



psycause

Revue scientifique étudiante de
l'École de psychologie de l'Université Laval

2024

OCTOBRE 2024 – VOL. 14 N° 1

p3 ÉDITORIAL – Comment favoriser l'intérêt pour les parcours en recherche?

p5 Objectifs et mode de fonctionnement de la revue

Articles

p6 Les biais attentionnels associés à la peur de la récurrence du cancer : Une recension des écrits

p16 Efficacité des interventions en matière d'activité physique pour réduire l'anxiété chez les jeunes

p27 Activité oscillatoire dans le réseau cérébral fronto-pariétal et mémoire de travail visuo-spatiale

p35 Oscillations gamma dans le cortex auditif comme marqueurs de l'intégration des modulations spectro-temporelles de stimuli naturels

p41 Remerciements

PSYCAUSE – Octobre 2024 – vol. 14 N° 1

La revue Psycause est éditée en partenariat avec l'École de psychologie de la Faculté des sciences sociales de l'Université Laval, Bureau 1116, Pavillon Félix-Antoine-Savard, 2325, rue des Bibliothèques, Université Laval Québec (Québec) G1V 0A6, Canada.

ISSN 2562-4377 (Imprimé)

ISSN 2562-4385 (En ligne)

Équipe éditoriale 2022-2023

Éditeur en chef: Léandre Lavoie-Hudon, M.Sc.

Éditrice en chef adjointe: Marie-France de Lafontaine, M.A.

Comité consultatif de la revue: Isabelle Blanchette, Ph.D., Valérie Demers, Ph. D.

Équipe d'édition: Alyson Champagne, B.A., Zoé Terrault, B.A., Mégane Lacombe-Thibault, B.A.

Responsable des communications: Sophia Rose Labbé, B.A.

Responsable des finances: Jérôme Thibeault, B.A.

Responsable de la révision linguistique: Annabelle Côté, B.A.

Pour nous joindre

Psycause: Revue scientifique étudiante de l'École de psychologie de l'Université Laval

Bureau 938, Pavillon Félix-Antoine-Savard

2325, rue des Bibliothèques

Université Laval

Québec (Québec) G1V 0A6

CANADA

revuepsycause@psy.ulaval.ca

www.revuepsycause.psy.ulaval.ca

ÉDITORIAL – COMMENT FAVORISER L'INTÉRÊT POUR LES PARCOURS EN RECHERCHE?

Marie-France DE LAFONTAINE^{1*}, Léandre LAVOIE-HUDON¹

¹École de psychologie, Université Laval, Québec, QC, Canada

* marie-france.de-lafontaine@criucpq.ulaval.ca

Une majorité d'étudiants au baccalauréat en psychologie s'inscrivent dans ce programme dans l'espoir de devenir psychologues. Or, le baccalauréat en psychologie de l'Université Laval vise autant à former les étudiants pour « [...] la poursuite d'études de cycles supérieurs en psychologie en vue de mener une carrière en recherche [...] qu']en intervention comme psychologue » (Université Laval, s. d.). Malgré cela, il est de notre avis que la formation au baccalauréat ne met pas suffisamment en valeur les aspects positifs de la recherche en psychologie et pourrait favoriser davantage l'intérêt des étudiants pour un parcours dans ce domaine. Cet éditorial vise à faire avancer la réflexion sur la place souvent peu favorable qu'occupe la recherche dans les programmes de premier cycle en psychologie.

Les cours obligatoires à l'obtention d'un baccalauréat en psychologie sont principalement axés sur le développement de notions propres à la profession de clinicien et ne permettent pas aux étudiants de bien comprendre l'intérêt de se consacrer à la recherche. En effet, dans ce programme, on ne trouve qu'un seul cours qui survole la structure et la méthodologie des recherches scientifiques (Méthodes de recherche). À la dernière année du programme, des concentrations optionnelles permettent à un nombre restreint d'étudiants de mener un projet de recherche sous la supervision d'un professeur. En parallèle au baccalauréat, les opportunités de travailler en tant qu'auxiliaire de recherche dans un laboratoire sont limitées. Les tâches qui y sont offertes sont souvent circonscrites à la saisie de données et à la transcription de verbatim. Bien qu'elles soient essentielles à certains protocoles, ces étapes ne représentent qu'une infime partie de ce que le travail en recherche représente réellement. Dans ce contexte, la réflexion et la compréhension des étudiants vis-à-vis la pertinence des études scientifiques ne sont pas favorisées. Les occasions d'en apprendre davantage sur la recherche demeurent insuffisantes pour attirer les étudiants, principalement intéressés par la clinique, vers la recherche.

L'expérience en recherche constitue un jalon obligatoire pour accéder à une formation de clinicien, car elle est prise en compte pour l'évaluation du dossier d'admission aux doctorats cliniques. La recherche semble alors être imposée aux étudiants dans leur cheminement vers une carrière en intervention, plutôt que d'être proposée comme une avenue intéressante en soi. Ainsi, l'intérêt des étudiants au baccalauréat à faire de la recherche semble résider dans la nécessité de

répondre à des exigences plutôt que par une motivation intrinsèque. L'enthousiasme authentique à développer le savoir scientifique ne semble pas encouragé.

Pourtant, la recherche est à la base de l'amélioration des connaissances en psychologie. C'est grâce à la recherche que l'efficacité des thérapies est validée et que de nouvelles connaissances sur le comportement humain sont développées. Les résultats des recherches en psychologie peuvent avoir de profonds impacts sur le domaine de la santé, auprès des preneurs de décision et sur la communauté. Ces retombées ne sont pas mises de l'avant durant le parcours au baccalauréat en psychologie, car la recherche et la clinique sont actuellement séparées l'une de l'autre dans le curriculum. Agencer ces domaines serait essentiel pour sensibiliser les étudiants à l'importance de la recherche. Nous croyons que de mieux mettre en valeur la recherche dès le baccalauréat contribuera à la formation de psychologues qui seront davantage portés à consulter les avancées scientifiques pour informer leur pratique clinique.

Une avenue pour instiller un intérêt pour la recherche dès le baccalauréat serait de fournir un effort concerté pour la rendre plus positive et captivante pour les étudiants. La méthodologie propre à un projet de recherche est un aspect important à comprendre, mais peut-on viser plus que l'apprentissage des devis expérimentaux? Par exemple, plutôt que de montrer les conséquences d'une recherche qui ne respecte pas les principes éthiques, ne serait-il pas enrichissant de détailler les répercussions significatives d'une étude sur une thérapie innovante? La recherche est un processus complexe et, pour

la rendre plus attrayante aux yeux des étudiants, il faut aller au-delà de la théorie et souligner l'aspect pratique et novateur des découvertes scientifiques. La revue *Psycause* croit qu'en présentant la recherche comme une discipline aussi vivante que la clinique, une réelle passion pour la recherche pourrait émerger chez les étudiants au baccalauréat. Des initiatives étudiantes comme *Psycause* montrent bien l'intérêt que peut avoir la recherche pour les étudiants en psychologie et la capacité de ceux-ci à s'y investir. C'est avec cet espoir que la revue *Psycause* poursuit son travail pour vous proposer encore cette année une variété d'articles rédigés par des étudiants qui ont fait le choix de s'immerger dans la rédaction scientifique.

En parallèle au processus d'édition et de révision scientifique, qui a permis d'assurer la qualité des articles de ce numéro, la revue *Psycause* a continué cette année le perfectionnement de sa charte et de ses procédures. Ces améliorations contribueront à rendre les articles de la revue plus accessibles dans le futur en permettant leur indexation dans de nouveaux répertoires. Nous espérons sincèrement que vous apprécierez la grande qualité des articles publiés dans ce numéro, qui marque le lancement de l'édition 2024. Nous saluons encore

une fois tous les auteurs et réviseurs pour leur important travail; c'est grâce aux efforts exceptionnels de tous ceux qui sont impliqués que la littérature scientifique produite par les étudiants conserve sa crédibilité et sa rigueur.

Pour toute suggestion nous permettant d'améliorer les prochaines itérations de la revue ou de nous rapprocher de notre objectif de transparence et de qualité scientifique, nous vous invitons à écrire à l'adresse suivante : revuepsycause@psy.ulaval.ca.

Au nom de l'ensemble du comité éditorial, nous vous souhaitons une bonne lecture,

Marie-France de Lafontaine, M.A., éditrice en chef adjointe

Léandre Lavoie-Hudon, M.Sc., éditeur en chef

Références

Université Laval (s. d.) Baccalauréat en psychologie. <https://www.fss.ulaval.ca/etudes/baccalaureat-en-psychologie/aperçu>.

Pour citer l'article

de Lafontaine, M.-F. & Lavoie-Hudon (2024). Éditorial – Comment favoriser l'intérêt pour les parcours en recherche? *Psycause: Revue scientifique étudiante de l'École de psychologie de l'Université Laval*, 14(1), 3-4.

Droits d'auteur

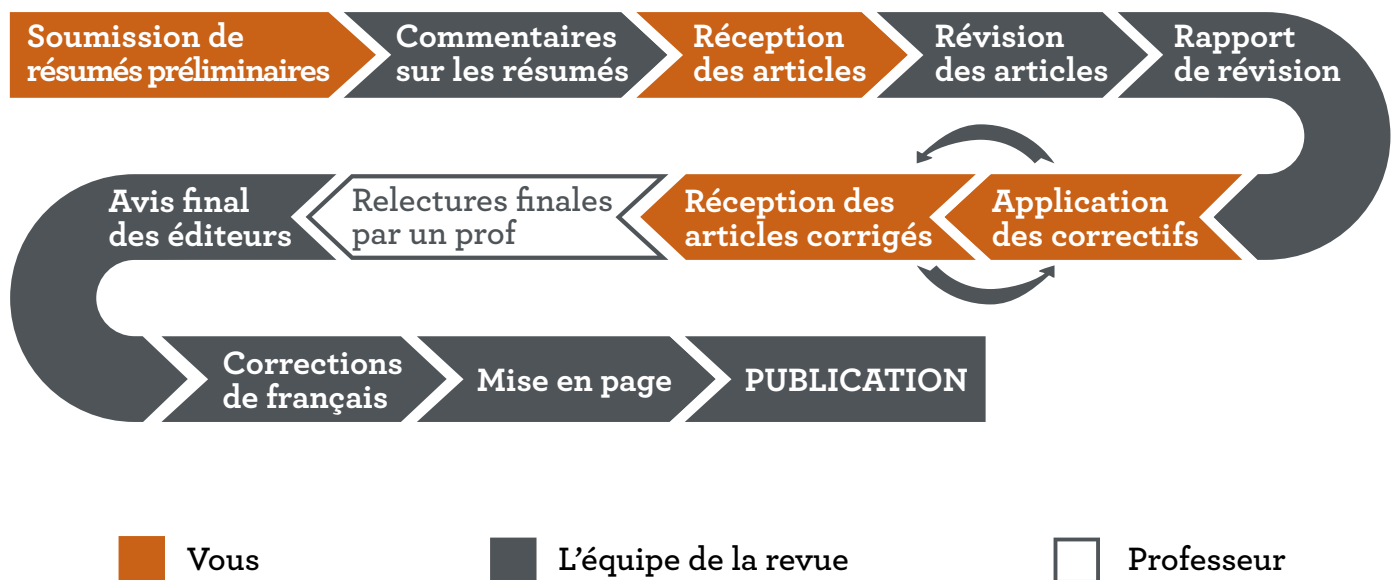
© 2024 de Lafontaine & Lavoie-Hudon. Cet article est distribué en libre accès selon les termes d'une licence Creative Commons Attribution 4.0 International (de type CC-BY 4.0) qui permet l'utilisation du contenu des articles publiés de façon libre, tant que chaque auteur ou autrice du document original à la publication de l'article soit cité(e) et référencé(e) de façon appropriée.

OBJECTIFS ET MODE DE FONCTIONNEMENT DE LA REVUE

La création de la revue dans sa forme actuelle vise les objectifs suivants :

- (1). Informer et initier les étudiant(e)s de premier cycle au processus de révision par les pairs. Notre objectif premier est donc d'initier les étudiant(e)s au monde de l'écriture/de la révision scientifique.
- (2). Vulgariser et diffuser les travaux et projets de recherche des étudiant(e)s du baccalauréat, de la maîtrise et du doctorat à l'ensemble de l'École de psychologie, mais aussi à la communauté universitaire.

Pour la publication de ces articles, le journal s'est doté d'une structure de révision par les pairs. Le processus de publication et de révision a été appliqué pour la première fois d'octobre 2016 à juin 2017. Toute idée ou proposition quant au processus de révision est la bienvenue! Vous pouvez nous écrire à revuepsy-cause@psy.ulaval.ca.



Articles

LES BIAIS ATTENTIONNELS ASSOCIÉS À LA PEUR DE LA RÉCIDIVE DU CANCER : UNE RECENSION DES ÉCRITS

Pascale HOUDE^{1*}, Philippe BERGERON¹ & Sébastien SIMARD^{1,2,3,4}

¹Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, Qc, Canada

²Centre intersectoriel en santé durable de l'UQAC (CISD)

³CIUSSS-Saguenay-Lac-St-Jean

⁴Réseau québécois de recherche en soins palliatifs et de fin de vie (RQSPAL)

* phoude4@etu.uqac.ca

Résumé

La peur de la récurrence du cancer (PRC) est un problème fréquemment rapporté par les survivants atteints de cancer. Au cours des dernières décennies, elle a suscité un intérêt croissant chez la communauté scientifique en raison de sa prévalence et de son impact sur la qualité de vie. Malgré ses similitudes avec certains troubles anxieux, peu d'études ont exploré le rôle des biais attentionnels dans la présence et la sévérité de la PRC. Cette revue narrative recense les travaux qui ont évalué les capacités attentionnelles associées à la PRC. Elle a pour objectif de décrire les biais attentionnels propres aux survivants du cancer présentant une PRC et d'analyser la relation de ces biais avec la sévérité de la PRC. Les études révèlent que les survivants atteints de PRC présentent un biais attentionnel accru envers la menace par rapport à la population sans cancer. Cependant, il ne semble pas y avoir de différence dans ces biais entre les patients atteints de cancer présentant une PRC élevée et ceux ayant une PRC faible. Les études actuelles présentent toutefois des limites méthodologiques qui entravent l'interprétation et la généralisation des résultats. En effet, l'homogénéité des échantillons composés principalement de femmes atteintes de cancer du sein, les devis transversaux des études, ainsi que l'utilisation de tests neuropsychologiques peu sensibles semblent poser problème. Afin de combler ces lacunes et d'approfondir les connaissances, il est nécessaire de poursuivre l'exploration de la relation entre la PRC et les biais attentionnels en utilisant des méthodologies alternatives.

Mots-clés : peur de la récurrence du cancer, fonctions cognitives, biais attentionnels, attention sélective, hypervigilance, évitement cognitif.

Abstract

Fear of cancer recurrence (FCR) is a commonly reported problem among cancer survivors. Over the past decades, it has attracted growing interest among the scientific community due to its prevalence and its impact on quality of life. Despite its similarities with some anxiety disorders, only a few studies have explored the role of attentional functions in the presence and severity of FCR. This narrative review compiles and describes the studies that have evaluated attentional capacity in FCR. The aim is to describe the attentional biases specific to cancer survivors experiencing FCR and to analyze the relationship of these biases with the severity of FCR. Studies reveal that survivors experiencing FCR exhibit increased attentional bias toward threat compared to the healthy population. However, there appears to be no difference in these biases between cancer patients with high FCR and those with low FCR. Nevertheless, current studies have methodological limitations that hinder the interpretation and generalization of results. Indeed, the homogeneity of samples primarily composed of women with breast cancer, the cross-sectional designs of studies, and the use of neuropsychological tests with low sensitivity seem problematic. To address these limitations and increase knowledge, it seems essential to continue exploring the relationship between PRC and attentional functions using alternative methodologies.

Keywords: fear of cancer recurrence, cognitive functions, attentional bias, selective attention, hypervigilance, cognitive avoidance.

La peur de la récurrence du cancer (PRC) est fréquemment rapportée par les survivants atteints de cancer (Simard et al., 2013). Elle se définit comme la crainte que le cancer revienne ou progresse (Lebel et al., 2016) et varie en intensité, passant de préoccupations passagères à des niveaux de peur plus importants (Lebel et al., 2017). La méta-analyse

de Luigjes-Huizer et ses collaborateurs (2022) révèle qu'elle affecte la majorité des survivants du cancer (78%) à des niveaux modérés à élevés. À ces niveaux, elle entraînerait des impacts négatifs sur plusieurs aspects de la vie, notamment sur les plans social, physique et émotionnel (Van den et al., 2008; Bellizzi et al., 2008).

Selon la formulation théorique de Lee-Jones et ses collaborateurs (1997), la PRC trouverait son origine dans l'interprétation erronée de stimuli internes (p. ex. des sensations physiques) ou externes (p. ex. des examens médicaux) associés au cancer. La perception et la compréhension de ces stimuli seraient influencées par les expériences antérieures liées à la maladie et aux caractéristiques des individus. Ces stimuli agirait comme des déclencheurs pour un ensemble de processus cognitifs associés à la PRC, notamment les pensées intrusives, les biais attentionnels, l'hypervigilance et l'évitement cognitif. Ils provoqueraient des réponses émotionnelles, comportementales et physiologiques qui influenceraient à leur tour l'interprétation des stimuli, contribuant ainsi au cercle vicieux de la peur. La PRC serait donc un phénomène multidimensionnel dont la nature et l'intensité fluctuent en fonction de l'interaction entre ces dimensions.

Selon le modèle de traitement cognitif de Fardell et ses collaborateurs (2016), il est normal d'avoir des pensées intrusives concernant le cancer à la suite du diagnostic de cette maladie. Toutefois, alors que la plupart des gens voient ces pensées diminuer avec le temps, pour certains, elles persistent et augmentent en fréquence. Les auteurs proposent que, lorsque les individus croient que l'inquiétude à l'égard du cancer est soit utile, nocive ou incontrôlable, ils attribuent plus d'importance à leurs pensées, les renforçant et les chronicisant. Les croyances sur l'utilité des inquiétudes entraîneraient ce qu'on appelle le « syndrome cognitivo-attentionnel », soit un cycle caractérisé par la rumination et la focalisation de l'attention sur la menace, accentuant à son tour l'inquiétude (Wells et Matthews, 1996). Ainsi, il semblerait que ce n'est pas seulement le contenu des croyances ou le type d'interprétation qui contribuent à la PRC, mais aussi la manière dont les gens traitent l'information.

Traitement de l'information et perception de la menace

Les individus traitent l'information à l'aide de processus cognitifs, impliquant la perception et l'attention des stimuli qui les entourent (Cisler et Koster, 2010). En présence d'un danger ou d'une menace, ces processus fondamentaux sont influencés par une série de biais attentionnels, tels que l'attention sélective à la menace, l'hypervigilance et l'évitement de la menace (Cisler et Koster, 2010).

L'attention sélective fait référence à la capacité de diriger et de maintenir les ressources mentales sur un stimulus tout en inhibant les distractions non pertinentes. Elle est souvent guidée par les intérêts, les objectifs, les expériences antérieures et la protection contre la menace (Maquestiaux, 2017). Chez les survivants du cancer, l'attention sélective peut être influencée par divers facteurs liés à leur

expérience de la maladie. Ils peuvent développer des biais attentionnels envers les stimuli qui évoquent le cancer. Dans le contexte de la PRC, l'attention sélective est dirigée de façon plus marquée vers les stimuli menaçants au détriment d'autres informations qui pourraient atténuer la perception de menace (Custer, 2015; Ouimet et al., 2009).

L'hypervigilance se définit par une tendance à se concentrer sur les stimuli considérés menaçants, dans le but d'éviter ou de prévenir la menace perçue. Elle peut être une réaction adaptative à un événement traumatique lorsqu'elle se manifeste par une attention accrue aux dangers réels, ou être pathologique lorsqu'elle se présente de façon excessive (Eysenck, 1992). Après avoir vécu l'expérience du cancer, les survivants peuvent développer une attention excessive aux changements physiques et une interprétation erronée des sensations normales perçues comme des signes de récurrence. Cette interprétation peut entraîner une hyperfocalisation sur le corps et sur la présence de sensations physiques (Llewellyn et al., 2008). Cette vigilance engendre de l'anxiété, provoquant à son tour de nouvelles sensations physiques qui risquent d'être perçues à leur tour comme des indices de la présence de la maladie, créant ainsi un cercle vicieux qui nourrit l'hypervigilance (Waroquier et al., 2022).

L'évitement de la menace fait référence aux efforts cognitifs et comportementaux pour se distraire du stimulus menaçant, afin de réduire l'inconfort émotionnel qu'il provoque (Cisler et al., 2009). Simonelli et ses collaborateurs (2017) soulignent que les stimuli internes et externes rappelant la maladie peuvent déclencher des schémas cognitifs liés à la PRC et provoquer une détresse psychologique qui incite les survivants à développer des stratégies d'évitement envers ces indices.

Nature anxieuse de la PRC

La méta-analyse de Bar-Haim et ses collaborateurs (2007) démontre le rôle des biais attentionnels dans le développement et le maintien des troubles anxieux. Les individus présentant un diagnostic de trouble anxieux ont tendance à centrer leur attention envers l'information menaçante, ce qui entraîne une surestimation du danger. Cette focalisation peut provoquer une augmentation de l'anxiété et des perturbations émotionnelles favorisant le développement et le maintien des troubles anxieux (Amir et al., 2009; Schmidt et al., 2009). Des interventions visant à modifier spécifiquement les processus attentionnels liés à l'anxiété ont démontré leur efficacité sur la gestion des symptômes anxieux (MacLeod et Mathews, 2012). Ces dernières pourraient inspirer le développement des traitements spécifiques à la PRC.

Des études ont mis en évidence des similitudes entre les manifestations de la PRC et la nature de certains troubles anxieux. À cet effet, Simard et ses collaborateurs (2010) ont révélé que les pensées intrusives associées à la PRC partageaient de nombreuses caractéristiques avec celles propres au trouble d'anxiété généralisée (TAG). Plus précisément, elles se manifestent majoritairement sous la forme d'un discours verbal et sont considérées comme égocentrique, soit cohérentes avec les valeurs et les croyances de la personne. Elle est donc convaincue qu'il est justifié de s'inquiéter de la possibilité d'une récurrence. Cependant, à mesure que la sévérité de la PRC augmente, ces pensées tendent à se manifester davantage comme des pensées obsessionnelles semblables à celles présentes dans le trouble obsessionnel compulsif. Elles se manifestent alors davantage sous forme d'images répétitives et envahissantes, considérées comme dérangeantes et inappropriées par la personne (égocentrique).

Dans une seconde étude, Simard et Savard (2015) ont exploré la présence de comorbidité psychiatrique avec la PRC. Ils ont démontré que les patients présentant des niveaux cliniquement significatifs de PRC étaient significativement plus susceptibles de répondre aux critères diagnostiques pour un trouble psychologique (60%) que les patients avec des niveaux non cliniques de PRC (29%). Parmi ceux-ci, les troubles anxieux (40%), plus précisément les troubles paniques (20%) et le TAG (16%), étaient les plus fréquents.

En raison de ces similitudes, il est possible de postuler que les biais attentionnels impliqués dans les troubles anxieux soient aussi présents dans le contexte de la PRC. Ainsi, une meilleure compréhension de la nature et du rôle des biais attentionnels associés à la PRC pourrait permettre de mieux comprendre le développement et le maintien de cette peur et pourrait contribuer à la mise en place de nouvelles interventions. L'objectif de la présente revue narrative est donc de décrire les biais attentionnels propres aux survivants du cancer présentant une PRC et d'analyser la relation de ces biais avec la sévérité de la PRC.

Méthode

Une recherche exhaustive a été effectuée sur PubMed, PsycINFO, Academic Search Complete, CINAHL et Psychology and behavioral sciences collection. Des mots de vocabulaire libres et contrôlés ont été utilisés dans les bases de données afin de rechercher les thèmes suivants : peur de la récurrence du cancer, biais attentionnels et fonctions cognitives. Le Tableau 1 présente la stratégie de recherche utilisée pour chaque base de données. Les critères d'éligibilité choisis sont inclusifs. La recension porte sur les articles publiés avant juin 2023 et la publication devait être de langue française ou anglaise. Les études devaient avoir été effectuées auprès de survivants du cancer âgés

de 18 ans et plus, devaient inclure une mesure de la PRC et au moins une mesure des fonctions attentionnelles. Enfin, pour limiter les biais possibles dans la relation entre la PRC et les biais attentionnels, les études effectuées auprès des survivants atteints d'un cancer du cerveau étaient exclues. Les références ont été générées et triées par la première auteure (P.H.), puis les doublons ont été supprimés. Les listes de références des articles extraits ont été consultées afin d'identifier des études supplémentaires pertinentes n'ayant pas émergé lors de la recherche sur les bases de données. Une sélection des articles a été réalisée parallèlement, en collaboration avec le second auteur (P.B.), sur la base du contenu du titre et du résumé des publications. En cas de désaccord, une discussion entre les auteurs a permis d'obtenir un consensus.

Résultats

Soixante articles ont été répertoriés à partir des bases de données et des listes de références consultées. Parmi ceux-ci, 32 étaient des doublons et ont été retirés. L'évaluation des articles a mené à l'exclusion de 25 études qui ne répondaient pas aux critères d'éligibilité, principalement en raison de l'absence de mesure des biais attentionnels. À l'issue de cette démarche, seulement 3 articles ont été conservés pour cette revue. La figure 1 résume le processus décisionnel de la sélection des articles.

Biais attentionnels

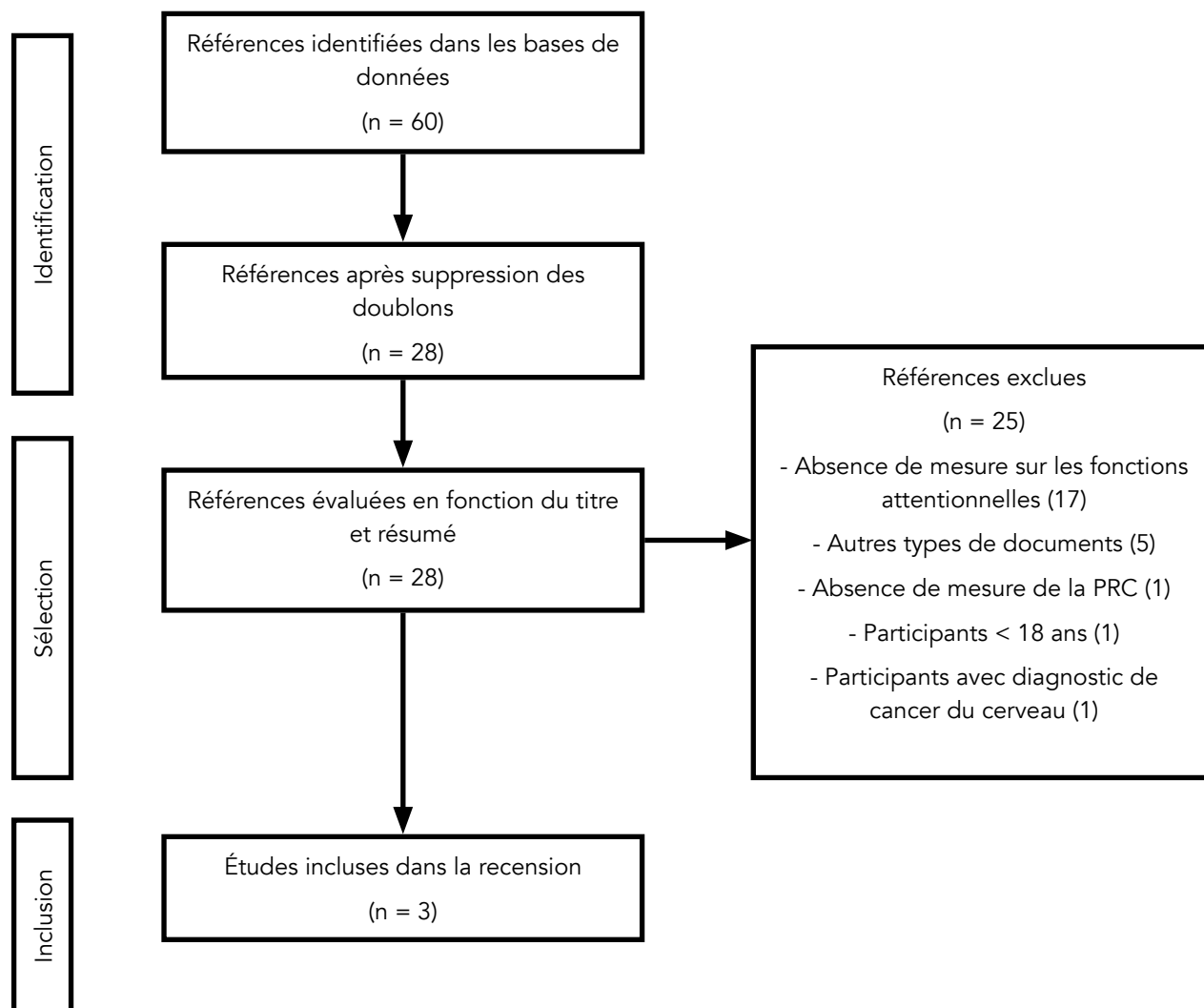
Les principales caractéristiques des études sélectionnées sont présentées dans le Tableau 2. Les deux seuls tests neuropsychologiques utilisés pour mesurer les biais attentionnels dans ces études sont résumés dans le Tableau 3.

L'objectif de Custer et ses collaborateurs (2015) était d'étudier si un biais attentionnel existe pour les stimuli liés au cancer chez les survivantes du cancer du sein et si différents niveaux de PRC entraîneraient différents profils d'attention sélective. Pour ce faire, ils ont utilisé le Emotional Stroop task, une version modifiée du Stroop task (Stroop, 1935), dans lequel étaient présentés des mots positifs, négatifs et neutres associés au cancer pour évaluer les biais attentionnels et le Cancer Worry Scale (CWS; Custer et al., 2014) afin d'évaluer la sévérité de la PRC. Pour cette expérimentation, les survivantes ont été classées en deux catégories selon l'intensité de leur PRC (faible ou élevée) et comparées à des femmes sans diagnostic de cancer (groupe contrôle). Les résultats de l'étude ont indiqué que, pour les mots liés au cancer, les survivantes présentaient des temps de réaction plus longs que le groupe contrôle ($p < 0.05$), ce qui suggère un traitement de l'information altéré, notamment par une attention sélective accrue envers les stimuli émotionnellement menaçants. Cependant, des temps de réaction

Tableau 1
Stratégie de recherche selon la base de données utilisée

Bases de données	Mots-clés	Résultats
PubMed	<ol style="list-style-type: none"> 1. exp Fear/ 2. («fear of cancer recurrence») 3. exp Neoplasm Recurrence, Local/ 4. exp Attentional Bias/ 5. («attentional process*» or «cognitive factor*» or «cognitive function*») 6. 1 or 2 7. 4 or 5 8. 3 and 6 and 7 	5
PsycINFO	<ol style="list-style-type: none"> 1. exp Attentional Bias/ 2. exp Cognitive Bias/ 3. («hypervigilance» or «attentional biais» or «attentional process*» or «cognitive factor*» or «cognitive function*») 4. exp Fear/ 5. («neoplasm recurrence» or «cancer recurrence» or «fear of cancer recurrence») 6. 1 or 2 or 3 7. 4 and 5 8. 5 or 7 9. 6 and 8 	17
Academic Search Complete	<ol style="list-style-type: none"> 1. exp FEAR/ 2. exp CANCER/ 3. («fear of cancer recurrence») 4. («hypervigilance» or «attentional biais*» or attentional process*» or «cognitive factor*» or «cognitive function*») 5. 1 and 2 6. 3 or 5 7. 4 and 6 	16
CINAHL	<ol style="list-style-type: none"> 1. exp Fear/ 2. exp Neoplasm/ 3. («fear or cancer recurrence») 4. (hypervigilance OR «attentional bias*» OR «attentional process*» OR «cognitive factor*» OR «cognitive function*») 5. 1 and 2 6. 3 or 5 7. 4 and 6 	9
Psychology and behavioral sciences collection	<ol style="list-style-type: none"> 1. exp FEAR/ 2. exp CANCER/ 3. ("fear of cancer recurrence") 4. (hypervigilance OR "attentional bias*" OR "attentional process*" OR "cognitive factor*" OR "cognitive function*") 5. 1 and 2 6. 3 or 5 7. 4 and 6 	13

Figure 1
Diagramme de flux



tion similaires et non significativement différents ont été observés entre les survivantes présentant un niveau élevé de PRC et celles avec un niveau faible. Bien que les temps de réaction plus longs soient observés chez l'ensemble des survivantes du cancer par rapport au groupe témoin, les biais attentionnels ne semblent pas avoir une influence différente en fonction de la sévérité de la PRC.

Butow et ses collaborateurs (2015) ont aussi voulu examiner si un niveau élevé de PRC chez les survivantes du cancer du sein et de la prostate était associé à un niveau plus élevé de biais attentionnels envers les informations menaçantes liées au cancer. Pour ce faire, ils ont plutôt utilisé une version adaptée du Dop-probe task (MacLeod et al., 1986), dans laquelle les mots émotionnels présentés pendant 500 ms étaient catégorisés en deux types (liés au cancer et non liés au cancer) et en trois valences (positives, négatives et neutres). Pour mesurer la PRC des participants,

le Fear of Cancer Recurrence Inventory (FCRI; Simard et Savard, 2009) a été, cette fois, utilisé. Tout comme l'étude précédente, des résultats similaires et non significatifs ont été constatés entre les survivantes présentant un niveau élevé de PRC et ceux avec un niveau faible.

Enfin, Waroquier et ses collaborateurs (2022) ont évalué l'attention sélective envers les mots émotionnels liés au cancer et non liés au cancer en lien avec le niveau de PRC de patientes atteintes du cancer du sein en période de survie précoce. Pour ce faire, ils ont aussi utilisé la version modifiée du Dot-probe task de Butow et ses collaborateurs (2015), ainsi que le FCRI. Cette fois-ci, lors du Dot-probe task, le temps de présentation des stimuli a été modifié. En effet, les mots étaient présentés une première fois à des niveaux subliminaux (17 ms), puis précoces (500 ms) et enfin supraliminaux (1500 ms). Les résultats démontrent que les patientes atteintes d'une PRC clinique ne présentent pas

de biais attentionnel plus marqué envers les mots émotionnels par rapport aux patientes avec une PRC sous-clinique. Par ailleurs, toutes les participantes ont manifesté une attention semblable envers les stimuli liés au cancer, qu'ils soient négatifs ou positifs par rapport aux stimuli non liés au cancer, bien que l'effet soit plus prononcé pour les mots négatifs liés au cancer ($p < 0,05$).

Discussion

L'objectif de cette revue était de recenser et de résumer les connaissances actuelles concernant les biais attentionnels impliqués dans la présence et la sévérité de la PRC. Seules trois études expérimentales ont été répertoriées dans la littérature sur le sujet. Ce nombre réduit d'études pourrait s'expliquer par le fait que le concept de la PRC est relativement récent (Simard et al., 2013). Bien que l'intérêt des chercheurs et des cliniciens sur cette problématique se soit accru significativement au cours de la dernière décennie, leurs efforts ont été concentrés sur le développement de mesures et d'interventions, de même que sur l'identification des déterminants et des conséquences de la PRC. Ainsi, les processus spécifiques et les mécanismes sous-jacents, tels que les biais attentionnels, ont reçu peu d'attention jusqu'à maintenant (Lebel et al., 2017).

Les recherches recensées portent principalement sur des survivantes du cancer du sein et reposent sur les deux mêmes tests neuropsychologiques adaptés, mais non validés pour la PRC. Les résultats de Custer et ses collaborateurs (2015) ont démontré que ces survivantes présentaient des biais attentionnels accrus par rapport au groupe contrôle, mais n'ont pas établi de liens significatifs entre la sévérité de la PRC et le niveau de biais attentionnels. La différence observée avec le groupe contrôle pourrait s'expliquer davantage par la présence de l'expérience du cancer que par

la présence de la PRC. Butow et ses collaborateurs (2015) et Waroquier et ses collaborateurs (2022) ont rapporté des résultats similaires, ne révélant pas de différences entre les biais attentionnels des survivants du cancer présentant une PRC clinique de ceux avec une PRC sous-clinique. Par conséquent, les conclusions tirées des études présentées ne corroborent pas l'idée selon laquelle ces biais varieraient en fonction de la sévérité de la PRC.

Ces résultats soulèvent des questionnements quant à la capacité des instruments utilisés à évaluer adéquatement les biais attentionnels associés à la PRC. En effet, il existe un doute quant au fait que le Emotional Stroop task et le Dot-probe task reflètent convenablement les biais attentionnels, puisque des variables modératrices pourraient influencer les résultats obtenus. De Ruiter et Brooschot (1994) ont avancé que la présence de l'évitement cognitif influencerait les résultats de ces tests. Selon cette hypothèse, plutôt que d'indiquer une attention sélective envers la menace, les réponses ralenties des patients à ces tests pourraient résulter d'une stratégie d'évitement des stimuli émotionnels menaçants. En d'autres termes, les participants ayant une PRC, qu'elle soit faible ou élevée, pourraient être plus lents à nommer la couleur de l'encre des mots menaçants, car ils sont portés à éviter le traitement conscient du contenu émotionnel des mots, afin de minimiser leur inconfort, limitant ainsi les variations en fonction du niveau de sévérité de la PRC. À cet effet, Schmukle (2005) a démontré que le Dot-probe task présentait des lacunes en termes de sensibilité lorsqu'il était administré pour mesurer les biais attentionnels chez les personnes anxieuses, possiblement en raison de la présence de l'évitement cognitif. Les recherches ultérieures devraient donc envisager d'inclure des mesures de l'évitement cognitif, de renforcer la spécificité des mesures utilisées au contexte de la PRC et d'explorer la possibilité de recourir à d'autres tests pour explorer les biais attentionnels.

Tableau 2

Caractéristiques des études incluses dans la revue narrative

Auteurs (année)	Nature de l'échantillon	N total	Site du cancer	Type de tâche	Durée essais/stimuli	Type de stimuli
Custer et al. (2015)	Survivantes du cancer et groupe contrôle	32 survivantes atteintes d'une PRC faible (score < 14 au CWS) et 35 survivantes atteintes d'une PRC élevée (score ≥ 14 au CWS). Groupe contrôle - 40 employées d'hôpital en bonne santé et sans antécédents de cancer.	Cancer du sein	<i>Emotional Stroop task</i>	N/A	Mots
Butow et al. (2015)	Survivants du cancer	33 survivantes du cancer du sein atteintes de PRC 30 survivants du cancer de la prostate atteints de PRC.	Cancer du sein et prostate	<i>Dot-probe task</i>	500 ms	Mots
Waroquier et al. (2022)	Survivantes du cancer	44 patientes atteintes d'une PRC clinique (score < 13 au FCRI). 30 patientes atteintes d'une PRC non clinique (score < 13 au FCRI).	Cancer du sein	<i>Dot-probe task</i>	17, 500 et 1500 ms	Mots

Étant donné que les résultats actuels n'ont pas confirmé l'hypothèse selon laquelle l'interférence attentionnelle serait plus marquée chez les survivants du cancer présentant un niveau élevé de PRC, des explications alternatives ont été envisagées. Du point de vue du contenu des mots menaçants, les tests étaient liés au cancer en général et non à la PRC. L'objectif était de mesurer la PRC et non la peur générale liée au cancer. Cette distinction est importante puisque les patients montrent généralement des interférences pour la classe spécifique de stimuli menaçants liés à leurs propres domaines de préoccupation personnelle (MacLeod et Rutherford, 1992). Ainsi, la nature non spécifique des stimuli pourrait avoir contribué à l'absence de différences attendues entre les groupes présentant une PRC forte et faible.

Limites des connaissances

La principale limitation de cette revue narrative est le manque de recherche actuelle sur le sujet, ce qui limite les conclusions possibles au sujet des mécanismes attentionnels liés à la PRC. Cette lacune entrave la disponibilité d'éléments probants justifiant le développement d'interventions visant à atténuer les biais attentionnels liés à la PRC.

De plus, les résultats observés peuvent avoir été influencés par des facteurs externes qui n'ont pas été considérés dans ces études, tels que la maladie et les traitements qui y sont associés, qui peuvent contribuer à la présence de certains déficits cognitifs. En effet, les survivants du cancer sont davantage susceptibles de souffrir de ces déficits que la population saine (Joly et al., 2015), rendant difficile l'identification des facteurs responsables des biais attentionnels observés.

Par ailleurs, les études se sont appuyées sur un seuil clinique pour déterminer les groupes de PRC faible ou élevé. Cette approche pourrait ne pas être la plus adéquate pour évaluer les différentes manifestations de la PRC (Simard et al., 2013).

Il pourrait exister des profils différents de PRC qui s'exprimeraient par des biais attentionnels variés, indépendamment de la présence d'une PRC cliniquement significative (Simard et al., 2010).

Conclusion et orientation futures

Les études recensées ont démontré que les survivants ressentant la PRC avaient tendance à porter leur attention vers les stimuli menaçants, suggérant ainsi que la PRC soit associée aux fonctions attentionnelles inadéquates. Toutefois, aucun résultat significatif n'a été observé en ce qui concerne le lien entre les biais attentionnels et la sévérité de la PRC.

Les connaissances actuelles sont encore limitées et présentent des lacunes. Afin de les combler, la réalisation ultérieure d'études approfondies pourrait être bénéfique. Ces futures recherches pourraient étudier des populations variées en termes de sexe et de types de cancer. Afin d'obtenir des résultats fidèles quant à l'existence ou non d'un lien entre les biais attentionnels et la sévérité de PRC, l'adaptation et l'amélioration du Emotional Stroop task et du Dot-probe task pourraient s'avérer judicieuses. La personnalisation des mots à valeur émotionnelle, pour des stimuli spécifiques à la PRC, pourrait permettre de mieux comprendre la contribution des fonctions attentionnelles impliquées dans la PRC. Un suivi oculaire pourrait être utilisé conjointement avec le Dot-probe task afin d'examiner si le sujet fixe ou dévie le regard à l'observation de mots menaçants, ce qui permettrait de quantifier l'influence de l'évitement cognitif. Cette procédure pourrait fournir des indications supplémentaires sur l'attention à la menace, l'hypervigilance et l'évitement cognitif des survivants du cancer.

Également, il pourrait être judicieux de recourir à d'autres tests neuropsychologiques pour mesurer les biais attentionnels. Par exemple, une tâche de recherche visuelle, reconne pour sa validité et sa sensibilité aux biais attentionnels,

Tableau 3
Résumé des tests cognitifs utilisés dans les études présentées

Auteurs (année)	Nom de l'instrument	Nombre d'items	Explication du test	Fonction évaluée
Custer et al. (2015)	<i>Emotional Stroop task</i>	150	5 listes de mots étaient présentées aux participants de façon aléatoire, chacune présentant 30 mots (une liste de mots liés au cancer, une liste de mots liés à d'autres maladies, une liste de mots négatifs non liés à des maladies, une liste de mots positifs, mais émotionnellement chargés, et une liste de mots neutres). Les participants devaient nommer, aussi rapidement et précisément que possible, la couleur de l'encre de chaque mot, en ignorant le contenu de celui-ci.	Attention sélective
Butow et al. (2015); Waroquier et al. (2022)	<i>Dot-probe task</i>	40	Des paires de mots sont présentées, un mot à la suite de l'autre. Les paires sont composées d'un mot cible (ex. maladie) et d'un mot neutre (ex. voiture), disposés aléatoirement au-dessus et en dessous du centre de l'écran. Une sonde remplace ensuite l'un des mots, et les participants indiquent la position de la sonde.	Attention sélective

pourrait être utilisée (Dalmaijer et al., 2014). Celle-ci consiste à demander aux participants d'identifier et de barrer certains éléments parmi un ensemble de distracteurs le plus rapidement possible. Cette tâche pourrait être adaptée de manière à ce que les participants doivent identifier et barrer des mots neutres à travers des mots émotionnels associés à la PRC (distracteurs). L'hypothèse pourrait être que les participants ayant une PRC élevée seraient plus perturbés par ces mots, ce qui augmenterait le temps nécessaire pour accomplir la tâche. Cette nouvelle tâche permettrait d'approfondir la relation entre la sévérité de la PRC et les biais attentionnels.

Afin de contrôler l'effet des variables confondantes, soit la maladie et les traitements associés, il pourrait être pertinent d'inclure un groupe témoin de patients atteints de cancer, mais ne présentant pas de PRC. Enfin, il pourrait être approprié d'envisager la comparaison de plusieurs niveaux de sévérité, en utilisant différents seuils pour former des groupes de PRC légère, modérée et sévère ou d'explorer des regroupements en fonction de profils de PRC. Cette approche permettrait d'évaluer avec plus de certitude si les biais attentionnels associés à la PRC sont influencés par la sévérité ou par certaines caractéristiques de cette peur.

Approfondir les connaissances à ce sujet pourrait permettre de stimuler les études sur les biais attentionnels et, ultimement, le développement et la mise en œuvre d'interventions visant à réduire la PRC, contribuant ainsi à améliorer le bien-être de cette population.

Remerciements

Les auteurs souhaitent mentionner les organismes qui les ont soutenus dans le cadre de cette recherche, soit les Fonds de recherche du Québec pour les bourses d'initiation à la recherche des étudiants, ainsi que le soutien à la recherche pour la relève professorale obtenu par le professeur Sébastien Simard.

Références

- Amir, N., Beard, C., Burns, M., & Bomyea, J. (2009). Attention modification program in individuals with generalized anxiety disorder. *Journal of abnormal psychology, 118*(1), 28. <https://doi.org/10.1037/a0012589>
- Bar-Haim, Y., Lamy, D., Pergamin, L., Bakermans-Kranenburg, M. J., & Van Ijzendoorn, M. H. (2007). Threat-related attentional bias in anxious and nonanxious individuals: a meta-analytic study. *Psychological bulletin, 133*(1), 1. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.1.1>
- Barrett-Connor, E., & Kritz-Silverstein, D. (1999). Gender differences in cognitive function with age: the Rancho Bernardo study. *Journal of the American Geriatrics Society, 47*(2), 159-164. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1999.tb04573.x>
- Bellizzi, K. M., Latini, D. M., Cowan, J. E., DuChane, J., & Carroll, P. R. (2008). Fear of recurrence, symptom burden, and health-related quality of life in men with prostate cancer. *Urology, 72*(6), 1269-1273. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2007.12.084>
- Butow, P., Kelly, S., Thewes, B., Hruby, G., Sharpe, L., & Beith, J. (2015). Attentional bias and metacognitions in cancer survivors with high fear of cancer recurrence. *Psycho-oncology, 24*(4), 416-423. <https://doi.org/10.1002/pon.3659>
- Custers, J. A. E., Van den Berg, S. W., Van Laarhoven, H. W. M., Bleiker, E. M., Gielissen, M. F., & Prins, J. B. (2014). The Cancer Worry Scale: detecting fear of recurrence in breast cancer survivors. *Cancer Nursing, 37*(1), E44-E50. <https://doi.org/10.1097/NCC.0b013e3182813a17>
- Custers, J. A. E., Becker, E. S., Gielissen, M. F. M., Van Laarhoven, H. W. M., Rinck, M., & Prins, J. B. (2015). Selective attention and fear of cancer recurrence in breast cancer survivors. *Annals of Behavioral Medicine, 49*(1), 66-73. <https://doi.org/10.1007/s12160-014-9632-9>
- Cisler, J. M., Bacon, A. K., & Williams, N. L. (2009). Phenomenological characteristics of attentional biases towards threat: A critical review. *Cognitive therapy and research, 33*, 221-234. <https://doi.org/10.1007/s10608-007-9161-y>
- Cisler, J. M., & Koster, E. H. (2010). Mechanisms of attentional biases towards threat in anxiety disorders: An integrative review. *Clinical psychology review, 30*(2), 203-216. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2009.11.003>
- Dalmaijer, E. S., Van der Stigchel, S., Nijboer, T. C., Cornelissen, T. H., & Husain, M. (2015). CancellationTools: All-in-one software for administration and analysis of cancellation tasks. *Behavior research methods, 47*(4), 1065-1075. <https://doi.org/10.3758/s13428-014-0522-7>
- De Ruiter, C., & Brosschot, J. F. (1994). The emotional Stroop interference effect in anxiety: Attentional bias or cognitive avoidance? *Behaviour Research and Therapy, 32*(3), 315-319. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(94\)90128-7](https://doi.org/10.1016/0005-7967(94)90128-7)
- Eysenck, M. W., & Byrne, A. (1992). Anxiety and susceptibility to distraction. *Personality and Individual Differences, 13*(7), 793-798. [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(92\)90052-Q](https://doi.org/10.1016/0191-8869(92)90052-Q)
- Fardell, J. E., Thewes, B., Turner, J., Gilchrist, J., Sharpe, L., Smith, A. B., ... & Butow, P. (2016). Fear of cancer recurrence: a theoretical review and novel cognitive processing formulation. *Journal of cancer survivorship, 10*, 663-673. <https://doi.org/10.1007/s11764-015-0512-5>

- Joly, F., Giffard, B., Rigal, O., De Ruiter, M. B., Small, B. J., Dubois, M., LeFel, J., Schagen, S. B., Ahles, T. A., Wefel, J. S., Vardy, J. L., Pancré, V., Lange, M., & Castel, H. (2015). Impact of cancer and its treatments on cognitive function: advances in research from the Paris International Cognition and Cancer Task Force Symposium and update since. *Journal of Pain and Symptom Management*, 50(6), 830-841. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2015.06.019>
- Lebel, S., Ozakinci, G., Humphris, G., Mutsaers, B., Thewes, B., Prins, J., Dinkel, A., Butow, P., & University of Ottawa Fear of Cancer Recurrence Colloquium attendees. (2016). From normal response to clinical problem: definition and clinical features of fear of cancer recurrence. *Supportive Care in Cancer*, 24, 3265-3268. <https://doi.org/10.1007/s00520-016-3272-5>
- Lebel, S., Ozakinci, G., Humphris, G., Thewes, B., Prins, J., Dinkel, A., & Butow, P. (2017). Current state and future prospects of research on fear of cancer recurrence. *Psycho-oncology*, 26(4), 424-427. <https://doi.org/10.1002/pon.4103>
- Lee-Jones, C., Humphris, G., Dixon, R., & Bebbington Hatcher, M. (1997). Fear of cancer recurrence - a literature review and proposed cognitive formulation to explain exacerbation of recurrence fears. *Psycho-Oncology: Journal of the Psychological, Social and Behavioral Dimensions of Cancer*, 6(2), 95-105. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1611\(199706\)6:2<95::AID-PON250>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1611(199706)6:2<95::AID-PON250>3.0.CO;2-B)
- Llewellyn, C. D., Weinman, J., McGurk, M., Humphris, G. (2008). Can we predict which head and neck cancer survivors develop fears of recurrence? *Journal of Psychosomatic research*, 65(6), 525-532. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2008.03.014>
- Luigjes-Huizer, Y. L., Tauber, N. M., Humphris, G., Kasparian, N. A., Lam, W. W., Lebel, S., Simard, S., Smith, A. B., Zachariae, R., Afyanti, Y., Bell, K. J. L., Custers, J. A. E., Wit, N. J., Fisher, P. L., Galica, J., Garland, S. N., Helsper, C. W., Jeppesen, M. M., Liu, J., ... & van der Lee, M. L. (2022). What is the prevalence of fear of cancer recurrence in cancer survivors and patients? A systematic review and individual participant data meta-analysis. *Psycho-Oncology*, 31(6), 879-892. <https://doi.org/10.1002/pon.5921>
- MacLeod, C., & Mathews, A. (2012). Cognitive bias modification approaches to anxiety. *Annual review of clinical psychology*, 8, 189-217. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032511-143052>
- MacLeod, C., Mathews, A., & Tata, P. (1986). Attentional bias in emotional disorders. *Journal of abnormal psychology*, 95(1), 15. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.95.1.15>
- MacLeod, C., & Rutherford, E. M. (1992) Anxiety and the selective processing of emotional information: Mediating roles of awareness, trait and state variables, and personal relevance of stimulus materials. *Behaviour research and therapy*, 30(5), 479-491. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(92\)90032-c](https://doi.org/10.1016/0005-7967(92)90032-c)
- Mandelblatt, J. S., Stern, R. A., Luta, G., McGuckin, M., Clapp, J. D., Hurria, A., Jacobsen, P. B., Faul, L. A., Isaacs, C., Denduluri, N., Gavett, B., Traina, T. A., Johnson, P., Silliman, R. A., Turner, R. S., Howard, D., Van Meter, J. W., Saykin, A., & Ahles, T. (2014). Cognitive impairment in older patients with breast cancer before systemic therapy: is there an interaction between cancer and comorbidity? *Journal of Clinical Oncology*, 32(18), <https://doi.org/1909.10.1200/JCO.2013.54.2050>
- Maquestiaux, F. (2017). *Psychologie de l'attention*. De Boeck Supérieur.
- Mathews, A., & Mackintosh, B. (2000). Induced emotional interpretation bias and anxiety. *Journal of abnormal psychology*, 109(4), 602. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.109.4.602>
- Ng, D. W. L., Kwong, A., Suen, D., Chan, M., Or, A., Ng, S. S., Foo, C. C., Fielding, B. F. S., & Lam, W. T. L. (2019). Fear of cancer recurrence among Chinese cancer survivors: Prevalence and associations with metacognition and neuroticism. *Psycho-Oncology*, 28(6), 1243-1251. <https://doi.org/10.1002/pon.5073>
- Ouimet, A. J., Gawronski, B., & Dozois, D. J. (2009). Cognitive vulnerability to anxiety: a review and an integrative model. *Clinical psychology review*, 29(6), 459-470. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2009.05.004>
- Pradhan, P., Sharpe, L., Butow, P., & Russell, H. (2021). The role of interpretation biases and symptom burden in fear of cancer recurrence/progression among ovarian cancer survivors. *Psycho-Oncology*, 30(11), 1948-1956. <https://doi.org/10.1002/pon.5748>
- Schmidt, N. B., Richey, J. A., Buckner, J. D., & Timpano, K. R. (2009). Attention training for generalized social anxiety disorder. *Journal of abnormal psychology*, 118(1), 5. <https://doi.org/10.1037/a0013643>
- Schmukle, S. C. (2005). Unreliability of the dot probe task. *European journal of personality*, 19(7), 595-605. <https://doi.org/10.1002/per.554>
- Simard, S., & Savard, J. (2009). Fear of Cancer Recurrence Inventory: development and initial validation of a multidimensional measure of fear of cancer recurrence. *Supportive care in cancer*, 17, 241-251. <https://doi.org/10.1007/s00520-008-0444-y>
- Simard, S., & Savard, J. (2015). Screening and comorbidity of clinical levels of fear of cancer recurrence. *Journal of Cancer Survivorship*, 9, 481-491. <https://doi.org/10.1007/s11764-015-0424-4>
- Simard, S., Savard, J., & Ivers, H. (2010). Fear of cancer recurrence: specific profiles and nature of intrusive thoughts. *Journal of Cancer Survivorship*, 4(4), 361-371. <https://doi.org/10.1007/s11764-010-0136-8>

- Simard, S., Thewes, B., Humphris, G., Dixon, M., Hayden, C., Mireskandari, S., & Ozakinci, G. (2013). Fear of cancer recurrence in adult cancer survivors: A systematic review of quantitative studies. *Journal of Cancer Survivorship*, 7(3), 300-322. <https://doi.org/10.1007/s11764-013-0272-z>
- Simonelli, L. E., Siegel, S. D., & Duffy, N. M. (2017). Fear of cancer recurrence: a theoretical review and its relevance for clinical presentation and management. *Psycho-oncology*, 26(10), 1444-1454. <https://doi.org/10.1002/pon.4168>
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of experimental psychology*, 18(6), 643. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
- Van den Beuken-van Everdingen, M. H. J., Peters, M. L., de Rijke J. M., Schouten, H. C., van Kleef, M., & Patijn, J. (2008). Concerns of former breast cancer patients about disease recurrence: A validation and prevalence study. *Psycho-oncology*, 17(11), 1137-45. <https://doi.org/10.1002/pon.1340>
- Vandenbossche, S., Fery, P., & Razavi, D. (2009). Cognitive impairments and breast cancer: a critical review of the literature. *Bulletin du cancer*, 96(2), 239-248. <https://doi.org/10.1684/bdc.2008.0818>
- Waroquier, P., Delevallez, F., Razavi, D., & Merckaert, I. (2022). Psychological factors associated with clinical fear of cancer recurrence in breast cancer patients in the early survivorship period. *Psycho-Oncology*, 31(11), 1877-1885. <https://doi.org/10.1002/pon.5976>
- Wefel, J. S., Witgert, M. E., & Meyers, C. A., (2008). Neuropsychological sequelae of non-central nervous system cancer and cancer therapy. *Neuropsychology review*, 18(2), 121-131. <https://doi.org/10.1007/s11065-008-9058-x>
- Wells, A., & Matthews, G. (1996). Modelling cognition in emotional disorder: The S-REF model. *Behaviour research and therapy*, 34(11-12), 881-888. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(96\)00050-2](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(96)00050-2)

Pour citer l'article

Houde, P., Bergeron, P. & Simard, S. (2024). Les biais attentionnels associés à la peur de la récurrence du cancer : Une recension des écrits. *Psycause : Revue scientifique étudiante de l'École de psychologie de l'Université Laval*, 14(1), 6-15.

Droits d'auteur

© 2024 Houde, Bergeron & Simard. Cet article est distribué en libre accès selon les termes d'une licence Creative Commons Attribution 4.0 International (de type CC-BY 4.0) qui permet l'utilisation du contenu des articles publiés de façon libre, tant que chaque auteur ou autrice du document original à la publication de l'article soit cité(e) et référencé(e) de façon appropriée.

EFFICACITÉ DES INTERVENTIONS EN MATIÈRE D'ACTIVITÉ PHYSIQUE POUR RÉDUIRE L'ANXIÉTÉ CHEZ LES JEUNES

Gabrielle HARVEY^{1*}

¹École de Psychologie, Université Laval, Qc, Canada

* gabrielle.harvey.8@ulaval.ca

Résumé

Contexte: Soixante-cinq pourcent des jeunes Québécois présentent des symptômes d'anxiété modérés à élevés, associés à des risques comme l'abus de substances, la dépression et le suicide. Les études suggèrent que les interventions d'activité physique (AP) réduisent l'anxiété chez les adultes, surtout lorsque la pratique est plus longue, modérément fréquente et peu intense. Toutefois, ces données sont limitées chez les jeunes. **Objectif:** Cette revue narrative recense l'effet des interventions d'AP et explore les modalités liées à une réduction des symptômes anxieux chez les jeunes. **Méthode:** Les études incluses devaient être en français ou en anglais, proposer une intervention d'AP pour les jeunes de 4 à 17 ans, mesurer l'anxiété avant et après l'intervention, et présenter des données originales. Sept études ont été analysées dans PsycINFO. **Résultats:** Six études (85,7 %) ne montrent aucun changement post-intervention pour l'anxiété, tandis qu'une (14,3 %) indique une amélioration. Cette dernière a comme modalités une durée de 60 minutes à intensité élevée, pratiquée deux à quatre fois par semaine durant 18 mois. **Retombées:** Cette étude souligne la nécessité de poursuivre les recherches pour confirmer l'efficacité des interventions d'AP et des modalités sur l'anxiété des jeunes, afin de les intégrer au système surchargé.

Mots-clés: Anxiété, activité physique, interventions, jeunes

Abstract

Context: Sixty-five percent of young Quebecers exhibit moderate to high levels of anxiety symptoms, associated with risks such as substance abuse, depression, and suicide. Studies suggest that physical activity (PA) interventions reduce anxiety in adults, especially when practices are longer, moderately frequent, and low in intensity. However, these data are limited in young people. **Objective:** This narrative review surveys the effect of PA interventions and explores modalities related to reducing anxiety symptoms in youth. **Method:** Included studies were in French or English, offered PA interventions for youth aged 4 to 17, measured anxiety pre- and post-intervention, and presented original data. Seven studies were analyzed in PsycINFO. **Results:** Six studies (85.7%) showed no post-intervention changes in anxiety, while one (14.3%) indicated improvement. This latter study involved sessions lasting 60 minutes at high intensity, practiced two to four times per week over 18 months. **Implications:** This study underscores the need for further research to confirm the effectiveness of PA interventions and their modalities on youth anxiety, to integrate them into the overloaded system.

Keywords: Anxiety, physical activity, interventions, youth

L'anxiété, qui se définit comme une anticipation à un danger réel ou non, est un phénomène normal de la vie. Toutefois, lorsqu'elle devient excessive, elle peut devenir une pathologie et handicapante (Palazzolo, 2019). L'anxiété est une difficulté de santé mentale courante chez les enfants et les adolescents (Léveillé, 2011). Au Québec, le nombre de diagnostics de troubles anxieux a doublé chez les jeunes dans les dix dernières années (Klein et al., 2023). Environ 65% des jeunes Québécois du secondaire présentent des symptômes d'anxiété modérés à élevés (Therriault et al., 2022). Ces symptômes ont des répercussions sur le fonctionnement personnel, familial, scolaire et social, et peuvent mener à des abus d'alcool ou de drogues, à un trouble dépressif et même au suicide (Dumas, 2013). Les jeunes souffrant de troubles anxieux ou de symptômes d'anxiété

rencontrent des difficultés à recevoir un traitement en raison de problèmes pour contacter des professionnels, de la distance géographique des lieux de services et de délais d'attente importants qui s'étendent sur plusieurs mois, pouvant augmenter l'occurrence des symptômes déjà présents (Chartier-Otis et al., 2010; Perreault et al., 2013). Le coût de la psychothérapie, à 100 \$ par séance en moyenne, constitue un frein pour les parents de jeunes anxieux, notamment pour les familles à faible revenu (Perreault et al., 2013). En effet, les séances de psychothérapie ne sont que partiellement remboursées par les compagnies d'assurances collectives ou privées (Chartier-Otis et al., 2010). En l'absence de psychothérapie, il est possible de recourir à des interventions pharmacologiques pour atténuer les symptômes d'anxiété (Léveillé, 2011). Toutefois, les médicaments peuvent être

dispendieux, entraîner une dépendance ainsi que des effets secondaires indésirables, comme une exacerbation des symptômes anxieux, un gain de poids, de l'insomnie et de la somnolence (Reinblatt et al., 2009). Les enfants anxieux prenant une médication pour l'anxiété semblent plus sensibles aux effets secondaires que les adultes (Reinblatt et al., 2009). Pour cette population en particulier, les traitements pharmacologiques ont des effets secondaires très préoccupants, dont une plus grande impulsivité, une labilité émotionnelle et même l'émergence d'idées suicidaires comparativement aux adultes (Reinblatt et al., 2009). En raison des délais d'attente importants et des coûts associés aux séances de psychothérapie, ainsi que des frais et des effets secondaires de la pharmacothérapie, il serait préférable de prioriser des interventions alternatives moins onéreuses et présentant moins d'effets secondaires graves pour traiter en amont les symptômes anxieux. Parmi ces interventions alternatives, il y a les interventions d'AP. Plusieurs études supportent l'efficacité des interventions d'AP sur la santé mentale des adultes (Asmundson et al., 2013; Herring et al., 2013; Rebar et al., 2015; Stubbs et al., 2017; Zschucke et al., 2015). Une AP peut être définie par différentes modalités: sa fréquence (soit la répétition de la séance d'AP), son intensité (soit le coût énergétique déployé durant la séance d'AP), la durée de l'intervention (soit le temps sur lequel s'étend l'intervention d'AP), la durée totale de l'AP (soit le temps de la séance d'AP) et son type (c'est-à-dire les effets physiologiques principalement attendus en termes d'amélioration suite à l'AP, dont la capacité cardiorespiratoire, musculaire, la souplesse ou les aptitudes neuromotrices) (Haute Autorité de la santé, 2022). Asmundson et ses collègues (2013) ont avancé que la dose d'AP, c'est-à-dire la durée de la séance et de l'intervention, aurait un plus grand effet sur les symptômes anxieux en général que les études ayant une dose plus faible. Il semblerait toutefois qu'une intensité plus faible et une fréquence de trois à quatre fois par semaine seraient préférables pour réduire les symptômes anxieux comparativement aux interventions d'intensité plus élevée ou de fréquence plus faible ou plus grande. Toutefois, les connaissances sur l'effet de ces interventions ainsi que l'influence des différentes modalités d'AP sur les symptômes des enfants et des adolescents demeurent limitées. Une récente revue systématique a rapporté des effets positifs de l'AP sur l'anxiété des jeunes (Carter et al., 2021), mais une majorité des études recensées dans cette revue incluaient aussi des adultes issus du milieu universitaire, ce qui limite considérablement la généralisation de ses conclusions aux enfants et adolescents. Comme l'enfance et l'adolescence sont des périodes critiques au développement, il est nécessaire d'explorer la littérature sur les interventions d'AP afin de mieux cibler les modalités qui réduisent efficacement leurs symptômes anxieux (Rakotobé, 2021) et traiter les jeunes souffrant de ces manifestations en amont avant que celles-ci deviennent pathologiques.

Objectifs et hypothèses

Le premier objectif de cette revue narrative est de documenter l'effet des interventions d'AP sur l'anxiété des enfants et adolescents. Le deuxième objectif est d'explorer les effets des modalités de l'AP sur ces symptômes. Il est attendu qu'une amélioration significative des symptômes anxieux chez les jeunes soit observée à la suite des interventions, et ce, dans la majorité des études recensées. Il est également attendu que les études avec une plus grande durée de séance et d'intervention d'AP, mais avec une intensité plus faible et une fréquence modérée auraient un effet plus grand sur les symptômes anxieux que les études ayant des modalités différentes.

Méthodologie

Procédure

La présente revue a été effectuée dans la base de données PsycINFO en novembre 2023. L'utilisation exclusive de PsycINFO pour cette revue narrative offre une vue d'ensemble complète et actuelle des interventions d'AP chez les jeunes présentant des symptômes anxieux, tout en optimisant les ressources et le temps de recherche. Afin d'être la plus inclusive possible, mais aussi de couvrir les développements les plus récents des deux dernières décennies dans la littérature scientifique, la recension des articles a couvert la période de janvier 2003 à novembre 2023. Une recherche a été effectuée dans la base de données à l'aide de vocabulaires libres et de termes contrôlés, c'est-à-dire de mots-clés et de termes imposés par la base de données. Ces termes sont les suivants: «Physical activity intervention», «Anxiety» et «Youth». Le vocabulaire libre suivant a été utilisé dans la recherche: «Physical activit* intervention*», « Sport*», «Exercise* intervention*», «high-intensity interval training», «low-intensity interval training», «Duration of the training», «Sport* practice*», «Physical activit*», «Physical activit* training», «Anxiety», «Anxiety disorder*», «Anxiety problem*», «Anxiety issue*», «Anxiety impairment*», «Child*», «Teen*», «Youth*», «Primary School Student*», «High School Student*», «Primary school-aged child*», «Primary school-aged boy*», «Primary school-aged girl*», «Adolescen*», «Secondary School Student*», «Kid*», «Boy*», «Girl*», «Teen* Boy*», «Teen* Girl*», «Treatment* Outcome*», «Treatment* Effectiveness», «Evaluation* Intervention*», «School-based Intervention*». Les termes contrôlés suivants ont été utilisés: «Activity level/», «Lifestyle/», «Exercise/», «Health Behavior/», «Anxiety/», «Generalized Anxiety Disorder/», «Anxiety disorders/». Un bibliothécaire-conseil spécialisé en psychologie a été consulté afin de confirmer que la stratégie de recherche était adéquate.

Critères d'inclusion et d'exclusion

La présente recension inclut des études répondant aux critères suivants: (a) évaluation d'une intervention d'AP, (b) échantillon comportant des garçons et/ou des filles âgé(e)s de 4 à 17 ans, (c) inclusion d'au moins une mesure d'anxiété pré- et post-intervention, (d) publication en anglais ou en français, et (e) présentation de données originales. Tous les types d'intervention d'AP étaient inclus, peu importe leur nature. Les études qui comportaient les éléments suivants ont été exclues: (a) évaluation d'une intervention d'AP combinée à un autre traitement (p. ex., traitement pharmaceutique, traitement psychologique), (b) participants ayant un trouble cognitif ou neurologique (p. ex., épilepsie, commotion cérébrale, etc.), et (c) échantillon mixte d'adultes et de jeunes.

Sélection des études

L'auteur de l'étude a effectué la recherche de mots-clés dans la base de données PsycINFO. Quarante-deux études ont été recensées. Un doublon a été identifié et retiré manuellement. Ensuite, une évaluation des titres et des résumés a été effectuée pour sélectionner efficacement les études correspondant aux critères d'inclusion et d'exclusion. Après cette étape, vingt et une études ont été retenues. Les articles restants ont été lus intégralement pour exclure ceux qui ne respectaient pas les critères d'inclusion et d'exclusion. Au terme de cette étape, sept études ont été incluses dans la présente recension.

Extraction des données

Les données suivantes ont été extraites des études incluses: l'âge des participants, leur sexe, la taille d'échantillon pour les groupes expérimentaux et contrôles, les mesures d'anxiété utilisées, les modalités des interventions (type d'AP, durée d'une séance, fréquence des séances, intensité d'une séance et durée totale de l'intervention), les moyennes, les écarts-types ou la fréquence et les pourcentages afin de calculer les tailles d'effet des interventions. Pour évaluer les mesures continues, la différence de moyenne standardisée (SDM) a été utilisée en divisant la différence des scores moyens entre les groupes dans chaque étude par l'écart-type combiné estimé des deux groupes. Lorsque les scores moyens des mesures continues étaient des z plutôt que des moyennes, les p et les r ont été rapportés. Les r peuvent s'interpréter comme des d de Cohen. Un seuil de 0,20 représente une taille d'effet faible, 0,50 représente une taille d'effet modérée et 0,80 représente une taille d'effet large (Lenhard et Lenhard, 2022). Pour les mesures catégorielles basées sur des proportions plutôt que des moyennes, nous avons calculé les différences de risque (RD). Des intervalles

de confiance (IC) à 95 % ont également été ajoutés pour les résultats catégoriels et continus. Une valeur de zéro dans l'IC indiquait qu'il n'y avait pas de différences significatives entre l'intervention du groupe expérimental par rapport à l'intervention de comparaison ou aux groupes contrôles (Cucherat, 2009).

Résultats

Description des études

Dans cette recension, il y a trois types d'approches: (a) des études qui comparent des interventions simples à des groupes contrôles, c'est-à-dire qu'une seule intervention d'AP est présente dans le groupe expérimental (p.ex., la course), (b) des études qui comparent deux interventions simples ensemble, et (c) des études qui comparent des interventions multifacettes à des groupes contrôles, ce qui veut dire qu'il y a plusieurs interventions d'AP présentes dans le groupe expérimental (p.ex., la course et la gymnastique). Les caractéristiques des études sont présentées dans le Tableau 1.

Efficacité des interventions d'AP

Intervention simple vs contrôle

L'étude conduite par Akko et ses collaborateurs (2020) a enquêté sur un échantillon de 71 jeunes âgés de 9 à 10 ans, provenant de trois écoles distinctes en Allemagne. Ces participants ont été répartis de manière aléatoire en trois groupes: un groupe contrôle et deux groupes expérimentaux. Le premier groupe expérimental a été soumis à une intervention comprenant des exercices cardiovasculaires, tels que des jeux de course. Le second groupe expérimental a été soumis à une intervention comprenant des exercices moteurs, tels que des exercices de coordination impliquant l'utilisation de raquettes et de cordes à sauter. Ces interventions étaient d'une intensité modérée, pratiquées trois fois par semaine, pendant 45 minutes, sur une période de 10 semaines. Le groupe contrôle effectuait des devoirs de manière assistée. L'instrument de mesure utilisé était l'Inventaire d'Anxiété État-Trait (Marteau et Bekker, 1992). Les différences entre le groupe témoin et les groupes expérimentaux (SDM) sont faibles à modérées, mais ne sont pas significatives. Effectivement, les IC incluent zéro, ce qui signifie que l'hypothèse nulle d'absence de différence ne peut pas être rejetée.

L'étude de Hartmann (2010) a inclus un total de 502 enfants âgés de 6 à 12 ans ayant en moyenne 9,3 ans. Ces enfants étaient assignés de manière aléatoire au groupe contrôle et expérimental. L'instrument de mesure des symptômes d'anxiété était l'Échelle d'anxiété sociale pour Enfants – Révisé

Tableau 1
Caractéristiques des études (n=7)

Auteurs	Âge	Type d'AP (n)	Durée	Fréquence	Intensité	Durée	Mesure d'anxiété
Akko et al. (2020)	9-10 ans	1. Cardiorespiratoire (27) 2. Neuromoteur (23) 3. Groupe contrôle (21)	45 minutes	3x par semaine	Modérée	10 semaines	Inventaire d'anxiété état-trait
Bao et Jin (2015)	13-16 ans	1. Neuromoteur (80) 2. Cardiorespiratoire et neuromoteur (80)	60 minutes	5x par semaine	ND	48 semaines	Échelle de concept de soi pour enfants de Piers-Harris - Sous-échelle d'anxiété
Hartmann et al. (2010)	6-8, 10-12 ans	1. Cardiorespiratoire et neuromoteur (277) 2. Groupe contrôle (172)	45 minutes	5x par semaine	Modérée à vigoureuse	36 semaines	Échelle d'anxiété sociale pour Enfants – Révisé
Lokös et al. (2013)	8-11 ans	1. Cardiorespiratoire (26) 2. Cardiorespiratoire (26) 3. Cardiorespiratoire (15) 4. Cardiorespiratoire (15)	60 minutes	1. 2x par semaine 2. 4x par semaine	ND	72 semaines	(a) Inventaire des traits d'état d'anxiété chez les enfants (b) Échelle d'anxiété sociale pour les enfants (c) Test de l'inventaire de l'anxiété
Luna et al. (2019)	12-15 ans	1. Cardiorespiratoire et neuromoteur (69) 2. Neuromoteur (44)	55 minutes	2 à 3x semaine	ND	6 semaines	Échelle d'anxiété sociale pour les adolescents
Richards et al. (2014)	11-14, 11-15 ans	1. Cardiorespiratoire et neuromoteur (154) 2. Groupe contrôle (1292)	1. Pratique de 90 minutes 2. Match de 40 minutes	2 x par semaine	ND	9 semaines	Instrument d'évaluation psychosociale Acholi pour les collectivités locales
Yu et al. (2020)	ND Moyenne de 9,8 ans	1. Cardiorespiratoire et neuromoteurs (99) 2. Groupe contrôle (72)	60 minutes	5x par semaine	ND	32 semaines	Échelle d'anxiété sociale pour les enfants

(Melfsen et Florin, 1997). La cohérence interne de cet instrument est satisfaisante ($\alpha = 0,83$). Les deux groupes ont trois cours d'AP dispensés par l'école par semaine. Le groupe expérimental a donc participé à des cours d'AP à intensité modérée à vigoureuse (divers types d'AP) de 45 minutes deux fois par semaine pendant une année scolaire, en complément des trois cours hebdomadaires de 45 minutes déjà dispensés par l'école. Le groupe contrôle n'assistait pas aux deux cours supplémentaires suivis par le groupe expérimental. La différence entre le groupe témoin et le groupe expérimental (SDM) est faible, mais n'est pas significative. En effet, l'intervalle de confiance englobe zéro, ce qui suggère que les résultats observés peuvent être attribuables au hasard et qu'il n'y a pas de preuve solide d'une différence réelle entre le groupe expérimental et le groupe contrôle.

L'étude menée par Richards et ses collaborateurs (2014) a impliqué 1462 adolescents âgés de 11 à 14 ans, qui ont eu l'opportunité de s'inscrire volontairement à une ligue de

football compétitive d'une durée de neuf semaines. 155 jeunes ont pu participer à l'intervention et ont répondu à un questionnaire d'anxiété alors que 1228 ont répondu au questionnaire sans avoir pu participer à l'intervention, afin de servir de groupe contrôle. Les séances d'entraînement duraient 90 minutes, se déroulaient une fois par semaine, en plus de 40 minutes chaque fin de semaine pour les compétitions. L'Instrument d'évaluation psychosociale Acholi pour les collectivités locales et son échelle sur les syndromes de type anxieux ont été utilisés pour mesurer les symptômes d'anxiété (Betancourt et al., 2009). La cohérence interne pour cet instrument est satisfaisante ($\alpha = 0,850$). Les différences entre les groupes expérimentaux des garçons et des filles et le groupe témoin (SDM) sont faibles. Les IC pour les filles et les garçons incluent zéro, ce qui signifie qu'il est possible que la différence réelle soit nulle, et donc qu'il n'y ait pas de différence significative entre les groupes.

Tableau 2

Résumé des interventions simples vs contrôles (n=3)

Auteurs	Groupe	n	Moyenne	SD	SDM	IC (95%)
Akko et al. (2020)	1 ^{er} Groupe expérimental	I* : 27 C* : 21	29.50 26.95	6.75 5.98	0.41	-11.67, 12.50
	2 ^{ème} Groupe expérimental	I : 23 C : 21	30.78 26.95	7.80 5,98	0.55	-13.16, 14.25
Hartmann et al. (2010)	Groupe expérimental	I : 277 C : 172	2.30 2.20	0.80 0.80	0.13	-1.44, 1.69
Richards et al. (2014)	Groupe expérimental garçon	I : 74 C : 468	8.73 7.87	4.90 4.34	0.20	-8.47, 8.86
Richards et al. (2014)	Groupe expérimental fille	I : 81 C : 760	9.30 9.60	4.68 4.23	- 0.07	-8.449, 8.309

Note. I* = Intervention, C* = Contrôle (témoin ou intervention de comparaison)

Intervention simple vs intervention simple

L'étude menée par Bao et Jin (2015) portait sur 160 étudiants âgés de 13 à 16 ans. Le groupe expérimental participait à un programme d'une année comprenant cinq séances de Tai Chi par semaine, chacune d'une durée de 60 minutes. Le groupe contrôle était soumis à des séances de gymnastique à même fréquence et durée, mais d'intensité plus élevée que l'intervention de Tai Chi. L'anxiété a été mesurée à l'aide de la sous-échelle d'anxiété comprise dans l'Échelle de concept de soi pour enfants de Piers-Harris (Piers et Harris, 1964). La cohérence interne pour cet instrument est satisfaisante ($\alpha = 0,93$). La différence entre le groupe de comparaison et le groupe expérimental (SDM) est faible, mais n'est pas significative, puisque l'IC comprend zéro.

Dans le cadre de l'étude menée par Luna et ses collaborateurs (2019), 113 élèves âgés de 12 à 15 ans ont été répartis aléatoirement dans deux groupes expérimentaux grâce à un essai contrôlé randomisé en grappes. L'instrument de mesure utilisé était l'Échelle d'anxiété sociale pour les adolescents (La Greca et Lopez, 1998). La première intervention d'AP impliquait la pratique d'un sport alternatif, le ringo (cerceau), qui se joue avec le même filet et les mêmes règlements que le volley-ball. Chaque joueur s'était vu attribuer un rôle (ex., personne responsable des statistiques et des rapports) afin que tous participent activement au programme. Le groupe contrôle pratiquait un sport traditionnel qui visait seulement l'amélioration des capacités motrices. Pour les deux groupes, l'intervention était d'une durée de 55 minutes, deux à trois fois par semaine pendant six semaines. La différence entre le groupe de comparaison et le groupe

expérimental (SDM) est faible et négative. Cependant, l'IC inclut zéro, ce qui indique que l'effet observé n'est pas statistiquement significatif.

Intervention multifacette vs contrôle

L'étude de Lokös et collaborateurs (2013) a porté sur 82 enfants de 8 à 11 ans, ayant des troubles fonctionnels de la colonne vertébrale, dont certains ont aussi de l'asthme en comorbidité. Les enfants ont été répartis en quatre groupes: deux groupes expérimentaux, dont l'un incluant des jeunes avec une comorbidité d'asthme, et deux groupes contrôles, dont l'un comprenait également des enfants présentant cette comorbidité. Les deux groupes expérimentaux suivaient un entraînement de natation de 60 minutes deux fois par semaine pendant 18 mois. Le groupe expérimental contenant des enfants souffrant d'asthme a également bénéficié chaque semaine d'une heure d'AP en extérieur et d'une heure d'AP en intérieur. Les mesures d'anxiété qui ont été administrées sont l'Inventaire des états et l'Inventaire de traits d'anxiété chez les enfants (Spielberger., 1973; adapté pour les enfants de Hongrie par Spielberger et Sipos., 1978; Sipos et Sipos., 1979), l'Inventaire de l'anxiété adapté aux enfants (Sipos et al., 1988) et l'Échelle d'anxiété sociale pour les enfants lors de nouvelles situations, lors de contexte de peur de l'évaluation négative et en général (Sipos et Rákös, 1991). La cohérence interne de ces instruments est respectivement ($\alpha = 0,881$, $\alpha = 0,86$, $\alpha = 0,92$, $\alpha = 0,752$, $\alpha = 0,68$ et $\alpha = 0,57$). Les deux derniers instruments n'ont pas un indice de cohérence interne satisfaisant. Aucune des différences entre le groupe contrôle et le groupe expérimental sans asthme n'est significative avant et après l'intervention,

Tableau 3
Résumé des interventions simples vs simples (n=2)

Auteurs	n	Moyenne	SD	SDM	IC (95%)
Bao et Jin (2015)	I* : 80 C* : 80	6.51 5.28	2.19 2.90	0.48	-4.56, 5.52
Luna et al. (2019)	I : 69 C : 44	2.38 2.58	0.63 0.62	-0.32	-1.547, 0.908

Note. I* = Intervention, C* = Contrôle (témoin ou intervention de comparaison)

car toutes les valeurs de p sont supérieures à 0,05 (voir tableau 4). Toutefois, les différences entre le groupe contrôle et le deuxième groupe expérimental avec asthme sont significatives pour toutes les mesures après l'intervention, puisque les valeurs de p sont inférieures à 0,05 (voir tableau 4). Pour ce dernier groupe, la majorité des tailles d'effet sont modérées, avec une grande taille d'effet pour STAIC-trait. Cela indique que l'intervention a eu un impact significatif et substantiel sur l'anxiété pour le groupe expérimental avec asthme comparativement au groupe contrôle avec asthme.

Dans l'étude de Yu et ses collaborateurs (2020), 1340 élèves de 8 à 11 ans de deux écoles primaires ont été répartis aléatoirement dans un groupe contrôle et un groupe expérimental. Le groupe expérimental a suivi une intervention journalière de huit mois comprenant 20 minutes de course à pied quotidien et un cours de gymnastique supplémentaire de 40 minutes quotidien. Le groupe contrôle a été mis sur une liste d'attente. L'anxiété a été mesurée à l'aide de l'Échelle d'anxiété sociale pour les enfants (Kuusikko et al., 2009). Le coefficient de RD pour le groupe contrôle et le groupe expérimental est faible. Il est toutefois non significatif, en raison de l'IC qui inclut 0.

Effets des modalités d'AP sur le niveau d'anxiété des jeunes

Type d'AP et approche

Il y a peu d'études recensées ayant seulement un type d'AP pratiqué. En effet, la majorité des études (71,4%) comportent une ou des interventions visant plusieurs améliorations physiologiques, comme la capacité cardiovasculaire et la capacité neuromotrice, à la suite de la pratique d'AP (Bao et Jin, 2015; Hartmann et al., 2010; Luna et al., 2019; Richards et al., 2014; Yu et al., 2019). Cependant, deux études (28,6%) se distinguent en examinant spécifiquement un effet physiologique (Akko et al., 2020; Lokös et al., 2013). L'étude d'Akko et ses collaborateurs (2020) analyse séparément l'amélioration cardiovasculaire dans son groupe de course et l'amélioration neuromotrice dans son groupe d'exercices moteurs. L'étude de Lokös et ses col-

laborateurs (2013) mesure quant à elle la vitesse des participants dans son intervention cardiovasculaire. Parmi ces études, seule celle de Lokös et ses collaborateurs (2013) démontre une amélioration des symptômes anxieux à la suite de l'intervention, tandis que les autres ne montrent aucun effet significatif.

Parmi les études recensées, cinq font état d'une intervention simple, c'est-à-dire avec une seule intervention d'AP présente dans le groupe expérimental. Ces cinq interventions, qu'elles soient comparées à un groupe contrôle (Akko et al., 2020; Hartmann et al., 2010; Richards et al., 2014) ou une autre intervention (Bao et Jin, 2015; Luna et al., 2019) ne démontrent pas de changement significatif entre les groupes à la suite de l'intervention. Des deux études multifacettes (Lokös et al., 2013; Yu et al., 2020), c'est-à-dire contenant plusieurs interventions d'AP dans le groupe expérimental, seulement celle de Lokös et ses collaborateurs (2013) démontre une amélioration des symptômes anxieux à la suite de l'intervention.

Durée de la séance

Les trois études rapportant des interventions ayant une durée de 45 à 55 minutes par séance n'ont constaté aucun effet sur le niveau d'anxiété après l'intervention (Akko et al., 2020; Hartmann et al., 2010; Luna et al., 2019). Trois interventions sur quatre d'une durée de 60 minutes et plus (Bao et Jin, 2015; Richard et al., 2014; Yu et al., 2019) n'ont pas d'effet sur les symptômes anxieux chez les jeunes après l'intervention, alors que la quatrième (Lokös et al., 2013) a un effet significatif, puisqu'elle note une amélioration de l'anxiété.

Intensité de la séance

Dans cinq des études recensées, l'intensité de l'intervention n'était pas précisée (Bao et Jin, 2015; Lokös et al., 2013; Luna et al., 2019; Richards et al., 2014; Yu et al., 2020). Les interventions dont les séances étaient d'intensité modérée à vigoureuse (Akko et al., 2020; Hartmann et al., 2010) ne rapportaient pas d'effet significatif sur le niveau d'anxiété.

Tableau 4
Résumé de l'intervention multifacette vs contrôle (n=2)

Auteurs	Groupe	n	Mesures	SDM	Niveau de signification / IC (95%)	Valeur r
Lokös et al. (2013)	Groupe expérimental sans asthme	I* : 26 C* : 26	STAIC-état	Z = -0.109	p = 0.913	-
			STAIC-trait	Z = -0.539	p = 0.589	-
			TAI-total	Z = -0.594	p = 0.552	-
			SASC- évaluation négative	Z = -1.070	p = 0.248	-
			SASC - Nouvelles situations	Z = -0.924	p = 0.355	-
			SASC - Général	Z = -0.530	p = 0.565	-
Lokös et al. (2013)	Groupe expérimental avec asthme	I : 15 C : 15	STAIC-état	Z = -2.571	p < 0.01	0.47
			STAIC-trait	Z = -3,878	p < 0.01	0.71
			TAI-total	Z = -2.219	p < 0.03	0.40
			SASC- évaluation négative	Z = -2.073	p < 0.04	0.38
			SASC - Nouvelles situations	Z = -2.343	p < 0.02	0.43
			SASC - Général	Z = -2.385	p < 0.02	0.44
Yu et al. (2020)	Groupe expérimental	I : 99 C : 72	SASC - Revisé	RD = 0.076 (proportion = 0,278)	-0.05, 0.20	-

Note. I* = Intervention, C* = Contrôle (témoin ou intervention de comparaison)

Fréquence de l'intervention

Parmi les quatre études qui rapportent une fréquence d'intervention de deux à quatre fois par semaine, les résultats semblent mitigés. En effet, trois études n'indiquent aucun impact sur le niveau d'anxiété (Akko et al., 2020; Luna et al., 2019; Richards et al., 2014) tandis qu'une autre rapporte une réduction significative de l'anxiété (Lokös et al., 2013). Les interventions qui proposaient cinq séances et plus d'AP par semaine (Bao et Jin, 2015; Hartmann et al., 2010; Yu et al., 2020) ne rapportent eux non plus aucun changement dans les symptômes anxieux chez les jeunes après l'intervention.

Durée totale de l'intervention

L'intervention de plus courte durée était de six semaines et ne montrait pas de changement au niveau des symptômes d'anxiété après l'intervention (Luna et al., 2019). La seconde intervention de plus courte durée s'étendait sur neuf semaines et ne démontrait pas non plus de changement au niveau des symptômes d'anxiété après l'intervention (Richards et al., 2014). Une intervention sur 10 semaines ne rapportait pas d'effet significatif sur l'anxiété (Akko et al., 2020). Les résultats des études variant de huit mois à 12 mois

ne semblaient pas avoir d'effet sur les symptômes anxieux (Bao et Jin, 2015; Hartmann et al., 2010; Yu et al., 2020). Finalement, l'intervention de 18 mois est la seule qui rapporte une différence sur les symptômes anxieux, puisqu'une diminution des symptômes est notée (Lokös et al., 2013).

Discussion

Le premier objectif de cette étude était de réaliser une revue narrative pour documenter l'effet des interventions d'AP sur l'anxiété des enfants et des adolescents. Il était attendu qu'une amélioration significative des symptômes anxieux chez les jeunes soit observée à la suite des interventions, et ce, dans la majorité des études recensées. Cependant, les résultats obtenus ne corroborent pas les effets observés dans la littérature chez les adultes. En effet, six études (85,7%) ne démontrent aucun changement dans les symptômes d'anxiété après l'intervention et une étude (14,3%) démontre une diminution des symptômes d'anxiété à la suite de l'intervention. Ces résultats ne sont pas non plus corroborés par les rares études disponibles dans la littérature chez les jeunes. Par exemple, la revue systématique de Carter et al. (2021), centrée sur les jeunes de 25 ans et moins,

suggère que les interventions d'AP permettraient une amélioration modérée de l'anxiété, comparativement à l'absence d'intervention ou à une intervention minimale. Cette amélioration s'expliquerait par le fait que la pratique d'une AP diminue la sensibilité à l'anxiété en régulant le rythme cardiaque pendant l'effort, ce qui augmente la tolérance au stress et facilite ainsi la gestion des symptômes anxieux (Strohle et al., 2009). Des études suggèrent que l'absence d'amélioration sur les symptômes anxieux lors d'une intervention d'AP pourrait s'expliquer par une faible estime de soi chez les jeunes non-athlètes, ainsi que par l'expérience de stress social pendant la pratique (Tilindiené et al., 2014).

Le second objectif de cette étude était d'effectuer une revue narrative afin d'explorer les effets des différentes modalités de l'AP sur les symptômes d'anxiété des enfants et adolescents. Il était attendu que les études avec des sessions et des interventions d'AP de plus longue durée, mais à intensité plus faible et à fréquence modérée, auraient un effet plus grand sur les symptômes anxieux, que celles utilisant d'autres modalités. Puisque cinq des sept études (71,4%) n'ont pas précisé l'intensité de l'intervention, il est difficile de déterminer l'effet de cette modalité sur les symptômes anxieux. En revanche, comme l'étude efficace (Lokös et al., 2013) consistait entre autres en des courses de natation, il est possible de supposer que l'intensité de cette AP était élevée. Ce résultat concernant l'intensité serait en contradiction avec l'étude d'Asmundson et ses collaborateurs (2013), mais il serait corroboré par une étude portant sur la pandémie et l'AP. En effet, selon celle-ci, étant donné le faible nombre de problèmes physiques habituellement rencontrés chez les jeunes, une intensité modérée à élevée serait idéale pour améliorer leur santé mentale (Clément, 2024). Par ailleurs, cette étude avance que l'augmentation de l'anxiété chez les jeunes pendant la pandémie pourrait s'expliquer par une diminution des opportunités de pratiquer des AP suffisamment intenses. Toutefois, les résultats de Lokös et de ses collaborateurs (2013) concordent avec les autres modalités préconisées par Asmundson et ses collaborateurs (2013). En effet, la seule étude démontrant une amélioration significative des symptômes d'anxiété à de longues séances sur une intervention totale de longue durée et une fréquence modérée. Pour conclure, parmi tous les types et approches d'AP, l'AP cardiovasculaire multifacette est la seule associée à une réduction des symptômes anxieux. Comme mentionné plus tôt, l'étude de Clément (2024) soutient ce résultat, montrant que les exercices cardiovasculaires, surtout à intensité élevée, ont un effet positif sur le stress des jeunes. La littérature corrobore également ce constat sur les approches d'intervention, affirmant que les interventions multifacettes ont un effet plus favorable sur le phénomène étudié que les interventions simples, en comparaison avec les groupes témoins (Légaré et al., 2018).

Toutefois, plusieurs études présentant également ces modalités n'ont pas montré ces effets. Ainsi, il est difficile de tirer des conclusions définitives sur les effets des différentes modalités en ce qui concerne la réduction des symptômes anxieux, étant donné qu'une seule étude recensée a montré des différences significatives dans les niveaux d'anxiété. De plus, la fiabilité insatisfaisante de certains instruments de mesure utilisés dans l'étude qui a rapporté ces améliorations souligne l'importance d'interpréter ces résultats avec prudence (Lokös et al., 2013).

Ces résultats fournissent toutefois des indications sur les modalités qui pourraient améliorer les interventions d'activité physique chez les jeunes présentant des symptômes d'anxiété. Les approches actuelles pourraient être ajustées pour mieux répondre aux besoins de cette population et réduire ainsi leurs symptômes, ce qui pourrait potentiellement diminuer le risque que ces symptômes deviennent pathologiques à l'âge adulte. Évidemment, plusieurs études supplémentaires seront nécessaires pour valider l'efficacité des interventions d'activité physique et de leurs différentes modalités.

Forces et limites

Il est important de souligner certaines limites de cette revue narrative. Tout d'abord, cette étude est une revue narrative et non une revue systématique. Les conclusions de l'étude sont moins robustes et généralisables en raison d'un risque accru de biais de sélection et d'une évaluation moins rigoureuse. Ensuite, aucune littérature sur les populations cliniques spécifiques n'a pu être recensée. Cela limite la généralisation de nos résultats, car nous ne pouvons pas vérifier si les conclusions s'appliquent aux populations cliniques spécifiques. Une des limitations de cette revue narrative est que les études recensées proviennent uniquement de PsycINFO, ce qui peut restreindre la portée et la diversité des recherches incluses. La variabilité des protocoles d'AP constitue également une autre limite, puisqu'elle rend difficile la comparaison des résultats entre les études retenues. Aussi, les études recensées proviennent de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique. Le fait qu'il n'y ait aucune étude américaine constitue un biais qui nuit à la capacité à généraliser nos résultats, puisqu'une partie importante de la diversité géographique et culturelle est exclue. Toutefois, le fait que six (85,7%) des études recensées aient utilisé une assignation aléatoire pour attribuer les participants aux groupes constitue en soi une force. En effet, cela équilibre les caractéristiques des groupes et minimise les facteurs pouvant influencer les résultats, sauf le traitement lui-même. Cela permet d'augmenter la validité interne des résultats. Finalement, l'inclusion d'un groupe de comparaison dans chacune des sept études (100%) confirme que l'effet observé dans cette population à ce moment précis est attribuable à l'intervention spécifique et non à d'autres facteurs.

Les études recensées présentent elles aussi des limites considérables. Dans l'étude d'Akko et ses collaborateurs (2020), comme l'intervention d'AP était qualifiée d'amusante, les jeunes du groupe expérimental ont pu la reproduire avec ceux du groupe contrôle, ce qui pourrait expliquer l'absence de différence entre les deux groupes. Dans l'étude de Luna et ses collaborateurs (2019), le fait que le type d'AP choisi inclut un aspect social représente un facteur de confusion, car il devient difficile de différencier l'impact spécifique de cet aspect social par rapport aux autres modalités d'AP sur l'anxiété. Dans l'étude de Hartmann et ses collaborateurs (2010), comme dans celle de Bao et Jin (2015), l'intervention comprenait cinq séances d'AP par semaine pendant une année scolaire. Les interventions d'une telle fréquence et durée totale ont pu introduire un biais de charge, ce qui pourrait expliquer l'absence de différence au niveau des symptômes anxieux. Dans l'étude de Richards et ses collaborateurs (2014), c'est plutôt le fait de pratiquer une AP de contact qui pourrait constituer une variable confondante, limitant ainsi l'efficacité de l'intervention sur l'anxiété pour tous les participants. Dans l'étude de Yu et ses collaborateurs (2020), la stigmatisation associée à une intervention ciblant spécifiquement les enfants obèses pourrait avoir nui à l'estime de soi des participants et influencé les résultats obtenus. Dans l'unique étude démontrant une réduction de l'anxiété post-intervention, une limite réside sur la longue durée totale de l'intervention (Lokös et al., 2013). En effet, bien que l'exposition continue à l'AP permet de mieux évaluer l'influence de l'AP à long terme sur les symptômes anxieux, d'autres facteurs externes pourraient influencer le niveau d'anxiété des participants, indépendamment de l'intervention.

Étant donné que les résultats de cette revue narrative ne permettent pas de tirer des conclusions définitives, d'autres recherches sont nécessaires pour vérifier l'effet des interventions d'AP sur les jeunes anxieux. Toutefois, ces résultats apportent une perspective novatrice en appelant à la prudence quant à l'utilisation de ces interventions, car cette étude a démontré que les répercussions de ce type de traitement ne comportent pas nécessairement une amélioration de symptômes.

Conclusion

La réfutation de la première hypothèse de cette étude permet de contribuer à la littérature dans le domaine. En effet, contrairement aux attentes initiales, ce n'est pas la majorité des études qui démontrent une amélioration significative des symptômes anxieux à la suite d'une intervention d'AP chez les jeunes, mais bien 14,28%. La seconde hypothèse a permis de faire certains liens quant aux modalités des interventions d'AP qui diminuent les symptômes anxieux chez les jeunes. En effet, seule une intervention multifacette, cardiovasculaire, à intensité élevée, de durée de 60 minutes et plus, pratiquée

sur plus d'un an et demi, de deux à quatre fois par semaine semble être associée à la réduction des symptômes d'anxiété chez les jeunes. Les résultats obtenus suggèrent des pistes sur les modalités qui peuvent bonifier les interventions d'AP chez les jeunes ayant des symptômes d'anxiété. Il reste certain que plusieurs autres études sont nécessaires pour valider l'efficacité des interventions d'activité physique et de leurs différentes modalités.

Références

- Akko, D. P., Koutsandreou, F., Murillo-Rodriguez, E., Wegner, M., & Budde, H. (2020, December 1). The effects of an exercise training on steroid hormones in preadolescent children - a moderator for enhanced cognition? *Physiology & Behavior*, 227, 113168. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113168>
- Asmundson, G. J., Fetzner, M. G., Deboer, L. B., Powers, M. B., Otto, M. W., & Smits, J. A. (2013, April). Let's get physical: a contemporary review of the anxiolytic effects of exercise for anxiety and its disorders. *Depression and Anxiety*, 30(4), 362-373. <https://doi.org/10.1002/da.22043>
- Bao, X., & Jin, K. (2015, March). The beneficial effect of Tai Chi on self-concept in adolescents. *International Journal of Psychology*, 50(2), 101-105. <https://doi.org/10.1002/ijop.12066>
- Betancourt, T. S., Bass, J., Borisova, I., Neugebauer, R., Spelman, L., Onyango, G., & Bolton, P. (2009). Assessing local instrument reliability and validity: A field-based example from northern Uganda. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 44(8), 685-692.
- Carter, T., Pascoe, M., Bastounis, A., Morres, I. D., Callaghan, P., & Parker, A. G. (2021, April 15). The effect of physical activity on anxiety in children and young people: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, 285, 10-21. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.02.026>
- Chartier-Otis, M., Perreault, M., & Belanger, C. (2010, June). Determinants of barriers to treatment for anxiety disorders. *Psychiatric Quarterly*, 81(2), 127-138. <https://doi.org/10.1007/s11126-010-9123-5>
- Clément, J.-F. (2024). Les rôles de la participation sportive durant l'adolescence et de l'activité physique comme stratégie d'adaptation sur la santé mentale positive du jeune adulte émergent pendant la pandémie de COVID-19 [Master's thesis, Université de Sherbrooke]. https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/21516/clement%20jean-francois_MSc_2024.pdf?sequence=8
- Cucherat, M. (2009). Différences des risques et NNT - Interprétation des essais cliniques. <http://www.txrating.org/spc/polycop/diff%20risque.htm>

- Dumas, J. E. (2013). *Psychopathologie de l'enfant et de l'adolescent* (4th ed.). De Boeck.
- Haute Autorité de santé. (2022). Guide des connaissances sur l'activité physique et la sédentarité. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2022-08/guide_connaissance_ap_sedentarite_vf.pdf
- Hartmann, T., Zahner, L., Puhse, U., Schneider, S., Puder, J. J., & Kriemler, S. (2010, February). Physical activity, bodyweight, health and fear of negative evaluation in primary school children. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(1), e27-34. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00888.x>
- Herring, M. P., Lindheimer, J. B., & O'Connor, P. J. (2013). The Effects of Exercise Training on Anxiety. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 8(6), 388-403. <https://doi.org/10.1177/1559827613508542>
- Klein, B., Rajendram, R., Hrycko, S., Poynter, A., Ortiz-Alvarez, O., Saunders, N., & Andrews, D. (2023). L'anxiété chez les enfants et les adolescents – partie 1 : le diagnostic. *Pediatrics and Child Health*, 28(1), 37-44. <https://doi.org/10.1093/pch/pxac101>
- Kuusikko, S., Pollock-Wurman, R., Ebeling, H., Hurtig, T., Joskitt, L., Mattila, M.-L., Jussila, K., & Moilanen, I. (2010). Erratum to: Psychometric evaluation of social phobia and anxiety inventory for children (SPAI-C) and social anxiety scale for children-revised (SASC-R). *European Child & Adolescent Psychiatry*, 19(7), 625. <https://doi.org/10.1007/s00787-010-0100-1>
- La Greca, A. M., & Lopez, N. (1998). Social anxiety among adolescents: Linkages with peer relations and friendships. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 26(2), 83-94. <https://doi.org/10.1023/A:1022684520514>
- Légaré, F., Adekpedjou, R., Stacey, D., Turcotte, S., Kryworuchko, J., Graham, I. D., Lyddiatt, A., Politi, M. C., Thomson, R., Elwyn, G., & Donner-Banzhoff, N. (2018). Interventions for increasing the use of shared decision making by healthcare professionals. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 7(7), CD006732. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006732.pub4>
- Lenhard, W., & Lenhard, A. (2022). Computation of effect sizes. *Psychometrica*. https://www.psychometrica.de/effect_size.html
- Léveillé, A. (2011). L'efficacité des traitements psychologiques et pharmacologiques du trouble d'anxiété généralisée [Master's thesis, Université du Québec à Trois-Rivières]. <https://depot-e.uqtr.ca/id/eprint/2700/1/030295611.pdf>
- Lokös, D., Zsidegh, M., Popescu, A. M., Toth, L., & Sipos, K. (2013). Investigating the Impact of Swimming and Complex Sport Therapy on Anxiety Experienced by Children with Spinal Column Disorders and Asthma. *Cognition, Brain, Behavior. An Interdisciplinary Journal*, 17(4), 277-288.
- Luna, P., Guerrero, J., & Cejudo, J. (2019, May 23). Improving Adolescents' Subjective Well-Being, Trait Emotional Intelligence and Social Anxiety through a Programme Based on the Sport Education Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph16101821>
- Marteau, T.M., & Bekker, H. (1992). The development of a six-item short-form of the state scale of the Spielberger State—Trait Anxiety Inventory (STAI). *British Journal of Clinical Psychology*, 31, 301-306. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8260.1992.tb00997.x>
- Melfsen, S., & Florin, I. (1997). Die social anxiety scale for children - revised. Deutschsprachige version (SASC-R.D). Ein Fragebogen zur Erfassung sozialer Angst bei Kindern. *Kindheit und Entwicklung*, 6(5), 224-229.
- Palazzolo, J. (2019). De l'anxiété normale à l'anxiété pathologique. *Le Journal des psychologues*, 369, 72-77. <https://doi.org/10.3917/jdp.369.0072>
- Perreault, M., Lafortune, D., Laverdure, A., Marchand, A., Chartier-Otis, M., Bélanger, C., Bouchard, S., & Milton, D. (2013). Obstacles de l'accès au traitement rapportés par des personnes aux prises avec un trouble anxieux. *Canadian Journal of Psychiatry*, 58(5), 300-305.
- Piers, E. V., & Harris, D. B. (1964). Age and other correlates of Self-Concept children. *Journal of Educational Psychology*, 55, 91-95.
- Rakotobe, M. (2021). Bases neuro-développementales de la susceptibilité à l'anxiété : apports de l'étude du système habénulo-interpédonculaire [Doctoral dissertation, Université Côte d'Azur].
- Rebar, A. L., Stanton, R., Geard, D., Short, C., Duncan, M. J., & Vandelanotte, C. (2015). A meta-meta-analysis of the effect of physical activity on depression and anxiety in non-clinical adult populations. *Health Psychology Review*, 9(3), 366-378. <https://doi.org/10.1080/17437199.2015.1022901>
- Reinblatt, S. P., dosReis, S., Walkup, J. T., & Riddle, M. A. (2009). Activation Adverse Events Induced by the Selective Serotonin Reuptake Inhibitor Fluvoxamine in Children and Adolescents. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 19(2), 119-126. <https://doi.org/10.1089/cap.2008.040>
- Richards, J., Foster, C., Townsend, N., & Bauman, A. (2014). Physical fitness and mental health impact of a sport-for-development intervention in a post-conflict setting: randomised controlled trial nested within an observational study of adolescents in Gulu, Uganda. *BMC Public Health*, 14(619), 1-13.

Sipos, K., & Rákos, E. (1991, July 6-8). Standardization of the Hungarian version of the Social Anxiety Scale for Children (SASC-H). 12th International Conference of STAR, Budapest, Hungary.

Sipos, K., & Sipos, M. (1979). A «State-Trait Anxiety Inventory for Children» (STAIC)

standardizálása, és validálása magyar nyelven. Elméleti-Módszertani Tanulmányok 16. kötet. Budapest: MTA Pszichológiai Intézet.

Sipos, K., Sipos, M., & Spielberger, C. D. (1988). A Test Anxiety Inventory (TAI) általános iskolások vizsgálatára kidolgozott magyar változata [The Hungarian version of the Test Anxiety Inventory (TAI) for elementary school students]. In F. Mérei & F. Szakács (Eds.), *Pszichodiagnosztikai vademecum* (pp. 136-148).

Spielberger, C. D. (1973). STAIC preliminary manual for the State-Trait Anxiety Inventory for Children. Consulting Psychologists Press.

Spielberger, C. D., & Sipos, K. (1978). H.STAIC F.x-1 és F.x-2 [Hungarian translation]. MTA Pszichológiai Intézet.

Ströhle, A. (2009). Physical activity, exercise, depression and anxiety disorders. *Journal of Neural Transmission*, 116(7), 777-784. <https://doi.org/10.1007/s00702-008-0092-x>

Stubbs, B., Vancampfort, D., Rosenbaum, S., Firth, J., Cosco, T., Veronese, N., Salum, G. A., & Schuch, F. B. (2017, Mar). An examination of the anxiolytic effects of exercise for people with anxiety and stress-related disorders: A meta-analysis. *Psychiatry Research*, 249, 102-108. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2016.12.020>

Therriault, D., Houle, A.-A., Lane, J., Smith, J., Gosselin, P., Roberge, P., & Dupuis, A. (2022). Portrait des symptômes d'anxiété généralisée chez les élèves du secondaire : l'importance de la prévention, du dépistage et de l'intervention. *Santé mentale au Québec*, 47(1), 263-287.

Tilindienė, I., Emeljanovas, A., & Hraski, M. (2014). Relationship between self-esteem, self-confidence and anxiety for adolescent athletes and non-athletes of Kaunas City. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*, 4(95).

Yu, H. J., Li, F., Hu, Y. F., Li, C. F., Yuan, S., Song, Y., Zheng, M., Gong, J., & He, Q. Q. (2020, Jan 10). Improving the Metabolic and Mental Health of Children with Obesity: A School-Based Nutrition Education and Physical Activity Intervention in Wuhan, China. *Nutrients*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/nu12010194>

Zschucke, E., Renneberg, B., Dimeo, F., Wustenberg, T., & Strohle, A. (2015, Jan). The stress-buffering effect of acute exercise: Evidence for HPA axis negative feedback. *Psychoneuroendocrinology*, 51, 414-425. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2014.10.019>

Pour citer l'article

Harvey, G. (2024). Efficacité des interventions en matière d'activité physique pour réduire l'anxiété chez les jeunes. *Psycause: Revue scientifique étudiante de l'École de psychologie de l'Université Laval*, 14(1), 16-26.

Droits d'auteur

© 2024 Harvey. Cet article est distribué en libre accès selon les termes d'une licence Creative Commons Attribution 4.0 International (de type CC-BY 4.0) qui permet l'utilisation du contenu des articles publiés de façon libre, tant que chaque auteur ou autrice du document original à la publication de l'article soit cité(e) et référencé(e) de façon appropriée.

ACTIVITÉ OSCILLATOIRE DANS LE RÉSEAU CÉRÉBRAL FRONTO-PARIÉTAL ET MÉMOIRE DE TRAVAIL VISUO-SPATIALE

Noémie FONTAINE^{1,2*}, Émilie CLOUTIER DEBAQUE^{1,2}, Philippe ALBOUY^{1,2} & Roxane S. HOYER^{1,2}

¹École de psychologie, Université Laval, Québec, QC, Canada

²Centre de recherche CERVO, Québec, QC, Canada

*noemie.fontaine.1@ulaval.ca

Résumé

Les oscillations (fluctuations de l'activité cérébrale) ont un rôle fonctionnel dans la cognition. Elles supportent divers mécanismes cognitifs au sein d'un même réseau, notamment en fonction de leur fréquence. Lorsque le rôle des oscillations dans une fonction cognitive est bien défini, leur rythme peut être modulé grâce à des techniques de neurostimulation (p. ex. stimulation magnétique transcrânienne, stimulation visuelle rythmique). Par exemple, le rythme thêta (4 à 8 Hz) favorise les performances de mémoire de travail et une stimulation du réseau fronto-pariétal à ce rythme améliore les performances comportementales dans des tâches de mémoire auditive (Albouy et al., 2017, 2022). La présente étude avait pour objectif de définir le rôle fonctionnel des oscillations cérébrales mesurées via électroencéphalogramme (EEG) durant une nouvelle tâche de mémoire de travail (MDT) visuo-spatiale (N=20, adultes sains). Les résultats indiquent que des dynamiques oscillatoires spécifiques dans le réseau fronto-pariétal impliquant les rythmes delta (1-3 Hz), thêta (4-8 Hz), alpha (9-14 Hz) et gamma (+de 30 Hz) sont associées à la création et à la modification de la trace mnésique dans le cerveau. Ces nouvelles connaissances permettront de développer de futures approches de neurostimulation pour améliorer les capacités de MDT.

Mots-clés : Oscillations cérébrales, électroencéphalogramme (EEG), mémoire de travail

Abstract

Brain oscillations (fluctuations in brain activity) play a functional role in cognition: within the same network, they underlie different cognitive mechanisms, especially according to their frequency. When the relationship between a specific oscillatory activity and cognitive mechanisms is well known, brain rhythms can be modulated using neurostimulation techniques (e.g., transcranial magnetic stimulation, rhythmic visual stimulation). For instance, it has been shown that theta rhythm (4 to 8 Hz) supports good working memory performance. Stimulating the fronto-parietal network at this rhythm during an auditory working memory task improves participants' task performance (Albouy et al., 2017, 2022). This study aims to define the functional role of brain oscillations measured with an electroencephalogram (EEG) during a new visuo-spatial working memory task (N=20, healthy adults). The results indicate that specific fronto-parietal oscillatory dynamics involving theta (4-8 Hz), alpha (9-14 Hz), and gamma (+30 Hz) rhythms are associated with the creation and modification of the memory trace. These new findings will be used to develop new information-based neurostimulation approaches targeting specific brain oscillatory activity associated with the creation or modification of the memory trace.

Keywords: Brain oscillations, electroencephalogram (EEG), working memory

Les oscillations cérébrales sont des variations de la fréquence de l'activité électrique des neurones dans le cerveau. La fréquence de cette activité cérébrale est définie par le nombre de cycles observés en une seconde. Par exemple, cinq cycles par seconde équivalent à une activité de 5 Hz. Les oscillations sont généralement classées en bandes de fréquences qui portent chacune un nom différent : delta (1-3 Hz), thêta (4-8 Hz), alpha (9-14 Hz), bêta (15-30 Hz) et gamma (+de 30 Hz; Ward, 2003). Plus il y a de neurones qui déchargent de manière synchrone à une fréquence donnée, plus l'amplitude de la réponse oscillatoire est augmentée, ce qui correspond à une synchronisation de l'activité oscillatoire par rapport à l'activité au repos (Jensen et al., 2014). Une diminution de l'amplitude par rapport au repos correspond en revanche à une désynchronisation de

cette activité (Jensen et al., 2014). Les oscillations et leur fréquence traduisent le déclenchement, dans le cerveau, de traitements spécifiques de l'information. Les oscillations ont donc un rôle fonctionnel dans la cognition. En effet, certaines de leurs caractéristiques comme leur puissance (c.-à-d. l'importance de la synchronisation ou désynchronisation des oscillations dans une bande de fréquences donnée) ont été associées aux performances comportementales dans diverses tâches cognitives. Par exemple, la puissance du rythme thêta (4-8 Hz) sur des électrodes fronto-centrales chez des humains effectuant une tâche de mémoire de travail a été positivement corrélée avec les performances comportementales (c.-à-d. stockage et manipulation de l'information améliorée; Klimesh, 1999; Jensen et Tesche, 2002).

Le cerveau peut par ailleurs synchroniser ses oscillations avec des rythmes externes. Cela signifie qu'il peut modifier son activité en réponse à des stimulations de l'environnement, un processus appelé entraînement oscillatoire. Par exemple lorsqu'une image apparaît et disparaît cinq fois par seconde, les neurones du système visuel déchargent cinq fois par seconde. Les oscillations cérébrales peuvent être entraînées à l'aide de différentes techniques de neurostimulation (e.g. la stimulation magnétique transcrânienne (SMT), ou la stimulation sensorielle rythmique (SSR); Albouy et al., 2017, 2022). La modulation de ces oscillations grâce à des techniques de neurostimulation est possible uniquement lorsque les zones cérébrales concernées, les moments précis pendant une tâche et les fréquences d'entraînement de l'activité cérébrale sont bien compris.

La mémoire est une fonction cognitive multidimensionnelle. Il existe différents types de mémoire, tels que la mémoire à court terme et la mémoire de travail (MDT). La MDT est une habileté mentale impliquant deux grandes sous-fonctions : la rétention et la manipulation (Baddeley, 1992, 2012). La capacité de rétention permet de conserver les informations intactes en mémoire de façon transitoire, alors que la capacité de manipulation permet de transformer et de modifier l'information retenue à court terme pour mener à bien une tâche (p. e.x. calcul mental, rédaction; Wianda et Ross, 2019). Le vieillissement s'accompagne de modifications au niveau du fonctionnement cognitif, comme la MDT qui décline naturellement au cours de la trajectoire du vieillissement (Ska et Joannette, 2006). La MDT est également affectée dans le cadre de différents troubles neurologiques (p. e.x. trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité, Emond et Poissant, 2009). Pour ces raisons, développer des techniques pour entraîner, compenser ou améliorer la MDT est actuellement un enjeu majeur de santé publique.

Après avoir montré que la puissance des oscillations thêta dans les régions pariétales du cerveau est corrélée aux performances dans une tâche de MDT, Albouy et ses collègues (2022) ont utilisé la stimulation visuelle rythmique (SVR; présentation rythmique d'images présentées sur un écran) avant chaque essai d'une tâche de mémoire auditive pour entraîner et augmenter l'activité thêta dans le réseau fronto-pariétal. En utilisant cette technique, ces chercheurs ont réussi à améliorer les performances des participants à la tâche. Leurs résultats indiquent qu'une compréhension approfondie des dynamiques oscillatoires permettrait de définir des protocoles de stimulation optimisés pouvant induire une activité cérébrale. Ainsi, les performances mnésiques des participants pendant la tâche seraient améliorées (Albouy et al., 2022). En ce sens, avant d'appliquer la neurostimulation pour influencer le comportement, il est crucial de comprendre les diverses dynamiques oscillatoires cérébrales qui se produisent pendant les tâches cognitives.

La présente étude visait à déterminer si des techniques de neurostimulation pourraient permettre d'améliorer les performances des participants à une tâche de MDT visuo-spatiale récemment mise au point (Hoyer et al., sous presse). Dans l'optique de bien définir les futurs paramètres de neuromodulation qui permettront de modifier efficacement les performances en MDT visuo-spatiale des participants, une étude exploratoire a été réalisée afin d'identifier les dynamiques oscillatoires dans le réseau fronto-pariétal des participants lors d'une tâche de MDT visuo-spatiale. Plus précisément, l'objectif était de déterminer les caractéristiques (fréquence, puissance, durée de l'activité, localisation dans le cerveau) des oscillations qui sous-tendent de bonnes performances en condition de rétention et en condition de manipulation. Considérant les résultats d'Albouy et collaborateurs (2022), il était attendu d'observer une activité thêta dans le réseau fronto-pariétal durant l'encodage en mémoire, de relever des différences en termes de dynamiques oscillatoires entre la condition de rétention et de manipulation et de noter une meilleure performance des participants soit en condition de rétention par rapport à la condition de manipulation (Baddeley, 1992, 2012; Albouy et al., 2022).

Méthode

Participants

Le Tableau 1 présente la distribution et les caractéristiques des participants de l'échantillon. Dans cette étude, 21 participants âgés de 18 à 35 ans ($M = 26,2$ ans) sans atteintes neurologiques connues ont été recrutés. Tous les participants ont fourni un consentement éclairé écrit et les procédures expérimentales ont été approuvées par le comité d'éthique du CIUSSS-CN (2022-2476).

Protocole

L'étude comprenait la réalisation d'une tâche de MDT visuo-spatiale pendant que l'activité cérébrale des participants était mesurée à l'aide d'un électroencéphalogramme (EEG) (Herweg et al., 2020). Des électrodes actives avec deux amplificateurs BrainAmp 32 MRPlus (Brain Products, www.brainproducts.com) ont été utilisés. L'EEG a été utilisé en continu à partir de 64 canaux (c.-à-d. électrodes) avec une électrode de référence sur le nez et une électrode terre. Le signal a été filtré par passe-bande entre 0.02 et 1 000 Hz et numérisé à une fréquence d'échantillonnage de 1 000 Hz. L'impédance des électrodes a été maintenue en dessous de 10 kilohms. Les participants exécutaient la tâche de MDT visuelle sur un ordinateur.

Tableau 1
Caractéristiques des participants de l'étude

Effectif total	Latéralité	Sexe biologique	Âge (moyenne ± écart type)	Performance à la tâche (% de bonnes réponses ± écart-type)
N = 21	Droitier : 86 % Gaucher : 14 %	Femme : 52 % Homme : 48 %	26,2 ± 2,2 (min : 22, max : 32)	Total : 87,4 ± 5,3 % Rétention : 90,8 ± 4,6 % Manipulation : 84,1 ± 6,5 %

Tâche

La tâche de MDT comportait deux conditions, soit une tâche de rétention, et une autre de manipulation. Le logiciel Presentation (Neurobehavioral Systems, Albany, Californie, États-Unis) a été utilisé pour présenter des stimuli visuels et enregistrer les réponses des participants.

Pendant la condition de rétention, une première image était présentée pendant 2,5 s. À ce moment, les participants devaient retenir la position spatiale de trois animaux se trouvant dans trois des neufs enclos différents. Par la suite, l'image disparaissait (3 s) et une deuxième image apparaissait présentant un rectangle gris à l'écran. Une troisième image présentant trois animaux dans trois enclos apparaissait, et les participants devaient indiquer rapidement (3 s) si oui ou non les animaux étaient placés dans les bons enclos par rapport à l'image présentée au départ.

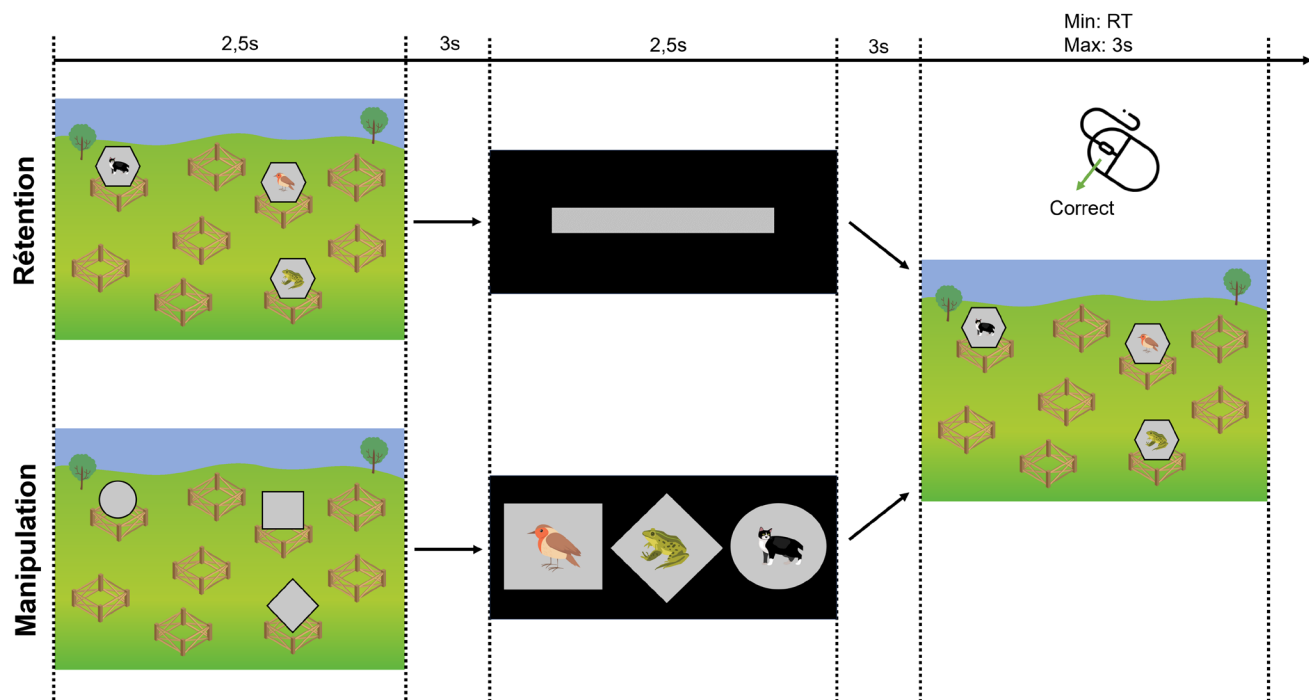
Pour la condition de manipulation, la tâche consistait à retenir la position spatiale de trois formes grises géométriques se trouvant au-dessus de trois enclos différents pendant 2,5 s.

Par la suite, l'image disparaissait (3 s) et une seconde image était présentée (2,5 s). Sur cette seconde image, les trois formes grises étaient présentées (2,5 s) au centre de l'écran, cette fois-ci avec des animaux à l'intérieur des formes (p. e.x. un chat dans un cercle). À ce moment, les participants devaient replacer mentalement les animaux dans leurs bons enclos en se basant sur les formes présentes dans les images. (Voir Fig. 1; p. ex. le chat doit être placé où se trouvait le cercle sur l'image 1). Les participants devaient donc manipuler l'information visuelle. Ensuite, l'image disparaissait (3 s) pour être remplacée par une autre contenant trois animaux au-dessus de trois des neufs enclos. À ce moment, les participants devaient dire si oui ou non les animaux étaient situés au-dessus des bons enclos (voir Fig.1).

Indépendamment de la condition de mémoire en rétention ou en manipulation (dans 50 % des essais), les animaux étaient dans les bons enclos sur la troisième image (essais congruents) alors que dans les 50 % essais restants, les animaux n'étaient pas dans les bons enclos (essais incongruents). Les participants pouvaient rencontrer quatre types

Figure 1

Illustration des essais de rétention et de manipulation (essais congruents : 50%) de la tâche de mémoire de travail visuo-spatiale



d'essais incongruents : sur la troisième image, les participants pouvaient voir un animal (1) ayant des caractéristiques différentes (p. e.x. couleur) (2) ayant été remplacé par un autre animal (p. e.x. un chat remplacé par un oiseau) (3) dont la position a été intervertie avec celle d'un autre animal, ou, enfin, (4) dans un des enclos adjacents à sa position initiale.

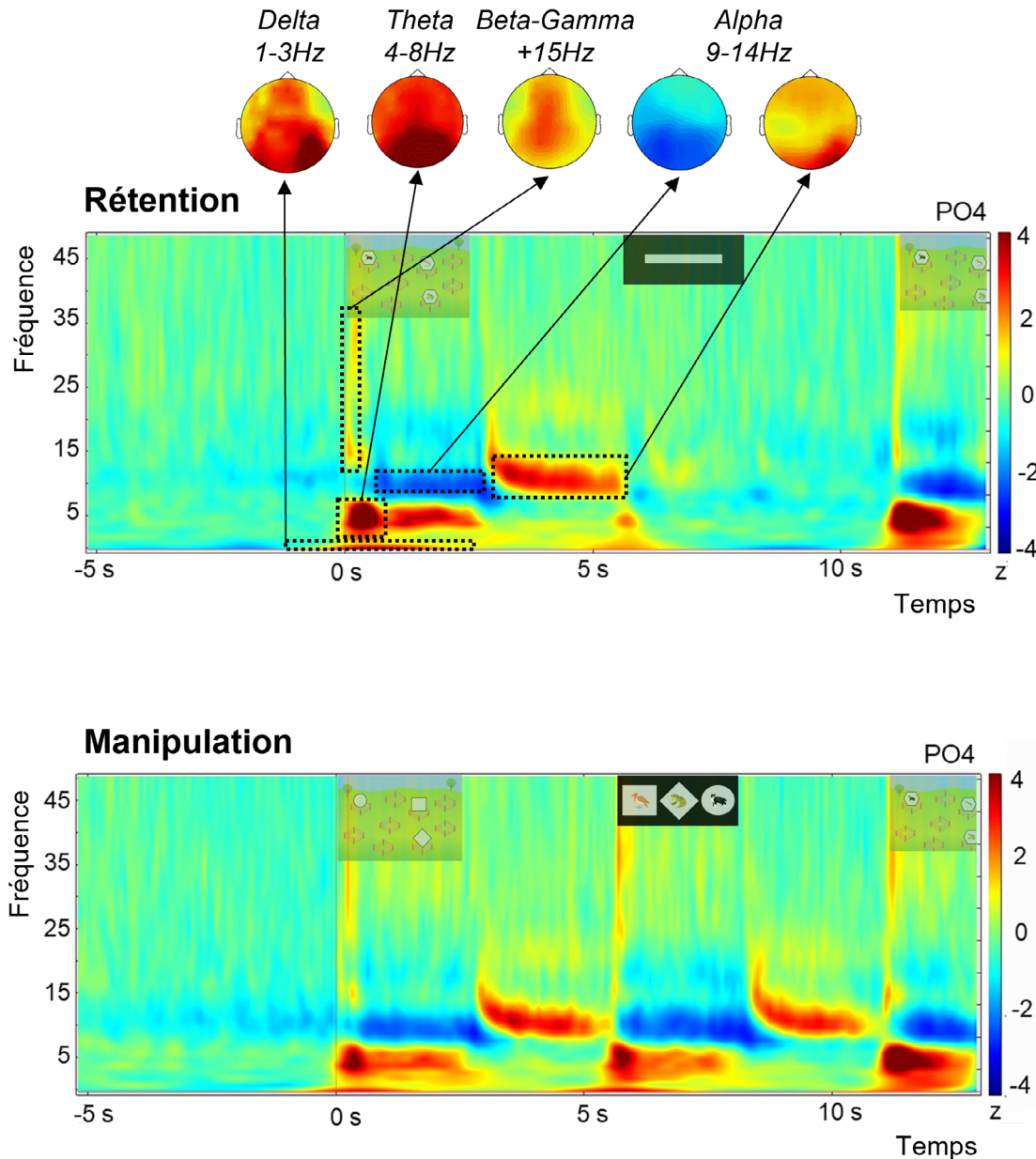
Au total, cinq blocs en rétention et cinq blocs en manipulation étaient présentés pour une durée totale de 2h30 de passation. Chacun des blocs comprenait 32 essais (16 essais congruents et 16 essais incongruents). Les différents animaux et leur position spatiale étaient présentés de manière équilibrée entre les différents blocs et conditions de mémoire.

Analyses

Les données EEG ont été prétraitées afin de nettoyer le signal (retrait du signal non lié à l'activité cérébrale). Les saccades et clignements des yeux ont été retirés grâce à une Analyse des composantes indépendantes (ACI). Un filtre notch (60-120-180 Hz, retrait du signal lié au courant du secteur) et un filtre passe-bande (0,3-80 Hz, retrait des ondes très lentes et très rapides) ont également été utilisés. Des décompositions temps-fréquence ont ensuite été effectuées pour chaque électrode en utilisant une transformation en ondelettes (Morlet) complexes, avec une forme gaussienne à la fois dans les domaines temporel ($SD \sigma_t$) et fréquentiel ($SD \sigma_f$) autour de la fréquence centrale (f_0).

Figure 2

Cartes temps-fréquence représentant la puissance de l'activité cérébrale oscillatoire moyenne dans les essais de rétention et de manipulation pendant la tâche de mémoire de travail visuo-spatiale



La famille des ondelettes a été définie par $(f_0/\sigma_f) = 7$, avec f_0 compris entre 2 et 80 Hz par pas de 1 Hz. La décomposition temps-fréquence a été appliquée pour chaque essai, puis moyennée entre les essais, ce qui a permis d'obtenir une estimation de l'amplitude des oscillations pour chaque échantillon de temps et pour chaque fréquence comprise entre 2 et 80 Hz. Les décompositions temps-fréquence ont ensuite été normalisées par rapport à une période-repos (période de référence entre -4 000 et 0 ms avant la présentation de la première image).

Les données comportementales ont été modélisées selon une approche linéaire mixte généralisée en analysant la proportion de réponses correctes et incorrectes. La variabilité entre les données brutes des sujets a été modélisée par maximum de vraisemblance en définissant des intercepts aléatoires par sujet. Les analyses statistiques ont été réalisées avec R version 3.4.1 en utilisant les modules lme4 (Bates et al., 2015) et car (Fox et Weisberg, 2018). Des facteurs fixes (conditions de mémoire : rétention vs manipulation) et aléatoires (sujet) ont été pris en compte dans la modélisation statistique. Un test de Wald (χ^2) a ensuite été réalisé. Ce test a été choisi plutôt qu'un test de rapport de vraisemblance, puisqu'un seul modèle a été utilisé dans cette étude et seul un effet simple (condition de mémoire) a été testé.

Les analyses réalisées sur les données EEG ont été des comparaisons des conditions de mémoire à travers les participants soit test-t apparié avec des stimulations de Monte-Carlo (1000 aléatoires) et des corrections par facteur de temps de 1800 ms (FDR; c.-à-d. une correction par un nombre équivalent de tests). Ensuite, des corrélations de Pearson entre la puissance de l'activité oscillatoire et le pourcentage de bonnes réponses ont été réalisées.

Un seuil alpha (α) de 0,05 a été utilisé pour établir la significativité des analyses comportementales et d'EEG.

Résultats

Activité oscillatoire commune et différente en condition rétention et manipulation

De façon cohérente avec ce qui était attendu, les participants ont obtenu de meilleurs résultats dans la condition de rétention (91% de bonnes réponses) que dans la condition de manipulation (84 % de bonnes réponses ; $\chi^2(1) = 52,1$; $p < 0,001$).

Pour les conditions de rétention et de manipulation, lorsque la première image était présentée au participant, il était possible d'observer une augmentation de la puissance des oscillations bêta et gamma dans les deux conditions de mémoire en plus d'une synchronisation des oscillations thêta. La puissance du thêta était plus élevée en condition de rétention

qu'en condition de manipulation. Également, durant la présentation de la première image, il était possible d'observer une désynchronisation de l'alpha suivie d'une synchronisation dans cette même bande de fréquences dès que la première image disparaissait. En condition de manipulation, ces patrons oscillatoires se répétaient lorsque la trace mnésique devait être récupérée et modifiée (voir Fig. 2).

Corrélation entre l'activité oscillatoire dans différentes bandes de fréquences et les pourcentages de bonnes réponses

Une bonne performance à la tâche en condition de rétention était associée à des changements de puissance dans des bandes de fréquences spécifiques.

Plus spécifiquement, en condition de rétention, lorsque la première image était présentée, les bonnes performances étaient associées à une synchronisation des oscillations thêta dans les régions pariéto-occipitales ($r = 0,52$) et une désynchronisation des oscillations de l'alpha en régions frontales ($r = -0,71$). Durant la période de rétention, la désynchronisation des oscillations alpha en régions pariéto-occipitales est également corrélée aux bonnes performances ($r = -0,58$).

En condition de manipulation, la désynchronisation de l'alpha en régions pariéto-occipitales avant la présentation du stimulus était associée aux bonnes réponses ($r = 0,55$). Dans ces mêmes régions, la désynchronisation des oscillations alpha était également associée aux bonnes performances lorsque la première image était présentée ($r = -0,57$) et lorsque les participants devaient mentalement replacer les animaux dans leurs enclos ($r = -0,62$). Par ailleurs, les synchronisations des oscillations delta et thêta en régions frontales était également associée aux bonnes réponses lors de la présentation de la première image (respectivement $r = 0,60$ et $r = 0,48$) ainsi que lors de la manipulation mentale des informations (respectivement $r = 0,59$ et $r = 0,60$).

Considérés dans leur ensemble, ces résultats supportent donc l'hypothèse selon laquelle la performance dans les deux conditions serait liée à des profils d'activation cérébrale différents (voir Fig. 3)

Discussion

La présente étude s'est intéressée aux différences de performance comportementale et d'activité cérébrale entre les conditions de rétention et de manipulation d'une nouvelle tâche de MDT visuo-spatiale afin de déterminer si elles sollicitaient l'utilisation de processus cognitifs différents (c.-à-d. création et maintien ou modification de la trace mnésique). L'objectif était d'identifier l'activité cérébrale associée à de meilleures performances à la tâche. Les résultats comportementaux et d'EEG suggèrent que différents rythmes

cérébraux sont associés à de bonnes performances durant la nouvelle tâche de MDT.

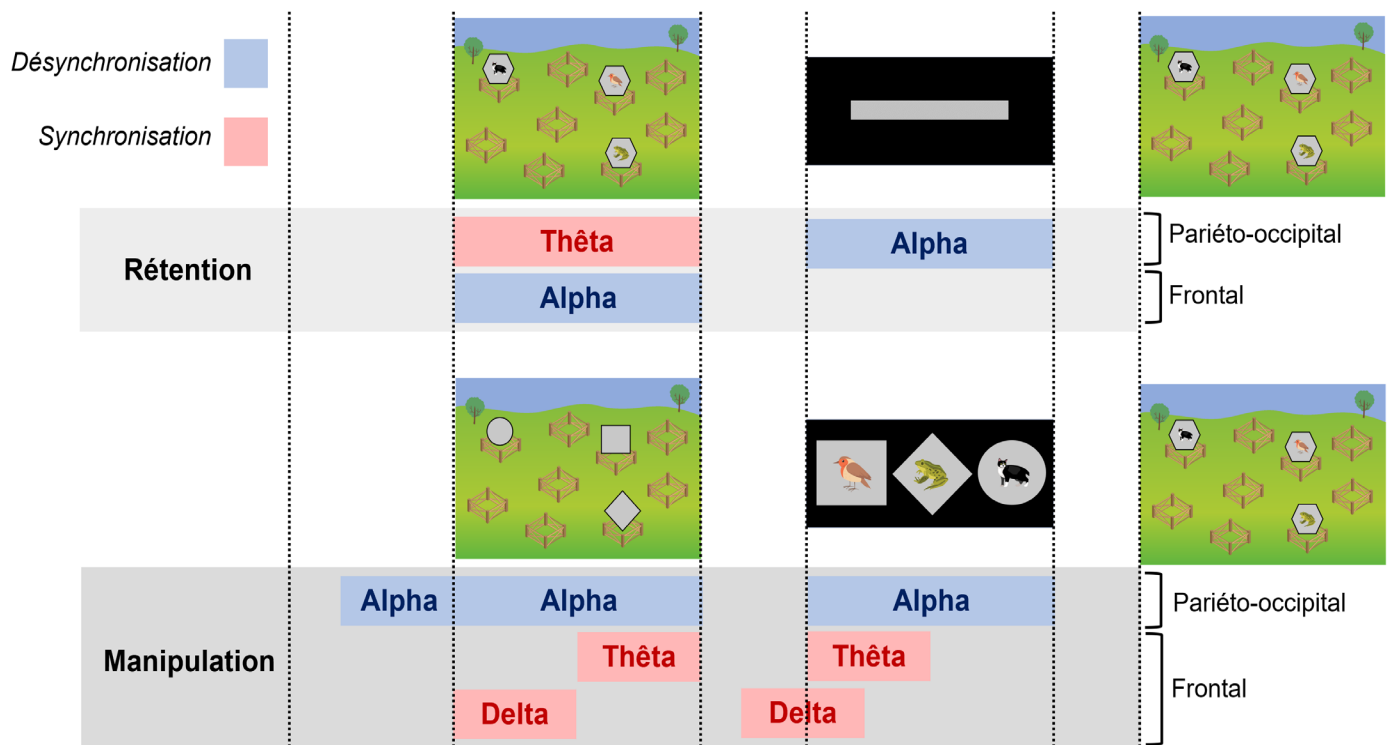
En condition de rétention et de manipulation, les résultats ont révélé une augmentation transitoire de la puissance des rythmes bêta et gamma par rapport à l'activité cérébrale de référence; cette activité de haute fréquence reflèterait l'extraction des caractéristiques physiques et spatiales des items à retenir en mémoire (Düzel et al., 2010), soit les caractéristiques des animaux et leur localisation. Également, les résultats ont montré une augmentation de la puissance des oscillations thêta; cette augmentation était plus importante en condition de rétention qu'en condition de manipulation. Lorsque les participants voyaient la première image des essais de la tâche, ils devaient encoder les différentes caractéristiques physiques des animaux ainsi que leurs positions au-dessus des enclos. Ce travail demanderait un effort plus soutenu qu'en condition de manipulation, où seules les formes géométriques présentées sur la première image devaient être encodées.

En condition de rétention, la synchronisation thêta pariéto-occipitale était associée aux bonnes performances. Le rythme thêta sous-tendrait l'encodage des différentes informations de l'image à retenir et favoriserait l'intégration de ces caractéristiques pour former un ensemble cohérent (Ward, 2003). Cet exercice, qui demande une attention et une concentration particulières, serait aussi soutenu par le rythme alpha, qui jouerait un rôle dans la facilitation du

traitement de l'information pertinente et le blocage des informations non pertinentes (Klimesh, 1999; Jensen et Tesche, 2002). Dans cette étude, la désynchronisation des oscillations alpha pariéto-occipitale, observable tant en condition de rétention que de manipulation, était associée à de bonnes performances. La désynchronisation de l'alpha permettrait de faire entrer le maximum d'informations sensorielles pertinentes en mémoire alors qu'à l'inverse, sa synchronisation bloquerait l'entrée de ces informations dans le cerveau (Foxe & Snyder, 2011). Il a aussi été observé, qu'avant même que les informations à encoder et manipuler ne soient présentées, la désynchronisation des oscillations alpha était associée à la manipulation efficace des informations. Ceci suggère que l'état attentionnel général des participants peut influencer la réalisation de la tâche (Melcón et al., 2024).

Enfin, en condition de manipulation seulement, la synchronisation des oscillations delta des régions frontales était associée aux bonnes performances à la tâche. Le rôle fonctionnel de ces oscillations delta reste à ce jour mal compris. Ce rythme contribuerait notamment à l'inhibition attentionnelle (Harmony, 2013) et à la bonne communication entre des aires cérébrales distantes (Nácher et al., 2013). Dans cette étude, il est ainsi possible de supposer que la présence de ce rythme dans les régions frontales reflète leur implication dans la gestion de la charge cognitive liée à la manipulation des informations en mémoire.

Figure 3
Résumé graphique montrant l'activité oscillatoire associée au pourcentage de réponses correctes à la tâche de mémoire de travail visuo-spatiale



Conclusion

En conclusion, cette étude a permis d'identifier les différents marqueurs oscillatoires associés à l'efficacité de la MDT visuo-spatiale. Plus précisément, des profils oscillatoires différents ont été caractérisés pour la rétention et la manipulation de l'information mnésique. En condition de rétention, les oscillations cérébrales émergeaient à des moments précis du traitement d'information et permettaient de créer une trace mnésique afin de maintenir l'information en mémoire pendant une courte période. En condition de manipulation, cette même trace mnésique (même modèle oscillatoire) se réactivait pour que l'information mentale puisse être modifiée. Les bonnes performances en condition de rétention étaient associées à une synchronisation des oscillations thêta pariéto-occipitales et une désynchronisation des oscillations alpha fronto-pariéto-occipitales, alors qu'en condition de manipulation, les bonnes performances à la tâche étaient associées à une désynchronisation des oscillations alpha pariéto-occipitale et une synchronisation dans les bandes de fréquences thêta et delta au niveau frontal.

Forces et limites de l'étude

Une des forces de cette étude réside dans la méthodologie du protocole. Plus précisément, peu d'études usant d'EEG ont utilisé un protocole avec des périodes particulièrement longues pour le calcul de la puissance des oscillations cérébrales. Cette durée prolongée de la tâche permet d'augmenter la précision des résultats. En contrepartie, l'échantillon représente une limite pour cette étude. En effet, l'échantillon constitué majoritairement d'étudiants universitaires n'est pas représentatif de la population en général, ce qui limite la généralisation des résultats. D'autre part, les personnes au début de la vingtaine et de la trentaine sont sous-représentées dans l'échantillon. Enfin, il est essentiel de noter que le dossier médical des participants n'a pas été vérifié. De ce fait, les informations obtenues concernant les atteintes neuropsychologiques des participants sont basées exclusivement sur des déclarations autorapportées.

Perspectives de recherche

Bien que les résultats de cette étude soient prometteurs, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour confirmer le rôle des rythmes cérébraux associés aux bonnes performances de la tâche de MDT utilisée. Afin d'explorer le lien de causalité entre les oscillations cérébrales et les performances en mémoire de travail visuo-spatiale, la stimulation magnétique transcrânienne pourrait être employée pendant la réalisation de cette nouvelle tâche lors de recherches ultérieures. Cette utilisation permettrait de moduler les différents rythmes identifiés dans la présente étude et de confirmer leur rôle fonctionnel. Dans le futur, la modulation

des différents marqueurs cérébraux de la performance de MDT pourrait s'avérer pertinente pour développer de nouvelles approches thérapeutiques destinées aux patients présentant des difficultés ou des déficits de la MDT.

Références

- Albouy, P., Baillet, S. et Zatorre, R. J. (2018). Driving working memory with frequency-tuned noninvasive brain stimulation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1423(1), 126-137. <https://doi.org/10.1111/nyas.13664>
- Albouy, P., Weiss, A., Baillet, S. et Zatorre, R. J. (2017). Selective entrainment of theta oscillations in the dorsal stream causally enhances auditory working memory performance. *Neuron*, 94(1), 193-206.e5. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2017.03.015>
- Baddeley, A. (1992). Working Memory. *Science*, 255(5044), 556-559. <https://doi.org/10.1126/science.1736359>
- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Düzel, E., Penny, W. D., & Burgess, N. (2010). Brain oscillations and memory. *Current Opinion in Neurobiology*, 20(2), 143-149. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2010.01.004>
- Emond, V., Joyal, C., & Poissant, H. (2009). Neuroanatomie structurelle et fonctionnelle du trouble déficitaire d'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). *L'Encéphale*, 35(2), 107-114. <https://doi.org/10.1016/j.encep.2008.01.005>
- Foxe, J., & Snyder, A. (2011). The Role of Alpha-Band Brain Oscillations as a Sensory Suppression Mechanism during Selective Attention. *Frontiers in Psychology*, 2. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2011.00154>
- Fox, J., & Weisberg, S. (2018). *An R companion to applied regression*. SAGE Publications.
- Harmony, T. (2013). The functional significance of delta oscillations in cognitive processing. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 7. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnint.2013.00083>
- Herweg, N. A., Solomon, E. A., & Kahana, M. J. (2020). Theta Oscillations in Human Memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 24(3), 208-227. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.12.006>

Hoyer, R. S., Fontaine, N., Labelle, C., Ginzburg, G. & Albouy, P. Visual rhythmic stimulations differentially entrain oscillations in anterior and posterior brain networks according to task demand. (non publiée).

Jensen, O., Spaak, E., & Zumer, J. M. (2014). Human Brain Oscillations: From Physiological Mechanisms to Analysis and Cognition. Dans S. Supek & C. J. Aine (Éds.), *Magnetoencephalography: From Signals to Dynamic Cortical Networks* (p. 359–403). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33045-2_17

Jensen, O., & Tesche, C. D. (2002). Frontal theta activity in humans increases with memory load in a working memory task. *The European Journal of Neuroscience*, 15(8), 1395–1399. <https://doi.org/10.1046/j.1460-9568.2002.01975.x>

Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: A review and analysis. *Brain Research. Brain Research Reviews*, 29(2–3), 169–195. [https://doi.org/10.1016/s0165-0173\(98\)00056-3](https://doi.org/10.1016/s0165-0173(98)00056-3)

Melcón, M., Stern, E., Kessel, D., Arana, L., Poch, C., Campo, P., & Capilla, A. (2024). Perception of near-threshold visual stimuli is influenced by prestimulus alpha-band amplitude but not by alpha phase. *Psychophysiology*, 61(5), e14525. <https://doi.org/10.1111/psyp.14525>

Nácher, V., Ledberg, A., Deco, G., & Romo, R. (2013). Coherent delta-band oscillations between cortical areas correlate with decision making. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(37), 15085–15090. <https://doi.org/10.1073/pnas.1314681110>

Ska, B., & Joannette, Y. (2006). Vieillesse normale et cognition. *Medicine Sciences: M/S*, 22(3), 284–287. <https://doi.org/10.1051/medsci/2006223284>

Ward, L. M. (2003). Synchronous neural oscillations and cognitive processes. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(12), 553–559. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2003.10.012>

Wianda, E., & Ross, B. (2019). The roles of alpha oscillation in working memory retention. *Brain and Behavior*, 9(4), e01263. <https://doi.org/10.1002/brb3.1263>

Pour citer l'article

Fontaine, N., Cloutier Debaque, É., Albouy, P. & Hoyer, R. S. (2024). Activité oscillatoire dans le réseau cérébral fronto-pariétal et mémoire de travail visuo-spatiale. *Psycause: Revue scientifique étudiante de l'École de psychologie de l'Université Laval*, 14(1), 27–34.

Droits d'auteur

© 2024 Fontaine, Cloutier Debaque, Albouy & Hoyer. Cet article est distribué en libre accès selon les termes d'une licence Creative Commons Attribution 4.0 International (de type CC-BY 4.0) qui permet l'utilisation du contenu des articles publiés de façon libre, tant que chaque auteur ou autrice du document original à la publication de l'article soit cité(e) et référencé(e) de façon appropriée.

OSCILLATIONS GAMMA DANS LE CORTEX AUDITIF COMME MARQUEURS DE L'INTÉGRATION DES MODULATIONS SPECTRO-TEMPORELLES DE STIMULI NATURELS

Émilie CLOUTIER-DEBAQUE^{1,2*}, Jérémie GINZBURG³, Laurence MARTINEAU⁴, Paule LESSARD-BONAVENTURE⁴, Robert ZATORRE⁵ & Philippe ALBOUY^{1,2}

¹École de psychologie, Université Laval, Québec, QC, Canada

²Centre de recherche CERVO, Québec, QC, Canada

³Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon, Université Lyon 1, Lyon, France

⁴CHU de Québec Université Laval, Québec, QC, Canada

⁵Cognitive Neuroscience Unit, Montreal Neurological Institute, McGill University, Montreal, QC, Canada

*emilie.cloutier-debaque.1@ulaval.ca

Résumé

Les êtres humains ont la capacité de percevoir et de comprendre des sons complexes tels que la musique et la parole. Cependant, aucun consensus scientifique n'a encore été atteint concernant les mécanismes neuronaux qui sous-tendent la perception de ces stimuli. Jusqu'à présent, les études ont surtout utilisé des stimuli artificiels de laboratoire, ce qui limite potentiellement la généralisation de leurs résultats à des contextes réels. Cette étude préliminaire s'inscrit dans un projet qui vise à étudier comment les propriétés acoustiques de stimuli naturels (modulations spectro-temporelles) sont encodées par les oscillations cérébrales dans le système auditif chez l'humain. Pour ce faire, nous avons enregistré l'activité cérébrale de six patients en stéréo-électroencéphalographie (SEEG) pendant qu'ils écoutaient les sept premières minutes de la bande audio du film *Harry Potter et l'école des sorciers*. Nous avons décomposé le signal SEEG à l'aide d'une transformée de Hilbert afin d'extraire la puissance des oscillations gamma (26-50 Hz) pendant l'écoute de l'extrait et avons calculé la corrélation entre la puissance du signal gamma et les fluctuations des modulations spectro-temporelles de l'audio. Les résultats montrent que la puissance (l'amplitude) des oscillations de fréquence gamma (26-50 Hz) dans le cortex auditif primaire est positivement corrélée aux modulations temporelles et spectrales chez les six sujets. À la lumière des résultats obtenus en étudiant les oscillations gamma, il apparaît pertinent de poursuivre l'étude en analysant le rôle des autres bandes de fréquences, les différences fonctionnelles entre les régions auditives primaires et secondaires, ainsi que la latéralisation possible dans l'intégration des modulations spectro-temporelles par les régions auditives.

Mots-clés : Oscillations cérébrales, modulations spectro-temporelles, cortex auditif, stéréo-électroencéphalographie

Abstract

Human beings have the ability to perceive and understand complex sounds such as music and speech. However, no scientific consensus has yet been reached regarding the neural mechanisms underlying the perception of these stimuli. To date, studies have mainly used artificial laboratory stimuli, which potentially limits the generalizability of their results to real-life contexts. This preliminary study is part of a project aiming to investigate how the acoustic properties of natural stimuli (spectro-temporal modulations) are encoded by brain oscillations in the human auditory system. To this end, we recorded the brain activity of seven patients using stereo-electroencephalography (SEEG) while they listened to the first seven minutes of audio from *Harry Potter and the Philosopher's Stone*. We decomposed the SEEG signal using a Hilbert transform to extract the power of the gamma oscillations (26-50 Hz) while listening to the excerpt and calculated the correlation between the power of the gamma signal and fluctuations in the spectro-temporal modulations of the audio. The results show that the power (amplitude) of gamma frequency oscillations (26-50 Hz) in the primary auditory cortex is positively correlated with temporal and spectral modulations in all seven subjects. In light of the results obtained by studying gamma oscillations, it would seem appropriate to pursue the study by analyzing the role of other frequency bands, functional differences between primary and secondary auditory regions, and possible lateralization in the integration of spectro-temporal modulations by auditory regions.

Keywords: Cerebral oscillations, spectro-temporal modulations, auditory cortex, stereo-electroencephalography

Les êtres humains ont la capacité de percevoir et de comprendre des sons complexes tels que la musique ou la parole. Les bases neurobiologiques de la perception

auditive ont été examinées par de nombreuses études, bien que celles-ci aient surtout utilisé des stimuli auditifs créés en laboratoires plutôt que des stimuli auditifs

naturels (Hamilton et Huth, 2020). Les stimuli de laboratoire sont souvent contrôlés pour de nombreuses variables acoustiques (timbre, hauteur tonale, rythme, etc., Albouy et al., 2020) et ne contiennent donc pas toute la richesse acoustique des stimuli naturels. Ceci se reflète dans les réponses cérébrales, les stimuli naturels (plus riches d'un point de vue acoustique) étant traités par des réseaux cérébraux plus distribués que les stimuli contrôlés en laboratoire (Huth et al., 2016; Lerner et al., 2011).

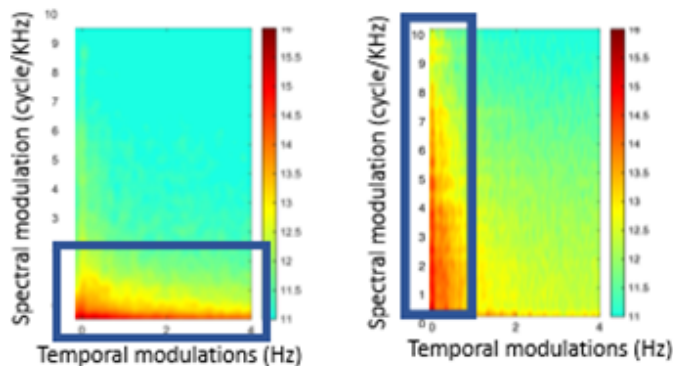
Il est bien établi que les oscillations cérébrales, mesurées en électroencéphalographie, sont des marqueurs pertinents du traitement de l'information auditive par le système nerveux central (Borderie et al., 2024; Buzsáki et Draguhn, 2004). Les oscillations sont des fluctuations de l'activité de populations de neurones dans une région donnée du cerveau (Klimesch, 1999). Le signal électrique émis par ces neurones peut être mesuré à l'aide de techniques électrophysiologiques telles que la SEEG. Lors d'un enregistrement SEEG, des électrodes intracrâniennes sont implantées dans le but de réaliser un bilan pré-chirurgical chez des patients atteints d'épilepsie focale pharmacorésistante (Guenot et al., 2001). L'objectif de cette mesure est de définir la zone épileptogène (zone focale à l'origine des crises). La SEEG permet également de mesurer de manière très précise les oscillations, et il est bien établi que la fréquence, l'amplitude et la phase de ces oscillations sont associées à divers processus cérébraux (Klimesch, 1999). Notamment, les oscillations gamma (> 25 Hz, Buzsáki et Draguhn (2004)) ont été associées au traitement et à l'intégration de stimuli sensoriels (Brosch et al., 2002).

Dans la présente étude, nous visons à définir comment des stimuli de l'environnement peuvent être encodés par le système auditif par l'intermédiaire des oscillations gamma mesurées en SEEG. Pour ce faire, nous nous sommes intéressés aux propriétés acoustiques de ces stimuli qui sont extraites sous la forme de modulations spectro-temporelles (Elliott et Theunissen, 2009). Ces modulations (aussi appelées modulations spectre de puissance (MPS) fig.1) permettent d'extraire les variations temporelles et spectrales contenues dans un son complexe (Elliott et Theunissen, 2009). Les variations temporelles sont associées aux nombres d'évènements sonores par seconde (par exemple, le nombre de syllabes) dans le stimulus et les variations spectrales correspondent aux changements de fréquence dans le son. De nombreuses études ont tenté de définir les marqueurs spectro-temporels qui caractérisent la musique et la parole (Albouy et al., 2020; Albouy et al., 2024; Zatorre, 2022). Ces études ont démontré que la musique exploite principalement les modulations spectrales alors que la parole exploite majoritairement les modulations temporelles (Albouy et al., 2024).

Jusqu'à présent, cependant, les études ont surtout utilisé des stimuli artificiels, ce qui limite la généralisation de leurs résultats à des contextes réels (Nastase et al., 2020). De plus, la plupart des études ont investigué des stimuli contenant de la musique (Kaneshiro et al., 2020) ou de la parole (Mor Regev et al., 2013) de manière séparée, ce qui ne permet pas de comprendre si le cerveau traite ces types de stimuli auditifs de manière distincte ou simultanée (Peretz et al., 2015; R. J. Zatorre et al., 2002). Dans le cadre de la présente étude, nous avons donc utilisé un stimulus naturel contenant des périodes comprenant seulement de la musique, seulement de la parole, de la musique et de la parole simultanées, et des périodes contenant seulement des bruits de l'environnement, que nous avons fait écouter à des patients atteints d'épilepsie focale pharmacorésistante implantés en SEEG. Si l'activité cérébrale est cohérente à la fois avec les modulations spectrales et les modulations temporelles, il est possible de déduire que les mêmes régions cérébrales répondent à la fois aux stimuli musicaux et aux stimuli de la parole lorsqu'un extrait audio mixte est présenté. Nous avons donc par la suite identifié les régions cérébrales dont l'activité corrélait positivement avec les modulations spectro-temporelles contenues dans le fichier audio, ce qui permet de mieux comprendre les structures qui sous-tendent l'encodage de sons naturels.

Figure 1

MPS montrant des modulations temporelles (parole) et spectrales (musique). Images prises avec permission dans: Zatorre, R. (2023). *From Perception to Pleasure: The Neuroscience of Music and Why We Love It*. Oxford University Press.



Objectifs de l'étude

L'objectif de cette étude préliminaire était d'investiguer comment les oscillations gamma dans les aires corticales auditives traitent les modulations spectrales et temporelles de stimuli naturels auditifs chez des patients atteints d'épilepsie focale pharmacorésistante implantés en SEEG. L'hypothèse était que les oscillations gamma permettent de traiter les modulations spectro-temporelles de manière simultanée lors de l'écoute de stimuli naturels contenant à la fois parole et musique.

Méthode

Participants

Six personnes (deux femmes, quatre hommes, âge moyen 27 ans, écart-type 2,45 ans) atteintes d'épilepsie focale pharmacorésistante implantées en SEEG en vue d'une potentielle chirurgie de résection et sélectionnées par l'équipe de l'hôpital Enfant-Jésus de Québec (HEJ) ont participé à l'étude. Les données de toutes les électrodes présentant des formes d'ondes pathologiques ont été retirées de la présente étude. Tous les participants ont fourni un consentement éclairé écrit et les procédures expérimentales ont été approuvées par le comité d'éthique du CHU de Québec - Université Laval (2022-5890).

Procédure

L'activité cérébrale des patients a été enregistrée en SEEG pendant qu'ils écoutaient les six premières minutes de l'audio d'Harry Potter à l'école des sorciers en français, soit dans leur langue maternelle, présentées via des écouteurs à un niveau sonore confortable. Le logiciel Presentation (Neurobehavioral Systems, Albany, CA, USA) a été utilisé pour administrer les stimuli auditifs. Un des patients, ayant réalisé un séjour plus long à l'hôpital pour des raisons cliniques, a pu effectuer la tâche deux fois, alors que les autres participants l'ont réalisée une seule fois. La répétition de la tâche chez ce patient nous permet de tester la reproductibilité de nos résultats.

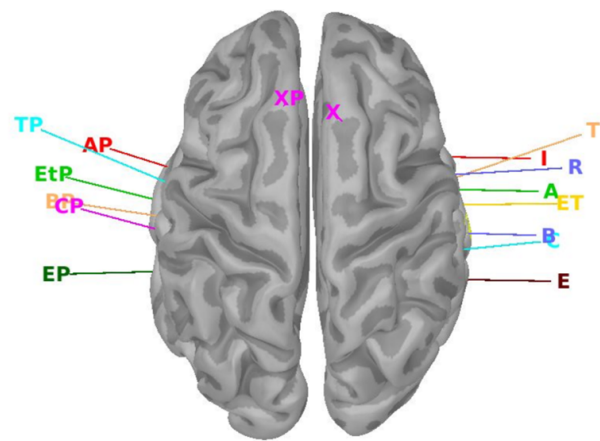
Mesures en SEEG

Les patients ont chacun entre 15 et 20 électrodes semi-rigides implantées par stéréotaxie dont le schéma d'implantation est déterminé par l'équipe médicale (fig. 2). L'enregistrement est fait à partir du système de surveillance vidéo-SEEG (NATUS). Les électrodes SEEG avaient un diamètre de 0,8 mm et, selon la structure cible, étaient constituées de 10 à 15 contacts de 2 mm de large et espacées de 3, 4, 5 ou 6 mm (AdTech). Tous les participants ont réalisé un enregistrement d'imagerie par résonance magnétique (IRM) anatomique 3D MPRAGE pondérées T1 sur un scanner Siemens Trio 3T (Siemens AG, Erlangen, Allemagne) avant l'implantation SEEG. Le volume anatomique était constitué de 160 coupes sagittales avec des voxels de 1 mm³, couvrant l'ensemble du cerveau. Le cuir chevelu et les surfaces corticales ont été extraits de l'IRM anatomique. Tous les contacts des électrodes ont été identifiés sur l'IRM post-implantation par une CT-scan montrant les électrodes et co-enregistrés sur l'IRM pré-implantation (boîte à outils ImaGIN, <https://fract.eu/software/imagin/>). Les coordonnées du Montreal Neurological Institute (MNI) ont été calculées à l'aide de la boîte à outils SPM12 (<http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/>).

Pour ce faire, les données anatomiques (T1) de chaque participant ont été normalisées dans l'espace MNI. En plus des coordonnées MNI, nous avons calculé la localisation des contacts SEEG dans l'atlas AAL3. Les données SEEG ont été filtrées pendant l'acquisition par un filtre passe-bande de 0,1 à 200 Hz et échantillonnées à 512 Hz chez tous les patients.

Figure 2

Schéma d'implantation du sujet 01. Les électrodes correspondent aux régions suivantes : A et AP (pôles temporaux de l'amygdale droit et gauche), B et BP (hippocampes antérieurs droit et gauche), C et CP (hippocampes postérieurs droit et gauche), E et EP (bases temporaux droit et gauche), I et IP (pôles temporaux droit et gauche), ET et ETP (cortex entorhinaux droit et gauche), T et TP (gyrus temporaux supérieurs postérieurs droit et gauche), X et XP (insulas antérieures droite et gauche)



Prétraitement des données SEEG

Le prétraitement des données a été effectué à partir du logiciel Brainstorm (Tadel et al., 2011). La qualité des enregistrements a été vérifiée afin d'éliminer (filtres et montage bipolaire décrits ci-dessous) les bruits cardiaques et environnementaux, et toute forme d'activité pathologique a été retirée de la présente étude. Les enregistrements SEEG ont été filtrés à 60, 120 et 180 Hz (filtre notch) afin d'enlever la contamination par l'activité électrique ambiante et un montage bipolaire a été appliqué comme type de référencement pour les contacts.

Extraction des oscillations gamma dans les données SEEG

Les analyses ont été effectuées en utilisant des outils de Matlab et Brainstorm. Pour les données SEEG, des transformées de Hilbert (via un filtre passe-bande) ont été effectuées pour chaque contact SEEG sur les sept minutes d'enregistrements SEEG afin d'extraire les oscillations gamma (26-50 Hz, normalisées (Score Z) par une période de repos de -10 sec à 0 sec avant le début du stimulus auditif).

Extraction des MPS dans le signal audio

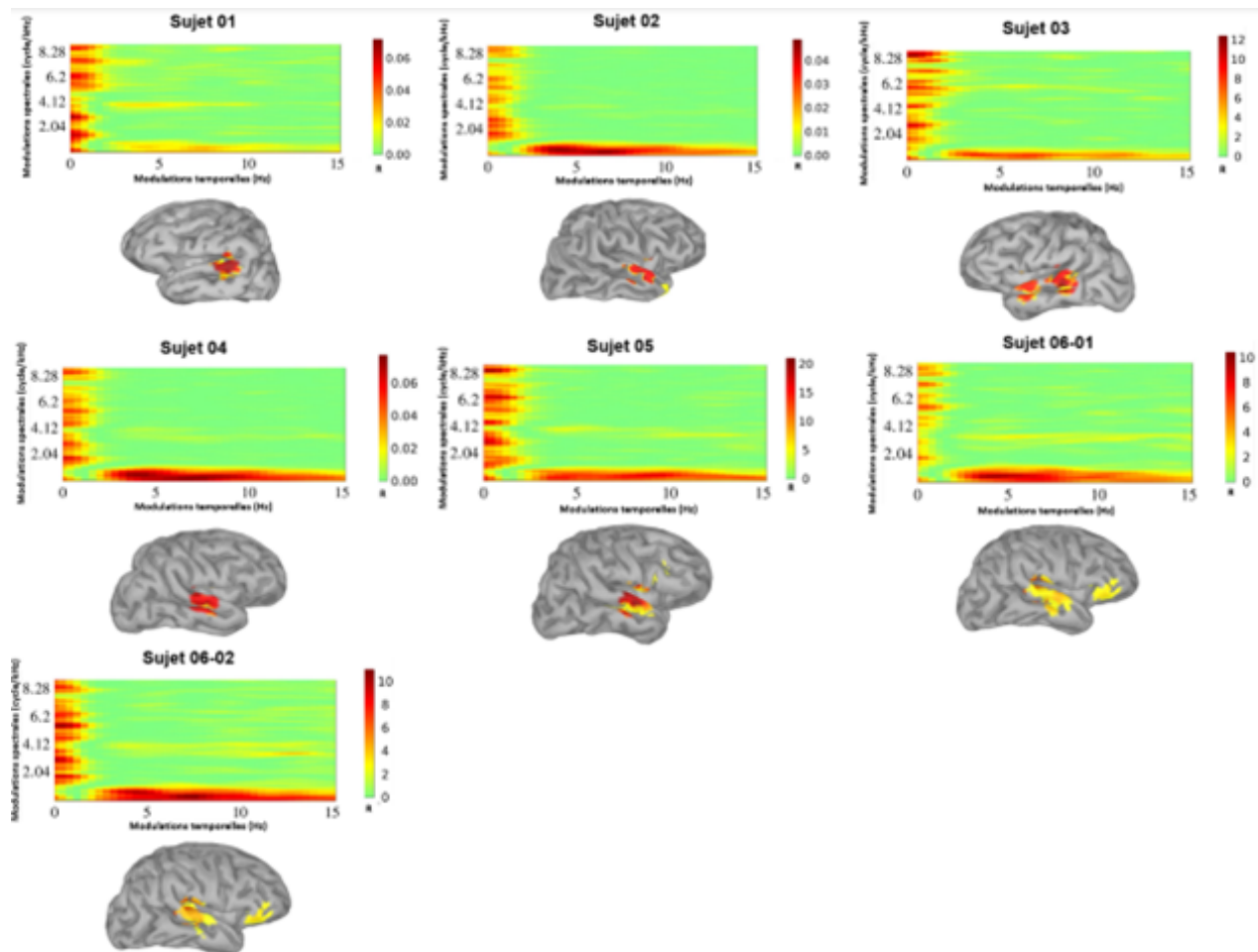
Des MPS ont été extraits pour les sept minutes de l'extrait audio, et ce, dans le but d'obtenir un MPS pour chaque échantillon des données SEEG (512 Hz – 512 MPS par seconde) (Elliott et Theunissen, 2009). Pour ce faire, nous avons décomposé le signal acoustique sur des fenêtres glissantes de 3 secondes, en extrayant, pour chaque fenêtre, la puissance des modulations spectro-temporelles. Le domaine des modulations résulte de la transformée de Fourier de la matrice d'autocorrélation du stimulus sonore (dans sa représentation spectrographique) et représente la modulation d'énergie sur les axes temporel et spectral (fig. 1). En calculant les MPS sur des fenêtres glissantes, nous avons obtenu une estimation des modulations spectrales et temporelles pour les sept minutes de l'extrait audio avec une fréquence d'échantillonnage de 512 mesures par seconde.

Régressions linéaires entre données SEEG et MPS

Finalement, pour chaque coordonnée spectro-temporelle des MPS, des régressions linéaires ont été effectuées entre les fluctuations MPS pour les 7 minutes de l'extrait audio (215 000 échantillons à une fréquence d'échantillonnage de 512 Hz), et la puissance des oscillations gamma pour chaque contact de chaque électrode (corrigées en FDR à $p < 0.05$). Ce test a été réalisé chez chaque patient. Les cartes de corrélations obtenues ont été triées afin de ne conserver que les contacts présentant des corrélations significatives à la fois dans l'espace des modulations temporelles et des modulations spectrales. Nous avons analysé toutes les électrodes disponibles, sans a priori anatomique, afin de définir de manière objective les régions cérébrales qui prédisent les fluctuations spectro-temporelles.

Figure 3

Résultats des régressions linéaires et localisation de l'activité cérébrale correspondante sur une visualisation 3D du cortex des patients. Les cartes de corrélations (corrigées en FDR $p < .05$) montrent des valeurs de r allant de 0,01 à 0,06, situées le long des deux axes correspondant aux modulations spectrales (axe des ordonnées, correspondant à la musique) et aux modulations temporelles (axe des abscisses, correspondant au langage)



Résultats

Les oscillations gamma dans le cortex auditif corrèlent avec les modulations spectro-temporelles

L'objectif de cette étude était d'investiguer comment les régions corticales auditives traitent les modulations spectrales et temporelles de stimuli naturels auditifs chez des patients atteints d'épilepsie focale pharmacorésistante implantés en SEEG. Chez les six patients, on observe que l'activité gamma enregistrée par les contacts situés dans les aires auditives corrèle positivement à la fois avec les modulations spectrales et les modulations temporelles du stimulus (fig. 3). Les cartes de corrélations montrent des valeurs de r allant de 0,01 à 0,06, situées le long des deux axes correspondant aux modulations spectrales (axe des ordonnées, correspondant à la musique) et aux modulations temporelles (axe des abscisses, correspondant au langage). Chez le sujet ayant effectué l'expérience deux fois, on observe des résultats similaires entre les deux passations de l'expérience, ce qui suggère que nos résultats sont reproductibles.

Discussion

Ces résultats suggèrent que les oscillations gamma (26-50 Hz) peuvent être considérées comme des marqueurs de traitement de l'information spectro-temporelle de stimuli naturels (Peretz et al., 2015; R. J. Zatorre et al., 2002). Cependant, ils devraient être répliqués sur de plus gros échantillons et auprès de populations plus variées avec des méthodes non invasives. Bien que ces résultats soient préliminaires, on peut constater que le traitement de ces caractéristiques acoustiques, et donc de stimuli comme la musique et la parole, est effectué par les mêmes régions corticales qui traitent à la fois les modulations spectrales et temporelles, et que ces régions corticales sont situées autour et au sein du cortex auditif. Ces résultats permettent de documenter les structures corticales impliquées dans le traitement de caractéristiques acoustiques de base de stimuli naturels contenant à la fois paroles et musique. Ces résultats proviennent d'un échantillon de patients atteints d'épilepsie focale-pharmaco résistante implantés en SEEG. Ils suggèrent que l'encodage des sons naturels contenant de la parole et de la musique est bien réalisé dans les aires auditives primaires et que la spécialisation hémisphérique rapportée dans des études précédentes (Albouy et al., 2020) devrait se produire plus tardivement dans le traitement auditif. Lors de futures analyses, nous étudierons la contribution des autres bandes de fréquences dans l'intégration des modulations spectrales et temporelles par le cortex auditif, ainsi que les potentielles différences fonctionnelles entre les régions primaires et secondaires du cortex auditif.

Enfin, nous évaluerons si les modulations spectrales et temporelles sont préférentiellement intégrées dans les régions auditives secondaires droite et gauche respectivement (comme proposé par Albouy et al., 2020).

Références

- Albouy, P., Benjamin, L., Morillon, B., & Zatorre, R. J. (2020). Distinct sensitivity to spectrotemporal modulation supports brain asymmetry for speech and melody. *Science*, 367(6481), 1043-1047. <https://doi.org/10.1126/science.aaz3468>
- Albouy, P., Samuel A. Mehr, Roxane S. Hoyer, Jérémie Ginzburg, & Robert J. Zatorre. (2023). Spectro-temporal acoustical markers differentiate speech from song across cultures. *bioRxiv*, 2023.01.29.526133. <https://doi.org/10.1101/2023.01.29.526133>
- Albouy, P., Mehr, S. A., Hoyer, R. S., Ginzburg, J., Du, Y., & Zatorre, R. J. (2024). Spectro-temporal acoustical markers differentiate speech from song across cultures. *Nature Communications*, 15(1), 4835. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-49040-3>
- Borderie, A., Caclin, A., Lachaux, J.-P., Perrone-Bertolotti, M., Hoyer, R. S., Kahane, P., Catenoix, H., Tillmann, B., & Albouy, P. (2024). Cross-frequency coupling in cortico-hippocampal networks supports the maintenance of sequential auditory information in short-term memory. *PLOS Biology*, 22(3), e3002512. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002512>
- Brosch, M., Budinger, E., & Scheich, H. (2002). Stimulus-Related Gamma Oscillations in Primate Auditory Cortex. *Journal of Neurophysiology*, 87(6), 2715-2725. <https://doi.org/10.1152/jn.2002.87.6.2715>
- Buzsáki, G., & Draguhn, A. (2004). Neuronal Oscillations in Cortical Networks. *Science*, 304(5679), 1926-1929. <https://doi.org/10.1126/science.1099745>
- Elliott, T. M., & Theunissen, F. E. (2009). The Modulation Transfer Function for Speech Intelligibility. *PLOS Computational Biology*, 5(3), e1000302. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000302>
- Guenot, M., Isnard, J., Ryvlin, P., Fischer, C., Ostrowsky, K., Mauguier, F., & Sindou, M. (2001). Neurophysiological Monitoring for Epilepsy Surgery: The Talairach SEEG Method. *Stereotactic and Functional Neurosurgery*, 77(1-4), 29-32. <https://doi.org/10.1159/000064595>
- Hamilton, L. S., & Huth, A. G. (2020). The revolution will not be controlled: Natural stimuli in speech neuroscience. *Language, Cognition and Neuroscience*, 35(5), 573-582. <https://doi.org/10.1080/23273798.2018.1499946>
- Huth, A. G., de Heer, W. A., Griffiths, T. L., Theunissen, F. E., & Gallant, J. L. (2016). Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex. *Nature*, 532(7600), 453-458. <https://doi.org/10.1038/nature17637>

- Kaneshiro, B., Nguyen, D. T., Norcia, A. M., Dmochowski, J. P., & Berger, J. (2020). Natural music evokes correlated EEG responses reflecting temporal structure and beat. *NeuroImage*, 214, 116559. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116559>
- Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance : A review and analysis. *Brain Research Reviews*, 29(2), 169-195. [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(98\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(98)00056-3)
- Lerner, Y., Honey, C. J., Silbert, L. J., & Hasson, U. (2011). Topographic Mapping of a Hierarchy of Temporal Receptive Windows Using a Narrated Story. *Journal of Neuroscience*, 31(8), 2906-2915. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3684-10.2011>
- Mor Regev, Christopher J. Honey, Erez Simony, & Uri Hasson. (2013). Selective and Invariant Neural Responses to Spoken and Written Narratives. *The Journal of Neuroscience*, 33(40), 15978. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1580-13.2013>
- Nastase, S. A., Goldstein, A., & Hasson, U. (2020). Keep it real : Rethinking the primacy of experimental control in cognitive neuroscience. *NeuroImage*, 222, 117254. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.117254>
- Peretz, I., Vuvan, D., Lagrois, M.-É., & Armony, J. L. (2015). Neural overlap in processing music and speech. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1664), 20140090. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0090>
- Tadel, F., Baillet, S., Mosher, J. C., Pantazis, D., & Leahy, R. M. (2011). Brainstorm : A User-Friendly Application for MEG/EEG Analysis. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2011, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2011/879716>
- Zatorre, R. (2023). *From Perception to Pleasure : The Neuroscience of Music and Why We Love It*. Oxford University Press.
- Zatorre, R. J. (2022). Hemispheric asymmetries for music and speech : Spectrotemporal modulations and top-down influences. *Frontiers in Neuroscience*, 16. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2022.1075511>
- Zatorre, R. J., Belin, P., & Penhune, V. B. (2002). Structure and function of auditory cortex : Music and speech. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(1), 37-46. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01816-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01816-7)

Pour citer l'article

Cloutier-Debaque, É., Ginzburg, J., Martineau, L., Lessard-Bonaventure, P., Zatorre, R. & Albouy, P. (2024). Oscillations gamma dans le cortex auditif comme marqueurs de l'intégration des modulations spectro-temporelles de stimuli naturels. *Psycause: Revue scientifique étudiante de l'École de psychologie de l'Université Laval*, 14(1), 35-40.

Droits d'auteur

© 2024 Cloutier-Debaque, Ginzburg, Martineau, Lessard-Bonaventure, Zatorre & Albouy. Cet article est distribué en libre accès selon les termes d'une licence Creative Commons Attribution 4.0 International (de type CC-BY 4.0) qui permet l'utilisation du contenu des articles publiés de façon libre, tant que chaque auteur ou autrice du document original à la publication de l'article soit cité(e) et référencé(e) de façon appropriée.

REMERCIEMENTS

Le comité éditorial de la revue *Psycause* tient à remercier les nombreuses personnes qui ont contribué de près ou de loin au développement de la revue au sein des dernières années :

- Les professeur(e)s et chercheur(e)s nous ayant rencontré pour discuter de nos idées, et pour nous émettre leurs commentaires et critiques : Isabelle Blanchette (Ph. D.) et Alexandre Marois (Ph. D.)
- L'équipe de la diffusion de la recherche, des communications savantes et du Bureau du droit d'auteur de la Bibliothèque de l'Université Laval. Plus particulièrement, nous voulons remercier Mme Maude Laplante-Dubé et M. Pierre Lasou, bibliothécaires aux communications savantes, qui ont permis au site du *Psycause* de gagner en visibilité.
- La direction de l'École de psychologie ainsi que le Fond d'Investissement étudiant (FIÉ), qui nous appuient dans la mise en place de la revue au sein de l'École de psychologie et nous offrent la chance de collaborer avec le corps professoral.

Le comité éditorial tient également à remercier les personnes ayant soumis des manuscrits ainsi que tous les membres étudiants et du corps professoral qui se sont impliqués bénévolement, que ce soit pour le processus de révision par les pairs ou pour la révision linguistique.



psycause

ÉDITION RECHERCHE DIRIGÉE 2024

SURVEILLEZ LA PROCHAINE PARUTION DU PSYCAUSE PRÉVUE À LA FIN DE L'AUTOMNE 2024.

Cette édition Recherche Dirigée met de l'avant les projets de recherche des étudiant(e)s des concentrations « Recherche » et « Recherche et intervention » du baccalauréat en psychologie. La formule vous permettra d'apprécier ces projets sous la forme d'un résumé long ; une édition idéale pour survoler la variété de champs d'études offerts au sein de l'École de psychologie.