

Titre de la thèse	Rôle de la fatigue mentale dans la régulation de l'effort chez les jeunes populations : évaluation en conditions de vie réelle et identification des facteurs et stratégies d'atténuation
Ecole Doctorale	ED548
Laboratoire	IAPS
Discipline	STAPS
Directeur(s) de Thèse & Encadrant(s)	GRUET MATHIEU, MCF HDR (70%), Directeur de thèse (IAPS, UTLN) PAGEAUX BENJAMIN, Professeur adjoint (30%), Co-encadrant de thèse, (Université de Montréal)

Description du sujet de recherche

(3 pages maximum - contexte scientifique, objectifs, mots clé, références)

Contexte, originalité et pertinence par rapport à l'état de l'art :

La fatigue mentale (FM) peut se définir comme un **état psychobiologique associé à un sentiment d'épuisement ou de manque d'énergie, qui apparaît à la suite d'un engagement prolongé dans des tâches cognitives difficiles (11)**. La FM peut se manifester de manière graduelle et cumulative à la suite de fortes sollicitations intellectuelles académiques, professionnelles ou récréatives. Il est bien établi qu'un état de FM peut perturber différentes fonctions exécutives (*e.g.* planification, mémoire de travail, flexibilité mentale) (1, 4). Plus récemment, il a été montré que l'induction d'un état de FM par la répétition d'une tâche cognitive informatisée pouvait également **augmenter la sensation d'effort perçu au cours d'une tâche motrice subséquente** (3, 11). L'hypothèse en vogue suppose une modification du fonctionnement de différents neuromodulateurs (*e.g.* adénosine, dopamine) en situation de FM, au niveau de zones corticales impliquées dans la régulation de l'effort (9). Ces modifications neurobiologiques, en venant perturber la balance motivation/effort perçu, peuvent se traduire par un moindre engagement dans une tâche motrice réalisée de manière subséquente.

Dans un contexte sportif, la FM peut ainsi entraîner i) une altération de différents éléments techniques (*e.g.* précision du geste) via une perturbation de certaines fonctions exécutives et **ii) une réduction de l'intensité de la tâche ou un désengagement de cette dernière via une perturbation de la balance motivation/effort perçu**. Ces altérations peuvent perturber l'efficacité d'une séance d'entraînement ou réduire la performance, comme démontré pour différentes modalités d'exercice, autant dans un contexte de laboratoire que de terrain (3).

Malgré l'engouement récent autour du rôle de la FM sur les différentes composantes de l'effort, les études se sont essentiellement focalisées jusqu'à présent sur le domaine sportif. Ce n'est que très récemment que des travaux **ont ouvert la porte à des applications pour le domaine de la santé**, avec des données préliminaires montrant un effet négatif de la FM sur les intentions d'effort chez l'adulte (2), suggérant un **rôle de la FM dans l'adoption progressive de comportements sédentaires** (présence de périodes prolongées en position assise ou allongée au cours de la journée) **ou d'inactivité physique** (absence de pratique régulière d'activités physiques d'intensité modérée ou vigoureuse). Par ailleurs, les résultats actuels restent difficiles à transférer dans des situations du quotidien. En effet, la très grande majorité des études ont utilisées des tâches visant à solliciter de manière répétée une ressource cognitive bien identifiée (*e.g.* tâche de *Stroop* manipulant préférentiellement l'inhibition (8, 12)). Si ces tâches ont l'avantage de permettre une quantification en temps réel de différents indicateurs de performance cognitive, leur caractère répétitif est propice à l'induction d'ennui, facteur confondant de la FM, et restent très éloignées des situations cognitives de la vie quotidienne susceptibles d'induire de la FM.

D'autre part, les études conduites sur le lien entre FM et effort physique subséquent ont essentiellement été conduites chez l'adulte, avec un certain désintérêt pour l'adolescent et le jeune adulte (3). **Pourtant, différents arguments amènent à penser que ces derniers devraient constituer une priorité d'investigation.** Tout d'abord, les jeunes populations sont **particulièrement exposées aux écrans, qui peuvent sous certaines modalités constituer une source de FM élevée.** C'est par exemple le cas lors d'un usage prolongé de certaines sources vidéoludiques (*e.g.* jeux vidéo, réseaux sociaux) qui peuvent induire un état de FM et, selon certains résultats préliminaires, potentiellement impacter la réalisation de tâches subséquentes (5, 7). D'autre part, **ces effets négatifs pourraient être potentialisés dans un contexte d'altérations qualitatives et/ou quantitatives du sommeil**, qui sont largement prévalentes à l'ère du numérique chez l'adolescent (10). En pratique, on peut supposer qu'une tâche cognitive donnée nécessitera d'engager davantage de ressources cérébrales en situation de manque de sommeil (6, 9), favorisant l'apparition de l'état de FM. D'autre part, il est maintenant bien établi que l'intensité de la pratique physique est un élément clé pour prévenir les risques cardiométaboliques chez l'adolescent (13). La FM, du fait de son potentiel impact négatif sur les intentions et l'engagement dans l'effort, **pourrait réduire le temps passé dans des efforts à intensité modérée et/ou élevée, pouvant sur le long terme impacter négativement certains marqueurs de santé chez l'adolescent et le jeune adulte.**

Enfin, si les origines et effets de la FM ont largement été analysées ces dernières années, très peu de données sont disponibles à l'heure actuelle sur les potentielles stratégies permettant de réduire son impact sur l'effort perçu et sur les performances physiques. Bien que plusieurs pistes aient été suggérées (*i.e.* stratégies nutritionnelles, protocoles de relaxation, musique), seulement très peu d'études randomisées contrôlées sont disponibles à ce jour, et aucune dans les jeunes populations en conditions de vie réelles.

L'objectif général de ce projet de thèse est d'investiguer l'impact de la FM induite en condition de vie réelle sur la régulation de l'effort d'adolescents et de jeunes adultes, et d'évaluer l'efficacité de stratégies visant à atténuer ses effets négatifs, autant dans un contexte de santé que de performance.

Objectifs spécifiques :

Notre **premier objectif (étude 1)** est d'étudier les effets d'une FM induite par des tâches cognitives du quotidien sur différents aspects de l'effort (*i.e.* intentions d'effort, engagement dans l'effort, performance physique) chez des adolescents et jeunes adultes. Nous émettons l'hypothèse qu'une exposition prolongée à des activités cognitives vidéoludiques entrainera une FM élevée et une altération des composantes de l'effort, et que l'ampleur de ces effets sera en partie médiée par le niveau d'activité physique habituel des individus.

Dans un second temps, nous compléterons ces données expérimentales transversales par une étude longitudinale (**étude 2**) à grande échelle visant à évaluer la FM en condition de vie réelle, dans l'environnement naturel des adolescents et jeunes adultes. Cette étude, qui sera la première à proposer une évaluation momentanée écologique (EMA) de la FM, visera à confirmer les associations entre FM, intentions et engagement dans l'effort. Grâce à la prise en compte de différents modérateurs potentiels (*e.g.* qualité et quantité du

sommeil, traits de personnalité), nous viserons à identifier des profils d'individus susceptibles d'être davantage affectés par l'association FM-intentions d'effort négatives.

Notre **troisième objectif (étude 3)** consistera à évaluer l'efficacité de certaines stratégies aiguës proposées pour réduire les effets néfastes de la FM sur les composantes de l'effort.

Méthodes :

Les 3 études proposées combineront des approches issues de la physiologie de l'exercice, des neurosciences et de la psychologie cognitive. Les 3 études seront complémentaires mais indépendantes, c'est-à-dire que les résultats d'une étude ne conditionneront pas le bon déroulement de l'étude subséquente.

Dans la première étude, nous prévoyons d'analyser l'impact d'une FM induite en condition de vie réelle sur l'endurance musculaire et la perception d'effort associée, ainsi que sur les intentions d'effort. Nous envisageons de recruter environ 30 adolescents (12-15 ans) et 30 jeunes adultes (18-24 ans). Chaque participant se rendra 3 fois au laboratoire sur 3 jours différents : une visite de familiarisation et deux visites expérimentales, qui ne différeront que par la nature de la tâche cognitive. Dans la condition « FM », il sera proposé une alternance de jeux vidéo de type « essai-erreur » et de *scrolling* sur réseaux sociaux, pour une durée totale de 90 minutes. Dans la condition contrôle, les participants regarderont un reportage TV pendant 90 minutes. Des questionnaires permettant d'évaluer la sensation de FM et les intentions d'efforts seront proposés avant et après la réalisation des tâches cognitives. Un test d'endurance isométrique des extenseurs du genou avec mesure régulière de la perception d'effort sera réalisé après chaque tâche cognitive.

Dans la seconde étude, nous prévoyons d'analyser de manière longitudinale les liens entre FM, intentions et comportements d'efforts dans une large population d'adolescents et de jeunes adultes inactifs (> 80 participants). Après avoir familiarisé les participants avec ces différents concepts, il leur sera demandé de les auto-évaluer en temps réel, plusieurs fois par jours et ce pendant un minimum de 3 semaines. Au cours de cette période, nous quantifierons objectivement le niveau d'activité physique habituel des participants par accélérométrie et différents indicateurs qualitatifs et quantitatifs du sommeil (*e.g.* bandeaux « *sleep profiler* »). Au-delà des approches statistiques traditionnelles, les données seront analysées par corrélations multiples et analyses en cluster. Nous envisageons également, dans le cadre du projet HIPE (« *Health Improvement through Physical Exercise* », conçu par Aix-Marseille Université (AMU), le CNRS, le Centre Hospitalier Universitaire de Marseille (AP-HM) et l'Université de Toulon), et de son axe sur la performance de haut niveau, d'élargir l'analyse des conséquences de la FM à son impact sur la charge d'entraînement des jeunes sportifs de haut niveau.

Dans la troisième étude, nous projetons d'évaluer les potentiels effets bénéfiques apportées par certaines stratégies aiguës (*e.g.* différentes modalités musicales et protocoles de relaxation) pour réduire l'impact négatif de la FM sur les intentions d'effort et les performances physiques. Nous envisageons la constitution de plusieurs groupes indépendants d'adolescents-jeunes adultes participants à des conditions différentes, en fonction de la nature de la tâche mentale et de la stratégie proposée en post tâche mentale. Afin d'offrir au doctorant des opportunités supplémentaires d'explorer les mécanismes psychophysiologiques et corticaux de la FM, de l'effort et de sa perception, il est prévu qu'une partie de l'étude 3 soit réalisée au laboratoire du co-encadrant de thèse, Benjamin Pageaux. Le doctorant bénéficiera ainsi d'une approche méthodologique complémentaire avec des possibilités d'accès à des outils d'imagerie (*e.g.* IRM) et/ou de modulation corticale (*e.g.* tDCS). Cette opportunité permettra également à l'étudiant de découvrir la recherche dans un autre pays, de développer de nouvelles compétences et ainsi d'augmenter sa compétitivité pour basculer dans le monde du travail.

Retombées attendues :

Les études proposées se situent directement dans la thématique principale du laboratoire IAPS qui s'intéresse aux interactions entre l'activité physique et différents indicateurs de santé dans les jeunes populations. Nos résultats permettront de mieux comprendre l'impact négatif associé à l'exposition prolongée à des sources vidéoludiques, tant sur des paramètres de santé (*e.g.* intentions et engagement dans l'effort) que de performance

(e.g. charge de travail à l'entraînement). Nos résultats apporteront **de nouveaux éléments d'explications aux comportements sédentaires et d'inactivité physique qui caractérisent une portion importante de la génération actuelle d'adolescents-jeunes adultes.**

Une originalité de ce projet de thèse est la prise en considération de différents facteurs qui pourraient potentiellement favoriser, ou au contraire, protéger, contre les effets négatifs de la FM sur différents aspects de l'effort. **L'identification de ces facteurs en condition de vie réelle devrait permettre à terme d'étoffer les futures recommandations en termes de comportement de santé** (e.g. sommeil, activité physique habituelle) des jeunes populations. Enfin, les résultats de l'étude 3 permettront d'améliorer les connaissances sur les mécanismes neurophysiologiques sous-jacents au développement et à l'atténuation de la FM, et de proposer des stratégies aiguës innovantes permettant **d'augmenter l'engagement dans l'effort et/ou d'améliorer les performances physiques en condition de FM**, avec, à nouveau, des retombées pour les milieux sportifs et de santé publique.

Mots clés : fatigue mentale, adolescents, jeunes adultes, intentions d'effort, performances physiques

Références :

1. **Bohnen N, Houx P, et al.** Cortisol reactivity and cognitive performance in a continuous mental task paradigm. *Biol Psychol* 31: 107-116, 1990.
2. **Brown DMY, and Bray SR.** Effects of Mental Fatigue on Exercise Intentions and Behavior. *Ann Behav Med* 53: 405-414, 2019.
3. **Brown DMY, Graham JD, et al.** Effects of Prior Cognitive Exertion on Physical Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med* 50: 497-529, 2020.
4. **Chatain C, Radel R, et al.** Influence of cognitive load on the dynamics of neurophysiological adjustments during fatiguing exercise. *Psychophysiology* 56: e13343, 2019.
5. **Fortes LS, De Lima-Junior D, et al.** The effect of smartphones and playing video games on decision-making in soccer players: A crossover and randomised study. *J Sports Sci* 38: 552-558, 2020.
6. **Gruet M.** Fatigue mentale : un facteur pouvant favoriser les comportements sédentaires en situation de confinement liée à la pandémie de COVID-19. *Regards de Chercheurs -Université de Toulon (hal-02545558)* 2020.
7. **Kang S, and Kurtzberg TR.** Reach for your cell phone at your own risk: The cognitive costs of media choice for breaks. *Journal of Behavioral Addictions J Behav Addict* 8: 395-403, 2019.
8. **Mangin T, André N, et al.** No ego-depletion effect without a good control task. *Psychol Sport Exerc* 57: 102033, 2021.
9. **Martin K, Meeusen R, et al.** Mental Fatigue Impairs Endurance Performance: A Physiological Explanation. *Sports Med* 48: 2041-2051, 2018.
10. **Matulonga B, and Grémy I.** Le sommeil des jeunes Franciliens à l'ère du numérique : un enjeu de santé publique largement sous-estimé. *Paris : Observatoire régional de santé Île-de-France* 2020.
11. **Pageaux B, and Lepers R.** Chapter 16 - The effects of mental fatigue on sport-related performance. In: *Progress in brain research*, edited by Marcora S, and Sarkar MElsevier, 2018, p. 291-315.
12. **Radel R, Gruet M, et al.** Testing the ego-depletion effect in optimized conditions. *PLoS One* 14: e0213026, 2019.
13. **Tarp J, Child A, et al.** Physical activity intensity, bout-duration, and cardiometabolic risk markers in children and adolescents. *Int J Obes* 42: 1639-1650, 2018.

Encadrement et conditions matérielles pour le doctorant

→ Les expérimentations seront conduites au laboratoire IAPS de l'Université de Toulon, qui dispose de l'expertise nécessaire à la conduite des expérimentations. Le directeur de thèse, Mathieu Gruet, est impliqué et/ou coordonne des études autour de la psychophysiology de l'exercice et de la fatigue depuis plus de 10 ans. Il a contribué à l'encadrement de 2 étudiants au doctorat et 6 étudiants en Master 2 sur ces thématiques. Il sera donc en mesure d'assurer la bonne formation du/de la futur(e) doctorant(e) tant sur les plans théoriques qu'expérimentaux.

Une partie de l'étude 3 se déroulera au sein du laboratoire de Benjamin Pageaux (co-encadrant 30%), qui se situe au Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal (CRIUGM). Benjamin Pageaux est un chercheur reconnu à l'international pour son expertise sur la FM, l'effort et sa perception. Le doctorant bénéficiera ainsi d'une approche théorique et d'une expertise méthodologique complémentaire avec des possibilités d'accès à des outils d'imagerie (*e.g.* IRM) et/ou de modulation corticale (*e.g.* tDCS) permettant d'ajouter une dimension mécanistique à une partie des travaux de thèse.

Compétences attendues et personnes à contacter

Compétences attendues :

Il est attendu du / de la futur(e) doctorant(e) des compétences théoriques et expérimentales (recueil, traitement, analyse) autour de la fatigue mentale et de la fatigue musculaire. Des compétences autour du recueil et de l'analyse de facteurs qualitatifs et quantitatifs du sommeil et de l'activité physique sont également souhaitées. Une expérience dans la conduite d'études expérimentales chez l'adolescent et chez le jeune sportif de haut niveau est un atout supplémentaire mais n'est pas indispensable.

Personne(s) à contacter :

Gruet Mathieu, MCF HDR, Université de Toulon, UFR STAPS, Laboratoire IAPS.
0494142757
gruet@univ-tln.fr