) (Nicolas et al., 2019; Vacher et al., 2017, 2018), in order to avoid any harmful effects. However, few studies have specifically focused on the impact of the competition period on these states (Di Fronso et al., 2013; Filho et al., 2015; Ishida et al., 2021; Russell et al., 2021). Yet, monitoring competition impact provides important information which enables coaches and athletes to adapt the training program or, in the case of adolescent athletes, their exposure to other stressors (school, schoolwork, and social requirements). Furthermore, conducting such monitoring in an ecological situation such as a competition involves using simple and specific tools with a low cost for athletes, so as not to disturb them (Horvath & Birrer, 2021). Intended to capture acute (daily and weekly) changes in perceived recovery-stress states, the Short Recovery Stress Scale (SRSS) was recently developed by Kellmann and Kölling (2019). Designed according to the biopsychosocial perspective, the scale is composed of eight items measuring athletes' emotional, mental, and overall recovery-stress states, and can be completed in less than one minute. Since the creation of the SRSS, only two studies, to our knowledge, have used it to monitor stress-recovery states, the first after a competitive match and the second following a 3-day tournament. Athletes reported an increase in perceptual stress and a lack of recovery (Ishida et al., 2021; Russell et al., 2021). With the aim of deepening our

understanding of competition effect on recovery-stress states, Filho et al. (2015) have suggested including perceived exertion and physiological measures.

It is true that monitoring athletes' recovery-stress states requires complementary subjective and physiological measurements (Saw et al., 2016). Assessing the autonomic nervous system (ANS) provides precious information for adapting training and recovery (Di Credico et al., 2024). Heart Rate Variability (HRV), which measures ANS activity, is the most sensitive non-invasive physiological indicator of the stress-recovery balance (Buchheit, 2014). Higher HRV values show that the ANS has positively adapted to exercise, while lower values are an indicator of ANS inefficiency and overtraining (Mourot et al., 2004). Studies have moreover highlighted the fact that HRV is associated with stress-recovery in the field of BMX racing (Mateo et al., 2012; Sondt et al., 2024), as well as being a relevant index during competition periods (Di Credico et al., 2024). One reliable indicator of autonomic functioning is the root mean square of successive differences (RMSSD) between normal heartbeats, which is frequently used to monitor athlete's recovery (Plews et al., 2017). RMSSD indices can be used to assess reactivation of the parasympathetic nervous system (PNS) and then, post competition, to provide information regarding the restoration of global homeostasis mediated, more particularly, by baroreflex stimulation (Stanley et al., 2013). During a high intensity exercise, heart-rate measurements are related to the score of perceived exertion (Foster et al., 2001). As suggested by Pageaux (2016), the perception of effort or of exertion are synonymous, since findings have demonstrated the inability of cyclists to dissociate perception of effort from that of exertion during time trials (Jones et al., 2015). Perception of effort is defined as "the conscious sensation of how hard, heavy, and strenuous a physical task is" (Marcora, 2010). Specifically, the most common tool for monitoring this perception is the Borg CR-10 psychophysical scale (Borg, 1998), which has been shown to be sensitive to the psychological

and physiological manipulations of perceived exertion (Pageaux et al., 2016). Moreover, rating perceived exertion is a simple and valid measure of an athlete's internal load (the relative physiological and psychological stress undergone by athletes during competition or training) (Halson, 2014; Doyle et al., 2022).

To counterbalance the registered stress state (e.g., on account of a high training or competition load), athletes need to adopt adequate recovery strategies in order to sustain and regenerate their performance abilities. For preserving and/or regenerating resources during competitions, athletes can implement regeneration strategies (for the physiological part of recovery) on the one hand, and psychological ones on the other (Kellmann et al., 2018; Kellmann & Beckmann, 2018). Kellmann (2010) has, moreover, suggested combining physiological and psychological interventions to optimize recovery. While regeneration techniques are well known and well developed in sports science, knowledge regarding the effects of psychological recovery is very limited (Loch et al., 2019), even less so in a competition context. Recent findings have, however, seen psychological recovery emerge as a key component in regulating an athlete's recovery-stress states during training. More specifically, mindfulness may be considered a promising and effective psychological recovery strategy in the context of training (Sondt et al., 2024), since it can also attenuate post competition fatigue (Coimbra et al., 2021). It therefore seems relevant to investigate its role in competition recovery-stress states.

Mindfulness is defined as “the awareness that emerges through paying attention on purpose, in the present moment, and nonjudgmentally to the unfolding of experience moment by moment” (Kabat-Zinn, 2003, p. 145). It can be considered in three distinct ways: (1) as a disposition trait that differs according to the individual (e.g., differences between athletes) (2) as a state that varies depending on the day, the moment or situation (e.g., between races) and

the individual (e.g., fluctuations in athletes' performance), and (3) as a skill-context dependent (e.g., in the sporting context) (Birrer et al., 2023; Warren et al., 2023). Thienot et al. (2014) proposed three mindfulness-related skills in the sporting context: an *awareness* of the inner experience in the present moment, a *non-judgmental* attitude towards this inner experience, and a *refocusing* on the task-relevant stimuli. Athletes who are aware of their inner experiences can respond adaptively rather than automatically and do so without judgment. Interventional studies based on sport-specific mindfulness skills have demonstrated improved subjective performance (Doron et al., 2020; Josefsson et al., 2019). Observational studies have shown that a daily mindfulness state is associated with improved recovery, since it can enhance sleep quality and reduce rumination (Pawsey et al., 2021). Additionally, a disposition towards mindfulness is linked with better sports recovery and lower general stress levels, resulting in enhanced self-reported performance (Blevins et al., 2021; Röthlin et al., 2016). Awareness of internal and external sensations (*observation*) has been found to align with the internal training load trajectory during the pre-competitive cycle in BMX racing (Sondt et al., 2024). Moreover, previous studies have shown an increase in RMSSD with mindfulness disposition (*nonreactivity* to internal sensations) (Sondt et al., 2024) and following a mindfulness program (consisting of focused-attention) (Ooishi et al., 2021). In the context of a BMX competition, mindfulness should be considered a sport-specific skill on account of the performance context (Thienot et al., 2014), and a state which varies in each race because of the different psychological states depending on the starting position and other contextual factors (Di Rienzo et al., 2018).

To the best of our knowledge, only one research study has examined the impact of mindfulness-related sport-specific skills and the effects on the recovery-stress states in the field of BMX. Sondt et al. (2024) demonstrated that athletes who reported a more effective

*refocusing* state every day benefited from greater daily recovery and sport-specific recovery over the ten days of a pre-competitive cycle. However, the study did not show any effect related to sport-specific mindfulness skills on the recovery-stress states in a pre-competitive cycle and did not focus on the effect of mindfulness on the competition context. Aware of the competition impact on recovery-stress states and the benefit of preserving young athletes' resources, the preliminary results regarding mindfulness as a promising psychological recovery would seem to point to the need to deepen understanding of its role in stress-recovery states during a real-time competition. Moreover, the mindfulness state during a real-time competition remains unexplored, and its relationship with subjective performance and competition-related stress is still unknown.

The objectives of this study were to: (1) explore the differences in pre-competition recovery-stress states (SRSS) and PNS modulation (RMSSD) within sport-specific mindfulness skill groups (low vs. high); (2) examine the evolution of recovery stress states and PNS from pre- to post-competition within sport-specific mindfulness skill groups (low vs. high); (3) study the link between mindfulness states and athletes' stress (perceived exertion) throughout the competition; and (4) examine the connection between mindfulness states and subjective performance throughout the competition. It is expected that the group with a high *refocusing* score will experience an enhanced pre-competition recovery state. Strong sport-specific mindfulness skills should lead to higher post-competition recovery and lower stress states. Considering the perception of exertion as an important internal load measurement, in response to stress stimuli, it is hypothesized that states of *awareness* mindfulness will have a negative link with perceived exertion during a competition. Finally, it is expected that mindfulness states will be positively correlated with an athlete's subjective performance during a competition. No

pre-study hypothesis could be formulated concerning the different roles of the remaining dimensions of sport-specific mindfulness skills and states; they were explored in the study.

## **Method**

### **Participants**

18 young BMX racers (15 males, three females; Mage =14.88 years; SD=1.57 years; years of practice =  $8.59 \pm 2.49$ ; years of competition =  $7.37 \pm 2.55$ ) from a training center voluntarily took part in the study.

The young riders received a verbal explanation of the study and their parents a written one. All parents signed a consent form, and ethical approval for this study was obtained.

### **Study design**

The 18 young BMX riders were monitored before, during and after a national indoor competition weekend. The competition load included a maximum of four 40-45-second sprint races on the first day and a maximum of eight races on the second, with the top four of three qualification races going on to the next round. This continued until the final with no more than 30 minutes' recovery time between races. 12 BMX riders competed on the first day, and all the 18 riders on the second, in line with the competition categories. First, athletes completed the Mindfulness Inventory for Sport (MIS; Thienot et al., 2014) two weeks prior to the competition, in order to assess their mindfulness skills in a sporting context. Second, the Short Recovery and Stress Scale (SRSS; Kellmann & Kölling, 2019) was used upon waking on both the first morning of the competition (Pre) and the following morning (Post) to monitor stress-recovery states. HRV (RMSSD indices) was used to assess parasympathetic reactivation and report on global homeostasis restoration 24-48 hours after the competition (Stanley et al., 2013). Finally, participants also rated their mindfulness states, perceived exertion (RPE), and subjective

performance after every race during the competition weekend, since each race may be experienced differently. It is important to note that none of the riders trained the day before the competition.

## **Measurements**

### ***Sport-specific mindfulness skills***

The MIS (Thienot et al., 2014) measures mindfulness skills in the sport-specific context according to *awareness*, *non-judgmental* attitude and *refocusing*. The items are rated using a 6-point Likert scale from 1 (*not at all*) to 6 (*very much*). A 16-item French validation of the MIS (Breniaux et al., 2023; Sondt et al., 2024) was used in this study. Cronbach's alphas ranged from 0.68 to 0.89.

### ***Monitoring of recovery-stress states***

Recovery-stress states were monitored using a French translation (Sondt et al., 2024) of the Short Recovery Stress Scale (SRSS; Kellmann & Kölling, 2019). This eight-item tool monitors emotional, mental, physical, and overall levels to assess an athlete's multidimensional recovery-stress states using a 7-point Likert scale from 0 (*does not apply at all*) to 6 (*fully applies*). We used each item and the dimension score (Short Stress Scale and Short Recovery Scale) in the analyses. The Cronbach's alphas were 0.77 for the short recovery scale and 0.78 for the short stress scale.

### ***Heart rate recovery and heart rate variability***

The beat-by-beat HR time series data were analyzed using time domains. We considered the root mean square of differences between successive RR intervals (RMSSD). This is one of the most appropriate HRV indices for athlete monitoring and reflects parasympathetic

modulation (Buchheit, 2014). It is also an index of PNS activity within autonomic regulation: the higher the RMSSD value, the more active the parasympathetic regulation (Baevsky & Chernikova, 2017). RMSSD is considered more reliable than other temporal HRV measurement indices of short-term variation in HRV (Malik et al., 1996). For this purpose, riders carried out a five-minute submaximal running exercise at nine km.h<sup>-1</sup>, followed by five minutes of passive recovery (5'- 5'; Buchheit, 2014; Nicolas et al., 2019; Sondt et al., 2024; Vacher et al., 2018), on site the afternoon prior to the competition and in a gymnasium the next day, when they finished school. A Polar H10 was used to measure the beat-by-beat HR. RMSSD data were collected when athletes were at rest (Buchheit, 2014), and only the last two minutes of the 5-minute recovery phase were considered (Buchheit, 2014; Sondt et al., 2024; Vacher et al., 2018) using Kubios HRV (version 3.5.0).

### ***Mindfulness states***

A single-item definitional approach (Doron & Martinent, 2017; Ptacek et al., 1994) was used to measure the states of mindfulness. Previous studies have shown the value of this method in a sporting context (Doron & Martinent, 2016; Pété et al., 2023; Sondt et al., 2024), when participants find it difficult to repeatedly complete more conventional multi-item scales (Ptacek et al., 1994). The three items were those used in the study of Sondt et al. (2024), based on the three dimensions of mindfulness (*awareness*, *non-judgmental* and *refocusing*) as defined by Thienot et al. (2014). All of the three items were introduced by “During the race”. Athletes had to rate these three single items via the 100-mm visual analogue scale (VAS) (ranging from 0 to 100). The intraclass correlation coefficient (ICC) revealed that the variance in *awareness* (ICC= 0.63), in *non-judgmental* (ICC= 0.49), and in *refocusing* (ICC =0.55) was attributable to between-person differences, and that the remaining variance (37% for *awareness*, 51% for *non-judgmental*, 45% for *refocusing*) was attributable to intra-individual differences.

### ***Subjective internal competition load***

The assessment of perceived effort was used to quantify the subjective perception of the internal competition load. After each race, participants reported their Rating of Perceived Exertion (RPE) using a French version of the Borg CR-10 psychophysical scale for young athletes (Haddad et al., 2013). Special attention was paid to the instructions given to the athletes to ensure they understood the definition of effort as “the conscious sensation of how hard, heavy and strenuous a physical task is” (Marcora, 2010), recommended by Pageaux (2016).

### ***Subjective performance***

Subjective performance was assessed using: “I evaluate my performance during the race as ...”. Athletes used a 10-point scale ranging from 0 (*really bad*) to 10 (*really good*). Similar scales have been used in other studies to assess self-reported athletic performance (Filho et al., 2015; Josefsson et al., 2019). Moreover, self-reported performance has been shown to better represent athletes’ own experience of their performance (Chelladurai, 2007), with final rankings in cycling sport competitions being negatively correlated with subjective performance (Filho et al., 2015).

### **Data analysis**

The Shapiro-Wilk test rejected the normality assumption, which led to the use of non-parametric analyses. First, the Wilcoxon test for pairwise comparisons was used to compare the pre- and post-competition results of the whole group regarding recovery-stress states. The participants were then divided, using post-hoc median split, into low and high groups for each dimension of mindfulness. The Mann-Whitney U test was used to compare the pre- and post-competition recovery-stress state scores for both groups. Absolute change calculation (new value – reference value) was likewise computed between the pre- and post-competition periods

for each group. The latter's pre- to post-competition evolution of stress-recovery states was analyzed using the Wilcoxon test for pairwise comparisons. To interpret the changes in measures, we considered the value of  $p < .05$ . Finally, to analyze the repeated measures taken during the competition, correlations were calculated using the R package "rmcorr" with non-parametric bootstrapping (Bakdash & Marusich, 2017).

## **Results**

### **Difference between pre- and post-competition recovery-stress states**

Results showed a significant difference between the pre- and post-competition scores for the short stress scale,  $p < 0.001$ , muscular stress,  $p < 0.01$ , negative emotion state,  $p < 0.05$  and overall stress,  $p < 0.01$ . It was shown that the pilots increased their stress state score regarding these dimensions after the competition. No significant difference was observed for lack of activation. Concerning recovery states, the results revealed a significant difference between the pre- and post-competition scores for the short recovery scale,  $p < 0.01$ , physical performance ability,  $p < 0.05$ , mental performance ability,  $p < 0.05$ , and overall recovery,  $p < 0.05$ . Athletes showed lower recovery scores in relation to these aspects. No significant difference was observed for emotional balance. Regarding RMSSD, results showed a significant difference between pre- and post-competition scores,  $p < 0.01$ ; the RMSSD index increased after the competition (Table 1).

**Table 1**

Stress-recovery states scores and RMSSD before and after the competition

	Pre competition M(SD)	Post competition M(SD)
<b>Short Stress scale</b>	0.83 (0.92)	2.17 ***(1.16)
Muscular stress	1.39 (1.65)	3.00 **(1.53)
Lack of activation	0.50 (0.98)	1.39 (1.58)
Negative emotional state	0.50 (0.78)	1.39* (1.69)
Overall stress	0.90 (1.51)	2.89 **(1.53)
<b>Short Recovery scale</b>	5.31 (0.53)	4.44 **(0.98)
Physical performance capability	5.28 (0.75)	4.49 *(1.15)
Mental performance capability	5.42 (0.6)	4.70* (0.95)
Emotional balance	5.50 (0.84)	4.86 (1.23)
Overall recovery	5.22 (1.11)	3.72* (1.6)
<b>RMSSD</b>	23.8 (20.2)	46.1** (34.9)

### Differences in the pre-competition recovery-stress states of the mindfulness groups

Pre-competition results showed a significant difference between the groups with a high vs. low non-judgment skill for the short recovery scale,  $p < 0.05$  and the overall recovery  $p < 0.05$ , revealing a higher score for the group with a high *non-judgment* skill than for the group with a low one (Table 2). No significant difference was observed between the groups for the RMSSD.

**Table 2**  
Differences of recovery-stress states before the competition between mindfulness groups

	High awareness M (SD)	Low awareness M (SD)	High Non-judgmental M (SD)	Low Non-judgmental M (SD)	High refocusing M (SD)	Low refocusing M (SD)
<b>Short Stress scale</b>	0.63 (0.61)	1.02 (1.16)	0.52 (0.57)	1.13 (1.13)	0.80 (0.62)	0.86 (1.2)
Muscular stress	1.22 (1.78)	1.55 (1.59)	0.88 (1.16)	1.88 (1.96)	1.11 (1.36)	1.66 (1.93)
Lack of activation	0.33 (0.5)	0.66 (1.32)	0.11 (0.33)	0.88 (1.26)	0.33 (0.5)	0.66 (1.32)
Negative emotion	0.67 (0.86)	0.33 (0.70)	0.55 (0.88)	0.44 (0.72)	0.66 (0.86)	0.33 (0.70)
Overall stress	0.33 (0.5)	1.56 (1.94)	0.55 (0.88)	1.33 (1.93)	1.11 (0.92)	0.77 (1.98)
<b>Short Recovery scale</b>	5.23 (0.66)	5.38 (0.39)	5.59 (0.40)	5.02 (0.52)*	5.19 (0.63)	5.43 (0.42)
Physical performance capability	5.11 (0.78)	5.44 (0.72)	5.55 (0.72)	5.00 (0.70)	5.33 (0.70)	5.22 (0.83)
Mental performance capability	5.44 (0.52)	5.38 (0.69)	5.44 (0.52)	5.38 (0.69)	5.22 (0.66)	5.61 (0.48)
Emotional balance	5.44 (0.52)	5.22 (1.09)	5.66 (0.70)	5.00 (0.86)	5.00 (1)	5.66 (0.5)
Overall recovery	5.55 (0.88)	4.88 (1.26)	5.77 (0.44)	4.66 (1.32)*	5.22 (0.83)	0.77 (1.98)
<b>RMSSD</b>	23.92 (19.82)	23.71 (21.80)	30.27 (24.90)	17.36 (12.3)	24.50 (21.80)	23.20 (19.80)

RMSSD: The root mean square of successive differences between normal heartbeats. The asterisks (\*) means that the difference between groups is significant,  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.001$ \*\*\*.

### **Evolution of the stress-recovery state scores in the mindfulness skill groups before and after the competition**

The pre- to post-competition evolution of the results revealed a significant difference between the groups with a high vs. a low *refocusing* skill for the overall stress state,  $p < 0.05$ . The low *refocusing* skill group demonstrated a greater increase in their overall stress state before and after the competition compared to the high *refocusing* skill group. Results showed a significant difference between groups with a high vs. a low *awareness* skill for the short recovery scale,  $p < 0.05$  (Table 3). The high *awareness* skill group demonstrated a greater decrease in the short recovery scale scores before and after the competition compared to the low awareness group. No significant difference was observed between the groups regarding the RMSSD.

### **Correlations between mindfulness states and perception of effort during the competition**

No correlation was found between mindfulness states and perceived effort (Table 4).

### **Correlations between mindfulness states and subjective performance during the competition**

The results showed that athletes' *awareness* state was positively correlated with their subjective performance ( $r_{rm} = 0.23$ ,  $p < 0.05$ , [0.03; 0.42]). No correlation was found between the other mindfulness states and subjective performance (Table 4)

**Table 3**

Absolute change calculation (new value – reference value) between pre- and post-competition on the stress-recovery states in the mindfulness skill groups

	High awareness M (SD)	Low awareness M (SD)	High Non-judgmental M (SD)	Low Non-judgmental M (SD)	High refocusing M (SD)	Low refocusing M (SD)
<b>Short Stress scale</b>	1.58 (0.99)	1.08 (1.7)	1.31 (1.44)	1.36 (1.39)	0.75 (0.82)	1.91 (1.61)
Muscular stress	1.33 (1.73)	1.89 (2.09)	1.89 (2.15)	1.33 (1.66)	1.22 (0.83)	0.83 (1.12)
Lack of activation	1.67 (1.5)	0.11(1.83)	0.66 (1.12)	1.11 (2.37)	0.66 (1.12)	1.11 (2.37)
Negative emotion	1.00 (1.8)	0.77 (1.56)	0.44 (1.59)	1.33 (1.66)	0.22 (1.13)	1.56 (1.74)
Overall stress	2.33 (1.41)	1.56 (2.65)	2.22 (2.17)	1.67 (2.12)	0.88 (1.16)	3.00 (2.35)*
<b>Short Recovery scale</b>	-1.19 (0.72)	-0.54 (1.36)*	-1.04 (1.17)	-0.69 (1.1)	-0.58 (0.8)	-1.16 (1.35)
Physical performance capability	-1.03 (1.06)	-0.55 (1.51)	-1.22 (1.3)	-0.36 (1.19)	0.55 (1.13)	-1.03 (1.46)
Mental performance capability	-0.92 (0.61)	-0.5 (1.37)	-0.61 (1.27)	-0.81 (0.85)	-0.44 (0.72)	-0.98 (1.29)
Emotional balance	-0.94 (1.01)	0 (1.41)	-0.55 (1.13)	-0.38 (1.15)	-0.11 (1.27)	-0.83 (1.27)
Overall recovery	-1.89 (1.36)	1.11 (2.67)	-1.78 (1.86)	-1.22 (2.39)	-1.22 (1.48)	-1.78 (2.64)
<b>RMSSD</b>	25.6 (34.5)	19 (21.7)	20.8 (292)	23.9 (28.7)	12.3 (13.1)	32.3 (35.8)

RMSSD: The root mean square of successive differences between normal heartbeats. The asterisks (\*) means that the difference between groups is significant, p < 0.05,\* p < 0.01, \*\* p < 0.001\*\*\*.

**Table 4**

Repeated measures correlations between mindfulness states dimensions and perceived effort throughout the competition

	Perceived effort				Subjective performance			
	rrm	df	<i>p</i>	CI	rrm	df	<i>p</i>	CI
Awareness state	0.35	86	0.10	-0.11 ; 0.30	0.23	43	0.02	0.03 ; 0.42
Non-judgmental state	0.38	86	0.09	-0.11 ; 0.29	0.18	43	0.08	-0.02 ; 0.37
Refocusing state	0.21	86	0.13	-0.07 ; 0.33	0.10	43	0.32	-0.10 ; 0.30

Rrm = Repeated measurement correlation coefficient; CI = confidence intervals

## **Discussion**

The present study aimed to explore (1) the difference in recovery-stress states and PNS modulation prior to a competition; (2) the pre-post competition evolution between sport-specific mindfulness skill groups (low vs. high); and (3) the link between mindfulness states and athletes' stress and subjective performance during the competition. Each of the study's objectives will be consecutively discussed hereafter.

First, we can observe that the competition weekend did indeed impact the stress-recovery states of the BMX riders. On the one hand, results demonstrated a significant increase in stress states (short stress scale, muscular stress, negative emotional state and overall stress), and a decrease in recovery states (physical performance ability, mental performance ability, overall recovery). These results are consistent with previous research monitoring athletes 24 hours after a competitive tournament (Russell et al., 2021). It should be noted that 72 hours are necessary for recovering from a competition (Ishida et al., 2021). We must also highlight the fact that there was no significant difference for lack of activation between the pre- and post-competition periods, in line with a previous study by Russell et al., 2021. This was also the case for emotional balance, although this has not been pointed out in previous studies. These results mean that the competition weekend did not significantly impact the adolescent athletes' emotional balance. This could be inherent to the BMX discipline or to individual sport, given that the previous study focused on netball. Future studies are necessary to replicate these analyses for another sample or discipline. Regarding RMSSD measures, the results showed an increase after the competition weekend. Parasympathetic regulation activity increases in line with the RMSSD value (Baevsky & Chernikova, 2017). The athletes subjectively reported lower recovery states although, objectively, results showed the heart's ability to remain at rest and recover well from the competition. It is also possible that athletes were already in a phase

of sympatho-vagal rebalancing. HRV is impacted by many factors (environmental stress, cognitive stress, sleep quality) which are not monitored in this study, making any explanation more difficult. Nevertheless, this result highlights the necessity to subjectively monitor stress-recovery states in acute changes. The contradictory results between subjective and physiological measurements indeed supports the relevance of combining subjective and objective measures, as suggested by Saw et al. (2016). Integrating subjective and physiological variables facilitates more comprehensive athletes' training or competitive reactions.

Regarding the difference in the pre-post evolutions of stress-recovery states between the mindfulness skill groups, the results highlighted distinct evolutions for the groups. The group with a low *refocusing* skill reported a higher increase in overall stress compared to the high refocusing group. This result is consistent with previous research. Blevins et al. (2021) showed that athletic dancers with higher mindfulness scores reported lower stress states and a better ability to cope with their stress stimuli. Our study provides new information regarding the specific skill involved, namely *refocusing*. It seems that the *refocusing* skill is efficient in reducing the subjective feeling of a stress state after a competition weekend. The study demonstrated that the group with a high *awareness* skill reported fewer recovery states. This result suggests that a high *awareness* score indicates a heightened *awareness* of insufficient recovery 24 hours after a competition. Recognizing this can help athletes avoid the pitfalls of post-competition under-recovery. If an athlete is not aware of inadequate recovery, they cannot adopt effective recovery strategies or appropriately adjust their training after the competition. To verify this hypothesis, we would need to observe whether the recovery strategies implemented during the subsequent 72 hours differ according to the mindfulness skill group.

Another significant result of our study relates to the differences between mindfulness skill groups prior to the competition. Our results demonstrated that the high *non-judgmental*

group showed better recovery states (overall recovery and short recovery scale) than the lower group. Having a high *non-judgmental* skill seems to be valuable and important for athletes' resources. They have a different relationship with their thoughts and feelings, which makes more resources available for the competition (Moore, 2016). To have greater resources and to feel fully recovered before a major competition are important factors in competition performance. An athletes' performance is indeed dependent upon their subjective biopsychosocial states. Stress and recovery states have been shown to dynamically influence performance during a multi-stage competition (Filho, 2015).

Our study also demonstrated the relationship between mindfulness states and subjective performance during the competition. This result is consistent with previous observational research, which demonstrated that mindfulness was associated with subjective athletic performance (Röthlin et al., 2016). The originality of our work lies in the fact that we assessed subjective performance during a real-time performance situation (whereas other studies have focused on perceived performance in a general context), with variations in mindfulness states that were correlated with performance variations. Moreover, our study makes it possible to identify the mindfulness skill involved: the higher the state of awareness, the higher the perception of performance. By being fully present during the 45 seconds of the race and aware of their inner experience, riders were able to respond with greater flexibility (Farb et al., 2014), resulting in enhanced subjective performance.

Correlations between mindfulness states and perception of exertion during the competition were not significant. This could mean that mindfulness states are not related to internal load during competition races, although a previous study demonstrated that the dispositional observation of one's internal and external sensations followed the internal training load trajectory during the BMX pre-competitive period (Sondt, et al, 2024). This result can be

explained by the specific competition context, in which BMX riders have 30 minutes' recovery time between each race. It is possible that mindfulness states are not related to the stress stimuli of the race but rather to the different recovery strategies (short-term recovery) adopted by athletes between races. Furthermore, a previous study demonstrated that the *refocusing* state has an effect on both daily recovery and sport-specific recovery (Sondt et al., 2024). It would be interesting to explore this hypothetical explanation in further studies. Another possible explanation could be related to the specificity of BMX race and its 45-second effort span. In fact, some studies have shown the possible lack of sensitivity in the RPE scale during high intensity exercise (Hutchinson & Tenenbaum, 2006). To ascertain if the current findings hold true for other samples or if they are sample-specific, we encourage researchers to examine these hypothetical correlations in future studies.

Finally, our study did not show any significant difference between the mindfulness skill groups for RMSSD, either before the competition or in the pre-post competition evolution. This result seems inconsistent with previous research highlighting the fact that an increase in RMSSD was observed with a *nonreactivity* disposition (Sondt et al., 2024). This result may be attributable to the specific competition context which is different from that of training. It may also be linked to the restricted choice of only one HRV (RMSSD) measure, due to methodological field constraints. Ooishi et al. (2021) also demonstrated that mindfulness induced an increase in the standard deviation of the normal-to-normal interval (SDNN) to RMSSD ratio (SDNN/RMSSD). Future research should re-examine this result using the full HRV spectrum, and not just RMSSD, to determine if it is related or not to the competition context.

This study presents limitations that need to be recognized. First, our study was conducted with young athletes. Mindfulness skills may not be robust at this age. It would be

useful to replicate the design with an adult sample. Second, our study focused on one particular competition context with a limited sample. Future studies are needed to know if our results can be generalized to other competition contexts with a large sample. Third, field constraints made it impossible to collect HRV measures in exactly the same conditions. HRV results must thus be interpreted with caution. It is often highlighted that collecting objective measures in real-setting research is challenging in sport psychology. Finally, we took only pre- and immediate post-competition measures. It would have been interesting to collect data 72 hours after the competition for more information concerning the recovery process between the mindfulness groups.

### Conclusion

The recovery-stress states play an important role in competition performance and are shown to be impacted by a competition weekend. To the best of our knowledge, this is the first study providing new evidence of the effect of mindfulness skills and states on recovery-stress states in a competition context. It would appear that the three dimensions of mindfulness skills and states play a critical role in recovery-stress states before, during and after a competition weekend, thus demonstrating different mechanisms for each dimension. Consequently, *non-judgmental* skill seems to play a role before the competition by influencing the perception of recovery, an important element in competition performance. The *awareness* state, allowing an individual to be fully present in the moment, is associated with subjective performance during the competition. After the competition, *refocusing* skill helps avoid fixation on stress stimuli. Post-competition *awareness* skill allows athletes to recognize the competition's impact on their resources and the need to recover. Finally, and the most salient feature of this study, is the fact that all the data were collected in an ecological context during a real BMX competition.

Consequently, the results may highlight athletes' recovery experiences in similar high load competitive settings.

The results of our study could help sport psychologists, coaches and athletes monitoring the competition impact to adapt training and exposure to other stressors, such as school, schoolwork, and social requirements, after a competition. They could also be used to encourage mindfulness practices aimed at optimal competition preparation and recovery. As for research, future studies should seek to examine the effects of mindfulness programs on recovery-stress states and competition performance.

### References

- Baevsky, R. M., & Chernikova, A. G. (2017). Heart rate variability analysis: Physiological foundations and main methods. *Cardiometry*, *10*, 66–76.  
<https://doi.org/10.12710/cardiometry.2017.10.6676>
- Bakdash, J. Z., & Marusich, L. R. (2017). Repeated Measures Correlation. *Frontiers in Psychology*, *8*, 456. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00456>
- Birrer, D., Scalvedi, B., & Frings, N. (2023). A Bibliometric Analysis of Mindfulness and Acceptance Research in Sports from 1969 to 2021. *Mindfulness*, *14*(5), 1038–1053.  
<https://doi.org/10.1007/s12671-023-02124-5>
- Blevins, P., Moyle, G., Erskine, S., & Hopper, L. (2021). Mindfulness, recovery-stress balance, and well-being among university dance students. *Research in Dance Education*, 1–14.  
<https://doi.org/10.1080/14647893.2021.1980528>
- Borg, G. (1998). *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*. Human Kinetics.

- Breniaux, R., Sondt, N., Fournier, J., Levillain, G., & Vacher, P. (2023). *Validation interne et analyse du fonctionnement différentiel des items du Mindfulness Inventory for Sport version française* [Conférence]. 20th ACAPS international congress, Reims, France.
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00073>
- Di Credico, A., Petri, C., Cataldi, S., Greco, G., Suarez-Arrones, L., & Izzicupo, P. (2024). Heart rate variability, recovery and stress analysis of an elite rally driver and co-driver during a competition period. *Science Progress*, 107(1), 00368504231223034. <https://doi.org/10.1177/00368504231223034>
- Di Fronso, S., Nakamura, F. Y., Bortoli, L., Robazza, C., & Bertollo, M. (2013). Stress and Recovery Balance in Amateur Basketball Players: Differences by Gender and Preparation Phase. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(6), 618–622. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.6.618>
- Di Rienzo, F., Martinent, G., Levêque, L., MacIntyre, T., Collet, C., & Guillot, A. (2018). The influence of gate start position on physical performance and anxiety perception in expert BMX athletes. *Journal of Sports Sciences*, 36(3), 311–318. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1303188>
- Doron, J., & Martinent, G. (2016). Trajectories of psychological states of women elite fencers during the final stages of international matches. *Journal of Sports Sciences*, 34(9), 836–842. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1075056>
- Doron, J., & Martinent, G. (2017). Appraisal, coping, emotion, and performance during elite fencing matches: A random coefficient regression model approach. *Scandinavian*

*Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(9), 1015–1025.

<https://doi.org/10.1111/sms.12711>

Doron, J., Rouault, Q., Jubeau, M., & Bernier, M. (2020). Integrated mindfulness-based intervention: Effects on mindfulness skills, cognitive interference and performance satisfaction of young elite badminton players. *Psychology of Sport and Exercise*, 47, 101638. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.101638>

Farb, N., Anderson, A. K., Irving, J. A., & Segal, Z. V. (2014). Mindfulness Interventions and emotion regulation. In *Handbook of emotion regulation* (pp. 548–567). The Guilford Press.

Filho, E., Di Fronso, S., Forzini, F., Murgia, M., Agostini, T., Bortoli, L., Robazza, C., & Bertollo, M. (2015). Athletic performance and recovery–stress factors in cycling: An ever changing balance. *European Journal of Sport Science*, 15(8), 671–680. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1048746>

Haddad, M., Chaouachi, A., Castagna, C., Hue, O., Wong, D. P., Tabben, M., Behm, D. G., & Chamari, K. (2013). Validity and psychometric evaluation of the French version of RPE scale in young fit males when monitoring training loads. *Science & Sports*, 28(2), e29–e35. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2012.07.008>

Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44(S2), 139–147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>

Horvath, S., & Birrer, D. (2021). Monitoring strain and recovery in athletes. Application of a short inventory of perceptual well-being. *Sports & Exercise Medicine Switzerland*. <https://doi.org/10.34045/SEMS/2021/15>

- Hutchinson, J. C., & Tenenbaum, G. (2006). Perceived effort—Can it be considered gestalt? *Psychology of Sport and Exercise*, 7(5), 463–476. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2006.01.007>
- Ishida, A., Bazylar, C. D., Sayers, A. L., Mizuguchi, S., & Gentles, J. A. (2021). Acute Effects of Match-Play on Neuromuscular and Subjective Recovery and Stress State in Division I Collegiate Female Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(4), 976–982. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003981>
- Josefsson, T., Ivarsson, A., Gustafsson, H., Stenling, A., Lindwall, M., Tornberg, R., & Böröy, J. (2019). Effects of Mindfulness-Acceptance-Commitment (MAC) on Sport-Specific Dispositional Mindfulness, Emotion Regulation, and Self-Rated Athletic Performance in a Multiple-Sport Population: An RCT Study. *Mindfulness*, 10(8), 1518–1529. <https://doi.org/10.1007/s12671-019-01098-7>
- Kabat-Zinn, J. (2003). Mindfulness-based interventions in context: Past, present, and future. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 10(2), 144–156. <https://doi.org/10.1093/clipsy.bpg016>
- Kellmann, M. (2010). Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 95–102.
- Kellmann, M., & Beckmann, J. (Eds.). (2018). *Sport, recovery and performance: Interdisciplinary insights*. Routledge.
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance

- in sport: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240–245. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0759>
- Kellmann, M., & Kölling, S. (2019). *Recovery and stress in sport: A manual for testing and assessment*. Routledge, Taylor and Francis Group.
- Loch, F., Ferrauti, A., Meyer, T., Pfeiffer, M., & Kellmann, M. (2019). Resting the mind – A novel topic with scarce insights. Considering potential mental recovery strategies for short rest periods in sports. *Performance Enhancement & Health*, 6(3–4), 148–155. <https://doi.org/10.1016/j.peh.2019.04.002>
- Malik, M., Bigger, T. J., Camm, J. A., Kleiger, R. E., Malliani, A., Moss, A. J., & Schwartz, P. J. (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*, 93(5), 1043–1065.
- Marcora, S. (2010). Effort: Perception of. In E. B. Goldstein, *Encyclopedia of Perception* (pp. 380–383). Sage, Los Angeles.
- Marquet, L.-A., Hauswirth, C., Hays, A., Vettoretti, F., & Brisswalter, J. (2015). Comparison of Between-Training-Sessions Recovery Strategies for World-Class BMX Pilots. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(2), 219–223. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0152>
- Martinet, G., Decret, J.-C., Guillet-Descas, E., & Isoard-Gautheur, S. (2014). A reciprocal effects model of the temporal ordering of motivation and burnout among youth table tennis players in intensive training settings. *Journal of Sports Sciences*, 32(17), 1648–1658. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.912757>

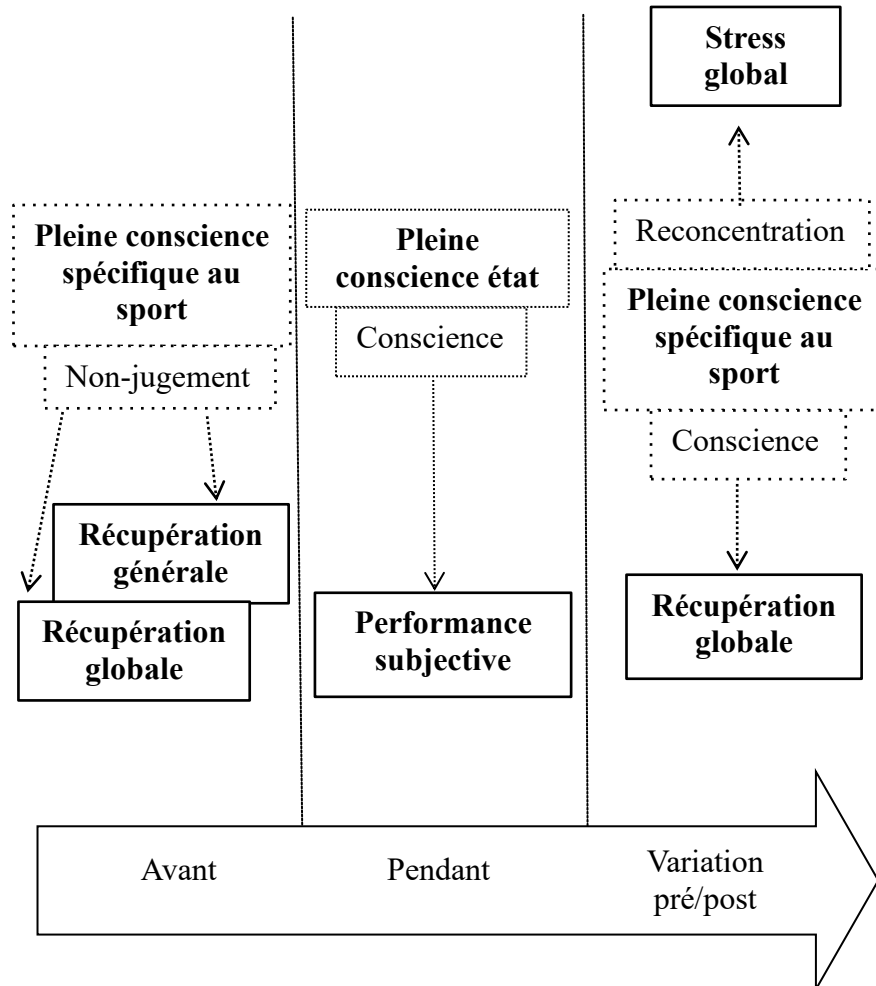
- Mateo-March, M., Blasco-Lafarga, C., Doran, D., Romero-Rodríguez, R. C., & Zabala, M. (2012). Notational Analysis of European, World, and Olympic BMX Cycling Races. *Journal of Sports Science & Medicine*, *11*(3), 502–509.
- Moore, Z. E. (2016). Mindfulness, Emotion Regulation, and Performance. In A. L. Baltzell (Ed.), *Mindfulness and Performance* (1st ed., pp. 29–52). Cambridge University Press.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781139871310.003>
- Mourot, L., Bouhaddi, M., Perrey, S., Cappelle, S., Henriot, M., Wolf, J., Rouillon, J., & Regnard, J. (2004). Decrease in heart rate variability with overtraining: Assessment by the Poincaré plot analysis. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, *24*(1), 10–18.  
<https://doi.org/10.1046/j.1475-0961.2003.00523.x>
- Nicolas, M., Vacher, P., Martinet, G., & Mourot, L. (2019). Monitoring stress and recovery states: Structural and external stages of the short version of the RESTQ sport in elite swimmers before championships. *Journal of Sport and Health Science*, *8*(1), 77–88.  
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.03.007>
- Ooishi, Y., Fujino, M., Inoue, V., Nomura, M., & Kitagawa, N. (2021). Differential effects of focused attention and open monitoring meditation on autonomic cardiac modulation and cortisol secretion. *Frontiers in Physiology*, *12*, 675899.  
<https://doi.org/10.3389/fphys.2021.675899>
- Pageaux, B. (2016). Perception of effort in Exercise Science: Definition, measurement and perspectives. *European Journal of Sport Science*, *16*(8), 885–894.  
<https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1188992>

- Pawsey, F., Wong, J. H. K., Kenttä, G., & Näswall, K. (2021). Daily mindfulness is associated with recovery processes among coaches—A 4-week diary study. *International Sport Coaching Journal*, 8(3), 371–381. <https://doi.org/10.1123/iscj.2020-0045>
- Pété, E., Goisbault, M., Martinent, G., & Doron, J. (2023). The winding road to the Tokyo Olympics: A dynamic approach to the relationships between stress appraisal, coping, performance, and burnout among an artistic swimming team. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*. <https://doi.org/10.1037/spy0000323>
- Plews, D. J., Laursen, P. B., & Buchheit, M. (2017). Day-to-Day Heart-Rate Variability Recordings in World-Champion Rowers: Appreciating Unique Athlete Characteristics. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(5), 697–703. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0343>
- Ptacek, J. T., Smith, R. E., Espe, K., & Raffety, B. (1994). Limited correspondence between daily coping reports and retrospective coping recall. *Psychological Assessment*, 6(1), 41–49. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.6.1.41>
- Röthlin, P., Horvath, S., Birrer, D., & grosse Holtforth, M. (2016). Mindfulness Promotes the Ability to Deliver Performance in Highly Demanding Situations. *Mindfulness*, 7(3), 727–733. <https://doi.org/10.1007/s12671-016-0512-1>
- Russell, S., Simpson, M. J., Evans, A. G., Coulter, T. J., & Kelly, V. G. (2021). Physiological and Perceptual Recovery-Stress Responses to an Elite Netball Tournament. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(10), 1462–1471. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0317>
- Saw, A. E., Main, L. C., & Gatin, P. B. (2016). Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a

- systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 281–291.  
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094758>
- Sondt, N., Bernier, M., Kermarrec, G., & Vacher, P. (2024). Exploring the role of mindfulness in the stress-recovery balance: 10-Day monitoring of young BMX riders in an intensive training center during a pre-competition cycle. *Psychology of Sport and Exercise*, 74, 102680. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2024.102680>
- Thienot, E., Jackson, B., Dimmock, J., Grove, J. R., Bernier, M., & Fournier, J. F. (2014). Development and preliminary validation of the mindfulness inventory for sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(1), 72–80.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.10.003>
- Vacher, P., Martinent, G., Mourot, L., & Nicolas, M. (2018). Elite swimmers' internal markers trajectories in ecological training conditions. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(8), 1866–1877. <https://doi.org/10.1111/sms.13200>
- Vacher, P., Nicolas, M., Martinent, G., & Mourot, L. (2017). Changes of swimmers' emotional states during the preparation of national championship: Do recovery-stress states matter? *Frontiers in Psychology*, 8, 1043. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01043>
- Warren, M. T., Galla, B. M., & Grund, A. (2023). Using Whole Trait Theory to unite trait and state mindfulness. *Journal of Research in Personality*, 104, 104372.  
<https://doi.org/10.1016/j.jrp.2023.104372>

### 3 Résumé des résultats et de la discussion de l'étude

Les résultats de l'étude sont résumés dans la figure ci-dessous.



**Figure 6 :** Résumé du rôle de la pleine conscience-état, et spécifique au sport sur les états de stress et de récupération avant, pendant et la variation pré/post compétition.

Cette étude apporte de nouvelles connaissances concernant le rôle des trois dimensions de la PC-état et spécifique au sport sur les états de stress et de récupération, avant, pendant et après (variation absolu pré/post) un week-end de compétition. Les résultats démontrent le fait que chaque dimension de la PC joue un rôle différent et avec une temporalité différente sur l'ESR. Enfin, cette étude contribue à notre problématique générale notamment en apportant des éléments de compréhension sur la régulation de la récupération précompétitive et post

compétitive. En synthèse de cette étude, il semblerait que la PC puisse permettre d'éviter une sous-récupération post-compétitive, ce qui s'avère être un enjeu majeur pour la santé et la performance des jeunes athlètes en CEI. Ce résultat ouvre ainsi des perspectives nouvelles d'optimisation des cycles de récupération post-compétitive (optimisation de l'ESR en mobilisant la conscience et la reconcentration) et d'optimisation de l'équilibre stress-récupération pré-compétitif (en mobilisant le non-jugement).

Considérant ces résultats issus des deux études précédentes comme encourageants, la prochaine étape a eu pour objectif de tester les effets d'un programme basé sur la PC sur les états de stress et de récupération. Ce programme, nommé MSRP, a été spécifiquement conçu pour promouvoir l'ESR chez une population de jeunes athlètes en CEI.

**Chapitre 4 : Effet d'une intervention basée sur la pleine conscience pour  
promouvoir l'équilibre stress-récupération de jeunes footballeurs en centre  
d'entraînement intensif**

---

## 1 Résumé des objectifs et de la méthode de l'étude

**Article :** Promoting stress-recovery balance with young soccer players: effectiveness of the Mindfulness Stress Recovery Program in a Sport and Academic Training Center

**Revue :** Psychology of Sport and Exercise

**Soumis le :** 28 octobre 2024

**Statut :** en attente de prise en charge par l'éditeur

Le but de cette étude était de tester l'efficacité d'un programme basé sur la PC spécifiquement créé pour promouvoir l'ESR (Mindfulness Stress Recovery Program ; MSRP ; **Annexe 7**) auprès de jeunes footballeurs en CEI. Ce programme a été créé par une équipe de chercheurs et de praticiens spécialisés en psychologie du sport. Il a été coconstruit avec le staff afin de l'adapter aux spécificités du contexte et aux demandes et besoins des athlètes. Il a été développé en s'inspirant du programme MAC (Gardner & Moore, 2007), du programme FOREST (Dumarkaite et al., 2023; Jovarauskaite et al., 2021) et des trois composantes principales des MABI (la prise de conscience de l'expérience présente, l'attitude de non-jugement et d'acceptation envers l'expérience présente, et l'engagement dans des actions pour la santé et la performance) (Birrer et al., 2012; Gardner & Moore, 2017; Goisbault et al., 2022; Lindsay & Creswell, 2017; Röthlin et al., 2020). Vingt-neuf jeunes footballeurs (Mage = 13.55 ± 0.50 an ; années de pratique = 8.10 ± 1.42 ; nombre d'années de compétition = 6.27 ± 1.88) ont participé à l'étude. Une partie des athlètes ayant déjà été formée aux principes de la PC (conscience et non-jugement) par leur préparateur mental l'année précédente, les joueurs ont donc été répartis en deux groupes : un groupe expérimenté qui était en deuxième année de pôle espoir (16 hommes ; Mage = 14.00 ± 0.00 an ; nombre d'années de pratique = 8.43 ± 1.54 ; nombre d'années de compétition 6.88 ± 1.82) et un groupe novice qui était en première année

de pôle espoir (13 hommes ; Mage =  $13.00 \pm 0.00$  an ; nombre d'années de pratique =  $7.69 \pm 1.18$  ; nombre d'années de compétition =  $5.53 \pm 1.76$ ). Après avoir évalué leur PC dispositionnelle à l'aide du FFMQ (Baer et al., 2006; Heeren et al., 2011), les deux groupes d'athlètes ont suivi le même programme MSRP, composé de 8 sessions de 45 minutes hebdomadaires. Chaque semaine, des questionnaires étaient complétés par les joueurs pour mesurer : les états de stress-récupération (RESTQ-36-Sport ; Kallus & Kellmann, 2016; Nicolas et al., 2019), le bien-être (WHO-5 ; Staehr, 1998), la performance subjective scolaire et sportive (**Annexe 8**). À la fin du programme, les athlètes ont évalué leur perception de l'efficacité du programme (PEQ ; Minkler et al., 2021 ; **Annexe 8**). Ce protocole de recherche a été validé par le CERNI de l'Alliance Universitaire de Bretagne (**Annexe 9**). Des analyses de courbes multiniveaux ont été réalisées pour examiner les trajectoires linéaires et/ou quadratiques des états de stress et de récupération, du bien-être et de la performance subjective, mais également pour examiner l'effet du programme et de l'expérience de PC sur ces trajectoires. Des analyses descriptives et qualitatives ont été réalisées sur les données issues du PEQ.

## 2 Manuscrit

### Abstract

The aim of this study was to develop, implement, and test the effectiveness of a mindfulness-based program (Mindfulness Stress Recovery Program, MSRP) in promoting an effective stress-recovery balance among young athletes in a training center, by taking into account this specific context and its related demands (sport and academic). Twenty-nine young elite soccer players participated in the study. Since some of the athletes had already practiced mindfulness, the players were divided into two groups: an *experienced group* and a *novice group*. After rating their mindfulness disposition, the two groups then followed the same

program. The latter was composed of eight 45- minute sessions per week, supplemented by autonomous mindfulness practice using audio recordings. Weekly measures assessed recovery-stress states, subjective performance (sport and academic), and well-being. Following the intervention, the athletes rated their mindfulness disposition and evaluated the effectiveness of the MSRP. Multilevel growth curve analyses examined the effects of the intervention and of previous mindfulness experience on the linear and/or quadratic trajectories of the athletes' recovery-stress states, subjective performance, and well-being during the eight weeks. The results demonstrated that, over time, the MSRP decreased athletes' stress states and enhanced their well-being. They also highlighted the effect of previous mindfulness experience on the evolution of dispositional mindfulness and subjective academic performance. Athletes reported the usefulness of the program regarding their sporting practice, which showed improved recovery. The athletes' evaluation of the program offered a better understanding of the intervention's effects and brought to light interesting ways to improve the program in future studies.

**Keywords:** mindfulness intervention, stress-recovery balance, young athlete, training center, performance, well-being.

### **Introduction**

Youth athletes face various challenges in their lives and careers when they wish to become high-performance athletes, including the need to balance schooling with athletic training and manage the demands and objectives of their sport. Many nations have established Sports and Academic Training Centers (SATCs) to foster their young athletes' involvement and success in academic and athletic programs. It has, however, been emphasized that the adolescent athletes training in SATCs may experience intense and chronic states of stress, and

lack proactive recovery strategies, as well as time for physical, psychological, and own needs of recovery. This may well lead to the risk of harmful effects such as under-recovery, overtraining or burnout (Brenner et al., 2019; Sorkkila et al., 2020). In order to avoid such effects and have a healthy and high-performance career, athletes require a balance between their stress and recovery states (Kellmann, 2010; Nicolas et al., 2019). It therefore seems essential to help athletes in SATCs develop their ability to balance their recovery-stress states by offering interventions or programs aimed at high performance and a strong sense of well-being.

The biopsychosocial (BPS) approach takes into consideration the psychological, physiological, emotional, cognitive, behavioral, and social aspects of both the stress and recovery states (Kellmann & Kallus, 2001; Vacher et al., 2017). According to the BPS perspective, recovery is a process that occurs over time, influencing physical, mental, and social aspects and leading to renewed performance capabilities (Kellmann, 2010). In contrast, stress is considered as an individual's reaction, a global process, and a load or demand that mostly results from external factors (Kallus & Kellmann, 2016). The adolescent elite athletes training in the SATCs experience various forms of stressors, such as the demands of training and competition, social requirements, and schoolwork (Martinent et al., 2014). When the stress states increase (e.g., because of a high training load), athletes need to be able to engage in an appropriate recovery process, if they are to prevent negative consequences and restore optimal performance levels and well-being (Kellmann & Kölling, 2019). In other words, the balance between stress and recovery states relies on the athlete's own regulatory skills. The latter may well be developed through mindfulness, given that its ability to foster regulatory response is widely known (Cao et al., 2022). While the self-regulatory function of mindfulness is a well-known concept, mindfulness has rarely been examined in conjunction with recovery stress states (Sondt et al., 2024), despite the fact that a few studies have demonstrated some promising

results. On the subject, Bondár et al. (2022) provided preliminary findings on the ability of mindfulness disposition to act as a potential mediator between personality traits and BPS states associated with sport performance. In the same manner, Blevins et al. (2021) demonstrated that student dancers with a high dispositional mindfulness score displayed better sport-related recovery and less sport-specific stress. Moreover, Sondt et al. (2024) showed the effects of mindfulness on the evolution of recovery-stress states over a pre-competitive training cycle among young athletes in SATCs. Mindfulness may well restrict automatic reactions by recognizing them and improve situational perception to enable more efficient adaptation to any changes (Farb et al., 2014). These results highlighted the effectiveness of mindfulness skills over the mechanism of self-regulation (Cao et al., 2022), leading to a better regulation of recovery stress states (Sondt et al., 2024). Promoting the development of these skills through Mindfulness and Acceptance-Based Interventions (MABIs) may well be of great interest and value.

MABIs were originally developed within health and clinical contexts through Mindfulness-Based Stress Reduction (MBSR, Kabat-Zinn, 1990), Acceptance Commitment Therapy (ACT, Hayes et al., 1999), and Mindfulness-based Cognitive Therapy (MBCT, Segal et al., 2002), all of which showed benefits for health and well-being, in particular for stress, burnout, and quality of life, as well as depression and anxiety in both clinical and non-clinical populations (Goldberg et al., 2018; Khoury et al., 2015). MABIs first appeared in the sports context twenty years ago with programs inspired by MBSR, MBCT or ACT. These sport specific programs were developed, on the one hand, to improve performance and, on the other, to foster well-being among athletes and coaches (Bernier et al., 2009; Gardner & Moore, 2007). Here, we can mention the MAC program (Mindfulness-Acceptance-Commitment, Gardner & Moore, 2007), which was the first program to be adapted to the sports context with the aim of

enhancing awareness of important performance elements (Gardner & Moore, 2012). Following the appearance of the MAC, other programs were created, including the MSPE program (Mindfulness Sport Performance Enhancement; Kaufman et al., 2009), intended to help athletes and coaches acquire the principles of mindfulness and subsequently integrate mindfulness skills in their performance routines and daily life (Kaufman et al., 2016, 2018), as well as the MFP program (Mindfulness for Performance; Bernier et al., 2009), aimed at improving attention regulation in highly demanding situations (Fournier, 2020). While these programs present different particularities based on their goals, they also show similarities according to three basic constructs: (a) developing attention monitoring through awareness of the present-moment experiences, (b) fostering an attitude of openness, non-reactivity, and non-judgment concerning present experiences, and (c) aligning all of this with committed action, in other words a consistent commitment to behaviors that are value-driven and goal-oriented (Birrer et al., 2012; Goisbault et al., 2022; Lindsay & Creswell, 2017; Röthlin et al., 2020). It is particularly through these three central constructs that the effectiveness of MABIs in the sports context is established (Goisbault et al., 2022). On the one hand, researchers have demonstrated the positive effect of MABIs on performance satisfaction (Doron et al., 2020), and subjective sport and scholar performance (Furrer et al., 2015; Josefsson et al., 2019). Other studies evaluating MABIs have highlighted the effects on variables associated with performance, such as attention regulation in training and competition (Birrer et al., 2012; Röthlin et al., 2020). On the other hand, some researchers have highlighted the effectiveness of MABIs on athletes' mental health, as revealed by Myall et al.'s systematic review (2023). More precisely, studies have also shown the positive effect of MABIs in reducing anxiety levels, (Kaufman et al., 2009; Naderi et al., 2020), de-stressing (Macdougall et al., 2019) and enhancing psychological well-being (Ajilchi et al., 2022; Macdougall et al., 2019).

To the best of our knowledge, only three interventional studies have to date focused on the effects of MABI on stress-recovery states (Holguín-Ramírez et al., 2020), stress state (Furrer et al., 2015), and recovery and fatigue among young athletes (Coimbra et al., 2021). Holguín-Ramírez et al. (2020) highlighted the fact that a 6-week MSPE program among adult soccer players improved their global recovery state, while reducing the global stress state, for up to 3 weeks after the intervention. Following 12 weeks of mindfulness interventions, junior elite athletes showed reduced stress levels with enhanced recovery (Furrer et al., 2015). Coimbra et al. (2021) observed a drop in young volleyball players' post-competition mental fatigue after a two-week mindfulness intervention conducted during a competition period. However, the authors did not reveal any effect of mindfulness on recovery and post-competition physical fatigue. Moreover, the programs used in the three studies were not purposefully promoting the stress-recovery balance nor specific to young athletes in SATCs. A MABI specifically designed to promote the stress-recovery balance in a population facing particular issues would be relevant, since such programs exist in other areas of psychology. For instance, in health psychology, the FOREST program is dedicated to improving the stress-recovery balance among nurses (Dumarkaite et al., 2023; Jovarauskaite et al., 2021). The FOREST program is based on principles of cognitive behavior therapy and mindfulness, as well as on recovery experiences, including psychological detachment, relaxation, mastery, and control (Sonnentag & Fritz, 2007). By creating a program tailored to the context and demands of the profession, the FOREST program improved stress-recovery skills, fostered well-being, and reduced stress and anxiety among nurses. The results of this study are encouraging and demonstrate the potential value of a tailored program for the context and demands of SATCs.

However, none of the MABIs currently available in the sports science literature seem suitable for this specific context or the needs of the SATC population regarding the stress-

recovery balance. The aim of this study was therefore to implement and test the effectiveness of a mindfulness program specifically created to promote stress-recovery balance by developing the self-regulatory skills of young athletes in SATCs. The program's effect was measured longitudinally on BPS states, well-being and performance (academic and sport). Since the program was designed to enhance the stress-recovery balance, we expected to see improvement in the BPS states throughout the program, as well as greater well-being and subjective performance.

## **Method**

### **Phase 1: Development of the Mindfulness Stress-Recovery Program (MSRP)**

The aim of the MSRP was to improve the stress-recovery balance of young SACT athletes through the fundamental principles of mindfulness (present-moment awareness with an attitude of acceptance and nonjudgment towards the present experience, as well as a commitment to behaviors conducive to enabling the stress-recovery balance). The content of the MSRP (Table 1) was designed by a team of researchers and practitioners, including a specialist in the development of MABI programs (author 5) and one in the stress-recovery balance (author 2), a sport psychologist with experience of working with the young (first author), and one specializing in soccer (third author). In an effort to promote coconstruction and coparticipation with the staff, we agreed that all sessions would be presented, before implementation, to the coaches concerned, in order to collect their feedback on the relevancy and clarity of the goals identified by the authors to maximize the impact on athletes. The MSRP was inspired by the MAC (Gardner & Moore, 2007) and the FOREST program (Dumarkaite et al., 2023; Jovarauskaite et al., 2021), and built on the three central components of MABIs.

The program included a total of 8 sessions. Between sessions, athletes were encouraged to practice mindfulness three to four times per week, using thematized audio records (column tools and exercises in Table 1) that were created especially for the program and the population by Petit Bambou®. Each session began with feedback on the mindfulness practiced during the previous week and ended with a thematic mindfulness practice exercise guided by an audio record (see Table 1). To maintain adherence to the program, goals for mindfulness practice were set at each session, and time was spent discussing the improvements and benefits derived from the practice over the previous week. Examples, metaphors, activities and games based on the athletes' experiences as young SATC soccer players were included for greater impact and to help them understand the main goals identified in each session.

**Table 1 :**  
The mindfulness stress-recovery program (MSRP)

Sessions	Goals' session	Content of the session	Mindfulness exercises with audio records
<b>Session 1:</b> Introduction and psychoeducation	<i>To understand the importance of maintaining the stress-recovery balance for the performance and well-being</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the intervention (goals, beneficence and adhesion)</li> <li>• Psychoeducation about the importance of the stress-recovery balance and about harmful effect of imbalance</li> <li>• Awareness about the activities that they realize during the week</li> </ul>	<i>Short body scan and body scan by moving</i>
<b>Session 2:</b> Stress and awareness	<i>To be aware of the stress signals</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Psychoeducation about the stress states and how it manifests</li> <li>• Becoming aware of how the signals of stress states it manifests in me</li> </ul>	Focus by counting and aware of the environment
<b>Session 3:</b> Non-judgment and recovery strategies	<i>To understand the concept of acceptance to deal with stress signals.</i> <i>To know the productive and counterproductive recovery strategies</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction of the acceptance and non-judgment</li> <li>• Psychoeducation about recovery strategies (sleep, hydration, social recovery...)</li> <li>• Introduction about productive and counterproductive recovery strategies</li> </ul>	Emotion and athlete stress
<b>Session 4:</b> Recovery strategies appropriate to the need	<i>To adapt the recovery strategies to the situation and to the stress states in daily life</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linking various daily and sports situations with stress signals and appropriate recovery strategies to move towards autonomy</li> </ul>	Body's tensions and fear of loosing
<b>Session 5:</b> Distancing and detachment	<i>To commit in balancing stress and recovery during holidays</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recall and assessment about the knowledge of the four last week</li> <li>• Holidays planification to maintain the stress-recovery balance</li> <li>• Distancing and detachment with the SATC</li> </ul>	All the audio records at disposition

<b>Session 6:</b> Debriefing	<i>To discuss about the difficulties encountered in maintaining the stress-recovery balance during holidays</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Debriefing about the autonomy experience and regulation of the difficulties</li><li>• Explication of the use of the S.O.S audio record</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• All the audio records at disposition</li><li>• S.O.S audio records*: fall asleep, pain and injury, fatigue and anger</li></ul>
<b>Session 7:</b> Identification of external resources for recovery	<i>To recognize the environment resources that can helped to commit in the stress-recovery balance</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identification of the environment resources for recovery: at school, at the national center, at home...</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• All the audio records at disposition</li><li>• S.O.S audio record</li></ul>
<b>Session 8:</b> Conclusion and perspectives	<i>To conclude about the program and to plan “the after program”</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Staying committed to mindfulness practice and in stress-recovery balance</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• All the audio record at disposition</li><li>• S.O.S audio record</li></ul>

---

## **Phase 2: Implementation and evaluation of the program**

### ***Participants***

Twenty-nine young soccer players (29 males; Mage = 13.55 years; SD = 0.50 years; years of practice =  $8.10 \pm 1.42$ ; years of competition =  $6.27 \pm 1.88$ ) from one of the soccer federation's national training centers voluntarily participated in the study. Some of the athletes had already been introduced to mindfulness the previous year by a sport psychologist and had previous experience of practicing mindfulness. The sample was therefore split into two groups: one group that was already trained in the principles of mindfulness (*experienced group*) and one that was not (*novice group*). The *experienced group* was composed of sixteen soccer players in their second year at the national training center (16 males; Mage =14.00 years; SD=0.00 years; years of practice =  $8.43 \pm 1.54$ ; years of competition =  $6.88 \pm 1.82$ ). The *novice group* consisted of thirteen first-year soccer players who had not yet been introduced to mindfulness (13 males; Mage =13.00 years; SD=0.00 years; years of practice =  $7.69 \pm 1.18$ ; years of competition =  $5.53 \pm 1.76$ ).

Power analysis for this multilevel modeling study was determined using Simr and lme4 in R packages (Green & MacLeod, 2016). With the significance level (alpha) set at 0.05, the sample size achieved 100% power for the model between effects and 100% power for the model within effects at 95% CI.

The study was explained orally to the young soccer players, and in writing to their parents who all signed a consent form. Ethical approval for this study was obtained from \*\*\*\*\* (approval number: \*\*\*\*\*).

### **Study design**

The study design is summarized in Table 2.

**Table 2**

Study design summary

	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6	Week 7	Week 8	Week 9 and 10	Week 11	Week 12	Week 13
Intervention	Pre-program measures and Baseline measures	Baseline measures	Baseline measures	Session 1	Session 2	Session 3	Session 4	Session 5	Holidays, autonomy practice	Session 6	Session 7	Session 8 and post-program measures
Measures	RESTQ-36-Sport, FFMQ, WHO-5, subjective performance	RESTQ-36-Sport, WHO-5, subjective performance	RESTQ-36-Sport, WHO-5, subjective performance	RESTQ-36-Sport, WHO-5, subjective performance	RESTQ-36-Sport, WHO-5, subjective performance	RESTQ-36-Sport, WHO-5, subjective performance	RESTQ-36-Sport, WHO-5, subjective performance	RESTQ-36-Sport, WHO-5, subjective performance		RESTQ-36-Sport, WHO-5, subjective performance	RESTQ-36-Sport, WHO-5, subjective performance	FFMQ, RESTQ-36-Sport, WHO-5, subjective performance, PEQ

Before the study started, a meeting was organized with all the staff to explain the goals of the program. The staff chose an implementation period that would have the least impact on the athletes' weekly timetable. We fixed the days for intervention and assessment of the weekly measures together. A meeting was also held with the athletes to inform them about the future weekly timetable, as well as the aim and modalities of the program's interventions and assessments.

Between January and April, eight 45-minute sessions were conducted collectively in a classroom every Tuesday, with a break of two weeks during the school holidays between sessions 5 and 6. There was also a 20-minute assessment of weekly measures every Thursday evening. The two groups received the same program intervention from the first author at different times of the day. Online weekly assessments were completed under the supervision of a staff member. All the questionnaires were counterbalanced every week to avoid any habituation effect regarding the order of assessment. After implementation of the program and post-intervention measurements, a meeting was held with all the authors to inform the staff and athletes of the results. Individual feedback was conducted with the volunteer athletes.

## **Measurements**

### ***Monitoring of recovery-stress states (RESTQ-36-Sport)***

The recovery-stress states were monitored using the short French version of the Recovery Stress Questionnaire for Athletes (RESTQ-36-R-Sport; Kallus & Kellmann, 2016; Nicolas et al., 2019). Based on the biopsychosocial approach (Kellmann & Kallus 2001), the RESTQ-36-R-Sport is an adequate scale to monitor stress-recovery states (Nicolas et al., 2019). Composed of 12 subscales, it includes six general subscales regarding stress (fatigue, general stress, social stress) and recovery (general well-being, sleep quality, social relaxation). There

are three specific subscales for the athletic dimension of stress (disturbed breaks, emotional exhaustion, and fitness/ injury), and three for the athletic dimension of recovery (fitness/ being in shape, personal accomplishment, and self-efficacy). Global Stress and Recovery scores can be calculated using both the general and specific subscales. We took the general, sport-specific, and global scores of the RESTQ-36-R-Sport into consideration for a holistic approach to the athletes' recovery and stress states (Vacher et al., 2017). The items were rated using a 7-point Likert scale from 0 (*never*) to 6 (*always*). Cronbach's alphas ranged from 0.77 to 0.88.

### ***Mindfulness disposition (FFMQ)***

A French version of the FFMQ was used (Heeren et al., 2011). The FFMQ (Baer et al., 2006) is composed of 39 items measuring five facets of mindfulness disposition: *observing*, *describing*, *acting with awareness*, *nonreactivity* to inner experience and *nonjudging* of inner experience, according to a 5-point Likert scale ranging from 1 (*never or very rarely true*) to 5 (*very often or always true*). Cronbach's alphas ranged from 0.65 to 0.69. The *observing* and *nonreactivity* components were not considered, as Cronbach's alphas ranged under 0.60.

### ***Well-being***

The 5-item World Health Organization Well-Being Index (WHO-5; Staehr, 1998) was used. It assesses the subjective psychological well-being of the last two weeks and it is the most widely used questionnaire assessing subjective psychological well-being (Topp et al., 2015). As weekly measurements were taken using the 6-point Likert scale ranging from 0 (*all of the time*) to 5 (*at no time*), we adapted the questionnaire instructions by adding "During the past week...". The well-being score was calculated between 0 and 100 by multiplying the score of

the five items by four. A high score indicated better well-being. Cronbach's alpha corresponded to 0.86.

### ***Subjective performance***

Subjective performance was assessed through two questions: "I evaluate my sports performance (training and competition) this week as:" and "I evaluate my academic performance this week as:". Participants rated these two aspects using a 10-point scale ranging from 0 (*really bad*) to 10 (*really good*). A similar scale has previously been used in other studies to assess self-rated sport performance (Josefsson et al., 2019).

### ***Perceived effectiveness of the program***

Following the intervention, we used two parts of the Program Evaluation Questionnaire (PEQ; Minkler et al., 2021), i.e., athletes' evaluation of the program's success and their program evaluation feedback to understand their perception of it. We aligned the items concerning athletes' evaluation of the program's success with the different goals of the MSRP. Participants were therefore asked, in the first part, to use a Likert scale ranging from 1 (*not helpful at all*) to 7 (*extremely helpful*) to assess whether the program helped them in their daily life: (a) to become aware of stress signals, (b) to recognize productive and counterproductive recovery strategies, (c) to be committed to their stress-recovery balance, (d) to deal with their stress by adopting appropriate recovery strategies, and (e) to accept stress signals. The first item of the athletes' program feedback assessed how confident they felt about continuing to incorporate mindfulness into their everyday life and soccer practice, and if they would recommend the program to other athletes. A confidence scale from 1 (*not confident at all*) to 7 (*extremely confident*) was used. Four open-ended questions then qualitatively assessed (a) what they liked most during the

program, (b) how helpful it was in their soccer practice, (c) in their everyday life, and (d) their recommendations for improving the program.

### **Data analysis**

Step 1. Pre- and post-intervention analysis concerning mindfulness disposition was computed with the paired sample t-test after checking the assumption of normality.

Step 2. We examined the linear and/or quadratic trajectories of athletes' recovery-stress states, well-being, and subjective performance during the program using multilevel growth curve analyses (MGCA) based on eight-time points over the eight weeks, plus the 3 baseline measurements (Singer & Willett, 2003). Separate analyses were carried out for each variable. Multilevel models extended multiple regressions to nested data (i.e., hierarchically structured data). Specifically, the repeated measurements (Level 1 units of analysis) were nested within the athletes (Level 2 units of analysis), since each athlete completed the measurements at 11 different points in time (i.e., baseline measurement and weekly measurements). A two-level multilevel model estimated both the average growth and the individual differences in growth. At Level 1, time (linear trajectory) and squared time (quadratic trajectory) were entered as predictors to estimate the average intercept ( $\beta_0$ ), the average linear growth ( $\beta_1$ ), and the average quadratic growth ( $\beta_2$ ) (Model 1, see Table 5). The time variable was centered on the first wave. The intercept should therefore be interpreted as the level of athletes' recovery-stress states at the start of the study. The random effects of the intercept, linear slope, and quadratic slope were included in each of the models. Although the initial MGCA models included both the linear and quadratic functions for each trajectory, the likelihood ratio tests comparing the MGCA models, with and without the quadratic parameters, were significant. The quadratic parameters were therefore included in the MGCA model.

Step 3. Given that there was no control group possible in our context, the effect of the MSRP program was evaluated using three baseline measurements. Baseline and intervention measurements, as well as their interactions with time and squared time, were then added to the model (Model 2) at Level 2 (i.e., time\*MSRP program; time<sup>2</sup>\*MSRP program). Additionally, based on the participants' experience of mindfulness (*novice vs experienced*), we explored the differentiated effects of the MSRP program on the trajectories observed in recovery-stress states, well-being, and subjective performance separately. Thus, both *experienced* and *novice* groups, as well as their interactions with time and squared time, were added to the model at Level 2 (i.e., time\*mindfulness experience\*MSRP program; time<sup>2</sup>\*mindfulness experience\*MSRP program). Group mean centering was used for all Level 1 predictors based on the rationale that grand mean centering or no centering may produce biased point estimates (Doron & Martinent, 2017). Grand mean centering was used for all Level 2 predictors (Doron & Martinent, 2016). Maximum likelihood estimation was used for all MGCA, and all analyses were conducted using the R package labeled lme4 (Bates et al., 2015).

Step 4. Descriptive statistical analyses were computed to analyze the PEQ data and provide information on the perceived success of the program and program evaluation feedback. The open-ended questions and written feedback were analyzed inductively by the first author who created a manual coding system. We used the 'critical friends' approach (Smith & McGannon, 2018) with the third author to ensure coding rigor. The analyses concerned only written comments, we did not consider any absence of response.

## Results

Descriptive statistics are reported in Table 3.

**Table 3**  
Descriptive statistics of dependent variables (stress-recovery states, well-being, school and sport performances) over the 8 weeks program

	<b>Baseline 1</b>	<b>Baseline 2</b>	<b>Baseline 3</b>	<b>Week 1</b>	<b>Week 2</b>	<b>Week 3</b>	<b>Week 4</b>	<b>Week 5</b>	<b>Week 6</b>	<b>Week 7</b>	<b>Week 8</b>
	<b>M(SD)</b>	<b>M(SD)</b>	<b>M(SD)</b>	<b>M(SD)</b>	<b>M(SD)</b>	<b>M(SD)</b>	<b>M(SD)</b>	<b>M(SD)</b>	<b>M(SD)</b>	<b>M(SD)</b>	<b>M(SD)</b>
Sport-specific stress	2.15 (0.64)	1.93 (0.54)	2.07 (0.55)	1.86 (0.46)	1.85 (0.69)	2.35 (0.67)	2.08 (0.68)	2.1 (0.59)	2.05 (0.55)	2.26 (0.99)	2.13 (0.69)
General stress	2.49 (0.78)	2.05 (0.54)	2.27 (0.60)	2.08 (0.43)	2.00(0.48)	2.25 (0.61)	2.26 (0.55)	2.07 (0.47)	2.00 (0.43)	2.24 (0.75)	2.10 (0.53)
Total stress	2.32 (0.62)	1.99 (0.45)	2.17 (0.50)	1.97 (0.37)	1.93 (0.54)	2.30 (0.60)	2.17 (0.57)	2.08 (0.49)	2.03 (0.45)	2.25 (0.79)	2.12 (0.53)
Sport-specific recovery	3.34 (0.68)	3.54 (0.52)	3.63 (0.49)	3.54 (0.46)	3.52 (0.69)	3.70 (0.55)	3.62 (0.63)	3.57 (0.56)	3.49 (0.69)	3.57 (0.75)	3.73 (0.68)
General recovery	4.27 (0.75)	4.28 (0.54)	4.33 (0.65)	4.15 (0.76)	4.30 (0.62)	4.42 (0.72)	4.26 (0.87)	4.34 (0.78)	4.38 (0.72)	4.29 (0.85)	4.44 (0.67)
Total recovery	3.80 (0.59)	3.91 (0.43)	3.98 (0.48)	3.85 (0.56)	3.91 (0.51)	4.06 (0.54)	3.94 (0.63)	3.96 (0.6)	3.93 (0.61)	3.93 (0.72)	4.09 (0.62)
Well-being	3.21 (0.69)	3.63 (0.44)	3.68 (0.69)	3.47 (0.70)	3.81 (0.58)	3.55 (0.62)	3.54 (0.76)	3.63 (0.72)	3.50 (0.61)	3.57 (1.00)	3.63 (0.65)
School performance	6.66 (1.67)	6.83 (1.23)	6.59 (1.50)	6.93 (1.33)	6.55 (1.84)	6.93 (1.03)	6.76 (1.06)	6.72 (1.19)	6.79 (1.01)	6.41 (1.45)	6.69 (1.14)
Sport performance	6.17 (1.83)	6.21 (1.11)	6.10 (1.32)	6.1 (1.29)	6.14 (1.43)	6.28 (1.07)	6.41 (1.35)	6.52 (1.21)	6.28 (1.16)	6.31 (1.49)	6.62 (1.21)

Note. M= mean; SD= standard deviation

**Table 4**  
Mindfulness dispositions (FFMQ) before and after the program for the experienced and novice groups

	<b>Experienced group</b>		<b>Novice group</b>	
	<b>Pre MSRP</b>	<b>Post MRSP</b>	<b>Pre MSRP</b>	<b>Post MRSP</b>
	<b>M(SD)</b>	<b>M(SD)</b>	<b>M(SD)</b>	<b>M(SD)</b>
Describing	3.15 (0.55)	3.11 (0.39)	3.28 (0.39)	3.21 (0.48)
Acting with awareness	3.56 (0.38)	3.47 (0.49)	3.67 (0.55)	3.5 (0.42)
Nonjudging	3.44 (0.55)	3.38 (0.53)	2.96 (0.55)	3.35 (0.36)**

Note. \*\*\*p < .001, \*\*p < .01, \*p < 0.5; MSRP= mindfulness stress-recovery program; M= mean; SD= standard deviation

### **Step 1. Pre- and post-program mindfulness disposition scores**

Results showed a significant difference between pre- and post-program measurements for the *novice group* regarding the *nonjudging* dimension,  $p < 0.01$  revealing a higher score after the program's implementation ( $M=3.35$ ,  $SD=0.36$ ) than before ( $2.96$ ,  $SD=0.55$ ). No significant results were found for the remaining mindfulness dimensions or for the *experienced group* (Table 4).

### **Step 2. Trajectories of the recovery-stress states, well-being, and subjective performance over the 8 weeks of the program (Model 1)**

Before testing the hypotheses, we first examined the within- and between-individual variance in recovery-stress states, well-being, and subjective performance. The results of the null models indicated that there was a large within- and between-individual variance for all the recovery-stress states, well-being, and subjective performance. For recovery-stress states, the intraclass correlations [ $ICC = \tau_{00} / (\sigma^2 + \tau_{00})$ ] ranged from 0.44 to 0.66, indicating that between-individual variance accounts for 44-66% of the total variance in the stress-recovery states. This suggests that between 34% and 56% of the overall variance (both systematic and error) is attributable to within-individual variation, implying that stress-recovery states vary considerably. For well-being, the intraclass correlation was 0.48, indicating that between-individual variance accounts for 48% of the total variance. This would suggest that 52% of the overall variance is attributable to within-individual variation, indicating that well-being varies substantially. For subjective performance, the intraclass correlations ranged from 0.31 to 0.36, indicating that between-individual variance accounts for 31-36% of the total variance in subjective performance. This suggests that between 64% and 69% of the overall variance is

attributable to within-individual variation, implying that subjective performance varies considerably.

***Trajectories of recovery-stress states***

No significant effect was found on the recovery and stress states.

***Trajectories of well-being***

The results showed a significant positive linear effect of time on well-being ( $\beta = 1.74$ ,  $p < .05$ ) (Table 5).

***Trajectories of subjective performance***

No significant effect was found on subjective sports performance and school.

**Table 5**  
Growth curve of the model 1 for the stress-recovery states, well-being and performance

	Sport-specific stress	General stress	Total stress	Sport - specific recovery	General recovery	Total recovery	Well-being	School performance	Sport performance
<b>Fixed effects-Estimates (Standard errors)</b>									
Intercept	2.07***	2.41***	2.24***	3.39***	4.23***	3.81***	66.06***	6.77***	6.16***
Time	-0.02	-0.08	-0.05	0.05	0.01	0.03	1.74*	0.03	0.00
Time <sup>2</sup>	0.00	0.01	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.13	-0.00	0.00
<b>Random effects-Variance (Standard deviation)</b>									
Intercept	0.32	0.56	0.33	0.16	0.20	0.12	101.28	1.64	1.78
Time	0.01	0.04	0.02	0.01	0.02	0.01	4.83	0.12	0.12
Time <sup>2</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
Residual	0.12	0.15	0.10	0.18	0.16	0.10	96.33	1.10	1.00
-2*loglikelihood	-175.98	-204.60	-143.84	-229.27	-217.14	-146.54	-1226.4	-504.31	-496.65

Note. \*\*\*p < .001, \*\*p < .01, \*p < 0.5

**Step 3. Main effects of the mindfulness MSRP program and experience on the recovery-stress states, well-being and subjective performance trajectories over the 8 weeks of the program (Model 2)**

***Main effects of MSRP on recovery-stress states***

Concerning the between-person main effects of intervention (Level 2 predictors), a significant negative effect was revealed on sport-specific stress ( $\beta = -1.85, p < .001$ ), general stress ( $\beta = -1.98, p < .001$ ), and global stress ( $\beta = -1.92, p < .01$ ) (Table 6).

Regarding the interaction effects of intervention\*time (linear slope), the intervention had a significant positive effect on sport-specific stress ( $\beta = 1.34, p < .01$ ), general stress ( $\beta = 1.62, p < .01$ ), and global stress ( $\beta = 1.48, p < .001$ ).

Concerning the interaction effects of intervention\*time<sup>2</sup> (quadratic slope), the intervention showed a significant negative quadratic effect of squared time on sport-specific stress ( $\beta = -.28, p < .05$ ), on general stress ( $\beta = -.35, p < .01$ ), and global stress ( $\beta = -.31, p < .01$ ).

No significant effect of the intervention on the recovery states was found.

***Main effects of MSRP on well-being***

Concerning the between-person main effects of intervention (Level 2 predictors), a significant and positive effect on well-being was revealed ( $\beta = 30.09, p < .05$ ).

***Main effects of MSRP on subjective performance***

No significant effect of the MSRP on sport and school performance was found.

***Main effects of mindfulness experience on recovery-stress states***

No significant effect of the mindfulness experience on stress-recovery states was found.

***Main effects of mindfulness experience on well-being***

No significant effect of the mindfulness experience on well-being was found.

***Main effects of mindfulness experience on subjective performance***

Regarding the interaction effects of mindfulness experience\*time (linear slope), the results showed that there was a significant negative linear effect of time on subjective school performance ( $\beta = -3.85, p < .05$ ).

Concerning the interaction effects of mindfulness experience\*time<sup>2</sup> (quadratic slope), the results showed a significant positive quadratic effect of squared time on subjective school performance ( $\beta = .97, p < .05$ ).

No significant effect of the mindfulness experience on subjective sport performance was found.

***Main effects of MSRP program and mindfulness experience over time***

No interaction effect of the MSRP and mindfulness experience was found on recovery stress states, well-being or subjective performance.

**Table 6**

Growth curve of the model 2 for the stress-recovery states, well-being and performance

	<b>Sport-specific stress</b>	<b>General stress</b>	<b>Total stress</b>	<b>Sport -specific recovery</b>	<b>General recovery</b>	<b>Total recovery</b>	<b>Well-being</b>	<b>School performance</b>	<b>Sport performance</b>
<b>Fixed effects-Estimates (Standard errors)</b>									
<b>Intercept</b>	3.07***	3.49***	3.28***	3.16***	4.41***	3.78***	49.25***	4.56***	6.06***
<b>Time</b>	-1.07*	-1.42**	-1.25**	0.42	-0.14	0.14	18.87	2.50	0.16
<b>Time<sup>2</sup></b>	0.26*	0.33**	0.30**	-0.08	0.04	-0.02	-3.37	-0.62	-0.03
<b>Mindfulness experience</b>	-0.65	0.11	-0.27	-0.27	-0.39	-0.33	1.21	3.51	0.01
<b>MSRP</b>	-1.85***	-1.98***	-1.92**	0.94	-0.29	0.32	30.09*	1.22	0.16
<b>Time*mindfulness experience</b>	0.61	0.15	0.38	-0.17	0.25	0.04	-1.95	-3.85*	-0.04
<b>Time<sup>2</sup>*mindfulness experience</b>	-0.16	-0.05	-0.10	0.08	-0.05	0.01	-0.32	0.97*	-0.01
<b>Time*MSRP</b>	1.34**	1.62**	1.48***	-0.54	0.20	-0.17	-20.95	-2.24	-0.16
<b>Time<sup>2</sup>*MSRP</b>	-0.28*	-0.35**	-0.31**	0.09	-0.05	0.02	3.49	0.61	0.03
<b>Mindfulness experience *MSRP</b>	0.58	0.73	0.66	-0.55	0.07	-0.24	-15.37	-0.60	-0.71
<b>Time*mindfulness experience *MSRP</b>	-0.71	-0.42	-0.56	0.34	-0.22	0.06	5.60	3.13	0.20
<b>Time<sup>2</sup>*mindfulness experience*MSRP</b>	0.16	0.06	0.11	-0.09	0.05	-0.02	0.10	-0.93	-0.00
<b>Random effects-Variance (Standard deviation)</b>									
<b>Intercept</b>	0.35	0.51	0.34	0.13	0.24	0.11	54.64	1.87	2.36
<b>Time</b>	0.01	0.03	0.02	0.00	0.02	0.01	0.71	0.10	0.16
<b>Time<sup>2</sup></b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
<b>Residual</b>	0.12	0.14	0.09	0.18	0.16	0.10	97.24	1.11	1.001
<b>-2*loglikelihood</b>	-162.69	-193.03	-128.24	-223.02	-214.35	-140.99	-1219.7	-500.19	-496.20

Note. \*\*\*p< .001, \*\*p < .01, \*p <0.5

#### **Step 4. Perceived effectiveness of the program (PEQ)**

##### *Athletes' perceptions concerning the effectiveness of the program*

The athletes' average evaluation of the program's effectiveness in helping them in their daily life to (a) become aware of stress signals was 3.68/7 (SD= 1.13), (b) recognize productive and counterproductive recovery strategies was 4.24/7 (SD= 1.05), (c) be committed to their stress-recovery balance was 4.20/7 (SD= 1.17), (d) deal with their stress by adopting appropriate recovery strategies was 3.65/7 (SD= 1.00), and (e) accept stress signals was 3.58/7 (SD=1.08).

##### *Athletes' program evaluation feedback*

Participants' average concerning how confident they felt about continuing to incorporate mindfulness into their everyday life was 3.41/7 (SD=1.21) and into their soccer practice was 3.06/7 (SD=1.30). The average rate of recommending the program to other athletes was 4.06/7 (SD=1.13).

Qualitative coding of the responses to what athletes liked the most during the program revealed 31 meaningful units (MU). They liked the games and fun nature of the sessions (MU=14), the audio records (MU=7), practicing mindfulness with the practitioner (MU=3), the usefulness of the knowledge acquired during the program (MU=5), and the opportunity to express themselves (MU=2).

Qualitative coding of the responses concerning how helpful the program was for their soccer practice revealed 32 MU. The most useful aspect for athletes was improved recovery thanks to the different strategies mentioned during the sessions (MU=13); 6 MU concerned the unusefulness of the program in their soccer practice, 5 MU the usefulness for well-being, 3 MU

referred to the usefulness of being aware of the body's needs, 3 MU referred to the reduction and regulation of psychological stress, and 2 MU to enhanced focusing ability.

Qualitative coding of responses regarding how the program helped athletes in their everyday life revealed 29 MU. 12 MU concerned the program's unusefulness in their daily life, 10 MU concerned its usefulness for their recovery, 3 MU its impact on awareness of their environment and what they were doing, 2 MU concerned improved refocusing, and 2 MU referred to its usefulness at school.

Qualitative coding of responses concerning recommendations on how to improve the program revealed 11 MU (18 athletes did not respond). The first recommendation was to use shorter audios (MU=5) and increase the number of games for more dynamic sessions (MU=5). Athletes also recommended having collective audio practice (MU=1) and making it mandatory (MU=1).

### **Discussion**

The aim of this study was to create and test the efficacy of a mindfulness-based program (MSRP) to promote the stress-recovery balance among young athletes in training centers. The effects of the MSRP were tested on the recovery-stress states and well-being of young athletes, as well as on subjective sport and academic performance throughout the program's implementation.

The findings showed that only the *novice group* enhanced dispositional mindfulness in the *non-judgment* dimension. The MSRP program allowed athletes in this group to reach the same level as that of the experienced group. Through the program's protocol, they learned a new skill, which was not the case for the experienced group. This result encourages future studies intended to check the influence of previous experience of mindfulness before

implementing an MABI. However, the changes in mindfulness dispositions remain very limited. This reflects the difficulty in quantitatively capturing the development of mindfulness dispositions before and after the intervention. This challenge has been highlighted in many intervention studies, including among young athletes (Doron et al., 2020), especially when the duration of the program is relatively short for significant dispositional change.

Concerning the stress states, the results showed that the intervention had a significant negative quadratic effect of squared time on sport-specific stress, general stress and global stress (see Table 6). Considering these results, it seems that the MSRP enabled the young athletes in SATCs to decrease their general and sport-specific stress states. The effect on global stress is similar to the findings of Holguín-Ramírez et al. (2020). A negative quadratic effect meant that stress levels were first prevented from increasing before subsequently decreasing rapidly. This quadratic effect could be explained by the fact that athletes became aware of their stress states at the beginning of the program and then learned to accept them (Lindsay & Creswell, 2017). Mindfulness may well enable athletes to cope with their stress states (Sondt et al., 2024; Blevins et al., 2021) by accepting their inner sensations. They can choose how to deal with their inner sensations rather than having an automatic response which can lead to a decrease in stress state reactivity (Farb et al., 2014, Lindsay & Creswell 2017).

However, as in the research of Coimbra et al. (2021), our study did not reveal any improvement on recovery states. Yet, it provides more nuanced and detailed results by offering insight into how athletes perceived the effectiveness of the program on recovery. The perception of effectiveness part of the program evaluation (Minkler et al., 2021) indeed demonstrated that the soccer players found the program useful for their recovery, particularly in the case of recognizing productive and counterproductive recovery strategies in daily life. This received the highest rating in the perception of the program's effectiveness. The athletes also referred to

the usefulness of the program for their sporting practice, with an improvement in recovery being the most reported effect. Another observation nuancing the contradictory statistical result on recovery is that the program may have been too ambitious, without adequate time for acquiring all the self-regulatory skills involved in the stress-recovery balance. It is true that the athletes' evaluation of the program's effectiveness demonstrated low scores at times, as in the case of dealing with their stress state by adopting appropriate recovery strategies in their daily life. Athletes may be aware of these strategies but have not yet moved on to the implementation phase. It would be interesting to take new measurements in the weeks or months following the program to see whether these recovery strategies have been implemented. Nevertheless, it remains encouraging that the athletes referred to the program's usefulness in helping them to commit to promoting their own stress-recovery balance. In this respect, we may expect more long-term results.

Concerning the well-being measurement, the results revealed a significant and positive effect on well-being. This means that the young athlete benefited from enhanced well-being thanks to the intervention. Our result is consistent with those of other MABIs and of the FOREST program that demonstrated positive effects on psychological well-being (Ajilchi et al., 2021; Dumarkaite et al., 2023; Jovarauskaite et al., 2021). This result can be linked to the perceived helpfulness of the intervention in committing to achieving the recovery-stress state balance, as this commitment is crucial to reach well-being (Kellmann, 2010; Nicolas et al., 2019). Our study brings to light new evidence regarding the youth sport population and shows that the MSRP reached the goal of helping young athletes have better daily well-being, which is an important component of good health.

Concerning performance, the study showed no effect of the intervention on subjective sport and academic performance. The main aim of this MABI was not to influence performance,

as was the case for other studies (Doron et al., 2020; Jossefson et al., 2019), which is why our results may differ from those found in these studies. Interestingly, the analyses showed that experience of mindfulness had a significant positive quadratic effect of squared time on subjective school performance. This result indicates that when mindfulness expertise increased, SATC athletes subjectively experienced improved academic performance. Our study brings original findings regarding the impact of mindfulness experience on subjective school performance. Moreover, these findings demonstrate that experience of mindfulness has an effect outside the sport context. This result calls for future studies among young athletes in SACTs to investigate the various dimensions of their lives (sport, academic, family, life in the center) and their previous experiences.

Concerning the design of the MSRP, athletes most appreciated the activities and games included in the sessions. It is important here to highlight the fact that we were dealing with young adolescents who had multiple daily demands. Playing games during the program offered several benefits: they represented a facilitating and low-cost learning method for young people and provided moments of group conviviality and laughter, which are social recovery strategies (Kellmann et al., 2018). The virtues of the program's game-based activities were strongly emphasized by the athletes, and the latter made numerous recommendations for integrating more games into sessions. Despite the overall appreciation of the sessions thanks to the activities, the program's recommendation rate could have been higher. In fact, athletes found the audio recordings too long and difficult to implement on a daily basis. These difficulties were also raised in other research (Doron et al., 2020, Furrer et al., 2015). A busy schedule or lack of available time are specific boundaries to mindfulness practice (Minkler et al., 2023), in particular for young athletes involved in SATCs. Researchers will need to take account of the athletes' recommendations to improve the program and address the difficulties associated with

practicing mindfulness. For example, Furrer et al. (2015) suggested that mindfulness practice sessions should be adjusted to the athletes' timetables.

This study presents limitations, however, that need to be discussed. First, we did not collect any physiological measures regarding the recovery and stress states. Such objective measures, like heart rate variability, may well have provided complementary results which could have been compared with the results observed concerning stress states. Some studies have indeed demonstrated that heart rate variability can be impacted by the practice of mindfulness (Ooishi et al., 2021). However, considering the weight of the protocol for the young athletes, we chose not to put any extra demand on them. Second, despite these encouraging results, the MRSP program was tested exclusively on teenage male athletes (Mean age = 13.5) training in SATCs. In this sense, the results cannot be generalized to all young athletes in all training centers. Further investigation is thus required. With the aim of testing the program's potential generalization to young and less young athletes in training centers, we invite other researchers to extend it to teenage female athletes in SATCs and/or older teenage athletes (15-17 years old) and/or other disciplines such as individual sport. Lastly, we were unable to complete any retention measurements weeks after the program's implementation on account of field constraints. Such measurements would have provided important information on the program's long-term impact beyond the intervention. Future studies could explore these potential effects.

### **Conclusion**

The study presents strengths that must be highlighted. It is the first study to develop and test the effectiveness of an MABI program in promoting the stress-recovery balance among young elite athletes in SATCs. The MGCA analyses based on the data collected weekly during the intervention produced original results concerning the effects of the MRSP on stress-

recovery states, subjective performance, and well-being. Throughout the program, the MSRP decreased athletes' stress states and enhanced their well-being. Finally, the study showed original results regarding the effect of previous mindfulness experience on the evolution of dispositional mindfulness and subjective academic performance. The athletes' evaluation of the program allowed us to better understand some results and consider ways to improve it. Finally, the MSRP developed the proactive side of recovery by helping athletes to be an active actor in achieving their recovery-stress balance.

It appears essential to assist SATCs in supporting athletes' academic and sporting involvement by offering interventions or programs intended to help athletes maintain their stress-recovery balance for their own performance and well-being. Additionally, given the necessity of leaving a legacy and providing additional resources for SATCs, it likewise seems essential to create and test an intervention that can be reused to continue developing athletes' performance and health throughout their careers. Further research is needed to confirm the effects of the MSRP on athletes in various training centers.

### **Acknowledgments**

The authors are especially grateful to the participating athletes and coaches as well as the \*\*\*\*\* for their assistance and cooperation. We also want to thank \*\*\*\*\* for their support.

### **References**

Ajilchi, B., Mohebi, M., Zarei, S., & Kisely, S. (2022). Effect of a mindfulness programme training on mental toughness and psychological well-being of female athletes. *Australasian Psychiatry*, 30(3), 352–356. <https://doi.org/10.1177/10398562211057075>

- Baer, R. A., Smith, G. T., Hopkins, J., Krietemeyer, J., & Toney, L. (2006). Using self-report assessment methods to explore facets of mindfulness. *Assessment*, *13*(1), 27–45. <https://doi.org/10.1177/1073191105283504>
- Balk, Y. A., Adriaanse, M. A., de Ridder, D. T. D., & Evers, C. (2013). Coping Under Pressure: Employing Emotion Regulation Strategies to Enhance Performance Under Pressure. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, *35*(4), 408–418. <https://doi.org/10.1123/jsep.35.4.408>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, *67*(1). <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Bernier, M., Thienot, E., Codron, R., & Fournier, J. F. (2009). Mindfulness and Acceptance Approaches in Sport Performance. *Journal of Clinical Sport Psychology*, *3*(4), 320–333. <https://doi.org/10.1123/jcsp.3.4.320>
- Birrer, D., Röthlin, P., & Morgan, G. (2012). Mindfulness to Enhance Athletic Performance: Theoretical Considerations and Possible Impact Mechanisms. *Mindfulness*, *3*(3), 235–246. <https://doi.org/10.1007/s12671-012-0109-2>
- Blevins, P., Moyle, G., Erskine, S., & Hopper, L. (2021). Mindfulness, recovery-stress balance, and well-being among university dance students. *Research in Dance Education*, 1–14. <https://doi.org/10.1080/14647893.2021.1980528>
- Bondár, R. Z., Robazza, C., di Fronso, S., & Bertollo, M. (2022). Personality traits and psychobiosocial states among athletes: The mediating role of dispositional mindfulness. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*. <https://doi.org/10.1037/spy0000300>

- Brenner, J. S., LaBotz, M., Sugimoto, D., & Stracciolini, A. (2019). The Psychosocial Implications of Sport Specialization in Pediatric Athletes. *Journal of Athletic Training*, 9.
- Cao, S., Geok, S. K., Roslan, S., Qian, S., Sun, H., Lam, S. K., & Liu, J. (2022). Mindfulness-Based Interventions for the recovery of mental fatigue: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(13), 7825. <https://doi.org/10.3390/ijerph19137825>
- Coimbra, D. R., Bevilacqua, G. G., Pereira, F. S., & Andrade, A. (2021). Effect of Mindfulness Training on fatigue and recovery in elite volleyball athletes: A randomized controlled follow-up study. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1–8. <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.1>
- Doron, J., & Martinent, G. (2016). Trajectories of psychological states of women elite fencers during the final stages of international matches. *Journal of Sports Sciences*, 34(9), 836–842. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1075056>
- Doron, J., & Martinent, G. (2017). Appraisal, coping, emotion, and performance during elite fencing matches: A random coefficient regression model approach. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(9), 1015–1025. <https://doi.org/10.1111/sms.12711>
- Dumarkaite, A., Truskauskaitė, I., Andersson, G., Jovarauskaite, L., Jovaisiene, I., Nomeikaite, A., & Kazlauskas, E. (2023). The efficacy of the internet-based stress recovery intervention FOREST for nurses amid the COVID-19 pandemic: A randomized controlled trial. *International Journal of Nursing Studies*, 138, 104408. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2022.104408>

- Farb, N., Anderson, A. K., Irving, J. A., & Segal, Z. V. (2014). Mindfulness Interventions and emotion regulation. In *Handbook of emotion regulation* (pp. 548–567). The Guilford Press.
- Fournier, J. F. (2020). Mindfulness and mental preparation. In M. Bertollo, E. Filho, & P. Terry, *Advancements in Mental Skills Training* (Routledge, pp. 57–68).
- Furrer, P., Moen, F., & Firing, 2015. (2015). How Mindfulness Training may mediate Stress, Performance and Burnout. *Sport Journal*.
- Gardner, F. L., & Moore, Z. E. (2007). *The psychology of enhancing human performance: The mindfulness-acceptance-commitment approach (MAC): a practitioner's guide*. New York: Springer Pub.
- Goisbault, M., Lienhart, N., Martinent, G., & Doron, J. (2022). An integrated mindfulness and acceptance-based program for young elite female basketball players: Exploratory study of how it works and for whom it works best. *Psychology of Sport and Exercise*, 60, 102157. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2022.102157>
- Goldberg, S. B., Tucker, R. P., Greene, P. A., Davidson, R. J., Wampold, B. E., Kearney, D. J., & Simpson, T. L. (2018). Mindfulness-based interventions for psychiatric disorders: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, 59, 52–60. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2017.10.011>
- Green, P., & MacLeod, C. J. (2016). SIMR: An R package for power analysis of generalized linear mixed models by simulation. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(4), 493–498. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12504>

- Hayes, S. C., Strosahl, K., & Wilson, K. G. (1999). *Acceptance and commitment therapy: An experiential approach to behavior change*. New York, NY: Guilford Press.
- Heeren, A., Douilliez, C., Peschard, V., Debrauwere, L., & Philippot, P. (2011). Cross-cultural validity of the Five Facets Mindfulness Questionnaire: Adaptation and validation in a French-speaking sample. *European Review of Applied Psychology*, *61*(3), 147–151. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2011.02.001>
- Holguín-Ramírez, J., Ramos-Jiménez, A., Quezada-Chacón, J. T., Cervantes-Borunda, M. S., & Hernández-Torres, R. P. (2020). Effect of mindfulness on the stress–recovery balance in professional soccer players during the competitive season. *Sustainability*, *12*(17), 7091. <https://doi.org/10.3390/su12177091>
- Josefsson, T., Ivarsson, A., Gustafsson, H., Stenling, A., Lindwall, M., Tornberg, R., & Böröy, J. (2019). Effects of Mindfulness-Acceptance-Commitment (MAC) on Sport-Specific Dispositional Mindfulness, Emotion Regulation, and Self-Rated Athletic Performance in a Multiple-Sport Population: An RCT Study. *Mindfulness*, *10*(8), 1518–1529. <https://doi.org/10.1007/s12671-019-01098-7>
- Jovarauskaite, L., Dumarkaite, A., Truskauskaite-Kuneviciene, I., Jovaisiene, I., Andersson, G., & Kazlauskas, E. (2021). Internet-based stress recovery intervention FOREST for healthcare staff amid COVID-19 pandemic: Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, *22*(1), 559. <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05512-1>
- Kabat-Zinn, J. (1990). *Full Catastrophe Living: Using the Wisdom of Your Body and Mind to Face Stress, Pain, and Illness*. New York: Dell.
- Kallus, K. W., & Kellmann, M. (2016). *The recovery-stress questionnaires: User manual*. Frankfurt: Pearson.

- Kaufman, K. A., Glass, C. R., & Arnkoff, D. B. (2009). Evaluation of Mindful Sport Performance Enhancement (MSPE): A New Approach to Promote Flow in Athletes. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 3(4), 334–356. <https://doi.org/10.1123/jcsp.3.4.334>
- Kaufman, K. A., Glass, C. R., & Pineau, T. R. (2016). Mindful Sport Performance Enhancement (MSPE): Development and Applications. In A. L. Baltzell (Ed.), *Mindfulness and Performance* (1st ed., pp. 153–185). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139871310.009>
- Kaufman, K. A., Glass, C. R., & Pineau, T. R. (2018). *Mindful sport performance enhancement: Mental training for athletes and coaches*. American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000048-000>
- Kellmann, M. (2010). Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 95–102.
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (2018). Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240–245. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0759>
- Kellmann, M., & Kallus, K. W. (2001). *Recovery-stress questionnaire for athletes: User manual*. Human Kinetics.
- Kellmann, M., & Kölling, S. (2019). *Recovery and stress in sport: A manual for testing and assessment*. Routledge, Taylor and Francis Group.

- Khoury, B., Sharma, M., Rush, S. E., & Fournier, C. (2015). Mindfulness-based stress reduction for healthy individuals: A meta-analysis. *Journal of Psychosomatic Research*, 78(6), 519–528. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2015.03.009>
- Lindsay, E. K., & Creswell, J. D. (2017). Mechanisms of mindfulness training: Monitor and Acceptance Theory (MAT). *Clinical Psychology Review*, 51, 48–59. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2016.10.011>
- Macdougall, H., O'Halloran, P., Sherry, E., & Shields, N. (2019). A Pilot Randomised Controlled Trial to Enhance Well-Being and Performance of Athletes in Para Sports. *European Journal of Adapted Physical Activity*, 12(2), 7–7. <https://doi.org/10.5507/euj.2019.006>
- Martinet, G., Decret, J.-C., Guillet-Descas, E., & Isoard-Gautheur, S. (2014). A reciprocal effects model of the temporal ordering of motivation and burnout among youth table tennis players in intensive training settings. *Journal of Sports Sciences*, 32(17), 1648–1658. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.912757>
- Minkler, T. O., Glass, C. R., & Hut, M. (2021). Mindfulness training for a college team: Feasibility, acceptability, and effectiveness from within an athletic department. *Journal of Applied Sport Psychology*, 33(6), 609–626. <https://doi.org/10.1080/10413200.2020.1739169>
- Minkler, T. O., Zizzi, S., Costalupes, B., & Follmer, D. J. (2023). A Mixed-Method Study of Athletes' Experiences With Mindfulness Across Stages of Readiness. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 17(3), 213–231. <https://doi.org/10.1123/jcsp.2021-0089>
- Myall, K., Montero-Marin, J., Gorczynski, P., Kajee, N., Syed Sheriff, R., Bernard, R., Harriss, E., & Kuyken, W. (2023). Effect of mindfulness-based programmes on elite athlete

- mental health: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 57(2), 99–108. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-105596>
- Naderi, A., Shaabani, F., Gharayagh Zandi, H., Calmeiro, L., & Brewer, B. W. (2020). The Effects of a Mindfulness-Based Program on the Incidence of Injuries in Young Male Soccer Players. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 42(2), 161–171. <https://doi.org/10.1123/jsep.2019-0003>
- Nicolas, M., Vacher, P., Martinet, G., & Mourot, L. (2019). Monitoring stress and recovery states: Structural and external stages of the short version of the RESTQ sport in elite swimmers before championships. *Journal of Sport and Health Science*, 8(1), 77–88. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.03.007>
- Ooishi, Y., Fujino, M., Inoue, V., Nomura, M., & Kitagawa, N. (2021). Differential effects of focused attention and open monitoring meditation on autonomic cardiac modulation and cortisol secretion. *Frontiers in Physiology*, 12, 675899. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.675899>
- Röthlin, P., Horvath, S., Trösch, S., Holtforth, M. G., & Birrer, D. (2020). Differential and shared effects of psychological skills training and mindfulness training on performance-relevant psychological factors in sport: A randomized controlled trial. *BMC Psychology*, 8(1), 80. <https://doi.org/10.1186/s40359-020-00449-7>
- Segal, Z. V., Williams, J. M., & Teasdale, J. D. (2002). *Mindfulness-based cognitive therapy for depression: A new approach to preventing relapse*. New York,: Guilford.
- Singer, J. D., & Willett, J. B. (2003). *Applied longitudinal data analysis: Modeling change and event occurrence*. Oxford University Press.

- Smith, B., & McGannon, K. R. (2018). Developing rigor in qualitative research: Problems and opportunities within sport and exercise psychology. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, *11*(1), 101–121. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2017.1317357>
- Sondt, N., Bernier, M., Kermarrec, G., & Vacher, P. (2024). Exploring the role of mindfulness in the stress-recovery balance: 10-Day monitoring of young BMX riders in an intensive training center during a pre-competition cycle. *Psychology of Sport and Exercise*, *74*, 102680. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2024.102680>
- Sonnentag, S., & Fritz, C. (2007). The Recovery Experience Questionnaire: Development and validation of a measure for assessing recuperation and unwinding from work. *Journal of Occupational Health Psychology*, *12*(3), 204–221. <https://doi.org/10.1037/1076-8998.12.3.204>
- Sorkkila, M., Ryba, T. V., Selänne, H., & Aunola, K. (2020). Development of School and Sport Burnout in Adolescent Student-Athletes: A Longitudinal Mixed-Methods Study. *Journal of Research on Adolescence*, *30*(S1), 115–133. <https://doi.org/10.1111/jora.12453>
- Staehr, J. (1998). *The use of well-being measures in primary health care-the DepCare project. World Health Organization, Regional Office for Europe: Well-Being Measures in Primary Health Care- the DepCare Project.* World Health Organization, Geneva.
- Topp, C. W., Østergaard, S. D., Søndergaard, S., & Bech, P. (2015). The WHO-5 Well-Being Index: A Systematic Review of the Literature. *Psychotherapy and Psychosomatics*, *84*(3), 167–176. <https://doi.org/10.1159/000376585>

Vacher, P., Nicolas, M., Martinent, G., & Mourot, L. (2017). Changes of swimmers' emotional states during the preparation of national championship: Do recovery-stress states matter? *Frontiers in Psychology*, 8, 1043. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01043>

### 3 Résumé des résultats et de la discussion de l'étude

Les résultats mettent en évidence que le programme MSRP, par son design adapté à la population de jeunes athlètes en CEI, a permis de diminuer les états de stress, d'améliorer la récupération perçue et le bien-être. L'évaluation de l'efficacité du programme perçue par les athlètes montre également qu'ils estiment être devenus acteurs de leur ESR. Les résultats de l'étude montrent un impact du niveau d'expérience initial en PC sur la performance scolaire, ce qui souligne l'importance de le prendre en compte dans la mise en place de ce type de programme. Les raisons profondes de cette différence restent à approfondir dans de futures études.

Cette étude apporte une contribution majeure à notre problématique de thèse en proposant et en testant l'efficacité d'un programme qui répond aux demandes et besoins spécifiques des jeunes athlètes en CEI pour améliorer leur ESR. En d'autres termes, ce programme apporterait des bénéfices significatifs pour l'optimisation de la performance, tout en favorisant la préservation de la santé des athlètes. En guise de perspective, le programme pourrait néanmoins bénéficier de quelques améliorations suggérées par les athlètes, portant notamment sur les séances de pratique de la PC en autonomie et les activités proposées en séances collectives. Ce programme pourrait également être testé auprès d'autres jeunes sportifs dans d'autres centres d'entraînement et dans d'autres disciplines pour confirmer les résultats obtenus.

**Chapitre 5 : Discussion générale**

---

Les centres d'entraînement des filières d'accès au sport de haut niveau essaient d'accompagner au mieux les jeunes athlètes sur le versant académique et sportif de leur projet, avec l'objectif d'amener quelques-uns d'entre eux vers le sport d'élite. Les jeunes athlètes dans ces centres doivent faire face à diverses demandes quotidiennes (c.-à-d., charges d'entraînement, travail scolaire, sollicitations amicales et familiales) susceptibles d'induire des états de stress intenses et chroniques. En cas d'absence de stratégies de récupération adaptées, ou de manque de temps pour répondre à leurs propres besoins de récupération, le risque est alors élevé de développer des effets néfastes pour eux et/ou leurs performances (Brenner et al., 2019; Sorkkila et al., 2020; Vacher et al., 2022). Chez le jeune athlète, maîtriser l'équilibre entre ses états de stress et de récupération est donc d'une importance capitale pour l'atteinte d'une performance optimale, ainsi que pour sa santé (Kellmann, 2010; Nicolas et al., 2019). Ajuster la quantité et la qualité des stratégies de récupération en fonction des états de stress requiert de réelles compétences d'autorégulation, décrites notamment par le modèle en ciseaux de Kellmann (2002) ou encore dans le modèle de l'autorégulation de la récupération de Balk et Englert (2020). Ces compétences peuvent être développées grâce au développement de la PC. Bien que les effets de la PC sur les mécanismes de régulation des cognitions et des affects (Cao et al., 2022) soient connus, la littérature actuelle soulève un manque de connaissances sur le rôle potentiel de la PC dans l'ESR en contexte sportif. Les rares études existantes (Blevins et al., 2021; Coimbra et al., 2021; Furrer et al., 2015; Holguín-Ramírez et al., 2020; Pawsey et al., 2021) ne permettent ni d'affirmer avec certitude des effets de la PC sur l'ESR ni de comprendre les mécanismes mis en jeu dans ces effets. Ces rares travaux nous invitent donc à continuer d'explorer le rôle et les effets de la PC sur cet équilibre et plus précisément pour notre population d'intérêt, les jeunes athlètes en CIE.

Cette thèse avait donc pour objectif de mieux comprendre le rôle que pourrait jouer la PC sur l'ESR auprès de jeunes athlètes en CIE, pour préserver leur santé et atteindre une performance optimale. Pour atteindre cet objectif, nous avons réalisé, (1) deux études observationnelles, l'une lors d'un cycle d'entraînement et (2) l'autre durant une compétition réelle afin d'examiner les effets et les mécanismes de la PC dans l'ESR, (3) puis une étude interventionnelle afin de tester les effets d'un programme basé sur la PC pour promouvoir l'ESR, ceci dans la perspective de préserver la santé et d'optimiser la performance des jeunes athlètes en CEI.

## **1 Le rôle de la pleine conscience, en tant que disposition, état et habileté spécifique au sport, sur l'équilibre stress-récupération**

Tout d'abord, notre travail doctoral a démontré que la périodisation de l'entraînement et l'enchaînement des compétitions se traduisent par des variations dans les états de stress et de récupération des athlètes, mesurés par des échelles auto-évaluatives (Vacher et al., 2017). Ces oscillations sont liées à des variations de charge qui correspondent à des stressseurs spécifiques (Winsley & Matos, 2011). Par exemple, conformément à la littérature (Russell et al., 2021), notre deuxième étude intitulée « Examiner le rôle de la PC sur les états de stress et de récupération et la performance subjective en contexte réel de compétition auprès de jeunes athlètes en BMX » (cf. chapitre 3) démontre que les athlètes ressentent une augmentation des états de stress et une diminution des états de récupération au cours d'une compétition (mesure pré/post compétition). Outre cet effet simple de la compétition sur l'ESR, notre travail doctoral met en évidence le fait que la PC peut jouer un rôle dans ces variations d'états en phase d'entraînement et lors des compétitions.

## 1.1 La pleine conscience dispositionnelle et état : des effets différenciés en phase d'entraînement

Cette thèse met en lumière l'effet de la PC sur l'évolution des états de stress et de récupération au cours du temps lors des phases d'entraînement. En considérant la PC sous différents construits, nous avons apporté des connaissances sur le rôle respectif de la PC dispositionnelle et de la PC-état sur l'ESR. Ces résultats viennent enrichir la littérature existante en apportant des éléments nouveaux à deux niveaux.

Tout d'abord, la PC dispositionnelle joue un rôle sur les états de stress quotidien, sur la récupération quotidienne et spécifique au sport. Plus précisément, il semblerait que les athlètes présentant une forte disposition à la composante « *observation* » suivent davantage l'évolution de la charge interne quotidienne (calculé selon la méthode de quantification de l'évaluation de l'effort perçu au cours de la session développée par Foster et al. 2001). En d'autres termes, cette dimension *observation* favoriserait une meilleure perception des expériences externes (Baer et al., 2006), lesquelles sont ici associées à des variations de charges dues à des stressors spécifiques quotidiens (Winsley & Matos, 2011). Cette dimension contribuerait également à une meilleure reconnaissance des expériences internes de stress (Baer et al., 2006), mesurées par des échelles auto-rapportées (Vacher et al., 2017). Ce résultat soulignerait l'importance de la PC dans la prise de conscience des états de stress, permettant potentiellement de réduire ces états comme démontré dans l'étude de Blevins et al. (2021). Aussi, en raison de la fonction régulatrice de la récupération, le modèle en ciseaux de Kellmann (2002) suggère que l'augmentation du niveau des états de stress ne serait néfaste que si l'athlète ne s'engage pas dans un processus de récupération adéquat (Kellmann, 2010). Nos résultats indiquent que la dimension de *non-réaction* de la PC serait impliquée positivement dans le processus de récupération sportive et quotidienne au cours du temps. Ainsi, le fait de ne pas réagir aux

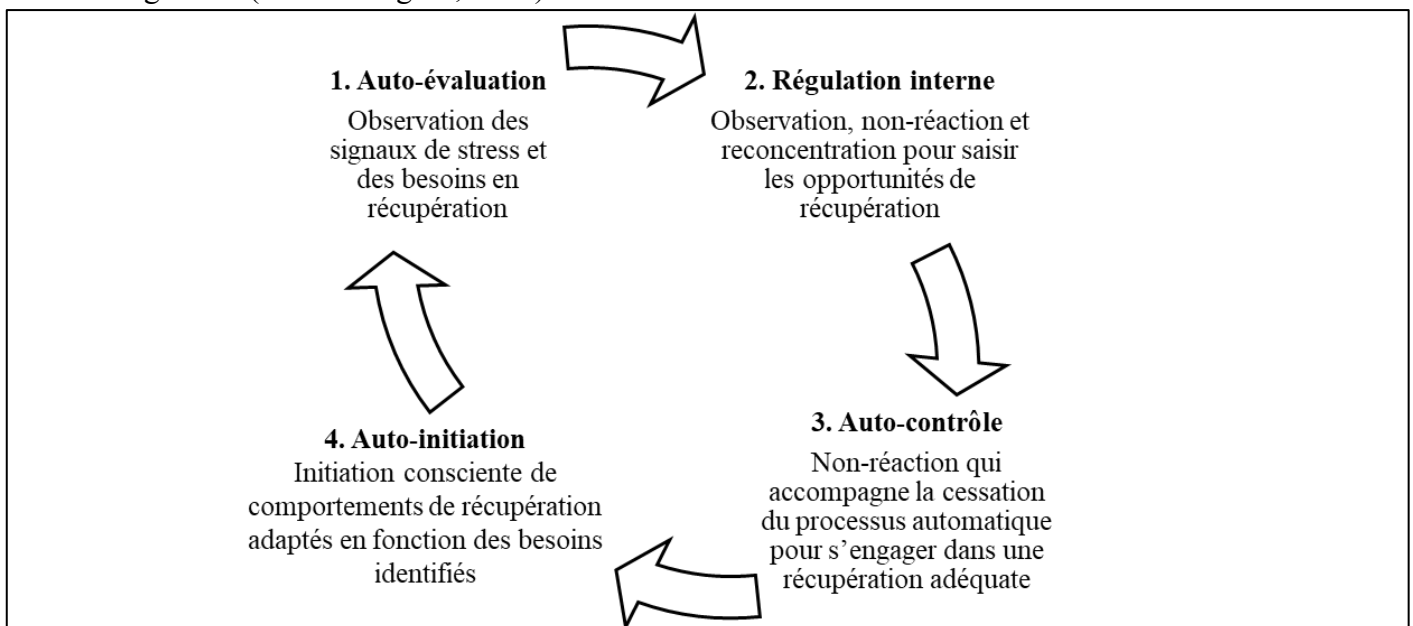
expériences internes, dans notre cas les états de stress, en acceptant de les ressentir et en s'en détachant (Baer et al., 2006) favoriserait une meilleure récupération. Nous suggérons que ce processus est lié au fait de ne pas rester focalisé sur ces états de stress permettrait de limiter les ruminations et favoriserait l'engagement des sportifs dans un processus de récupération adéquat. Ainsi, pour atteindre une régulation optimale de l'ESR, nos résultats soulignent l'importance d'associer les dimensions dispositionnelles de l'*observation* et de la *non-réaction*. Un autre résultat mis en lumière dans nos travaux concerne la dimension dispositionnelle *agir avec conscience* qui a un effet positif sur la récupération quotidienne indépendamment de son évolution liée au temps. Autrement dit, en agissant de manière consciente, l'athlète est capable de choisir avec flexibilité (Farb et al., 2014) et stabilité des stratégies de récupération qui lui permettent d'avoir une meilleure récupération quotidienne. Enfin, il semblerait que deux dimensions dispositionnelles sont impliquées dans la régulation vagale. En effet, nos résultats mettent en avant le fait que la dimension dispositionnelle *agir avec conscience* accentuerait la diminution du RMSDD, alors que la dimension de *non-réaction* l'augmenterait. Nos résultats apportent des connaissances nouvelles et spécifiques concernant l'impact des dimensions de la PC sur l'aspect physiologique (VFC) au sein de populations de jeunes sportifs.

Ensuite, si la PC dispositionnelle joue un rôle sur les évolutions des états de stress et de récupération, nos résultats montrent que la PC-état semble influencer uniquement celles des états de récupération. Tout d'abord, il faut souligner que l'étude des effets de la PC-état sur le processus d'ESR auprès d'un public d'athlètes est unique dans la littérature actuelle. Ainsi, nos résultats indiquent qu'un *état de conscience* élevé joue un rôle sur la récupération générale et la récupération globale au cours du temps. Ce résultat est consistant avec la littérature : le fait d'être conscient de l'expérience présente améliore la prise de conscience des états internes et du processus de régulation, ce qui permet d'ajuster ses réponses régulatrices (Farb et al., 2014).

Dans le cas d'un athlète, les réponses régulatrices concernent les stratégies spécifiques de récupération qui ont pour but de maintenir l'ESR durant le cycle d'entraînement. Un autre résultat original par rapport à la littérature a été mis en évidence dans notre travail concernant le rôle de la dimension *reconcentration* dans la récupération quotidienne et spécifique au sport. En effet, les athlètes qui indiquent avoir un état de *reconcentration* élevé sont ceux qui bénéficient d'une meilleure récupération quotidienne et sportive durant le cycle d'entraînement. Ce résultat démontre ainsi la pertinence de cette habileté de PC spécifique au sport, rejoignant ainsi Gardner et Moore (2007), mais également les résultats de Thienot et al. (2014) sur l'importance de cette composante en contexte sportif.

Pour synthétiser cette partie, l'apport principal de nos résultats repose sur la démonstration du rôle crucial de la PC sur l'ESR des jeunes athlètes en CEI durant la phase de récupération entre les sessions d'entraînement (récupération post-exercice) en influençant le processus de régulation. En articulant nos résultats avec les connaissances sur le rôle de la PC dans la régulation des émotions (Farb et al., 2014) et avec le modèle de l'autorégulation de la récupération post-exercice de Balk et Englert (2020), nous pouvons proposer un modèle du rôle de la PC sur le processus d'ESR en période d'entraînement (**Figure 7**). Dans ce modèle, le jeune athlète *observerait* mieux les signaux internes et externes, prendrait conscience des besoins en récupération (auto-évaluation) qu'ils soient physiques, cognitifs, émotionnels ou sociaux liés à l'entraînement ou liés à sa vie en général (c.-à-d. l'école, la famille) (Balk & Englert, 2020). Cette *observation*, combinée à la *non-réaction* de l'athlète, lui permet de se détacher de toute pensée intrusive en étant plus présent sur le moment aux opportunités de récupération (régulation des cognitions et des émotions ou régulation interne) (Balk & Englert, 2020; Farb et al., 2014). Cette combinaison est renforcée notamment grâce à la capacité sur le moment de se *reconcentrer* sur les éléments importants, à savoir restaurer ses ressources

physiques ou mentales utilisées au cours de l'entraînement ou de sa vie quotidienne (Balk & Englert, 2020). Les étapes précédentes permettent de rompre le processus automatique de réponses habituelles (Balk & Englert, 2020; Farb et al., 2014). La *non-réaction* permet de ne pas lutter contre ses états pour utiliser cette énergie non dépensée dans le processus d'auto-contrôle (auto-contrôle). Ce processus nécessite des ressources disponibles et permet d'éviter de tomber dans le piège de la sous-récupération (p. ex. fatigue intense l'athlète paradoxalement se couche tard) en résistant aux demandes instantanées prédominantes ou automatiques (Balk & Englert, 2020). Un état élevé de *conscience* ainsi que *d'agir avec conscience* au quotidien permet de choisir avec flexibilité de nouvelles réponses, à savoir l'initiation de comportements de récupération adaptés aux besoins identifiés (auto-initiation). Ainsi, la PC pourrait optimiser les habiletés d'autorégulation pour favoriser la récupération physique et mentale des athlètes après l'entraînement afin de maintenir leur ESR. En favorisant ce maintien, le jeune athlète en CEI pourrait ainsi avoir des effets bénéfiques sur la santé, le bien-être et la performance sur le long terme (Balk & Englert, 2020).



**Figure 7 :** Proposition d'un modèle de la pleine conscience sur le processus d'équilibre stress-récupération en cycle d'entraînement.

En revanche, selon nos travaux, les habiletés de PC spécifiques au sport ne semblent jouer aucun rôle sur l'ESR en contexte d'entraînement. Elles pourraient jouer un rôle dans les contextes de performance à forts enjeux, c'est-à-dire, le contexte de compétition.

## **1.2 Rôles de la pleine conscience spécifique au sport et de la pleine conscience-état en contexte compétitif : une temporalité différente**

Nos résultats mettent en avant des rôles différenciés de la PC spécifique au sport et de la PC-état en fonction de trois moments du contexte de compétition : avant, pendant et après la compétition.

Avant la compétition, la dimension de *non-jugement* de l'habileté de PC spécifique au sport semble jouer un rôle sur la perception de récupération. En effet, avant une compétition, les jeunes athlètes montrant une compétence élevée de *non-jugement* indiquent un état de récupération générale et globale plus élevés que les jeunes athlètes montrant une compétence *de non-jugement* plus faible. Le fait d'entretenir une relation différente avec ses expériences internes (chercher à les accepter plutôt que de les supprimer) semble permettre une préservation des ressources et ainsi d'avoir plus de ressources disponibles pour la compétition (Moore, 2016). Ressentir une bonne récupération, avoir des ressources physiques et mentales disponibles avant une compétition relève d'une importance capitale pour garantir une performance optimale lors de la compétition qui suit.

Lors de la compétition, nos résultats n'ont pas permis de montrer d'effet de la PC-état sur la perception de charge interne (perception de l'effort). Ce résultat pourrait indiquer alors que la PC-état ne serait pas impliquée dans la perception du niveau de stress physiologique vécu par l'athlète durant les manches d'une compétition (dans notre cas, des courses de BMX). En revanche, elle pourrait être associée à la récupération à court terme entre les manches de

compétition. En effet, notre étude précédente avait démontré un effet majoritaire de la PC-état sur la récupération entre les sessions d'entraînement. Il est peut-être probable de retrouver ce rôle de la PC-état à plus court terme, notamment entre des manches de compétitions. En revanche, n'ayant pas réalisé ces mesures de récupération entre les manches, il serait intéressant de les inclure dans une future étude pour confirmer ou non cette hypothèse.

Concernant le rôle de la PC en compétition, notre étude conforte aussi les résultats d'autres travaux : la PC-état serait associée à la perception subjective de performance (Röthlin et al., 2016). L'originalité de notre travail réside dans le fait que nous avons examiné ses effets dans un contexte réel de performance, et que nous avons également pu mettre en lumière la dimension de la PC-état impliquée. En effet, l'état de *conscience* permettrait aux athlètes d'être plus présents sur le moment de performance, ce qui leur permettrait de répondre aux demandes de la compétition sportive avec plus de flexibilité (Farb et al., 2014), et ainsi d'augmenter leur performance subjective.

Après la compétition, les dimensions de la PC spécifique au sport impliquées sont la *reconcentration* et la *conscience*. La *reconcentration* semble empêcher la fixation sur le stress et permet de le gérer efficacement. En effet, les jeunes athlètes dotés d'une compétence élevée de *reconcentration* ont subi une variation d'état de stress global (entre les mesures pré et post-compétition) moins importante que des athlètes avec une habileté de *reconcentration* plus faible. Si d'autres études avaient déjà démontré cet effet de la PC sur la capacité des athlètes à faire face à leurs stimuli de stress (Blevins et al., 2021), aucune étude n'avait démontré ce résultat en contexte de compétition ni identifié la dimension de la PC spécifique au sport impliquée. Concernant la dimension de la *conscience*, les jeunes athlètes dotés d'une compétence élevée de *conscience* ont révélé une augmentation plus importante de leur récupération globale que les athlètes avec une compétence de *conscience* plus faible. Il

semblerait que ces athlètes soient plus conscients de l'impact de la compétition sur leurs ressources, ce qui pourrait permettre d'éviter une sous-récupération en post-compétition. Sans avoir conscience de cet impact, il serait plus difficile de s'engager dans un processus de récupération adéquat en fonction des ressources impactées.

En somme, nous avons démontré que la PC spécifique au sport peut jouer un rôle crucial sur les états de stress et de récupération des jeunes athlètes en CEI en contexte de compétition. Toutes les dimensions des habiletés de PC spécifiques au sport semblent impliquées, avec des rôles distincts à des moments précis de la compétition. À notre connaissance, cette étude est la première à avoir examiné les effets de l'habileté de PC spécifique au sport sur les états de stress et de récupération. Cette étude, ainsi que la précédente, ont examiné toutes les natures et dimensions de la PC tant en général que spécifique au sport, grâce notamment à l'apport d'une mesure de la PC-état spécifique au sport, actuellement sans équivalent dans la littérature scientifique. Ces deux études apportent donc des preuves empiriques sur le rôle de la PC sur l'ESR et sur les mécanismes impliqués, auprès de jeunes athlètes en CEI, en contexte de compétition comme en cycle d'entraînement, répondant ainsi aux objectifs de cette thèse. La PC jouerait un rôle clé pour permettre à ces jeunes d'améliorer leur ESR quotidien via le développement d'habiletés de régulation. Grâce à cette meilleure connaissance des effets et des mécanismes de la PC dans l'ESR, nous avons pu continuer nos recherches en concevant et implémentant un programme basé sur la PC. Ce programme avait pour but de promouvoir l'ESR auprès des jeunes athlètes en CEI afin d'œuvrer pour la préservation de leur santé et d'optimiser leur performance.

## **2 Le rôle de la pleine conscience, en tant que méthode d'intervention, dans l'équilibre stress-récupération et le bien-être des athlètes**

À la lumière des résultats de nos deux travaux précédents, nous avons conduit une étude interventionnelle. Elle constitue la première étude en sciences du sport permettant d'évaluer les effets d'une intervention (c.-à-d., le programme MSRP), fondée sur la PC (MABI) et spécifiquement conçue pour promouvoir l'ESR, auprès de jeunes athlètes en CEI. Par rapport aux manques des précédents travaux identifiés dans notre revue PRISMA (c.-à-d., Coimbra, et al., 2021; Furrer et al., 2015; Holguín-Ramírez et al., 2020), nous avons veillé à : (1) contrôler l'expérience antérieure des participants relative à la PC, (2) inclure des mesures de PC, (3) réaliser des mesures longitudinales idiographiques sur toutes nos variables tout au long du programme, (4) examiner les perceptions des participants de l'efficacité du programme. Ainsi, notre étude interventionnelle, au-delà des résultats qui vont être discutés ci-après, par sa méthodologie, participe à enrichir la littérature scientifique existante en apportant des éléments originaux tant du point de vue de la conception de l'intervention que de la méthode d'évaluation des effets.

Les résultats démontrent que le programme MSRP a permis d'améliorer la dimension dispositionnelle du *non-jugement* uniquement auprès du groupe d'athlètes novices en PC. Si de rares études en sciences du sport ont déjà testé des MABI dans l'optique d'améliorer l'ESR, d'optimiser la récupération ou de réduire la fatigue précompétitive et les états de stress (Coimbra, et al., 2021; Furrer et al., 2015; Holguín-Ramírez et al., 2020), aucune de ces études n'avait inclus de mesures de PC. Bien que nos résultats mettent en avant des changements de dispositions limités, il reste essentiel de pouvoir vérifier si le programme a eu des effets sur l'acquisition des habiletés de PC (Sondt et al., 2023). De plus, aucune de ces études (Coimbra, et al., 2021; Furrer et al., 2015; Holguín-Ramírez et al., 2020) n'avait indiqué avoir contrôlé si

les athlètes avaient déjà eu par le passé des expériences de pratique de PC. Nos résultats invitent à encourager de futures recherches à tenir compte de l'expérience en PC des athlètes avant de réaliser une intervention, et d'évaluer le développement des habiletés de PC (Sondt et al., 2023).

Si les résultats de la première étude observationnelle avaient montré un effet de la PC majoritairement sur les états de récupération, notre étude interventionnelle démontre des effets quadratiques négatifs de l'intervention uniquement sur les états de stress (général, spécifique au sport et global). Autrement dit, le programme a permis de participer à la diminution de leur état de stress durant le temps de l'intervention. Pour rappel, grâce au RESTQ-36-R-Sport, nous avons pu distinguer les états de stress général, spécifique au sport, et global (c.à.d, la moyenne des deux précédents). Nos résultats concernant le stress global sont similaires à ceux de Holguín-Ramírez et al. (2020) qui avaient également démontré un effet du programme MSPE sur la diminution de cette variable. Les résultats soulevés dans notre étude sur les états de stress général et spécifique au sport sont nouveaux. Ils peuvent s'expliquer par la conception d'un programme spécifique pour promouvoir l'ESR auprès de notre population.

En effet, nous avons relevé dans notre revue PRISMA l'absence de programme spécifique et adapté pour promouvoir l'ESR de jeunes athlètes en CEI. Le programme MSRP se démarquait des MABI que nous avons pu identifier dans notre revue de littérature, par sept points clés. (1) Tout d'abord, l'objectif spécifique de notre programme se distinguait de ceux des MABI développées en sport en portant sur la promotion de l'ESR des jeunes athlètes en CEI. (2) Le programme a pris en compte les exigences particulières auxquelles faisaient face les jeunes athlètes au quotidien (entraînement, compétition, école, vie sociale et personnelle). (3) Il visait le développement d'habiletés d'autorégulation spécifiques à la régulation des états de stress et de récupération (reconnaissance des signaux de stress, acceptation des signaux pour un meilleur détachement, et mise en place des stratégies de récupération adéquates en fonction

de ses états). (4) Il a été co-construit avec les acteurs du terrain pour mieux répondre aux objectifs et mieux s'adapter aux besoins (**Annexe 10**). (5) La planification (durée des sessions, nombre de semaines, calendrier) a été pensée pour ne pas induire de charges supplémentaires pour les athlètes. (6) Les exercices et les pratiques de PC portaient sur des thématiques spécifiques en correspondance avec le sujet de l'ESR (p. ex. s'endormir plus facilement). (7) Les contenus et les modalités pédagogiques avaient été adaptés à un public de jeunes athlètes (**Annexe 11**).

D'autre part, nos choix méthodologiques et plus précisément la méthodologie de traitement statistique des données utilisées ont permis de dégager des résultats originaux concernant l'influence de la PC sur les variations longitudinales des états de stress et de récupération. En effet, aucune étude n'avait inclus de mesures idiographiques longitudinales. Ce type de mesure, prenant en compte la variabilité intra-individuelle, permet de mieux comprendre l'influence des pratiques de PC auprès de population spécifique, par rapport aux approches traditionnelles centrées sur la variabilité interindividuelle (Hernandez Contreras et al., 2024).

Enfin, pour répondre aux variations des états de stress, les athlètes doivent s'engager dans une récupération adéquate (Kellmann & Kölling, 2019). En revanche, aucun effet du programme sur les trajectoires des états de récupération n'a été relevé. Si les résultats de notre étude 1 (chapitre 2) avaient montré des effets significatifs de la PC sur les évolutions des états de récupération, l'étude interventionnelle quant à elle ne démontre aucun effet sur ces dernières. Ces résultats sont similaires à l'étude de Coimbra et al. (2021). Cependant, par l'évaluation des perceptions des athlètes de l'efficacité du programme (Minkler et al., 2021), nous pouvons apporter des résultats plus détaillés et plus nuancés. Ainsi, les athlètes ont perçu une forte utilité du programme pour leur pratique sportive avec une amélioration de leur récupération et de la

reconnaissance des stratégies de récupération productives et contre-productives. Enfin, les athlètes ont également indiqué que le programme a été efficace pour les aider à devenir acteurs de leur propre ESR. Ces résultats sont très importants, car ils permettent de présager, ou du moins ils établissent des conditions favorables à la réutilisation à long terme des acquisitions du programme, avec des effets attendus sur leur performance et leur bien-être.

Au-delà des mesures du programme sur l'ESR, notre étude apporte des preuves empiriques de l'efficacité du programme sur des variables associées à cet équilibre, à savoir, le bien-être. En effet, le programme a permis d'améliorer le bien-être des jeunes athlètes, ce qui constitue une composante importante de la santé. Il semblerait que le programme MSRP ait permis aux athlètes de devenir acteurs de leur ESR, ce qui, comme indiqué par les athlètes, les a aidés à améliorer leur bien-être. Maintenir cet équilibre est crucial pour une bonne santé et des performances optimales (Kellmann, 2010; Nicolas et al., 2019).

Notre étude a également soulevé des résultats intéressants concernant l'effet de l'expérience de PC sur la performance subjective. Effectivement, l'expérience de PC a eu un effet quadratique positif sur la performance scolaire perçue. Autrement dit, en fonction de l'expertise de PC, l'appréciation de la performance scolaire baisse et augmente, ce qui indique un effet positif sur le long terme. Ce résultat démontre l'importance de considérer l'expérience initiale de PC dans les recherches. De plus, cette expérience en PC a un effet en dehors du contexte sportif à savoir dans le contexte scolaire. Ce point est essentiel dans la recherche d'une approche intégrée auprès de jeunes en CEI par nature soumis à des objectifs de performance sportive et scolaire. Démontrer un effet de l'expérience en PC sur cette dimension de la performance scolaire est ainsi un résultat majeur, soulignant son apport dans le cadre de structures imposant un double projet. Ce résultat encourage de futures études auprès d'une

population de jeunes athlètes en CEI à prendre en considération les différents contextes de leur vie quotidienne (sportif, académique, familiale) et leurs expériences précédentes en PC.

### **3 Limites et perspectives scientifiques**

Au-delà des limites déjà soulevées dans chacune des études, ce travail doctoral dans sa globalité présente des limites qui méritent d'être discutées. Premièrement, nous avons essayé de conjuguer des mesures objectives et subjectives pour évaluer les états de stress et de récupération. Malheureusement, les résultats concernant les données de VFC doivent être interprétés avec prudence, ceux-ci étant potentiellement affectés par les contraintes des études menées en contextes écologiques (p. ex. le nombre de recueils). En effet, ces données n'ont pu être récoltées que deux fois par semaine dans l'étude 1, pour nous adapter à l'emploi du temps des athlètes. Les conditions de passation de l'étude 2 n'ont pas été parfaitement similaires lors des deux recueils VFC, liées au fait que le lieu de compétition était différent du lieu d'entraînement des athlètes. Pour l'étude 3, l'absence de mesures physiologiques s'explique par la lourdeur d'une étude interventionnelle pour les participants, il s'agissait de ne pas ajouter de charges supplémentaires aux athlètes. Enfin, dans aucune des études, nous n'avons réussi à récolter des données concernant la charge externe (la totalité du travail effectué par un athlète durant une compétition ou un entraînement ; Impellizzeri et al., 2005). Si les données objectives (p. ex. la VFC) combinées aux données subjectives (p. ex. les questionnaires) apportent des informations complémentaires (Saw et al., 2016) sur l'équilibre, en contexte écologique, il reste difficile d'interpréter ces données et leur relation sans information précise sur le système de contraintes auxquelles sont soumis les athlètes (c.-à-d., charge externe). De futures études devront essayer de conjuguer des recueils des charges internes (subjectives) et externes (objectivées), dans la mesure du possible, afin d'apporter des preuves empiriques supplémentaires qui manquent à l'heure actuelle dans nos travaux.

Deuxièmement, nos recherches n'ont pas inclus de mesures objectives de la performance. En effet, ces données sont difficiles à capturer sur le terrain, notamment dans les deux disciplines pratiquées par les participants de nos études. Nous encourageons les futurs chercheurs à récolter les mesures objectives de la performance, quand cela est possible, puisque ces mesures peuvent apporter des preuves supplémentaires, non seulement sur le rôle de la PC sur l'ESR, mais également sur les conséquences pour la performance.

Troisièmement, nos trois études ont été réalisées dans deux disciplines sportives différentes, et notamment sur une majorité d'hommes. Le nombre assez restreint d'athlètes limite la généralisation des résultats à tous les athlètes en CEI. Il serait intéressant de répliquer les études avec d'autres athlètes dans d'autres disciplines, et avec un échantillon féminin plus important, afin de vérifier si les résultats sont bien similaires et/ou différents.

#### **4 Perspectives d'application pratique du travail doctoral**

Notre travail doctoral avait également pour objectif d'apporter de réelles perspectives d'application, en relation avec les objectifs de notre employeur, financeur de la thèse dans le cadre de la CIFRE. Ces objectifs étaient de (1) faire bénéficier tous les acteurs de la performance du territoire breton des avancées en psychologie du sport, (2) proposer des interventions validées scientifiquement à destination de jeunes athlètes du territoire, (3) évaluer et suivre les jeunes athlètes tout au long de leur parcours sportif. Pour mieux comprendre dans quel contexte s'inscrivent ces perspectives d'application, nous invitons le lecteur à lire (ou relire) l'**Annexe 1** concernant les missions réalisées dans le cadre de la CIFRE. Ainsi, ces perspectives pourraient s'envisager en trois phases, chacune prenant en considération des résultats de la thèse et des objectifs de l'employeur :

(1) une phase d'acculturation, pour faire connaître aux différents acteurs du terrain les avancées scientifiques et faire connaître les effets de la PC sur l'ESR ;

(2) une phase d'implémentation du programme : au vu des résultats significatifs de notre étude interventionnelle, un déploiement du programme pourrait être envisagé dans d'autres structures sur le territoire régional ou national ;

(3) une phase de suivi à long terme, compte tenu des enjeux de santé et de performance pour les jeunes sportifs du territoire.

#### **4.1 Première phase : l'acculturation**

Dans un premier temps, le but serait de participer à une acculturation et une sensibilisation des différents acteurs sportifs concernant les nouvelles avancées scientifiques et opportunités qu'offrent la PC pour aider les jeunes athlètes en CIE pour maintenir leur ESR (ou « entraînement invisible » pour reprendre les termes utilisés par les entraîneurs dans leur pratique).

Sport Bretagne est en train de proposer un plan d'action à l'AFDAS OPCO (organisme financeur de formation de la branche sport auquel les fédérations cotisent pour contribuer à la formation des acteurs et cadres du monde du sport). Via ce financement AFDAS, Sport Bretagne pourrait sensibiliser les différents acteurs sportifs à l'entraînement invisible en y intégrant des connaissances sur les effets de la PC. Sport Bretagne pourrait organiser des actions de sensibilisation auprès des athlètes en centres d'entraînement et/ou auprès des entraîneurs et cadres sportifs.

Toujours dans cette perspective d'acculturation par l'apport de connaissances des effets de la PC sur les états de stress et de récupération, il serait envisageable que les psychologues du sport et préparateurs mentaux proposent dans leur offre de service un volet « PC au service

de l'ESR ». En revanche, pour pouvoir proposer une offre de service, il faut avoir connaissance de ces nouvelles avancées. Dans cette perspective, « le réseau en dimension mentale breton » pourrait proposer lors d'un prochain regroupement un module de formation continue sur ce volet, afin de sensibiliser et informer les professionnels de ces nouvelles avancées. Ainsi, ils pourraient mettre en place des actions spécifiques auprès des athlètes.

Enfin, les universités pourraient également être acteurs de cette acculturation auprès d'étudiants de licence STAPS. En effet, beaucoup d'étudiants STAPS sont aussi entraîneurs dans des structures ou visent à le devenir. Les contenus de formation en licence STAPS Entraînement Sportif pourraient également intégrer des avancées scientifiques et pratiques sur cette thématique. Ces futurs professionnels pourront alors être d'importants relais sur le terrain auprès des structures et surtout des jeunes athlètes.

## **4.2 Deuxième phase : déploiement de programmes**

Après une phase d'acculturation et éventuellement d'autres études pour valider le programme MSRP dans d'autres contextes, il serait envisageable de passer à la phase de déploiement du programme proposé durant cette thèse. Ce déploiement pourrait être envisagé de plusieurs manières afin de faire bénéficier de ce programme à un grand nombre d'athlètes en CEI.

Des pôles espoirs et pôles France sont parfois directement rattachés à un Centre de Ressources, d'Expertise et de Performance Sportive (CREPS). Les CREPS pourraient être des ressources importantes pour permettre de proposer un volet de formation à l'ESR par la PC auprès des athlètes. Pour cela, il faudrait pouvoir proposer une formation nationale concernant le programme, auprès des acteurs des différents CREPS et ainsi les former à leur déploiement. Sport Bretagne pourrait initier le déploiement du programme vers le plus grand nombre de

CREPS. De plus, Sport Bretagne pourrait également protéger la qualité du programme en étant le formateur national en ouvrant par exemple un nouveau poste dédié à cette fonction. La Fédération Française de Football (FFF) pense également inclure le programme dans un référentiel de formation à destination des structures régionales de la fédération. En effet, les structures FFF doivent chaque année choisir un certain nombre de formations à destination des athlètes. Les structures pourront alors choisir d'implémenter ce programme auprès des jeunes. Pour cela, la FFF doit également former des intervenants qui pourront venir mettre en application le programme auprès des structures qui l'auront choisi.

Enfin, beaucoup d'étudiants en Master EOPS se retrouvent en stage ou en alternance auprès de structures, pôle espoir et/ou pôle France. Il serait bénéfique de former les étudiants à l'implémentation de ce programme afin qu'ils puissent également le déployer auprès des structures volontaires et dans le besoin.

### **4.3 Troisième phase : rappel et suivi**

Il est important de souligner que le public visé par ce travail doctoral reste les jeunes athlètes en centre d'entraînement. Il est indispensable de prévoir un temps pour entretenir et suivre l'acquisition de ces nouvelles habiletés toujours dans le but de préserver leur santé et optimiser leur performance tout au long de leur carrière.

Les athlètes ayant bénéficié de la phase d'implémentation du programme pourraient également bénéficier de rappels des fondements acquis les années suivantes. En effet, pour que ces habiletés leur servent tout au long de la carrière, des phases de rappels permettraient d'entretenir ces acquisitions, et de favoriser leur transfert entre les différents contextes.

Les CREPS et Sport Bretagne pourraient également proposer une offre de testing incluant l'évaluation des habiletés et des dispositions de PC, ce qui permettrait également

d'identifier les athlètes qui pourraient être en difficulté dans leurs habiletés de régulation de leurs états de stress et de récupération. Par ailleurs, dans le cadre du projet collaboratif entre Sport Bretagne et le groupe de recherche 3A2P visant à développer un Plateau Technique d'étude de l'Expertise (PlaTEx), une offre de testing pourrait être proposée, incluant l'évaluation des habiletés et dispositions de PC.

**Conclusion générale**

---

Cette thèse participe à l'apport de connaissances concernant le rôle de la PC dans l'ESR en contexte sportif auprès de jeunes athlètes en CEI. La perspective biopsychosociale des états de stress et de récupération ainsi que la prise en compte de la PC et de ses dimensions à travers trois construits (en tant que disposition, état et habileté spécifique au sport) ont permis de dégager de nouvelles connaissances quant à l'articulation pertinente de ces variables, grâce à deux études observationnelles menées en contexte d'entraînement pour la première et en contexte de compétition pour la seconde. Les résultats démontrent ainsi que la PC peut jouer un rôle important sur l'ESR, avec un intérêt avéré pour la santé et la performance des jeunes athlètes tout au long de leur carrière. De plus, l'une des principales valeurs ajoutées de notre travail doctoral réside dans le fait que toutes les données ont été récoltées en contexte écologique. Cette forte validité écologique des travaux menés permet également de répondre à des problématiques de terrain avec de réelles perspectives d'application. L'étude interventionnelle y contribue particulièrement, car le programme MSRP a été conçu en réponse aux besoins d'une population spécifique (c.-à-d. les jeunes sportifs) en associant fortement les entraîneurs et ses effets ont été démontrés dans le contexte des CEI. Enfin, cette étude a permis également de récolter des feedbacks des participants concernant le programme, redonnant ainsi une place centrale au jeune athlète acteur de son parcours en centre d'entraînement. Enfin, au-delà de l'apport scientifique, les résultats de cette thèse ouvrent des perspectives d'applications concrètes, déclinées en plusieurs étapes pour faire bénéficier de ces avancées au plus grand nombre d'athlètes.

**Bibliographie**

- Ajilchi, B., Mohebi, M., Zarei, S., & Kisely, S. (2022). Effect of a mindfulness programme training on mental toughness and psychological well-being of female athletes. *Australasian Psychiatry*, 30(3), 352-356. <https://doi.org/10.1177/10398562211057075>
- Alberts, H. J. E. M., Martijn, C., & De Vries, N. K. (2011). Fighting self-control failure : Overcoming ego depletion by increasing self-awareness. *Journal of Experimental Social Psychology*, 47(1), 58-62. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2010.08.004>
- Badin, O. O., Smith, M. R., Conte, D., & Coutts, A. J. (2016). Mental Fatigue : Impairment of Technical Performance in Small-Sided Soccer Games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(8), 1100-1105. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0710>
- Baer, R. A., Carmody, J., & Hunsinger, M. (2012). Weekly Change in Mindfulness and Perceived Stress in a Mindfulness-Based Stress Reduction Program. *Journal of Clinical Psychology*, 68(7), 755-765. <https://doi.org/10.1002/jclp.21865>
- Baer, R. A., Smith, G. T., Hopkins, J., Krietemeyer, J., & Toney, L. (2006). Using self-report assessment methods to explore facets of mindfulness. *Assessment*, 13(1), 27-45. <https://doi.org/10.1177/1073191105283504>
- Baer, R. A., Smith, G. T., Lykins, E., Button, D., Krietemeyer, J., Sauer, S., Walsh, E., Duggan, D., & Williams, J. M. G. (2008). Construct Validity of the Five Facet Mindfulness Questionnaire in Meditating and Nonmeditating Samples. *Assessment*, 15(3), 329-342. <https://doi.org/10.1177/1073191107313003>
- Balk, Y. A., & Englert, C. (2020). Recovery self-regulation in sport : Theory, research, and practice. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 15(2), 273-281. <https://doi.org/10.1177/1747954119897528>

- Beato, M., Devereux, G., & Stiff, A. (2018). Validity and Reliability of Global Positioning System Units (STATSports Viper) for Measuring Distance and Peak Speed in Sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(10), 2831-2837. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002778>
- Beckmann, J., & Kellmann, M. (2004). Self-Regulation and Recovery : Approaching an Understanding of the Process of Recovery from Stress. *Psychological Reports*, 95(3\_suppl), 1135-1153. <https://doi.org/10.2466/pr0.95.3f.1135-1153>
- Ben Salha, M., & Fournier, J. (2022). Les interventions basées sur la pleine conscience et l'acceptation en sport : Une revue de la littérature: *Staps, Prépublication*(0), I44-20. <https://doi.org/10.3917/sta.pr1.0044>
- Bernier, M., Thienot, E., Codron, R., & Fournier, J. (2012). La troisième vague des approches cognitivo-comportementales en psychologie su sport. In G. Décamps (Éd.), *Psychologie du sport et de la performance*. Bruxelles: De Boeck.
- Bernier, M., Thienot, E., Pelosse, E., & Fournier, J. F. (2014). Effects and Underlying Processes of a Mindfulness-Based Intervention With Young Elite Figure Skaters : Two Case Studies. *The Sport Psychologist*, 28(3), 302-315. <https://doi.org/10.1123/tsp.2013-0006>
- Birrer, D., & Morgan, G. (2010). Psychological skills training as a way to enhance an athlete's performance in high-intensity sports : PST in high-intensity sports. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 78-87. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01188.x>
- Birrer, D., Röthlin, P., & Morgan, G. (2012). Mindfulness to Enhance Athletic Performance : Theoretical Considerations and Possible Impact Mechanisms. *Mindfulness*, 3(3), 235-246. <https://doi.org/10.1007/s12671-012-0109-2>

- Birrer, D., Scalvedi, B., & Frings, N. (2023). A Bibliometric Analysis of Mindfulness and Acceptance Research in Sports from 1969 to 2021. *Mindfulness*, 14(5), 1038-1053. <https://doi.org/10.1007/s12671-023-02124-5>
- Bishop, P. A., Jones, E., & Woods, A. K. (2008). Recovery From Training : A Brief Review: Brief Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 1015-1024. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816eb518>
- Bishop, S. R., Lau, M., Shapiro, S., Carlson, L., Anderson, N. D., Carmody, J., Segal, Z. V., Abbey, S., Speca, M., Velting, D., & Devins, G. (2004). Mindfulness : A proposed operational definition. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 11(3), 230-241. <https://doi.org/10.1093/clipsy.bph077>
- Blevins, P., Moyle, G., Erskine, S., & Hopper, L. (2021). Mindfulness, recovery-stress balance, and well-being among university dance students. *Research in Dance Education*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/14647893.2021.1980528>
- Borg, G. (1998). *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*. Human Kinetics.
- Borresen, J., & Ian Lambert, M. (2009). The Quantification of Training Load, the Training Response and the Effect on Performance: *Sports Medicine*, 39(9), 779-795. <https://doi.org/10.2165/11317780-000000000-00000>
- Brenner, J. S., LaBotz, M., Sugimoto, D., & Stracciolini, A. (2019). The Psychosocial Implications of Sport Specialization in Pediatric Athletes. *Journal of Athletic Training*, 9.
- Brown, K. W., & Ryan, R. M. (2003). The benefits of being present : Mindfulness and its role in psychological well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 84(4), 822-848. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.84.4.822>

- Brown, K. W., & Ryan, R. M. (2004). Perils and promise in defining and measuring mindfulness : Observations from experience. *Clinical Psychology: Science and Practice, 11*(3), 242-248. <https://doi.org/10.1093/clipsy.bph078>
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures : Do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology, 5*. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00073>
- Calvete, E., Gámez-Guadix, M., & Cortazar, N. (2017). Mindfulness facets and problematic Internet use : A six-month longitudinal study. *Addictive Behaviors, 72*, 57-63. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2017.03.018>
- Cao, S., Geok, S. K., Roslan, S., Qian, S., Sun, H., Lam, S. K., & Liu, J. (2022). Mindfulness-Based Interventions for the recovery of mental fatigue : A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(13), 7825. <https://doi.org/10.3390/ijerph19137825>
- Cardaciotto, L., Herbert, J. D., Forman, E. M., Moitra, E., & Farrow, V. (2008). The Assessment of Present-Moment Awareness and Acceptance : The Philadelphia Mindfulness Scale. *Assessment, 15*(2), 204-223. <https://doi.org/10.1177/1073191107311467>
- Cayoun, B. A. (2011). *Mindfulness-integrated CBT: Principles and practice*. Chichester, UK: Wiley-Blackwell.
- Christopher, M. S., Neuser, N. J., Michael, P. G., & Baitmangalkar, A. (2012). Exploring the Psychometric Properties of the Five Facet Mindfulness Questionnaire. *Mindfulness, 3*(2), 124-131. <https://doi.org/10.1007/s12671-011-0086-x>
- Ciesla, J. A., Reilly, L. C., Dickson, K. S., Emanuel, A. S., & Updegraff, J. A. (2012). Dispositional Mindfulness Moderates the Effects of Stress Among Adolescents : Rumination as a Mediator. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology, 41*(6), 760-770. <https://doi.org/10.1080/15374416.2012.698724>

- Coimbra, D. R., Bevilacqua, G. G., Pereira, F. S., & Andrade, A. (2021). Effect of Mindfulness Training on fatigue and recovery in elite volleyball athletes : A randomized controlled follow-up study. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1-8. <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.1>
- Cooper, C. L. (2000). Introduction : A discussion about the role of negative affectivity in job stress research. *Journal of Organizational Behavior*, 21(1), 77-77. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1379\(200002\)21:1<77::AID-JOB963>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1379(200002)21:1<77::AID-JOB963>3.0.CO;2-P)
- Cottraux, J. (Éd.). (2007). *Thérapie cognitive et émotions : La troisième vague*. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson.
- Coyne, J. O. C., Coutts, A. J., Fomin, R., French, D. N., Newton, R. U., & Haff, G. G. (2020). Heart Rate Variability and Direct Current Measurement Characteristics in Professional Mixed Martial Arts Athletes. *Sports*, 8(8), 109. <https://doi.org/10.3390/sports8080109>
- Desbordes, G., Gard, T., Hoge, E. A., Hölzel, B. K., Kerr, C., Lazar, S. W., Olendzki, A., & Vago, D. R. (2015). Moving Beyond Mindfulness : Defining Equanimity as an Outcome Measure in Meditation and Contemplative Research. *Mindfulness*, 6(2), 356-372. <https://doi.org/10.1007/s12671-013-0269-8>
- Di Credico, A., Petri, C., Cataldi, S., Greco, G., Suarez-Arrones, L., & Izzicupo, P. (2024). Heart rate variability, recovery and stress analysis of an elite rally driver and co-driver during a competition period. *Science Progress*, 107(1), 00368504231223034. <https://doi.org/10.1177/00368504231223034>
- Doron, J., Rouault, Q., Jubeau, M., & Bernier, M. (2020). Integrated mindfulness-based intervention : Effects on mindfulness skills, cognitive interference and performance satisfaction of young elite badminton players. *Psychology of Sport and Exercise*, 47, 101638. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.101638>

- Doyle, B., Browne, D., & Horan, D. (2022). Quantification of internal and external training load during a training camp in senior international female footballers. *Science and Medicine in Football*, 6(1), 7-14. <https://doi.org/10.1080/24733938.2021.1886320>
- Dumarkaite, A., Truskauskaite, I., Andersson, G., Jovarauskaite, L., Jovaisiene, I., Nomeikaite, A., & Kazlauskas, E. (2023). The efficacy of the internet-based stress recovery intervention FOREST for nurses amid the COVID-19 pandemic: A randomized controlled trial. *International Journal of Nursing Studies*, 138, 104408. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2022.104408>
- Everly, J., & Lating, J. M. (2013). *A Clinical Guide to the Treatment of the Human Stress Response* (3rd ed. 2013). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5538-7>
- Farb, N., Anderson, A. K., Irving, J. A., & Segal, Z. V. (2014). Mindfulness Interventions and emotion regulation. In *Handbook of emotion regulation* (p. 548-567). The Guilford Press.
- Fisher, G. G., Matthews, R. A., & Gibbons, A. M. (2016). Developing and investigating the use of single-item measures in organizational research. *Journal of Occupational Health Psychology*, 21(1), 3-23. <https://doi.org/10.1037/a0039139>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115. <https://doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019>
- Fournier, J. F. (2020). Mindfulness and mental preparation. In M. Bertollo, E. Filho, & P. Terry, *Advancements in Mental Skills Training* (Routledge, p. 57-68).

- Fredrickson, B. L. (2001). The role of positive emotions in positive psychology : The broaden-and-build theory of positive emotions. *American Psychologist*, *56*(3), 218-226. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.56.3.218>
- Friese, M., Messner, C., & Schaffner, Y. (2012). Mindfulness meditation counteracts self-control depletion. *Consciousness and Cognition*, *21*(2), 1016-1022. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2012.01.008>
- Furrer, P., Moen, F., & Firing, 2015. (2015). How Mindfulness Training may mediate Stress, Performance and Burnout. *Sport Journal*.
- Gabbett, T. J., Nassis, G. P., Oetter, E., Pretorius, J., Johnston, N., Medina, D., Rodas, G., Myslinski, T., Howells, D., Beard, A., & Ryan, A. (2017). The athlete monitoring cycle : A practical guide to interpreting and applying training monitoring data. *British Journal of Sports Medicine*, *51*(20), 1451-1452. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097298>
- Galla, B. M. (2016). Within-person changes in mindfulness and self-compassion predict enhanced emotional well-being in healthy, but stressed adolescents. *Journal of Adolescence*, *49*(1), 204-217. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2016.03.016>
- Gana, K., Boudouda, N. E., Ben Youssef, S., Calcagni, N., & Broc, G. (2021). Adaptation transculturelle de tests et échelles de mesure psychologiques : Guide pratique basé sur les Recommandations de la Commission Internationale des Tests et les Standards de pratique du testing de l'APA. *Pratiques Psychologiques*, *27*(3), 223-240. <https://doi.org/10.1016/j.prps.2021.02.001>
- Gardner, F. L., & Moore, Z. E. (2004). A mindfulness-acceptance-commitment-based approach to athletic performance enhancement : Theoretical considerations. *Behavior Therapy*, *35*(4), 707-723. [https://doi.org/10.1016/S0005-7894\(04\)80016-9](https://doi.org/10.1016/S0005-7894(04)80016-9)

- Gardner, F. L., & Moore, Z. E. (2007). *The psychology of enhancing human performance : The mindfulness-acceptance-commitment approach (MAC): a practitioner's guide*. New York: Springer Pub.
- Gardner, F. L., & Moore, Z. E. (2012). Mindfulness and acceptance models in sport psychology : A decade of basic and applied scientific advancements. *Canadian Psychology / Psychologie Canadienne*, 53(4), 309-318. <https://doi.org/10.1037/a0030220>
- Gardner, F. L., & Moore, Z. E. (2017). Mindfulness-based and acceptance-based interventions in sport and performance contexts. *Current Opinion in Psychology*, 16, 180-184. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.06.001>
- Goisbault, M., Lienhart, N., Martinent, G., & Doron, J. (2022). An integrated mindfulness and acceptance-based program for young elite female basketball players : Exploratory study of how it works and for whom it works best. *Psychology of Sport and Exercise*, 60, 102157. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2022.102157>
- Goldberg, S. B., Tucker, R. P., Greene, P. A., Davidson, R. J., Wampold, B. E., Kearney, D. J., & Simpson, T. L. (2018). Mindfulness-based interventions for psychiatric disorders : A systematic review and meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, 59, 52-60. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2017.10.011>
- Goldberger, A. L., Shvilkin, A., Goldberger, Z. D., & Goldberger, A. L. (2018). *Goldberger's clinical electrocardiography : A simplified approach* (Ninth Edition). Elsevier.
- Gustafsson, H., Skoog, T., Davis, P., Kenttä, G., & Haberl, P. (2015). Mindfulness and its relationship with perceived stress, affect, and burnout in elite junior athletes. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 9(3), 263-281. <https://doi.org/10.1123/jcsp.2014-0051>

- Haddad, M., Chaouachi, A., Castagna, C., Hue, O., Wong, D. P., Tabben, M., Behm, D. G., & Chamari, K. (2013). Validity and psychometric evaluation of the French version of RPE scale in young fit males when monitoring training loads. *Science & Sports*, 28(2), e29-e35. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2012.07.008>
- Hagger, M. S., Wood, C., Stiff, C., & Chatzisarantis, N. L. D. (2010). Ego depletion and the strength model of self-control: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(4), 495-525. <https://doi.org/10.1037/a0019486>
- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44(S2), 139-147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Hanh, T. N. (1976). *The miracle of mindfulness : A manual for meditation*. Boston: Beacon.
- Hayes, S. C. (2004). Acceptance and commitment therapy, relational frame theory, and the third wave of behavioral and cognitive therapies. *Behavior Therapy*, 35(4), 639-665. [https://doi.org/10.1016/S0005-7894\(04\)80013-3](https://doi.org/10.1016/S0005-7894(04)80013-3)
- Hayes, S. C., Strosahl, K., & Wilson, K. G. (1999). *Acceptance and commitment therapy : An experiential approach to behavior change*. New York, NY: Guilford Press.
- Heeren, A., Douilliez, C., Peschard, V., Debrauwere, L., & Philippot, P. (2011). Cross-cultural validity of the Five Facets Mindfulness Questionnaire : Adaptation and validation in a French-speaking sample. *European Review of Applied Psychology*, 61(3), 147-151. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2011.02.001>
- Hernandez Contreras, C. E., Sahdra, B. K., Ciarrochi, J., & Hayes, S. C. (2024). *Idiomatic Assessment of Mindfulness*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/7nfet>
- Hoja, S., & Jansen, P. (2019). Mindfulness-based intervention for tennis players : A quasi-experimental pilot study. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 5(1), e000584. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000584>

- Holguín-Ramírez, J., Ramos-Jiménez, A., Quezada-Chacón, J. T., Cervantes-Borunda, M. S., & Hernández-Torres, R. P. (2020). Effect of mindfulness on the stress–recovery balance in professional soccer players during the competitive season. *Sustainability*, *12*(17), 7091. <https://doi.org/10.3390/su12177091>
- Horvath, S., & Birrer, D. (2021). Monitoring strain and recovery in athletes. Application of a short inventory of perceptual well-being. *Sports & Exercise Medicine Switzerland*. <https://doi.org/10.34045/SEMS/2021/15>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S. M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Sciences*, *23*(6), 583-592. <https://doi.org/10.1080/02640410400021278>
- Ishida, A., Bazylar, C. D., Sayers, A. L., Mizuguchi, S., & Gentles, J. A. (2021). Acute Effects of Match-Play on Neuromuscular and Subjective Recovery and Stress State in Division I Collegiate Female Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *35*(4), 976-982. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003981>
- John, S., Verma, S. K., & Khanna, G. L. (2011). The Effect of Mindfulness Meditation on HPA-Axis in pre-competition stress in sports performance of elite shooters. *National Journal of Integrated Research in Medicine*, *2*(3), 15-21.
- Johnson, C., Taylor, A., Dray, J., & Dunning, D. (2024). You Can Lead an Adolescent to Mindfulness, but You Can't Make Them Mindful. *Mindfulness*, *15*(7), 1861-1869. <https://doi.org/10.1007/s12671-024-02391-w>
- Johnson, C., & Wade, T. (2021). Acceptability and Effectiveness of an 8-week Mindfulness Program in Early- and Mid-adolescent School Students : A Randomised Controlled Trial. *Mindfulness*, *12*(10), 2473-2486. <https://doi.org/10.1007/s12671-021-01716-3>

- Josefsson, T., Gustafsson, H., Iversen Rostad, T., Gardner, F. L., & Ivarsson, A. (2021). Mindfulness and shooting performance in biathlon. A prospective study. *European Journal of Sport Science*, 21(8), 1176-1182. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1821787>
- Josefsson, T., Ivarsson, A., Gustafsson, H., Stenling, A., Lindwall, M., Tornberg, R., & Böröy, J. (2019). Effects of Mindfulness-Acceptance-Commitment (MAC) on Sport-Specific Dispositional Mindfulness, Emotion Regulation, and Self-Rated Athletic Performance in a Multiple-Sport Population : An RCT Study. *Mindfulness*, 10(8), 1518-1529. <https://doi.org/10.1007/s12671-019-01098-7>
- Josefsson, T., Ivarsson, A., Lindwall, M., Gustafsson, H., Stenling, A., Böröy, J., Mattsson, E., Carnebratt, J., Sevholt, S., & Falkevik, E. (2017). Mindfulness mechanisms in sports : Mediating effects of rumination and emotion regulation on sport-specific coping. *Mindfulness*, 8(5), 1354-1363. <https://doi.org/10.1007/s12671-017-0711-4>
- Jovarauskaite, L., Dumarkaite, A., Truskauskaite-Kuneviciene, I., Jovaisiene, I., Andersson, G., & Kazlauskas, E. (2021). Internet-based stress recovery intervention FOREST for healthcare staff amid COVID-19 pandemic : Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 22(1), 559. <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05512-1>
- Kabat-Zinn, J. (1990). *Full Catastrophe Living : Using the Wisdom of Your Body and Mind to Face Stress, Pain, and Illness*. New York: Dell.
- Kallus, K. W., & Kellmann, M. (2000). Burnout in athletes and coaches. In Y. L. Hanin (Éd.), *Emotions in sport* (Human Kinetics, p. 209-230).
- Kallus, K. W., & Kellmann, M. (2016). *The recovery-stress questionnaires : User manual*. Frankfurt: Pearson.

- Kaufman, K. A., Glass, C. R., & Arnkoff, D. B. (2009). Evaluation of Mindful Sport Performance Enhancement (MSPE): A New Approach to Promote Flow in Athletes. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 3(4), 334-356. <https://doi.org/10.1123/jcsp.3.4.334>
- Kaufman, K. A., Glass, C. R., & Pineau, T. R. (2016). Mindful Sport Performance Enhancement (MSPE): Development and Applications. In A. L. Baltzell (Éd.), *Mindfulness and Performance* (1<sup>re</sup> éd., p. 153-185). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139871310.009>
- Kaufman, K. A., Glass, C. R., & Pineau, T. R. (2018). *Mindful sport performance enhancement: Mental training for athletes and coaches*. American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000048-000>
- Keaton, J. R. (2018). Hooke's Law. In P. T. Bobrowsky & B. Marker (Éds.), *Encyclopedia of Engineering Geology* (p. 488-489). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-73568-9\\_157](https://doi.org/10.1007/978-3-319-73568-9_157)
- Kellmann, M. (2002). Underrecovery and overtraining: Different concepts-similar impact? In *Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes* (p. 3-24). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kellmann, M. (2010). Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 95-102.
- Kellmann, M., & Beckmann, J. (Éds.). (2018). *Sport, recovery and performance: Interdisciplinary insights*. Routledge.
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I.,

- Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240-245. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0759>
- Kellmann, M., & Kallus, K. W. (2001). *Recovery-stress questionnaire for athletes: User manual*. Human Kinetics.
- Kellmann, M., & Kölling, S. (2019). *Recovery and stress in sport: A manual for testing and assessment*. Routledge, Taylor and Francis Group.
- Kenttä, G., & Hassmén, P. (1998). Overtraining and Recovery: A Conceptual Model. *Sports Medicine*, 26(1), 1-16. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826010-00001>
- Khoury, B., Sharma, M., Rush, S. E., & Fournier, C. (2015). Mindfulness-based stress reduction for healthy individuals: A meta-analysis. *Journal of Psychosomatic Research*, 78(6), 519-528. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2015.03.009>
- Kuyken, W., Weare, K., Ukoumunne, O. C., Vicary, R., Motton, N., Burnett, R., Cullen, C., Hennesly, S., & Huppert, F. (2013). Effectiveness of the Mindfulness in Schools Programme: Non-randomised controlled feasibility study. *British Journal of Psychiatry*, 203(2), 126-131. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.113.126649>
- Lau, M. A., Bishop, S. R., Segal, Z. V., Buis, T., Anderson, N. D., Carlson, L., Shapiro, S., Carmody, J., Abbey, S., & Devins, G. (2006). The toronto mindfulness scale: Development and validation. *Journal of Clinical Psychology*, 62(12), 1445-1467. <https://doi.org/10.1002/jclp.20326>
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer publishing company.

- Levillain, G., Vacher, P., De Roten, Y., & Nicolas, M. (2024). Influence of Defense Mechanisms on Sport Burnout : A Multiple Mediation Analysis Effects of Resilience, Stress and Recovery. *Sports, 12*(10), 274. <https://doi.org/10.3390/sports12100274>
- Lindsay, E. K., & Creswell, J. D. (2017). Mechanisms of mindfulness training : Monitor and Acceptance Theory (MAT). *Clinical Psychology Review, 51*, 48-59. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2016.10.011>
- Loch, F., Ferrauti, A., Meyer, T., Pfeiffer, M., & Kellmann, M. (2023). Acute effects of mental recovery strategies in simulated air rifle competitions. *Frontiers in Sports and Active Living, 5*, 1087995. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1087995>
- Macdougall, H., O'Halloran, P., Sherry, E., & Shields, N. (2019). A Pilot Randomised Controlled Trial to Enhance Well-Being and Performance of Athletes in Para Sports. *European Journal of Adapted Physical Activity, 12*(2), 7-7. <https://doi.org/10.5507/euj.2019.006>
- Malik, M., Bigger, T. J., Camm, J. A., Kleiger, R. E., Malliani, A., Moss, A. J., & Schwartz, P. J. (1996). Heart rate variability : Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation, 93*(5), 1043-1065.
- Marcora, S. (2010). Effort : Perception of. In E. B. Goldstein, *Encyclopedia of Perception* (p. 380-383). Sage, Los Angeles.
- Martinet, G., Decret, J.-C., Guillet-Descas, E., & Isoard-Gautheur, S. (2014). A reciprocal effects model of the temporal ordering of motivation and burnout among youth table tennis players in intensive training settings. *Journal of Sports Sciences, 32*(17), 1648-1658. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.912757>

- McEwen, B. S., & Stellar, E. (1993). Stress and the individual : Mechanisms leading to disease. *Archives of Internal Medicine*, 153(18), 2093-2101.
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., Raglin, J., Rietjens, G., Steinacker, J., & Urhausen, A. (2013). Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome : Joint consensus statement of the European College of Sport Science (ECSS) and the American College of Sports Medicine (ACSM). *European Journal of Sport Science*, 13(1), 1-24. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.730061>
- Meeusen, R., Duclos, M., Gleeson, M., Rietjens, G., Steinacker, J., & Urhausen, A. (2006). Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome : ECSS Position Statement 'Task Force'. *European Journal of Sport Science*, 6(1), 1-14. <https://doi.org/10.1080/17461390600617717>
- Minkler, T. O., Glass, C. R., & Hut, M. (2021). Mindfulness training for a college team : Feasibility, acceptability, and effectiveness from within an athletic department. *Journal of Applied Sport Psychology*, 33(6), 609-626. <https://doi.org/10.1080/10413200.2020.1739169>
- Moore, Z. E. (2009). Theoretical and Empirical Developments of the Mindfulness-Acceptance-Commitment(MAC) Approach to Performance Enhancement. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 3(4), 291-302. <https://doi.org/10.1123/jcsp.3.4.291>
- Moore, Z. E. (2016). Mindfulness, Emotion Regulation, and Performance. In A. L. Baltzell (Éd.), *Mindfulness and Performance* (1<sup>re</sup> éd., p. 29-52). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139871310.003>
- Mourot, L., Bouhaddi, M., Perrey, S., Cappelle, S., Henriët, M., Wolf, J., Rouillon, J., & Regnard, J. (2004). Decrease in heart rate variability with overtraining : Assessment by

- the Poincaré plot analysis. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 24(1), 10-18.  
<https://doi.org/10.1046/j.1475-0961.2003.00523.x>
- Myall, K., Montero-Marin, J., Gorczynski, P., Kajee, N., Syed Sheriff, R., Bernard, R., Harriss, E., & Kuyken, W. (2023). Effect of mindfulness-based programmes on elite athlete mental health : A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 57(2), 99-108. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-105596>
- Naderi, A., Shaabani, F., Gharayagh Zandi, H., Calmeiro, L., & Brewer, B. W. (2020). The Effects of a Mindfulness-Based Program on the Incidence of Injuries in Young Male Soccer Players. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 42(2), 161-171.  
<https://doi.org/10.1123/jsep.2019-0003>
- Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2012). Recovery in Soccer : Part I – Post-Match Fatigue and Time Course of Recovery. *Sports Medicine*, 42(12), 997-1015. <https://doi.org/10.2165/11635270-000000000-00000>
- Nicolas, M., Vacher, P., Martinent, G., & Mourot, L. (2019). Monitoring stress and recovery states : Structural and external stages of the short version of the RESTQ sport in elite swimmers before championships. *Journal of Sport and Health Science*, 8(1), 77-88.  
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.03.007>
- Noetel, M., Ciarrochi, J., Van Zanden, B., & Lonsdale, C. (2019). Mindfulness and acceptance approaches to sporting performance enhancement : A systematic review. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 12(1), 139-175.  
<https://doi.org/10.1080/1750984X.2017.1387803>
- Ooishi, Y., Fujino, M., Inoue, V., Nomura, M., & Kitagawa, N. (2021). Differential effects of focused attention and open monitoring meditation on autonomic cardiac modulation and

- cortisol secretion. *Frontiers in Physiology*, 12, 675899.  
<https://doi.org/10.3389/fphys.2021.675899>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pageaux, B. (2016). Perception of effort in Exercise Science: Definition, measurement and perspectives. *European Journal of Sport Science*, 16(8), 885-894.  
<https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1188992>
- Pawsey, F., Wong, J. H. K., Kenttä, G., & Näswall, K. (2021). Daily mindfulness is associated with recovery processes among coaches—A 4-week diary study. *International Sport Coaching Journal*, 8(3), 371-381. <https://doi.org/10.1123/iscj.2020-0045>
- Pelka, M., Kölling, S., Ferrauti, A., Meyer, T., Pfeiffer, M., & Kellmann, M. (2017). Acute effects of psychological relaxation techniques between two physical tasks. *Journal of Sports Sciences*, 35(3), 216-223. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1161208>
- Perry, J. E., Ross, M., Weinstock, J., & Weaver, T. (2017). Efficacy of a Brief Mindfulness Intervention to Prevent Athletic Task Performance Deterioration: A Randomized Controlled Trial. *The Sport Psychologist*, 31(4), 410-421.  
<https://doi.org/10.1123/tsp.2016-0130>
- Pineau, T. R., Glass, C. R., & Kaufman, K. A. (2014). Mindfulness in Sport Performance. In A. Ie, C. T. Ngnoumen, & E. J. Langer (Éds.), *The Wiley Blackwell Handbook of Mindfulness* (1<sup>re</sup> éd., p. 1004-1033). Wiley.  
<https://doi.org/10.1002/9781118294895.ch52>

- Plews, D. J., Laursen, P. B., & Buchheit, M. (2017). Day-to-Day Heart-Rate Variability Recordings in World-Champion Rowers : Appreciating Unique Athlete Characteristics. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *12*(5), 697-703. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0343>
- Pow, J., King, D. B., Stephenson, E., & DeLongis, A. (2017). Does social support buffer the effects of occupational stress on sleep quality among paramedics? A daily diary study. *Journal of Occupational Health Psychology*, *22*(1), 71-85. <https://doi.org/10.1037/a0040107>
- Querstret, D., Cropley, M., & Fife-Schaw, C. (2017). Internet-based instructor-led mindfulness for work-related rumination, fatigue, and sleep : Assessing facets of mindfulness as mechanisms of change. A randomized waitlist control trial. *Journal of Occupational Health Psychology*, *22*(2), 153-169. <https://doi.org/10.1037/ocp0000028>
- Röthlin, P., & Birrer, D. (2020). Mental training in group settings : Intervention protocols of a mindfulness and acceptance-based and a psychological skills training program. *Journal of Sport Psychology in Action*, *11*(2), 103-114. <https://doi.org/10.1080/21520704.2018.1557771>
- Röthlin, P., Horvath, S., Birrer, D., & grosse Holtforth, M. (2016). Mindfulness Promotes the Ability to Deliver Performance in Highly Demanding Situations. *Mindfulness*, *7*(3), 727-733. <https://doi.org/10.1007/s12671-016-0512-1>
- Röthlin, P., Horvath, S., Trösch, S., Holtforth, M. G., & Birrer, D. (2020). Differential and shared effects of psychological skills training and mindfulness training on performance-relevant psychological factors in sport: A randomized controlled trial. *BMC Psychology*, *8*(1), 80. <https://doi.org/10.1186/s40359-020-00449-7>

- Royuela-Colomer, E., & Calvete, E. (2016). Mindfulness Facets and Depression in Adolescents: Rumination as a Mediator. *Mindfulness*, 7(5), 1092-1102. <https://doi.org/10.1007/s12671-016-0547-3>
- Russell, S., Simpson, M. J., Evans, A. G., Coulter, T. J., & Kelly, V. G. (2021). Physiological and Perceptual Recovery-Stress Responses to an Elite Netball Tournament. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(10), 1462-1471. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0317>
- Sapolsky, R. M. (2007). Stress, Stress-Related Disease, and Emotional Regulation. In J. J. Gross (Éd.), *Handbook of emotion regulation* (p. 606-615). The Guilford Press.
- Saw, A. E., Main, L. C., & Gastin, P. B. (2016). Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 281-291. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094758>
- Schneider, R. J., Hough, L. M., & Dunnette, M. D. (1996). Broad-sided by broad traits: How to sink science in five dimensions or less. *Journal of Organizational Behavior*, 17(6), 639-655. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1379\(199611\)17:6<639::AID-JOB3828>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1379(199611)17:6<639::AID-JOB3828>3.0.CO;2-9)
- Scott-Hamilton, J., Schutte, N. S., & Brown, R. F. (2016). Effects of a Mindfulness Intervention on Sports-Anxiety, Pessimism, and Flow in Competitive Cyclists. *Applied Psychology: Health and Well-Being*, 8(1), 85-103. <https://doi.org/10.1111/aphw.12063>
- Segal, Z. V., Williams, J. M., & Teasdale, J. D. (2002). *Mindfulness-based cognitive therapy for depression: A new approach to preventing relapse*. New York,: Guilford.
- Selye, H. (1936). A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature*, 138(3479), 32-32.

- Shaabani, F., Naderi, A., Borella, E., & Calmeiro, L. (2020). Does a brief mindfulness intervention counteract the detrimental effects of ego depletion in basketball free throw under pressure? *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 9(2), 197-215. <https://doi.org/10.1037/spy0000201>
- Shapiro, S. L., Carlson, L. E., Astin, J. A., & Freedman, B. (2006). Mechanisms of mindfulness. *Journal of Clinical Psychology*, 62(3), 373-386. <https://doi.org/10.1002/jclp.20237>
- Silananda, U. (1990). *The four foundations of mindfulness*. Boston: Wisdom Publications.
- Smith, G. T., Fischer, S., Cyders, M. A., Annus, A. M., Spillane, N. S., & McCarthy, D. M. (2007). On the Validity and Utility of Discriminating Among Impulsivity-Like Traits. *Assessment*, 14(2), 155-170. <https://doi.org/10.1177/1073191106295527>
- Smith, G. T., Fischer, S., & Fister, S. M. (2003). Incremental Validity Principles in Test Construction. *Psychological Assessment*, 15(4), 467-477. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.15.4.467>
- Smith, G. T., & McCarthy, D. M. (1995). Methodological considerations in the refinement of clinical assessment instruments. *Psychological Assessment*, 7(3), 300-308. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.7.3.300>
- Solmi, M., Radua, J., Olivola, M., Croce, E., Soardo, L., Salazar De Pablo, G., Il Shin, J., Kirkbride, J. B., Jones, P., Kim, J. H., Kim, J. Y., Carvalho, A. F., Seeman, M. V., Correll, C. U., & Fusar-Poli, P. (2022). Age at onset of mental disorders worldwide : Large-scale meta-analysis of 192 epidemiological studies. *Molecular Psychiatry*, 27(1), 281-295. <https://doi.org/10.1038/s41380-021-01161-7>
- Sondt, N., Vacher, P., Kermarrec, G., & Bernier, M. (2023). Equilibre stress-récupération et pleine conscience. In J. Fournier (Éd.), *Psychologie du sport et de l'activité physique* (p. 57-68). Elsevier Masson.

- Sonnentag, S., & Fritz, C. (2007). The Recovery Experience Questionnaire : Development and validation of a measure for assessing recuperation and unwinding from work. *Journal of Occupational Health Psychology, 12*(3), 204-221. <https://doi.org/10.1037/1076-8998.12.3.204>
- Sorkkila, M., Ryba, T. V., Selänne, H., & Aunola, K. (2020). Development of School and Sport Burnout in Adolescent Student-Athletes : A Longitudinal Mixed-Methods Study. *Journal of Research on Adolescence, 30*(S1), 115-133. <https://doi.org/10.1111/jora.12453>
- Staehr, J. (1998). *The use of well-being measures in primary health care-the DepCare project. World Health Organization, Regional Office for Europe : Well-Being Measures in Primary Health Care- the DepCare Project.* World Health Organization, Geneva.
- Stanley, J., Peake, J. M., & Buchheit, M. (2013). Cardiac Parasympathetic Reactivation Following Exercise : Implications for Training Prescription. *Sports Medicine, 43*(12), 1259-1277. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0083-4>
- Tebourski, K., Bernier, M., Ben Salha, M., Souissi, N., & Fournier, J. F. (2022). Effects of Mindfulness for Performance Programme on Actual Performance in Ecological Sport Context : Two Studies in Basketball and Table Tennis. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(19), 12950. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912950>
- Thera, N. (1962). *The heart of Buddhist meditation : A handbook of mental training based on the Buddha's way of mindfulness.* London: Rider and Company.
- Thienot, E., Jackson, B., Dimmock, J., Grove, J. R., Bernier, M., & Fournier, J. F. (2014). Development and preliminary validation of the mindfulness inventory for sport.

- Psychology of Sport and Exercise*, 15(1), 72-80.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.10.003>
- Vacher, P., Martinent, G., Mourot, L., & Nicolas, M. (2018). Elite swimmers' internal markers trajectories in ecological training conditions. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(8), 1866-1877. <https://doi.org/10.1111/sms.13200>
- Vacher, P., Nicolas, M., Martinent, G., & Mourot, L. (2017). Changes of swimmers' emotional states during the preparation of national championship: Do recovery-stress states matter? *Frontiers in Psychology*, 8, 1043. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01043>
- Vacher, P., Sondt, N., Levillain, G., Bossard, C., Prost, M., & Bernier, M. (2022). What If Leisure Time Activities Were a Solution for Athletes' Long-Term Development and Health? *Frontiers in Psychology*, 13, 926419.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.926419>
- Warren, M. T., Galla, B. M., & Grund, A. (2023). Using Whole Trait Theory to unite trait and state mindfulness. *Journal of Research in Personality*, 104, 104372.  
<https://doi.org/10.1016/j.jrp.2023.104372>
- Waszczuk, M. A., Zavos, H. M. S., Antonova, E., Haworth, C. M., Plomin, R., & Eley, T. C. (2015). A multivariate twin study of trait mindfulness, depressive symptoms, and anxiety sensitivity. *Depression and Anxiety*, 32(4), 254-261.  
<https://doi.org/10.1002/da.22326>
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), 1063-1070. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.6.1063>
- Wegner, D. M. (1994). Ironic Processes of Mental Control. *Psychological Review*, 101, 34-52.

- Wiewelhove, T., Schneider, C., Kellmann, M., Pfeiffer, M., Meyer, T., & Ferrauti, A. (2024). Recovery management in sport : Overview and outcomes of a nine-year multicenter research program. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 19(3), 1223-1233. <https://doi.org/10.1177/17479541241227527>
- Winsley, R., & Matos, N. (2011). Overtraining and elite young athletes. In N. Armstrong & A. M. McManus (Éds.), *Medicine and Sport Science* (Vol. 56, p. 97-105). S. Karger AG. <https://doi.org/10.1159/000320636>
- Wolch, N. J., Arthur-Cameselle, J. N., Keeler, L. A., & Suprak, D. N. (2021). The effects of a brief mindfulness intervention on basketball free-throw shooting performance under pressure. *Journal of Applied Sport Psychology*, 33(5), 510-526. <https://doi.org/10.1080/10413200.2020.1720044>
- Zhang, C.-Q., Si, G., Duan, Y., Lyu, Y., Keatley, D. A., & Chan, D. K. C. (2016). The effects of mindfulness training on beginners' skill acquisition in dart throwing : A randomized controlled trial. *Psychology of Sport and Exercise*, 22, 279-285. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2015.09.005>
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining Self-Regulation. In *Handbook of Self-Regulation* (p. 13-39). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50031-7>

**Annexes**

---

## **Annexe 1. Missions CIFRE**

### **Les principales missions réalisées dans le cadre de la convention CIFRE**

#### **Décembre 2021 à décembre 2022 :**

- Préparation et réalisation d'un diagnostic des besoins en performance au sein de toutes les structures (pôle espoir et pôle France) bretonnes dans le cadre d'un financement de l'Agence National du Sport
- Analyse des 42 heures d'entretiens et bilan du diagnostic
- Recommandations et mise en place d'un plan d'action qui découlent du diagnostic
- Référente régionale du réseau en dimension mentale breton (en charge du référencement, de l'intégration des professionnels dans le réseau en sollicitant les membres du conseil, en charge de l'organisation et animation des regroupements annuels, en charge des modules de formation lors des regroupements, en charge de l'animation du réseau)
- Animation de modules dimension mentale auprès de jeunes athlètes de Sport Bretagne

#### **Décembre 2022 à décembre 2023 :**

- Référente régionale du réseau en dimension mentale breton
- Création et animation de modules de formation continue pour les salariés de Sport Bretagne
- Mise en place du plan d'action qui découle du diagnostic :
  - Création et animation de formation sur la préparation invisible auprès d'entraîneurs
  - Création d'un module d'éducation à la dimension mentale à destination de jeunes athlètes en pôles (espoir et France)

- Préparation du dispositif des « lab' de la perf » (dispositif de l'Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance, INSEP, consistant en des séances animées autour d'un retour d'expérience de l'activité d'entraîneurs, « être accompagné pour mieux accompagner »)
- Coordination et création de la base de testing dimension mentale pour le PlaTEx

**Décembre 2023 à novembre 2024 :**

- Mise en place et animation des lab' de la perf' auprès d'un groupe à Rennes et d'un groupe à Brest (10 séances de 2h30 ont été dispensées au total)
- Référente régionale du réseau en dimension mentale breton
- Animation du module d'éducation à la dimension mentale auprès des athlètes au sein des différentes structures (pôles espoir, pôles France) sur le territoire breton
- Support d'analyse des besoins du territoire breton en testing en dimension mentale pour le PlaTEx.

## **Annexe 2. Activités de recherche**

### **Activités de recherche**

#### **Publications dans des revues scientifiques internationales à comité de lecture**

Sondt, N., Bernier, M., Kermarrec, G., & Vacher, P. (2024). Exploring the role of mindfulness in the stress-recovery balance: 10-day monitoring of young BMX riders in an intensive training center during a pre-competition cycle. *Psychology of Sport and Exercise*, 74, 1026680. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2024.102680>

Vacher, P., Sondt, N., Levillain, G., Bossard, C., Prost, M., & Bernier, M. (2022). What if leisure time activities were a solution for athletes' long-term development and health?. *Frontiers in Psychology*, 13, 926419. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.926419>

#### **Chapitres d'ouvrages**

Sondt, N., Vacher, P., Kermarrec, G., & Bernier, M. (2023). Equilibre stress-récupération et pleine conscience. In J. Fournier (Ed.), *Psychologie du sport et de l'activité physique* (pp. 57–68). Elsevier Masson.

#### **Article en cours de publication dans des revues scientifiques internationales à comité de lecture**

Bracco, M., Sondt, N., Dugeny, S., Goisbault, M., Bernier, M., Doron, J., & Martinent, G. (en révision). « I won't lie in my head it's just 'Fight, fight, fight' »: impact of emotional processes on attentional focus in competitive context. *Journal of Applied Sport Psychology*.

Sondt, N., Bernier, M., Kermarrec, G., & Vacher, P. (soumis). Mindfulness, recovery-stress states, and subjective performance during a BMX competition. *European Journal of Sport Science*.

Sondt, N., Vacher, P., Kermarrec, G., Leprince, C., & Bernier, M. (soumis). Promoting stress-recovery balance with young soccer players: effectiveness of the Mindfulness Stress Recovery Program in a Sport and Academic Training Center. *Psychology of Sport and Exercise*.

### **Communications dans des congrès nationaux et internationaux**

Sondt, N., Bernier, B., Kermarrec, G., & Vacher, P. (2024). Mindfulness and stress-recovery balance during a weekend BMX competition. 17<sup>th</sup> European Congress of European federation of sport psychology (FEPSAC), Innsbruck, Autriche.

Minkler, T., Breniaux, R., Sondt, N., & Bernier, B. (2024). A differential item functioning analysis of the Mindfulness Inventory for Sport. 17<sup>th</sup> European Congress of European federation of sport psychology (FEPSAC), Innsbruck, Autriche.

Breniaux, R., Sondt, N., Fournier, J., Levillain, G., Vacher, P., & Bernier, M. (2023). Validation interne et analyse du fonctionnement différentiel des items du Mindfulness Inventory for Sport version française. 20<sup>ème</sup> congrès de l'Association des Chercheurs en activité physique et sportive (ACAPS), Reims, octobre 2023.

Bracco, M., Sondt, N., Dugény, S., Goisbault, M. Bernier, M., Doron, J., & Martinet, G. (2023) Faire face aux exigences de la compétition de haut niveau en escrime : Etude des stratégies de coping et des focus attentionnels chez des fleurettistes élites. 20<sup>ème</sup> congrès international de l'Association des Chercheurs en activité physique et sportive (ACAPS), Reims, France. [<hal— 04313287>](#)

Sondt, N., Bernier, M., Kermarrec, G., Vacher, P. (2023). Lien entre l'ESR et la pleine conscience chez de jeunes pilotes de BMX. Ateliers ReSCI « Ma Recherche j'en parle » sport et innovation, Clairefontaine-en-Yvelines, France.

Sondt, N., Bernier, M., Kermarrec, G., Vacher, P. (2023). Link between the stress-recovery balance and mindfulness in young elite BMX riders. 28<sup>th</sup> Annual Congress of the European college of sport science (ECSS), Paris, France.

Sondt, N., Fournier, J.F., Courbalay, A., Pageaux, B., & Bernier, M. (2022). How to manage exercise-induced-pain during a high intensity task? Psychological strategies used by expert crossfitters. 16<sup>th</sup> European Congress of Sport and Exercise Psychology, Padova (FEPSAC), Italie.

## Annexe 3. Accord éthique de la validation française du SRSS



**ALLIANCE  
UNIVERSITAIRE  
BRETAGNE**

ATTESTATION DU COMITÉ D'ÉTHIQUE POUR LA  
RECHERCHE NON INTERVENTIONNELLE

**CERNI**

Agrément n° 2303076

Le formulaire d'attestation est rempli par le comité d'éthique pour la recherche qui a évalué et approuvé le projet de recherche. Il est remis à l'investigateur principal du projet, au responsable scientifique et au directeur.ice de l'unité de recherche. L'attestation doit être conservée pendant une période de 10 ans.

**I- Objet de la demande**

- Obtention d'un avis éthique sur des enjeux prégnants ou une démarche scientifique

**II- Information sur le projet évalué**

<b>Intitulé du projet :</b> SUPERMIRE 2 Suivi équilibre stress-récupération et la pleine conscience : validation et traduction des outils psychométriques	
<b>Investigateur/investigatrice principal.e :</b> Nadia Sondt, doctorante UBO	<b>Unité de recherche :</b> CREAD
<b>Responsable scientifique :</b> Philippe VACHER	<b>Directeur/directrice de l'unité de recherche :</b> Patricia Marzin-Janvier
<b>Lieu d'investigation :</b> Questionnaire en ligne auprès d'étudiants Staps UBO en compétition dans un cadre fédéral (licencié), et athlètes ayant une pratique sportive dans diverses structures d'entraînement bretonnes	<b>Durée de l'étude :</b> Durée maximale de 6 mois pendant l'année scolaire 2022-2023 avec dans l'idéal une fin au mois de mars 2023

**III- Cadre juridique**

<b>Lieu où les données sont archivées :</b> Dans un ordinateur de travail sécurisé avec un mot de passe et sauvegardées jusqu'à la finalisation de la recherche	<b>Méthode d'archivage</b> Les données seront récoltées en ligne via Lime Survey et la plateforme Mindeval ; les données seront sur un disque dur externe chiffré
<b>Durée d'archivage :</b> 15 ans	<b>Nom du responsable de l'archivage</b> Marjorie Bernier et Philippe Vacher
<b>Soumis au délégué à la protection des données de l'établissement : Non</b>	<b>Conformité au RGPD : Oui</b>

Date d'évaluation : 06/03/2023

Date d'approbation : 07/03/2023

UBS - 27 Rue Armand Guillemot, 56321 LORIENT  
UBO - 3 rue des Archives, 29238 BREST  
ENIB - 945 avenue du Technopôle Brest-Iroise, 29238 PLOUZANE





ATTESTATION DU COMITÉ D'ÉTHIQUE POUR LA  
RECHERCHE NON INTERVENTIONNELLE  
**CERNI**  
Agrément n° 2303076



Je certifie, en tant que Délégué général de l'AUB, que le CERNI :

- Se conforme aux obligations prévues par la loi n° 2012-300 du 5 mars 2012 (modifiée par décret n°2016-1537 et aux ordonnances d'application définie par le décret 2017-884) relative aux recherches impliquant la personne humaine (dite loi Jardé) ainsi qu'au règlement général sur la protection des données, officiellement appelé règlement UE 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016
- Satisfait aux exigences prévues dans la Charte européenne du chercheur qui stipule que les chercheurs doivent adhérer aux pratiques reconnues et aux principes éthiques fondamentaux de mise dans leur(s) discipline(s), ainsi qu'aux normes éthique étayées par les différents codes d'éthiques nationaux, sectoriels ou institutionnels
- Se réfère, dans ses avis, à la charte française de déontologie des métiers de la recherche adoptée le 25 janvier 2015 par France Université ainsi qu'au Code de conduite européen pour l'intégrité en recherche élaboré en 2011 par All European Academies (ALLEA) et la Fondation européenne de la science (ESF).

Sur la base des informations renseignées par les investigateurs, j'atteste en tant que Vice-Président Recherche de l'Université Bretagne Occidentale (UBO) que :

1. La façon de conduire le projet est conforme aux différentes législations en vigueur et aux règles de bonne pratique en recherche et ne semble révéler aucun manquement à l'intégrité scientifique
2. Le projet présente les garanties nécessaires permettant d'assurer le respect des droits, de la santé, de la sécurité et de l'autonomie physique et personnelle des participants à ces recherches scientifiques ainsi que de leur consentement pleinement informé et librement éclairé.
3. L'investigateur a pris les mesures nécessaires en faveur du droit à la confidentialité des participants ainsi que de l'archivage, de l'accès et de la protection des données issues du projet eu égard à la nature des matériaux recueillis.

Par conséquent, le comité d'éthique pour la recherche non interventionnelle a considéré le projet comme répondant aux principes éthiques de recherche recommandés par nos établissements et l'a approuvé tel qu'il a été soumis par le chercheur susmentionné.

Vice-Président Recherche UBO	Délégué général de l'AUB
 Le Vice-Président RECHERCHE & INNOVATION T. MONTIER	 Régis Félion

L'approbation et les avis des experts et du comité scientifique ont été consignés par écrit, et le projet soumis avec l'ensemble des documents constitutifs sont archivés avec accès restreint sur un serveur des établissements.

UBS - 27 Rue Armand Guillemot, 56321 LORIENT  
UBO - 3 rue des Archives, 29238 BREST  
ENIB - 945 avenue du Technopôle Brest-Iroise, 29238 PLOUZANE



#### Annexe 4. Mesure de pleine conscience-état

1. *Lucidité* : j'avais conscience de mes pensées, de mes sensations et de mes émotions.

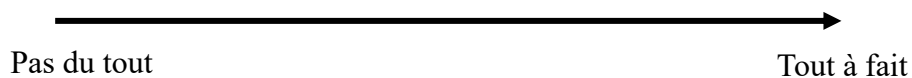
2. *Acceptation* : j'ai cherché à changer ou supprimer mes pensées, mes sensations, mes émotions.

3. *Reconcentration* : quand j'étais perturbé (e) par des pensées, des émotions, des sensations, je me refocalisais rapidement sur ce que j'étais en train de faire.

Pour le contexte d'entraînement, une échelle de type Likert en 7 points a été utilisée :

0. Pas du tout	1.	2.	3.	4.	5.	6. Tout à fait

Pour le contexte de compétition, une échelle visuelle a été utilisée :



## Annexe 5. Accord éthique des études 1 et 2



**ALLIANCE  
UNIVERSITAIRE  
BRETAGNE**

**ATTESTATION DU COMITÉ D'ÉTHIQUE POUR LA  
RECHERCHE NON INTERVENTIONNELLE**

**CERNI**

**Agrément n° 2303075**

Le formulaire d'attestation est rempli par le comité d'éthique pour la recherche qui a évalué et approuvé le projet de recherche. Il est remis à l'investigateur principal du projet, au responsable scientifique et au directeur.ice de l'unité de recherche. L'attestation doit être conservée pendant une période de 10 ans.

**I- Objet de la demande**

- Obtention d'un avis éthique sur des enjeux prégnants ou une démarche scientifique

**II- Information sur le projet évalué**

**Intitulé du projet :**

SUPERMIRE 1 Pleine conscience, équilibre-stress récupération : suivi longitudinal chez les athlètes de haut-niveau

**Investigateur/investigatrice principal.e :**

Nadia Sondt, doctorante UBO

**Unité de recherche :**

CREAD

**Responsable scientifique :**

Marjorie BERNIER

**Directeur/directrice de l'unité de recherche :**

Patricia Marzin-Janvier

**Lieu d'investigation :**

██████████ au pôle espoir de BMX

**Durée de l'étude :**

Du 5 au 23 novembre 2022

**III- Cadre juridique**

**Lieu où les données sont archivées :**

Conservé dans un coffre-fort du CREAD

**Méthode d'archivage**

Ordinateur de travail sécurisé avec un mot de passe et sauvegardées sur un disque dur externe chiffré

**Durée d'archivage :**

15 ans

**Nom du responsable de l'archivage**

Marjorie Bernier et Philippe Vacher

**Soumis au délégué à la protection des données de l'établissement : Non**

**Conformité au RGPD : Oui**

**Date d'évaluation : 13/01/2023**

**Date d'approbation : 07/03/2023**

UBS - 27 Rue Armand Guillemot, 56321 LORIENT  
UBO - 3 rue des Archives, 29238 BREST  
ENIB - 945 avenue du Technopôle Brest-Iroise, 29238 PLOUZANE





ATTESTATION DU COMITÉ D'ÉTHIQUE POUR LA RECHERCHE NON INTERVENTIONNELLE

CERNI

Agrément n° 2303075

Je certifie, en tant que Délégué général de l'AUB, que le CERNI :

- Se conforme aux obligations prévues par la loi n° 2012-300 du 5 mars 2012 (modifiée par décret n°2016-1537 et aux ordonnances d'application définie par le décret 2017-884) relative aux recherches impliquant la personne humaine (dite loi Jardé) ainsi qu'au règlement général sur la protection des données, officiellement appelé règlement UE 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016
- Satisfait aux exigences prévues dans la Charte européenne du chercheur qui stipule que les chercheurs doivent adhérer aux pratiques reconnues et aux principes éthiques fondamentaux de mise dans leur(s) discipline(s), ainsi qu'aux normes éthique étayées par les différents codes d'éthiques nationaux, sectoriels ou institutionnels
- Se réfère, dans ses avis, à la charte française de déontologie des métiers de la recherche adoptée le 25 janvier 2015 par France Université ainsi qu'au Code de conduite européen pour l'intégrité en recherche élaboré en 2011 par All European Academies (ALLEA) et la Fondation européenne de la science (ESF).

Sur la base des informations renseignées par les investigateurs, j'atteste en tant que Vice-Président Recherche de l'Université Bretagne Occidentale (UBO) que :

1. La façon de conduire le projet est conforme aux différentes législations en vigueur et aux règles de bonne pratique en recherche et ne semble révéler aucun manquement à l'intégrité scientifique
2. Le projet présente les garanties nécessaires permettant d'assurer le respect des droits, de la santé, de la sécurité et de l'autonomie physique et personnelle des participants à ces recherches scientifiques ainsi que de leur consentement pleinement informé et librement éclairé.
3. L'investigateur a pris les mesures nécessaires en faveur du droit à la confidentialité des participants ainsi que de l'archivage, de l'accès et de la protection des données issues du projet eu égard à la nature des matériaux recueillis.

Par conséquent, le comité d'éthique pour la recherche non interventionnelle a considéré le projet comme répondant aux principes éthiques de recherche recommandés par nos établissements et l'a approuvé tel qu'il a été soumis par le chercheur susmentionné.

Vice-Président Recherche UBO	Délégué général de l'AUB
<p>Le Vice-Président RECHERCHE &amp; INNOVATION T. MONTIER</p>	<p>Régis Fellec</p>

L'approbation et les avis des experts et du comité scientifique ont été consignées par écrit, et le projet soumis avec l'ensemble des documents constitutifs sont archivés avec accès restreint sur un serveur des établissements.

UBS - 27 Rue Armand Guillemot, 56321 LORIENT  
UBO - 3 rue des Archives, 29238 BREST  
ENIB - 945 avenue du Technopôle Brest-Iroise, 29238 PLOUZANE



## Annexe 6. Questionnaires de l'étude 2

### Échelle RPE

#### Comment perçois-tu l'effort effectué durant ta course ?

---

0	Nulle
1	Très, très légère
2	Légère
3	Modérée
4	Assez dure
5	Dure
6	
7	Très dure
8	
9	
10	Maximale

---

### Mesure de la performance subjective

#### J'évalue ma performance sur la course comme étant :

0.Très mauvaise	1.	2	3	4	5	6	7	8	9	10.Très bonne

## Annexe 7. Programme de pleine conscience pour l'équilibre stress-récupération (MSRP)

Séances	Objectifs des séances	Contenus des séances	Exercices de pleine conscience avec des enregistrements audios
<b>Séance 1 :</b> Introduction et psychoéducation	<i>Comprendre l'importance de maintenir un équilibre stress-récupération pour sa performance et son bien-être</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction à l'intervention (objectifs, bénéfices et adhésion au programme)</li> <li>• Psychoéducation sur l'importance de maintenir un équilibre stress-récupération et sur les effets néfastes d'un déséquilibre</li> <li>• Prendre conscience de toutes les activités réalisées dans une journée</li> </ul>	Body scan court et body scan en marchant
<b>Séance 2 :</b> Stress et prise de conscience	<i>Être conscient des signaux de stress</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Psychoéducation sur les états de stress et sur la manière dont ils se manifestent</li> <li>• Devenir conscient des signaux de stress et de la manière dont ils se manifestent chez moi</li> </ul>	Focus en comptant et en étant attentif à l'environnement
<b>Séance 3 :</b> Non-jugement et stratégies de récupération	<i>Comprendre l'acceptation pour mieux gérer les signaux de stress Reconnaître les stratégies de récupération productives et contre-productives</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction des concepts d'acceptation et de non-jugement</li> <li>• Psychoéducation sur les stratégies de récupération (dormir, s'hydrater, activités de récupération sociale...)</li> <li>• Introduction aux stratégies de récupération productives et contre-productives</li> </ul>	Émotions et stress du sportif
<b>Séance 4 :</b> Les stratégies de récupération adaptées aux besoins	<i>Adapter les stratégies de récupération à la situation et à l'état de stress au quotidien</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lier différentes situations de la vie quotidienne et sportive avec les signaux de stress et la stratégie de récupération adéquate pour commencer à devenir autonome</li> </ul>	Tensions du corps et la peur de perdre

<b>Séance 5 :</b> Se distancer et se détacher	<i>Devenir acteur de son équilibre stress-récupération pendant les vacances</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rappel des différentes notions abordées durant les quatre dernières semaines</li> <li>• Planification des vacances pour maintenir son équilibre stress-récupération</li> <li>• Se distancer et se détacher du centre d'entraînement</li> </ul>	Tous les enregistrements audios à disposition
<b>Séance 6 :</b> Debriefing	<i>Discuter des difficultés éprouvées dans cette recherche de maintien d'équilibre stress-récupération pendant les vacances</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Débriefing de l'expérience d'autonomie durant les vacances et régulation des difficultés</li> <li>• Explication de l'utilisation des audios S.O.S</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous les enregistrements audios à disposition</li> <li>• Audios S.O.S * : s'endormir facilement, douleur et blessure, fatigue et énervement</li> </ul>
<b>Séance 7 :</b> Identification des ressources externes pour la récupération	<i>Reconnaître les ressources de l'environnement qui peuvent aider à maintenir l'équilibre stress-récupération</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification des ressources présentes dans l'environnement (à l'école, au centre d'entraînement, à la maison...) pour la récupération</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous les enregistrements audios à disposition</li> <li>• Audios S.O.S</li> </ul>
<b>Séance 8 :</b> Conclusion et perspectives	<i>Conclure sur le programme et préparer « l'après-programme »</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rester engagé dans la pratique de pleine conscience et du maintien de l'équilibre stress-récupération</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous les enregistrements audios à disposition</li> <li>• Audios S.O.S</li> </ul>

Note. Toutes les séances duraient 45 min et elles étaient menées de manière collective en salle d'étude du CEI.

\*audios S.O.S : il s'agit d'exercices de pleine conscience guidés sous format d'audio qui répondent à des besoins spécifiques que les jeunes athlètes peuvent rencontrer, par exemple s'ils rencontrent des difficultés pour s'endormir, ils peuvent écouter l'audio « s'endormir facilement ».

## Annexe 8. Questionnaires de l'étude 3

## WHO-5

Bien-être

**Veillez indiquer, pour chacune des cinq affirmations, laquelle se rapproche le plus de ce que vous avez ressenti au cours de la dernière semaine. Notez que le chiffre est proportionnel au bien-être. Exemple : si vous vous êtes senti(e) bien et de bonne humeur plus de la moitié du temps au cours de la dernière semaine, cochez la case 3.**

*Au cours de la dernière semaine :*

1. Je me suis senti(e) bien et de bonne humeur.

5.Tout le temps	4.La plupart du temps	3.Plus de la moitié du temps	2.Moins de la moitié du temps	1.De temps en temps	0.Jamais

2. Je me suis senti(e) calme et tranquille.

5.Tout le temps	4.La plupart du temps	3.Plus de la moitié du temps	2.Moins de la moitié du temps	1.De temps en temps	0.Jamais

3. Je me suis senti(e) plein(e) d'énergie et vigoureux (se).

5.Tout le temps	4.La plupart du temps	3.Plus de la moitié du temps	2.Moins de la moitié du temps	1.De temps en temps	0.Jamais

4. Je me suis réveillé(e) en me sentant frais (che) et dispos(e).

5.Tout le temps	4.La plupart du temps	3.Plus de la moitié du temps	2.Moins de la moitié du temps	1.De temps en temps	0.Jamais

5. Ma vie quotidienne a été remplie de choses intéressantes.

5.Tout le temps	4.La plupart du temps	3.Plus de la moitié du temps	2.Moins de la moitié du temps	1.De temps en temps	0.Jamais

### Performance sportive et scolaire

1. J'évalue ma performance sportive (entraînement et compétition) de cette semaine comme étant :

0.Très mauvaise	1.	2	3	4	5	6	7	8	9	10.Très bonne

2. J'évalue ma performance scolaire de cette semaine comme étant :

0.Très mauvaise	1.	2	3	4	5	6	7	8	9	10.Très bonne

### PEQ

#### Questionnaire d'évaluation du programme (PEQ), post-Intervention

##### Efficacité du programme

Veillez indiquer dans quelle mesure vous avez trouvé chaque aspect du programme utile en répondant à l'échelle de 1 à 7 allant de « pas du tout utile » à « extrêmement utile ».

1. Dans quelle mesure le programme vous a-t-il aidé à prendre conscience des signaux de charge au quotidien ?

1. Pas du tout utile	2.	3.	4.	5.	6.	7. Extrêmement utile

2. Dans quelle mesure le programme vous a-t-il aidé à reconnaître les stratégies de récupération productives et contre-productives au quotidien ?

1. Pas du tout utile	2.	3.	4.	5.	6.	7. Extrêmement utile

3. Dans quelle mesure le programme vous a-t-il aidé à devenir acteur de votre équilibre charge-récupération ?

1. Pas du tout utile	2.	3.	4.	5.	6.	7. Extrêmement utile

4. Dans quelle mesure le programme vous a-t-il aidé à faire face à votre charge en adoptant la stratégie de récupération adéquate au quotidien ?

1. Pas du tout utile	2.	3.	4.	5.	6.	7. Extrêmement utile

5. Dans quelle mesure le programme vous a-t-il aidé à accepter les signaux de charge au quotidien ?

1. Pas du tout utile	2.	3.	4.	5.	6.	7. Extrêmement utile

### Confiance envers le programme

1. À quel point pensez-vous être capable de continuer à intégrer la pleine conscience dans votre pratique sportive ?

1. Pas du confiant	2.	3.	4.	5.	6.	7. Extrêmement confiant

2. À quel point pensez-vous être capable de continuer à intégrer la pleine conscience en dehors du sport ?

1. Pas du confiant	2.	3.	4.	5.	6.	7. Extrêmement confiant

3. À quel point êtes-vous confiant dans votre recommandation du programme « Joue-là comme Haaland » à d'autres athlètes ?

1. Pas du confiant	2.	3.	4.	5.	6.	7. Extrêmement confiant

**Commentaires ouverts sur le programme**

1. Qu'avez-vous le plus apprécié dans ce programme « Joue-là comme Haaland » ?
2. En quoi ce programme a-t-il été utile pour votre pratique du foot ?
3. Comment avez-vous trouvé ce programme utile dans votre vie quotidienne en dehors du sport ?
4. Avez-vous des recommandations pour améliorer ce programme ?

## Annexe 9. Accord éthique de l'étude 3



ATTESTATION DU COMITÉ D'ÉTHIQUE POUR LA RECHERCHE

**CER AUB**

Agrément n°2403287

Le formulaire d'attestation est rempli par le comité d'éthique pour la recherche qui a évalué et approuvé le projet de recherche. Il est remis à l'investigateur principal du projet, au responsable scientifique et au directeur.ice de l'unité de recherche. L'attestation doit être conservée pendant une période de 10 ans.

#### I- Objet de la demande

(Sélectionner la ou les mentions correspondante.s)

- Évaluation du protocole de recherche ou de sujet de thèse/mémoire
- Obtention d'un avis éthique sur une démarche scientifique, notamment pour des recherches conduites en partenariat avec des équipes étrangères
- Soumission d'une publication scientifique
- Dépôt d'un projet auprès d'un organisme de financement de la recherche,

#### II- Information sur le projet évalué

Intitulé du projet :	
SUPERMIRE 3 Pleine conscience, équilibre-stress récupération : suivi longitudinal chez les athlètes de haut-niveau	
Investigateur/investigatrice principal.e :	Unité de recherche :
Nadia Sondt	CREAD
Responsable scientifique :	Directeur/directrice de l'unité de recherche :
Marjorie Bernier	Patrica Marzin-Janvier
Participants à l'étude :	Durée de l'étude & lieu d'investigation :
Jeunes athlètes entre 12 et 17 ans étant en pôle espoir en Bretagne	période de 13 semaines à partir du 21 décembre 2023 et se terminera le 4 avril 2024 ; Enquête en ligne via LimeSurvey avec présence de l'expérimentateur en salle ou d'un membre du staff

#### III- Cadre juridique

Lieu où les données sont archivées :	Méthode d'archivage
Les données seront récoltées en ligne via Lime Survey (réponses aux questionnaires) + données démographiques	Dans un ordinateur de travail sécurisé avec un mot de passe et sauvegardées jusqu'à la finalisation de la recherche ; un tableau de correspondance sera établi sur un carnet qui sera conservé dans un coffre-fort du CREAD
Durée d'archivage :	Nom du responsable de l'archivage
15 ans	Marjorie Bernier et Philippe Vacher
Soumis au délégué à la protection des données de l'établissement : non	Conformité au RGPD : pseudo-anonymisation

Date d'approbation : 28/03/2024

UBS - 27 Rue Armand Guillemot, 56321 LORIENT  
 UBO - 3 rue des Archives, 29238 BREST  
 ENIB - 945 avenue du Technopôle Brest-Iroise, 29238 PLOUZANE





ATTESTATION DU COMITÉ D'ÉTHIQUE POUR LA RECHERCHE

**CER AUB**

Agrément n°2403287



Je certifie, en tant que Délégué général de l'AUB, que le CERNI :

- Se conforme aux obligations prévues par la loi n° 2012-300 du 5 mars 2012 (modifiée par décret n°2016-1537 et aux ordonnances d'application définie par le décret 2017-884) relative aux recherches impliquant la personne humaine (dite loi Jardé) ainsi qu'au règlement général sur la protection des données, officiellement appelé règlement UE 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016
- Satisfait aux exigences prévues dans la Charte européenne du chercheur qui stipule que les chercheurs doivent adhérer aux pratiques reconnues et aux principes éthiques fondamentaux de mise dans leur(s) discipline(s), ainsi qu'aux normes éthique étayées par les différents codes d'éthiques nationaux, sectoriels ou institutionnels
- Se réfère, dans ses avis, à la charte française de déontologie des métiers de la recherche adoptée le 25 janvier 2015 par France Université ainsi qu'au Code de conduite européen pour l'intégrité en recherche élaboré en 2011 par All European Academies (ALLEA) et la Fondation européenne de la science (ESF).

Sur la base des informations renseignées par les investigateurs, j'atteste en tant que Présidente du comité scientifique du CER AUB que :

1. La façon de conduire le projet est conforme aux différentes législations en vigueur et aux règles de bonne pratique en recherche et ne semble révéler aucun manquement à l'éthique
2. Le projet présente les garanties nécessaires permettant d'assurer le respect des droits, de la santé, de la sécurité et de l'autonomie physique et personnelle des participants à ces recherches scientifiques ainsi que de leur consentement pleinement informé et librement éclairé.
3. L'investigateur a pris les mesures nécessaires en faveur du droit à la confidentialité des participants ainsi que de l'archivage, de l'accès et de la protection des données issues du projet eu égard à la nature des matériaux recueillis.

Par conséquent, le comité d'éthique pour la recherche non interventionnelle a considéré le projet comme répondant aux principes éthiques de recherche recommandés par nos établissements et l'a approuvé tel qu'il a été soumis par le chercheur susmentionné.

Présidente du comité scientifique CER AUB	Délégué général de l'AUB
 <p>S. RENARD</p>	 <p>Régis Féron</p>

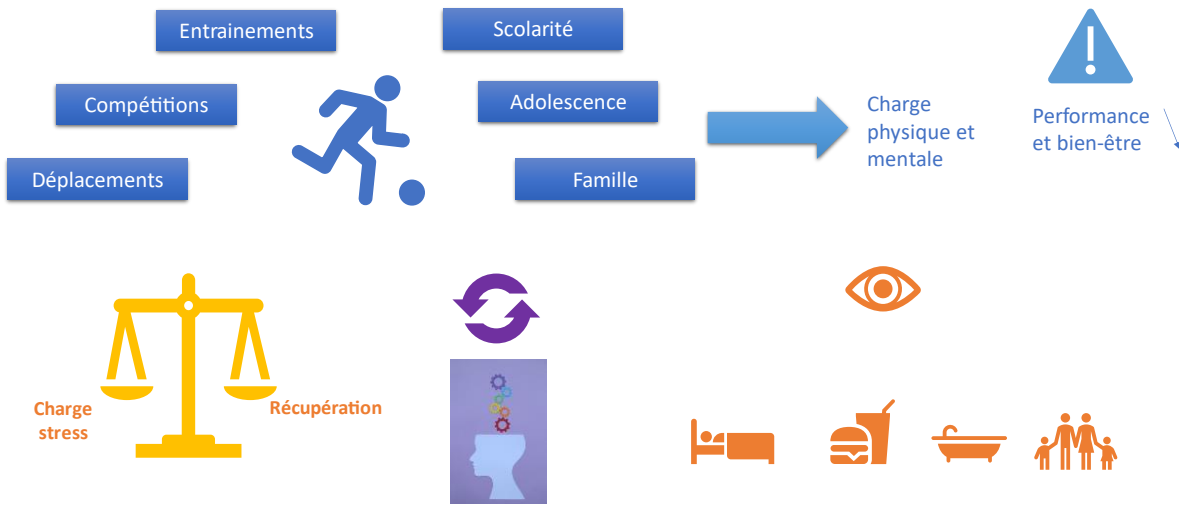
L'approbation et les avis des experts et du comité scientifique ont été consignés par écrit, et le projet soumis avec l'ensemble des documents constitutifs sont archivés avec accès restreint sur un serveur des établissements.

Annexe 10. Présentation de l'étude 3 auprès du staff

Promouvoir la préparation invisible par un programme de Mindfulness chez les jeunes athlètes en pôle espoir de football



Enjeux



Le terme charge a été introduit en remplacement du terme stress pour éviter des confusions sur le terrain avec la notion de stress cognitif qui est très largement répandu dans les discours au quotidien. Le terme Mindfulness a été utilisé pour éviter que la pleine conscience soit assimilée à de la méditation.

## Participation à ce projet

Les athlètes pourront améliorer leurs comportements de récupération et devenir acteur en prenant conscience leurs états

Le staff pourra monter en compétences en intégrant de nouvelles approches au quotidien

Accord parental

Confidentialité des données

Droit de retrait

Diffusion des résultats

Transfert et héritage du projet



SPORT  
BRETAGNE

3A2P  
CREAD - BREST

U30  
Université de Bretagne Occidentale



## Les différentes phases du projet

Dec 23

8 au 22  
janvier 24

29 janv au  
23 fev

26 fev au  
8 mars

11 mars au  
29 mars

15 avril

Mesures  
pré test

Baseline

Programme  
Phase 1

Pratique  
autonomie

Programme  
Phase 2

Mesures de  
post test



A coconstruire ensemble

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Matin	Séance Mindfulness collective (45 min)	Questionnaire équilibre stress récupération (10 min) mesures physiologiques					
APM			Exercices Mindfulness d'échauffement (5min)		Exercices Mindfulness d'échauffement (5min)		
Soir		Séance Mindfulness autonomie (10min)		Séance Mindfulness autonomie (10min)		Séance Mindfulness autonomie (10 min)	



SPORT  
BRETAGNE

3A2P  
CREAD - BREST

U30  
Université de Bretagne Occidentale



## Construire ensemble le projet



Merci !

Nadia SONDT

**Cheffe de projet en charge de la dimension  
mentale de la performance**

[SONDT.Nadia@sportbretagne.bzh](mailto:SONDT.Nadia@sportbretagne.bzh)  
**06 98 05 78 35**



**Annexe 11. Présentation détaillée du contenu de la séance 2 du programme MSRP :  
illustration de la logique et de la structure des séances adaptées à de jeunes athlètes**



Le nom du programme « joue là comme Haaland » a été proposé par le staff lors de notre réunion de présentation. Ce titre a été retenu pour deux raisons principales. D’une part, Haaland est actuellement une figure emblématique du football international et incarne un modèle de réussite pour les jeunes footballeurs. D’autre part, Haaland pratique la pleine conscience.

De la même manière que pour le staff, le terme charge a été introduit en remplacement du terme stress. Cela permet d’éviter des confusions sur le terrain avec la notion de stress cognitif.

## Débriefing de la pratique de la semaine



Chaque séance débutait par un débriefing de la pratique de pleine conscience de la semaine. Cela servait à maintenir une pratique régulière, à essayer de lever les barrières quant à cette pratique et à fixer les objectifs de pratique pour la semaine suivante.

# Programme



Ensuite, il s'agissait de situer la séance du jour par rapport aux différentes séances du programme. Cela permettait de donner du sens au programme en ayant une présentation de l'avancée et de toujours les maintenir engagés dans la démarche. De plus, cette frise permettait de faire des rappels des notions importantes de chaque séance précédente. La frise était colorée, et ludique pour être adaptée au jeune public.

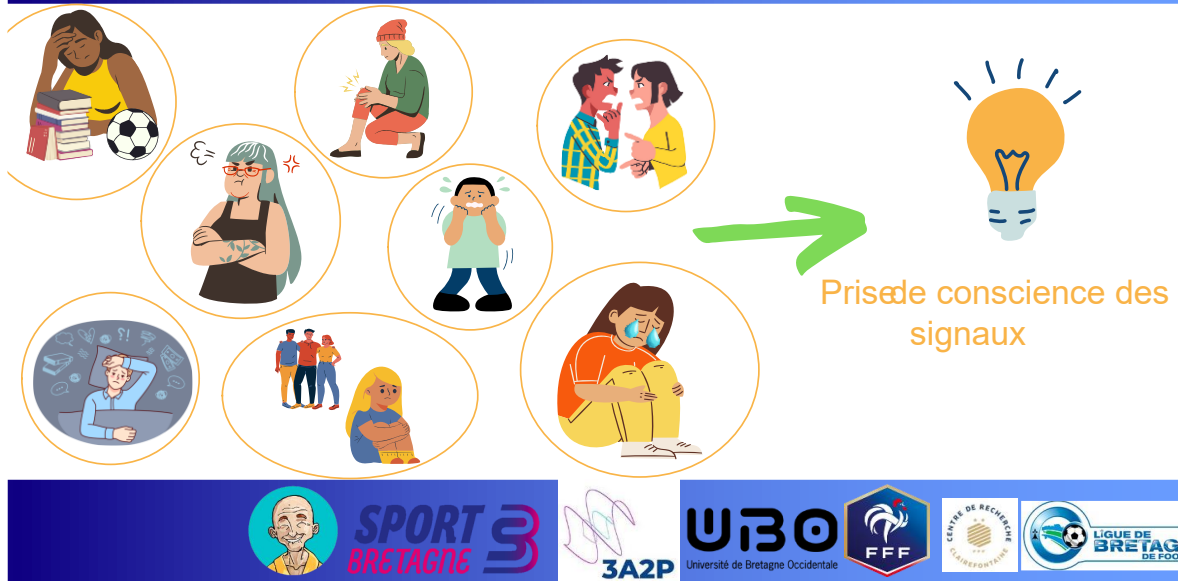
## Audio

### Un audio pour commencer ?



Puis, un audio de pleine conscience était écouté. Cette écoute avait un double objectif. Premièrement, il introduisait un nouvel audio avec une nouvelle thématique. Deuxièmement, il permettait de fait en sorte qu'ils aient pratiqué la pleine conscience au moins une fois durant la semaine.

## Reconnaître les signaux de charge ?

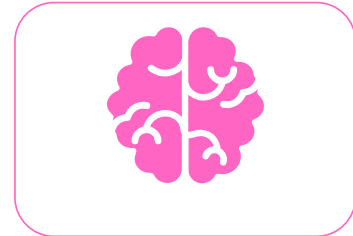


Ensuite, il s'agissait d'introduire un concept important de l'équilibre stress-récupération, notamment dans cette séance la reconnaissance des signaux de stress. Cette séance avait pour objectif de faire de la psychoéducation sur les états de stress, d'introduire ces signaux pour qu'ils puissent les reconnaître. Les images choisies permettaient une meilleure compréhension des différents signaux pour le public de jeunes athlètes.

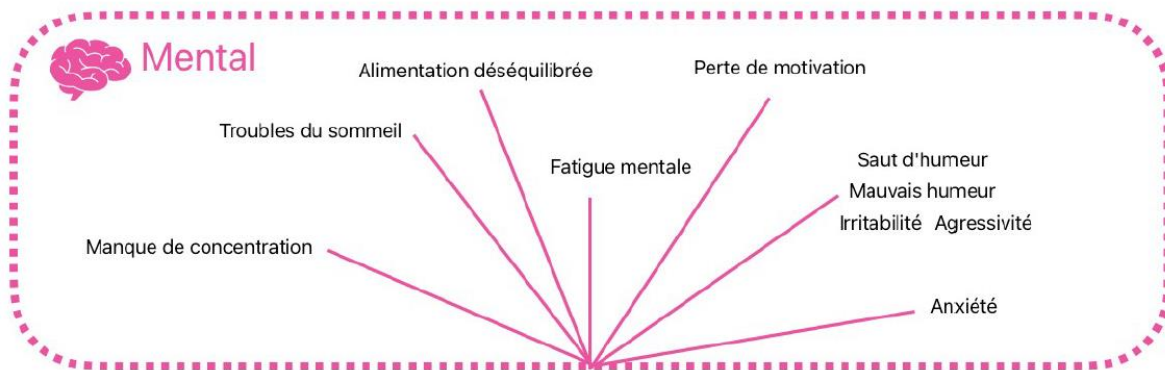
## Identifier les situations à charge intense



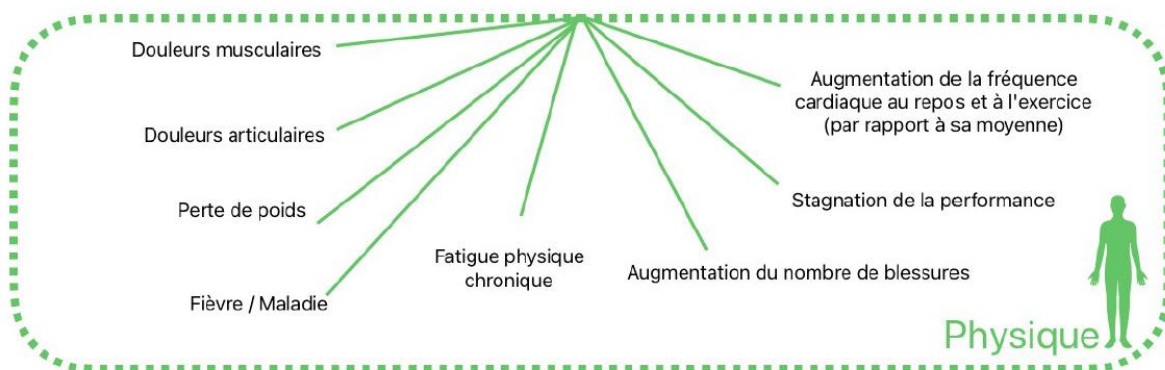
Vos activités identifiées



Il s'agissait ensuite d'identifier des situations précises dans la vie quotidienne dans lesquelles ces signaux pouvaient apparaître, par exemple, après la compétition, après une séance de renforcement musculaire, après ou avant une période d'examen à l'école, après un long déplacement.



## Signaux de charge



Ensuite, une activité était réalisée pour prendre conscience de la manière dont ces signaux d'état de stress se manifestent chez l'athlète en indiquant qu'ils peuvent se manifester de manière singulière chez chaque athlète.

Ensuite, un jeu ludique était réalisé pour consolider la capacité à reconnaître les signaux. Ils se mettaient par équipe et l'intervenant donnait un vrai ou faux signal de stress physique ou mental. Ils devaient indiquer en tapant sur le buzzer si le signal était physique ou mental et ne pas appuyer sur le buzzer s'il s'agissait d'un faux signal. Les bonnes réponses étaient comptabilisées pour élire une équipe gagnante.

## Pendant votre temps libre



Continuer la pratique des audios sur MyCoach  
Le plus possible !



Prendre conscience de ses états quand je subis  
une grosse charge



La fin de séance consistait à encourager la poursuite des pratiques de la pleine conscience avec les audios, conformément aux objectifs de pratique fixés en début de séance, puis de les inviter à expérimenter les notions importantes introduites dans cette séance, à savoir essayer de prendre conscience des signaux de charge pendant la semaine.

À mardi prochain!



---

**Titre :** Rôle de la pleine conscience dans l'équilibre stress-récupération : exploration et intervention auprès de jeunes athlètes en centres d'entraînement intensifs

**Mots clés :** équilibre stress-récupération, pleine conscience, jeunes athlètes, centre d'entraînement intensif, performance, santé

**Résumé :** Le jeune athlète en centre d'entraînement intensif doit maintenir un équilibre entre son stress et sa récupération pour préserver sa santé et optimiser ses performances. Pour la gestion de cet équilibre, des compétences d'autorégulation sont nécessaires. La pleine conscience est connue pour ses bénéfices sur les processus de régulation et apparaît comme ayant des effets prometteurs sur cet équilibre. Cette thèse a donc pour objectif d'étudier le rôle de la pleine conscience sur l'équilibre stress-récupération selon une perspective

biopsychosociale. Pour ce faire, ce travail doctoral est composé de trois études présentées sous format d'article, qui ont mis en évidence des effets distincts des différentes dimensions de la pleine conscience sur les états de stress et de récupération. Les résultats sont discutés en démontrant leurs apports pour la promotion de l'équilibre stress-récupération des jeunes athlètes. Enfin, des perspectives d'application sont proposées à destination des acteurs du milieu sportif.

---

**Title:** The role of mindfulness in the stress-recovery balance: exploration and intervention with young athletes in intensive training centers.

**Keywords:** stress-recovery balance, mindfulness, young athletes, intensive training center, performance, health

**Abstract:** The young athlete in intensive training center needs to maintain a balance between his stress and recovery to preserve his health and to optimize his performance. To manage this balance, self-regulatory skills are needed. Mindfulness is well known for its benefits in the regulatory process and appears to have promising benefits on this balance. This thesis goal is to study the mindfulness role on the stress-recovery balance based on the biopsychosociale

perspective. For this purpose, this thesis is composed of three studies presented as articles, which have pointed out distinct effects of the different mindfulness dimensions on the stress and recovery states. The results are discussed by demonstrating their contribution to the promotion of the stress-recovery balance in young elite athletes. Finally, application perspectives are proposed for sport actors.