

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

MESURES PUPILLAIRES ET COMPORTEMENTALES DU NIVEAU D'ALERTE CHEZ
LES ADULTES PRÉSENTANT UN DÉFICIT DE L'ATTENTION AVEC OU SANS
HYPERACTIVITÉ

THÈSE DE SPÉCIALISATION PRÉSENTÉE COMME EXIGENCE PARTIELLE DU
BACCALAURÉAT EN PSYCHOLOGIE

PAR

CHLOÉ DEVIN

(DEVC74510104)

SOUS LA SUPERVISION DE

ZINEB SELHAM, B. Sc.

FRANÇOIS RICHER, Ph. D.

25 AVRIL 2025

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	iv
LISTE DES ABRÉVIATIONS	v
RÉSUMÉ.....	vi
1. INTRODUCTION	1
1.1 Problématique.....	1
1.2 Cadre théorique.....	2
1.2.1 Niveau d’alerte : définition et mécanismes neuronaux.....	2
1.2.2 Le trouble du déficit de l’attention (TDAH) : définition et composantes cliniques	4
1.3 Objectifs et hypothèses	5
2. MÉTHODE	5
2.1 Description de l’échantillon.....	5
2.2 Procédure.....	6
2.3 Mesures	7
2.3.1 Tâche expérimentale et mesures pupillaires	9
2.4 Analyses statistiques.....	10
3. RÉSULTATS	11
3.1 Statistiques descriptives	11
3.2 Comparaisons intergroupes sur les sous-échelles de l’indice BRI du BRIEF-A... 11	11
3.3 Comparaison intergroupe des mesures émotionnelles et du niveau d’alerte	11
3.3.1 Diamètre pupillaire de base	11
3.3.2 Variations pupillaires post-stimulus auditif.....	12
3.3.3 BDI.....	12
3.3.4. BAI	12
3.3.5. Temps de réaction à la condition inhibition du sous-test interférence couleur-mot	12
3.4 Corrélations entre les mesures émotionnelles et le niveau d’alerte.....	12

3.5 Analyse multivariée de l'effet du groupe sur les mesures du niveau d'alerte.....	14
4. DISCUSSION.....	14
4.1 Comparaison des groupes sur les sous-échelles de l'indice BRI du BRIEF-A.....	14
4.2 Comparaisons intergroupes des mesures émotionnelles et du niveau d'alerte	14
4.3 Corrélations entre mesures émotionnelles et le niveau d'alerte	15
4.4 Analyse multivariée de l'effet du groupe sur les mesures du niveau d'alerte.....	15
4.5 Forces et limites	15
5. CONCLUSION.....	16
BIBLIOGRAPHIE	17
LISTE DES TABLEAUX	20
ANNEXE A	21
ANNEXE A (suite).....	22
ANNEXE B	23

REMERCIEMENTS

Je remercie mon superviseur, François Richer, de m'avoir offert l'opportunité de réaliser ce projet de recherche, qui a constitué une expérience formatrice pour mon cheminement académique. J'adresse également mes remerciements à Zineb Selham, dont la recherche doctorale a servi de fondement au développement de mon projet.

J'exprime ma profonde reconnaissance à Camille Livernoche Leduc, Florence Pichette et Dave Saint-Amour pour leur disponibilité et la qualité de leurs conseils. Ils ont constitué des repères solides sur lesquels j'ai pu m'appuyer dans le cadre de cette activité de recherche.

Je témoigne toute mon appréciation à Noémie Gourde-Cabot et Chams Desharnais, des collègues de classe devenues amies au fil de la dernière année. Leur présence et notre compréhension mutuelle face aux enjeux du baccalauréat en psychologie ont constitué un accompagnement important à chaque étape de cette thèse de spécialisation.

J'exprime ma profonde gratitude envers ma famille, notamment mes frères Rémy et Hugo, et plus particulièrement envers le soutien prépondérant que mes parents m'ont porté. Dans les moments d'obstacles ponctuels, ils ont ravivé ma croyance en mes aptitudes. Ils ont su mettre en lumière la valeur de ma persévérance et de ma détermination, tout en laissant transparaître la fierté qu'ils éprouvaient à mon égard.

Mes pensées se tournent vers ma sœur Manon. Dans les instants d'adversité, elle a su, m'aider à me recentrer sur l'essentiel, ce qui m'a apporté un profond réconfort tout au long de ce cheminement. Dans cette même optique, j'exprime ma reconnaissance à ma belle-sœur Marylou, dont l'admiration sincère m'a insufflé confiance et résilience.

L'achèvement de cette activité de recherche n'aurait pas eu la même signification sans le soutien constant de ma meilleure amie Emilie. Son appui et l'intérêt sincère qu'elle a porté à l'avancement de mon projet ont été déterminants.

Les encouragements quotidiens de mes amies, Alyssia Lepage, Sandra Beauvais et Alexya Liamkiamkong, ont été une véritable source de positivité. Leurs paroles bienveillantes, aussi simples que sincères, ont renforcé mon assurance et m'ont stimulé au fil de cette démarche.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

BAI: *Beck Anxiety Inventory* (Inventaire de l'anxiété de Beck)

BDI: *Beck Depression Inventory-II* (Inventaire de dépression de Beck-II)

BRI : *Behavioral Regulation Index* (indice de régulation comportementale)

CWIT: *Color-Word Interference Test* (sous-test d'interférence couleur-mot)

D-KEFS: *Delis-Kaplan Executive Function System* (système d'évaluation des fonctions exécutives de Delis et Kaplan)

DSM-5: *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th Edition* (Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, 5^e édition)

GEC: *Global Executive Composite* (indice composite global du fonctionnement exécutif)

MI: *Metacognition Index* (indice de métacognition)

SNS: système nerveux sympathique

SRAA: système réticulaire activateur ascendant

LC-NE: *locus coeruleus-norepinephrine* (noradrénaline)

TDAH: trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité

RÉSUMÉ

Avec l'âge, l'impulsivité et l'hyperactivité d'un individu ayant un TDAH tend à perdre en visibilité au profit de manifestations internalisées et d'une inattention persistante. Face à ce constat, le diagnostic de ce trouble neurodéveloppemental à l'âge adulte devient plus complexe et difficile à détecter. Cette étude visait à comparer le niveau d'alerte entre des adultes présentant un TDAH et un groupe témoin, à l'aide de mesures pupillaires et comportementales. L'échantillon était composé de 32 participants assignés entre un groupe TDAH (N=15) et un groupe témoin (n=17). Leur engagement consistait à effectuer une tâche d'alerte auditive tout en étant soumis à un suivi pupillométrique. Une batterie de questionnaires composé du BRIEF-A, du BDI et du BAI, ainsi que le CWIT provenant du D-KEFS leur ont été administrés dans une visée de triangulation des données. Des analyses comparatives, multivariées et corrélationnelles ont été menées afin d'examiner les rapports entre les variables émotionnelles, considérées comme de covariables potentielles et les mesures du niveau d'alerte, tant sur le plan comportemental que physiologique. Les résultats n'ont pas permis de différencier le niveau d'alerte phasique entre les adultes présentant un TDAH et ceux du groupe témoin. Or, des différences intergroupes ont été observés en ce qui concerne le temps de réaction de même que certaines composantes de la régulation comportementale. Ces observations soulèvent l'importance des fonctions exécutives dans le TDAH, lesquelles sont étroitement liées au niveau d'alerte phasique, comme le soutient la littérature.

Mots-clés : pupillométrie, alerte, fonctions exécutives, TDAH, adulte

1. INTRODUCTION

1.1 Problématique

Selon Song *et al.* (2021), la prévalence du trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) chez les adultes à l'échelle mondiale était estimée à 2,5 % pour les formes persistantes (diagnostiqués dès l'enfance). En ce qui a trait aux formes symptomatiques, c'est-à-dire à l'apparition des symptômes à tout âge, la prévalence avait été rapportée à 6,76 %. Malgré ces chiffres, le TDAH demeure un trouble dont les contours diagnostiques restent ambigus, car aucun symptôme pathognomonique n'a été identifié à ce jour pour l'évaluer objectivement (Gregorič Kumperščak, 2021). Les manifestations comportementales restent donc les principaux indicateurs cliniques. À cet égard, l'inattention, l'impulsivité et l'hyperactivité reflètent les symptômes cardinaux du TDAH (American Psychiatric Association, 2015). Néanmoins, avec l'âge, l'impulsivité et l'hyperactivité tendent à s'internaliser, tandis que l'inattention persiste, ce qui complique davantage l'établissement du diagnostic de TDAH chez l'adulte (Matson, 2023). Outre la complexité entourant le processus diagnostique, qui inclut un risque de sous- ou de surdiagnostic, les manifestations centrales du TDAH peuvent provoquer un impact transversal dans les domaines professionnel, personnel et relationnel de l'individu, jusqu'à mener à une détresse significative (Gregorič Kumperščak, 2021). Cet enjeu souligne l'importance de privilégier l'utilisation d'une mesure sensible aux variations attentionnelles pour détecter le TDAH de manière efficiente. L'atteinte d'un tel objectif repose notamment sur une compréhension approfondie des mécanismes distincts chez les adultes présentant ce trouble comparativement aux neurotypiques. Selon Papesh et Goldinger (2024), le système d'éveil, sous la régulation du locus coeruleus, constitue l'un de ces mécanismes clés. Des altérations de ce dernier compromettent le niveau d'alerte inhérent à cette structure et influencent, indirectement, les processus attentionnels. Parallèlement, le système visuel est également modulé. Le locus coeruleus intervient simultanément dans l'ajustement du niveau d'alerte, mais aussi dans la modulation physiologique de la pupille. Bien que la pertinence de ces altérations soit progressivement reconnue dans ce trouble neurodéveloppemental, l'évaluation du niveau d'alerte par des mesures physiologiques objectives, telles que la pupillométrie, demeure peu utilisée. L'analyse du diamètre pupillaire représente un complément éminent aux outils diagnostiques actuels, surtout chez la population adulte pour qui les symptômes ont tendance à s'internaliser.

1.2 Cadre théorique

1.2.1 Niveau d'alerte : définition et mécanismes neuronaux

Le niveau d'alerte est un continuum représentant le degré d'excitation du système nerveux central, passant de la somnolence à un niveau de stress intense (Aston-Jones et Cohen, 2005). On reconnaît deux niveaux d'alerte: tonique et phasique. Le niveau d'alerte tonique correspond au niveau de base de la vigilance qui maintient la réceptivité aux stimuli de notre environnement et qui varie, au cours de la journée, selon notre rythme circadien. Le niveau d'alerte phasique évoque la mobilisation ponctuelle de l'attention en réponse à un stimulus (Aminihajibashi *et al.*, 2020), ce qui fera l'objet principal de cette recherche. Pour expliquer ce type de réactivité, il est pertinent de s'attarder au système cérébral en cause. En effet, le système réticulaire activateur ascendant (SRAA) intègre des informations des organes, comme les hormones, les émotions, les processus physiologiques inconscients du système nerveux autonome (SNA), mais aussi des informations du système sensoriel (Posner, 2008). La position sur ce spectre dépend ainsi des facteurs internes mais aussi externes. Cette variation du niveau d'alerte repose sur un neurotransmetteur appelé la noradrénaline. Investi dans le système nerveux sympathique (SNS), ce dernier permet au corps de se préparer à agir face à des stimuli (Aston-Jones et Cohen, 2005). Principalement produit dans une zone sous-corticale appelée *locus coeruleus*, la quantité de noradrénaline est libérée par cette structure cérébrale selon l'information véhiculée par le SRAA (Wijdicks, 2019). Le locus coeruleus, via ses projections noradrénergiques vers le cortex cérébral, contribue à l'augmentation de la réactivité du cerveau, favorisant ainsi l'éveil (Aston-Jones et Cohen, 2005). Selon Mehta *et al.* (2019), le fonctionnement neurobiologique des personnes atteintes du TDAH diffère de celui des individus neurotypiques. Leur hypothèse propose qu'un dysfonctionnement du SNA et une régulation de l'excitation plus faible seraient en cause. Plus particulièrement, le système de projection du locus coeruleus-noradrénaline (LC-NE) serait altéré, ce qui entraînerait une incapacité à maintenir un niveau d'activation optimal (Posner, 2008).

1.2.1.1 Relation entre le niveau d'alerte et les fonctions exécutives

Selon Sparrow et Hunter (2012), les fonctions exécutives permettent la réalisation d'actions orientées vers un but grâce à l'organisation et la régulation des autres fonctions cognitives. Or, ces capacités ne peuvent fonctionner convenablement sans un certain degré d'éveil (Sörensen *et al.*, 2022). Selon Van Vleet *et al.* (2016), le niveau d'alerte est considéré comme une condition notable au fonctionnement optimal des processus cognitifs. Il contribue notamment à la flexibilité cognitive, soit la capacité de s'adapter aux exigences de l'environnement, une habileté reconnue

comme l'une des fonctions exécutives. Il est essentiel que le niveau d'alerte se maintienne dans une plage d'activation adaptée au contexte, faute de quoi une sous-activation ou une hyperactivation de celui-ci peut nuire à l'efficacité des fonctions exécutives (Posner, 2008). Actuellement, l'évaluation du niveau d'alerte s'appuie majoritairement sur des indicateurs comportementaux, comme la latence de réponse à une tâche. Bien que ces indicateurs liés aux comportements semblent révélateurs, leurs natures demeurent toutefois indirectes.

1.2.1.2 Pupillométrie appliquée à l'évaluation du niveau d'alerte

Comme l'indique Smerdon (2000), l'iris, la composante colorée de l'œil, contient la pupille, cet orifice noir qui régule la quantité de lumière qui pénètre la rétine. Les réflexes pupillaires sont exécutés par deux muscles antagonistes de l'iris, régulés par le SNA: le sphincter et le dilateur pupillaire. À la suite de la libération de l'acétylcholine, un neurotransmetteur du système nerveux parasympathique, le sphincter, situé autour de la pupille, déclenche le rétrécissement de celle-ci (Mathôt, 2018). Tirant l'iris vers l'intérieur, ce muscle réduit la taille de la pupille (Papesh et Goldinger, 2024). Son opposant, le dilateur, orienté radialement en périphérie de l'iris, provoque l'expansion de la pupille par la libération de noradrénaline, un neurotransmetteur du système sympathique (Mathôt, 2018). L'iris se voit tirer vers l'extérieur et la pupille s'agrandit (Papesh et Goldinger, 2024). Les mesures de la pupille se divisent en deux catégories: les mesures toniques, qui capturent les fluctuations pupillaires lentes, ainsi que les mesures phasiques, qui reflètent les réponses pupillaires évoquées durant une tâche (Papesh et Goldinger, 2024; Kristjansson *et al.*, 2009). Mathôt (2018) soutient que l'expression de la régulation du SNA sur la pupille ne se limite pas qu'aux réflexes photomoteurs. Indépendamment des conditions d'éclairage, d'autres facteurs d'influence, comme les états mentaux, mais aussi cognitifs, peuvent moduler la pupille, notamment le niveau d'alerte. Le locus coeruleus est impliqué à la fois dans l'état d'alerte général et dans la réponse physiologique associée à une tâche (Bitsios *et al.*, 2006). Quand le niveau d'alerte s'intensifie, une synergie s'exerce avec le système visuel: les pupilles se dilatent en réponse à cette activation. Ainsi, le diamètre pupillaire peut être utilisé comme un indicateur fiable d'éveil d'une personne, en raison du lien direct entre l'activité du locus coeruleus et son influence sur l'état d'alerte (Papesh et Goldinger, 2024). L'identification de biomarqueurs, tels que les anomalies cérébrales ou physiologiques, constitue un objectif central de la recherche sur le TDAH afin de mieux comprendre sa physiopathologie et d'en améliorer l'évaluation diagnostique. Dans cette optique, la pupillométrie, méthode non invasive, représente une option prometteuse, en raison du lien établi entre le diamètre pupillaire et le niveau d'alerte.

1.2.2 Le trouble du déficit de l'attention (TDAH) : définition et composantes cliniques

Selon l'*American Psychiatric Association* (2015), le trouble du déficit de l'attention est un trouble neurodéveloppemental caractérisé par un état d'inattention, et si applicable d'impulsivité et/ou d'hyperactivité qui perturbe l'évolution et le fonctionnement de la personne concernée. Les critères diagnostiques du TDAH s'articulent autour de trois profils distincts. Le portrait de l'inattention prédominante se manifeste principalement par des difficultés de concentration, tandis que la présentation hyperactive/impulsive dominante se caractérise par une agitation excessive et des difficultés à contrôler ses impulsions. Le profil combiné reflète l'intégralité des symptômes détaillés précédemment.

Sur le plan interpersonnel, Wiener (2023) souligne que les troubles de l'attention chez une personne atteinte du TDAH peuvent contraindre l'interaction avec ses pairs par de multiples interruptions et des comportements lunatiques. L'impulsivité émotionnelle peut se traduire par des réactions excessives ou une gestion sous-optimale de la frustration. Par conséquent, l'entourage peut mécomprendre ces comportements, ce qui peut entraîner des conflits découlant d'une incompréhension mutuelle. La désorganisation liée au TDAH chez l'adulte peut s'illustrer par des oublis constants, un désordre ambiant ou encore une gestion financière défailante (Schiros *et al.*, 2023 et Bangma *et al.*, 2020).

Dans le cadre professionnel, Schiros *et al.* (2023) rapporte que l'inattention complique la concentration sur les tâches répétitives, ce qui peut nuire à la productivité. L'habileté à organiser efficacement leur travail, incluant la gestion du temps, est également affectée chez les personnes présentant un TDAH. Une altération de cette capacité engendre un cercle vicieux : la personne a du mal à respecter les échéanciers, ce qui la pousse vers la procrastination. Cette remise au lendemain entraîne un stress croissant, qui, en retour, dégrade la qualité du travail fourni, et ce, indépendamment des compétences réelles de l'individu. Ces manifestations concrètes donnent une impression d'irresponsabilité aux yeux des autres, un sentiment que les personnes concernées peuvent elles-mêmes intérioriser. Les individus touchés par le TDAH mettent en place des mécanismes de compensation qui les amènent à se questionner sur la suffisance de leurs actions et leur estime d'eux-mêmes. Les difficultés fonctionnelles dans le quotidien de l'individu ayant un TDAH agissent alors comme un indicateur clinique important, guidant les cliniciens dans leur démarche clinique.

1.2.2.1 Relation entre TDAH, fonctions exécutives et niveau d'alerte

Des difficultés des fonctions exécutives sont régulièrement documentées dans le TDAH (Swanson, 2003). L'optimisation des fonctions exécutives est liée à plusieurs facteurs dont le niveau d'alerte de base que l'on nomme l'alerte tonique et la mobilisation de l'attention que l'on nomme l'alerte tonique en plus des facteurs de perturbation que sont les capacités d'inhibition comportementales et les fluctuations émotionnelles (Beatty, 1982).

1.3 Objectifs et hypothèses

L'objectif principal de la présente étude est de comparer le niveau d'alerte phasique chez des adultes présentant un TDAH par rapport à un groupe témoin, en s'appuyant sur des mesures pupillaires. Des mesures comportementales ont également été mobilisées afin de soutenir l'interprétation des résultats. Le premier objectif consiste à comparer les groupes sur des mesures pupillaires, à savoir le diamètre pupillaire de base et la dilatation pupillaire en réponse à un stimulus auditif. Conformément à la littérature, il est attendu que le groupe TDAH présente un diamètre pupillaire de base ainsi qu'une dilatation pupillaire post-stimulus auditif moindre que le groupe témoin, indiquant un niveau d'alerte réduit. Le deuxième objectif consiste à comparer les scores des participants des deux groupes sur le niveau d'alerte, sur les mesures émotionnelles auto-rapportées ainsi que sur le temps de réaction à une tâche cognitive. L'hypothèse proposée est que le groupe TDAH présentera des performances inférieures à celles du groupe témoin dans ces dimensions. Le dernier objectif vise à analyser l'association entre les états émotionnels, considérés comme de potentielles covariables, et les mesures du niveau d'alerte, tant comportementales que physiologiques. L'hypothèse émise est que les symptômes émotionnels auront un lien significatif avec les mesures du niveau d'alerte, ce qui justifierait leur rôle en tant que variable de contrôle.

2. MÉTHODE

2.1 Description de l'échantillon

Initialement, l'échantillon comptait 42 participants, dont 11 hommes et 31 femmes âgées de 18 à 50 ans. À la suite de l'inspection et du nettoyage des données (données manquantes et valeurs extrêmes), l'échantillon final retenu pour les analyses comprenait 32 participants, soit 8 hommes et 24 femmes âgés de 18 à 46 ans ($M=25,03$, $ET=6,88$). Parmi ceux-ci, 17 étaient issus du groupe témoin (4 hommes et 13 femmes) et 15 du groupe présentant un diagnostic de TDAH (4 hommes et 11 femmes). Les caractéristiques descriptives de cet échantillon sont présentées au tableau 1.

2.2 Procédure

L'utilisation des données dans le présent travail s'inscrit dans le cadre d'un projet doctoral mené par Zineb Selham, étudiante aux cycles supérieurs. Cette recherche est approuvée par le comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'Université du Québec à Montréal (voir Annexe A). Le recrutement a été réalisé par les services étudiants, les réseaux sociaux et les médias institutionnels de l'université sur la base d'une méthode d'échantillonnage volontaire. Les intéressés devaient manifester leur intérêt en écrivant à l'adresse courriel affiliée aux coordonnées transmises (voir Annexe B). Par la suite, ceux-ci devaient prendre part à une entrevue téléphonique afin d'être informés du contexte de l'étude et vérifier leur éligibilité au projet de recherche. Tous les participants devaient être âgés d'au moins 18 ans pour être admissibles à l'étude. L'ensemble des contributeurs ne devaient pas avoir connu d'opération chirurgicale aux yeux ou de malformation pupillaire. Ils devaient être exemptés d'antécédents de maladies ophtalmiques et de troubles psychiatriques ou neurologiques. L'usage d'une médication d'inhibiteurs de la cholinestérase ou destiné à des fins de régulation d'humeur excluait le participant. Ces critères d'exclusions visaient à garantir que les variations pupillaires observées soient attribuables au niveau d'alerte, et non à d'autres facteurs confondants. Les participants du groupe contrôle devaient être exempts des critères diagnostiques du TDAH établis par le DSM-5. À l'inverse, ceux du groupe TDAH devaient satisfaire à un minimum de cinq critères d'inattention ou d'hyperactivité-impulsivité, comme requis pour la population adulte.

La séquence du protocole a été la même pour l'ensemble de l'échantillon. Une rencontre en matinée d'environ une heure et demie s'est déroulée dans un local du département de psychologie situé au pavillon Adrien-Pinard. En début de rencontre, les participants ont lu et signé le formulaire de consentement afin de fournir un accord libre et éclairé. Ils ont rempli un questionnaire maison concernant leurs données sociodémographiques générales. Ils ont ensuite complété des tests standardisés et des questionnaires évaluant leur fonctionnement cognitif (attention et contrôle exécutif) et émotionnel (impulsivité, anxiété et symptômes dépressifs). Pour l'enregistrement des mesures pupillaires, une tâche expérimentale a été administrée à la fin de la rencontre. Les données, sous format papier, ont été placées dans une armoire de classement verrouillable, située dans le bureau universitaire du Pavillon Adrien-Pinard, de l'université. Quant à la base de données répertoriant l'ensemble des résultats des participants, un code numérique a été attribué à chacun afin de préserver l'anonymat des informations personnelles. Pour leur temps investi et leur déplacement, chaque participant a reçu une compensation financière sous forme de carte-cadeau d'une valeur de 25 \$.

2.3 Mesures

Les outils utilisés permettent d'évaluer les dimensions comportementales et émotionnelles liées au niveau d'alerte. La complémentarité de ces dispositifs d'évaluation contribue à la triangulation des données, laquelle renforce la validité interne des résultats de cette recherche. Le *Behavior Rating Inventory of Executive Function Adult Version* (BRIEF-A) est un questionnaire auto-rapporté d'une durée approximative de 15 minutes. Il permet de fournir une mesure écologique du fonctionnement exécutif d'un individu âgé de 18 à 90 ans. Il est constitué de 75 items regroupés en neuf sous-échelles; l'inhibition, la flexibilité, le contrôle émotionnel, l'autosurveillance, l'initiative, la mémoire de travail, la planification / l'organisation, la surveillance des tâches et l'organisation du matériel. Cet inventaire est constitué de trois indices composites. Les quatre premières sous-échelles énumérées précédemment s'assemblent pour créer l'indice de régulation comportementale (*Behavioral Regulation Index*, BRI). Les cinq sous-échelles restantes s'assemblent pour produire l'indice de métacognition (*Metacognition Index*, MI). Ces deux indices composites s'unissent pour former l'indice composite global des fonctions exécutives (*Global Executive Composite*, GEC). Les réponses des participants aux items sont attribuées avec une échelle de type Likert sur 3 points : 1 (jamais), 2 (parfois) et 3 (souvent). Le BRIEF-A contient trois échelles de validité, soit l'incohérence (*inconsistency*), la rareté (*infrequency*) et la négativité (*negativity*) afin d'assurer la fiabilité des réponses aux items. Les résultats de cet inventaire utilisent des données normatives pour fournir des scores standardisés (M = 50, ET = 10). Une altération des fonctions exécutives est considérée comme significative à partir d'un seuil clinique de 65 ou plus. Swanson (2003) souligne que, selon les principales théories du TDAH, « l'inattention, l'hyperactivité et l'impulsivité peuvent être dues à des déficits sous-jacents des composantes de l'attention, y compris l'alerte, l'orientation et le contrôle exécutif ». Ainsi, cet outil a été choisi afin de vérifier si les adultes du groupe TDAH rapportent davantage de difficultés comportementales, et si ces difficultés perçues sont liées à des différences dans les mesures physiologiques et cognitives.

L'Inventaire d'Anxiété de Beck (BAI) et l'Inventaire de Dépression de Beck (BDI) sont des questionnaires autorapportés incluant 21 items chacun, où les participants doivent indiquer l'intensité de leurs symptômes à l'aide d'une échelle allant de 0 (pas du tout) à 3 (fortement) passants par 1 (légèrement) et 2 (modérément). Le score total, obtenu par la somme des points de chaque item, fournit une mesure quantitative de la sévérité des symptômes émotionnels relatifs à l'inventaire administré. Ces questionnaires ont été administrés, d'une part, en raison du fait que l'anxiété et la dépression sont des états émotionnels susceptibles d'agir comme covariables, notamment en raison de leur influence potentielle sur le diamètre pupillaire. D'autre part, le choix

de ces instruments visait à documenter les comorbidités fréquemment associées au TDAH (Matson, 2023). Ces deux inventaires adoptent un format semblable, incluant 21 items chacun, où les participants doivent indiquer l'intensité de leurs symptômes à l'aide d'une échelle allant de 0 (pas du tout) à 3 (fortement) passants par 1 (légèrement) et 2 (modérément). Le score total s'établit par l'addition des points attribués à chacun des items, jusqu'à une limite de 63. Ainsi, un score élevé reflète une présence cliniquement significative des symptômes relatifs à l'état émotionnel évalué. D'après Beck *et al.*, (1988), la consistance interne du BAI est relativement forte ($\alpha = ,92$) et a démontré une fidélité test-retest stable ($r(81) = ,75$). Il permet notamment de différencier les personnes souffrant d'anxiété de ceux qui n'en présentent pas. D'ailleurs, l'échelle d'anxiété de Hamilton est corrélée modérément avec cet inventaire ($r = ,51$) et faiblement avec celle de l'échelle de dépression de Hamilton, ce qui permet d'appuyer la capacité de l'inventaire à bien distinguer le construit de l'anxiété. Selon Wang et Gorenstein (2013), la principale distinction entre le BDI et le BAI concerne la période de référence; ce premier explore les symptômes ressentis durant les deux dernières semaines, alors que le second évalue les symptômes anxieux relatifs à la dernière semaine. De plus, concernant le BDI, son coefficient alpha de Cronbach (α) se trouve autour de 0,9, témoignant d'une cohérence interne notable. Sa fidélité test-retest se situe entre 0,73 à 0,96, indiquant que les résultats sont cohérents à travers le temps.

Comme le mentionnent Lippa et Davis (2010), le sous-test interférence couleur-mot (CWIT), issu d'une adaptation du test de Stroop et provenant du système d'évaluation des fonctions exécutives de Delis-Kaplan (D-KEFS), permet de mesurer la résistance à l'interférence par des automatismes, chez les individus âgés de 8 ans jusqu'à 89 ans. Celui-ci comprend 4 conditions:

1. *Color Naming* (dénomination de couleurs) : nommer la couleur des carrés présentés.
2. *Word Reading* (lecture de mots) : lire des noms de couleurs imprimés en noir.
3. *Inhibition*: Nommer la couleur de l'encre des noms de couleurs imprimés, même si le mot désigne une couleur différente.
4. *Inhibition / Switching* (inhibition avec alternance) : dans cette condition, la moitié des noms de couleurs imprimés sont encadrés. Lorsque c'est le cas, le participant doit lire le nom de la couleur, sans tenir compte de la couleur de l'encre. À l'inverse, lorsque le mot n'est pas encadré, il doit

nommer la couleur de l'encre, même si le mot désigne une couleur différente. Il est demandé aux participants de répondre le plus rapidement possible.

Ainsi, la performance à ce test est mesurée selon le temps de réalisation de chaque condition et le nombre d'erreurs commises. Parmi les conditions de ce sous-test, seule la condition « inhibition » a été retenue dans le cadre de cette étude. Cette décision repose sur des considérations conceptuelles, étant donné que la capacité d'inhibition, incluant la flexibilité cognitive, est une capacité des fonctions exécutives impliquées dans la réactivité attentionnelle momentanée (Petersen et Posner, 2012). De ce fait, cette condition se place dans un rôle d'indicateur pertinent pour le niveau d'alerte phasique. Au niveau de la méthodologie, ce choix permet aussi d'orienter l'analyse vers une mesure centrale en lien avec l'objectif principal, tout en réduisant les limites des comparaisons multiples.

2.3.1 Tâche expérimentale et mesures pupillaires

Les mesures pupillaires ont été obtenues à l'aide d'un système d'enregistrement (ISCAN, Model RK-7261) connecté à une caméra vidéo à diode infrarouge, placée sur le casque du participant. L'expérience s'est déroulée dans une pièce à faible luminosité et silencieuse, afin de limiter l'influence de la lumière ambiante et des stimuli auditifs externes sur les mesures pupillaires. La taille de la pupille droite a été enregistrée à 60 mesures par seconde (60 Hz), avec une précision de 0,01 millimètre, permettant l'identification de petites variations du diamètre pupillaire. L'enregistrement du signal pupillaire a été recueilli sous deux formes. La première est une mesure de base du diamètre de la pupille, d'une durée de 6 secondes, extraite uniquement au début de la tâche. Au repos, le diamètre pupillaire reflète le niveau d'alerte tonique, c'est-à-dire l'état d'activation général. La deuxième mesure reflète les variations pupillaires, enregistrées durant les 22 minutes de l'expérimentation. En réponse à un stimulus, la fluctuation du diamètre pupillaire reflète le niveau d'alerte phasique, soit la vitesse de réactivité du système LC-NE à mobiliser l'attention de façon momentanée. Ainsi, le niveau d'alerte a été évalué en s'appuyant sur le niveau de base de la pupille et sur la dilatation pupillaire post-stimulus. Les consignes du protocole expérimental demandaient aux participants de fixer une croix jaune sur un écran noir d'une dimension de 15 par 20 cm, placés à un mètre devant eux. À l'aide d'écouteurs, ils entendaient une série de sons, tous à la même fréquence (1000 Hz) et à la même intensité sonore (60 dB). Les sons « cibles » étaient d'une durée de 100 ms, tandis que les sons « non-cibles » duraient 60 ms. Lorsqu'un son cible était présenté, les participants devaient l'identifier en appuyant sur la touche espace de l'ordinateur.

2.4 Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées avec la version 29 du logiciel statistique *IBM SPSS Statistics*. Pour respecter les postulats d'utilisation de certaines analyses statistiques, la normalité des variables a été vérifiée au moyen du test Shapiro-Wilk, et l'homogénéité des variances, à l'aide du test de Levene. En cas de non-respect de ces prémisses, un test statistique non paramétrique a d'abord été réalisé. Dans le cas du test de Mann-Whitney, la signification exacte a été retenue étant donné la présence de petits effectifs. En guise de complémentarité, un test statistique paramétrique a ensuite été effectué afin de soutenir la validité des conclusions de la première analyse. Seule la variable de la dilatation pupillaire post-stimulus, issue de la tâche expérimentale, a subi une transformation logarithmique de base 10 (\log_{10}), considérant le non-respect de la normalité. Le seuil de signification statistique a été fixé à 5% pour toutes les analyses statistiques. Premièrement, des analyses descriptives ont été effectuées en vue de dresser un portrait synthétique de l'échantillon. Illustrés dans le tableau 1, le nombre de participants, l'âge moyen incluant l'écart-type et la répartition des sexes selon le groupe furent les caractéristiques démographiques considérées. La comparabilité initiale des groupes concernant la variable de l'âge a été vérifiée par l'entremise d'un test de Mann-Whitney, suivant, dans une visée confirmatoire, d'un test T pour échantillons indépendants. Quant à la répartition des sexes, chaque groupe ne comptant que quatre hommes. La comparaison entre groupes s'est donc effectuée à l'aide d'un test exact de Fisher. Une analyse de variance multivariée a été réalisée sur les quatre sous-échelles (inhibition, flexibilité, contrôle émotionnel et autosurveillance) du BRIEF-A composant l'indice de régulation comportementale (BRI). Ensuite, des comparaisons intergroupes ont été réalisées sur les mesures des variables suivantes, à savoir le diamètre pupillaire de base, la variation pupillaire post-stimulus auditif, le BDI, le BAI, de même que le temps de réaction à la condition inhibition du sous-test interférence couleur-mot. Selon les prémisses statistiques respectées, des tests T pour échantillons indépendants ont été menés ainsi que des tests de Mann-Whitney. De manière systématique, les tailles d'effet ont été calculées et rapportées avec le d de Cohen. En vue d'analyser la pertinence des covariables, des analyses de corrélation ont été réalisées dans le groupe témoin et le groupe TDAH entre les scores du BDI, du BAI, les mesures pupillaires (diamètre pupillaire de base et variations pupillaires post stimulus auditif) ainsi qu'avec le temps de réaction à la condition inhibition du sous-test interférence couleur-mot. Selon le respect des postulats, des corrélations de Pearson, de Spearman ou une combinaison des deux, ont été appliquées dans une perspective de vérification. En l'absence de corrélation significative entre les variables dépendantes (variations pupillaires post-stimulus auditif et temps de réaction à la condition inhibition du sous-test interférence couleur-mot) et l'une des covariables potentielles (BDI et BAI), une analyse de la

variance multivariée (MANOVA) a été effectuée afin de déterminer si les personnes ayant un TDAH présentent un profil attentionnel phasique distinct, tant sur le plan comportemental que pupillaire, comparativement au groupe témoin.

3. RÉSULTATS

3.1 Statistiques descriptives

Le groupe témoin est composé de 17 participants, parmi lesquels 76,5 % sont des femmes, et 23,5% des hommes. L'âge moyen de ce groupe est de 24,06 ans, avec un écart-type de 6,13. Le groupe TDAH est constitué de 15 participants, dont 73,3% sont de sexe féminin et 26,7% de sexe masculin. Ce groupe présente un âge moyen de 26,13 ans, avec un écart-type de 7,72. La variable de l'âge a été comparée entre les deux groupes. Le postulat de normalité n'étant pas respecté, un test de Mann-Whitney a été effectué, révélant une différence non-significative ($U= 143, p= ,576$). La répartition des sexes a également été examinée à l'aide d'un test exact de Fisher, confirmant l'absence d'association entre le sexe et l'appartenance à un groupe ($p = 1,000$).

3.2 Comparaisons intergroupes sur les sous-échelles de l'indice BRI du BRIEF-A

Une analyse de la variance multivariée (MANOVA) a été réalisée dans le but d'examiner l'effet de la variable groupe (témoin vs TDAH) sur les sous-échelles de l'inhibition, de la flexibilité cognitive, du contrôle émotionnel et de l'autosurveillance. Les résultats indiquent un effet significatif du groupe, où la mesure Lambda de Wilks = ,659, $F(4,27)= 3,488, p= ,020, \eta^2 = ,341$. Étant donné effet multivariée significatif, des analyses univariées ont été menées ensuite, où le groupe TDAH ont obtenu des scores T significativement plus élevés que ceux du groupe témoin sur toutes les sous-échelles retenues (voir tableau 2).

3.3 Comparaison intergroupe des mesures émotionnelles et du niveau d'alerte

3.3.1 Diamètre pupillaire de base

La normalité n'a pas été respectée dans le groupe témoin ($p= ,009$), contrairement au groupe TDAH ($p= ,559$). En tenant compte du non-respect de la normalité, un test de Mann-Whitney a été effectué et n'a pas révélé de différence significative entre les groupes ($U=132, p= ,882$). Afin de confirmer les résultats, un test T pour échantillons indépendants a été réalisé à titre exploratoire et appuie l'absence de différence significative entre les groupes ($t(30) = 0,38, p = ,705$). De plus, la taille d'effet observée était faible ($d= 0,14$).

3.3.2 Variations pupillaires post-stimulus auditif

Pour cette variable, la normalité a été respectée à la fois dans le groupe témoin ($p = ,447$) et dans le groupe TDAH ($p = ,268$). Un test T pour échantillons indépendants a été effectué, indiquant l'absence de différence significative intergroupe, $t(30) = -0,516$, $p = ,610$). De plus, la taille d'effet observée était faible ($d = -0,18$).

3.3.3 BDI

La normalité de la distributions des scores du BDI fut respectée pour les deux groupes ($p > ,05$). Un test T pour échantillons indépendants a été effectué, sans relever une différence statistiquement significative, $t(30) = -1,68$, $p = ,102$. Concernant la taille d'effet, celle-ci est qualifiée de moyenne ($d = -0,60$).

3.3.4. BAI

La normalité de la distribution des scores au BAI n'a pas été respectée, $p = ,023$ pour le groupe témoin. Inversement, les scores du groupe TDAH ont été distribués normalement, $p = ,148$. Ainsi, un test de Mann-Whitney a été réalisé et n'a pas souligné de différence significative intergroupe, $U = 151$, $p = ,390$. À titre de vérification, un test T pour échantillons indépendants a été réalisé, $t(30) = -1,17$, $p = ,250$. Les résultats obtenus sont cohérents avec ceux du test de Mann-Whitney, corroborant avec l'absence de différence statistiquement significative entre les groupes. La taille d'effet observée était de petite à moyenne ($d = -0,42$).

3.3.5. Temps de réaction à la condition inhibition du sous-test interférence couleur-mot

L'hypothèse de normalité quant à la distribution du temps de réaction a été rejetée dans les deux groupes, TDAH ($p = ,023$) et témoin ($p = ,017$). En raison du non-respect de la normalité, un test de Mann-Whitney a été effectué et a indiqué une différence significative, $U = 72,50$, $p = ,037$.

3.4 Corrélations entre les mesures émotionnelles et le niveau d'alerte

En ce qui a trait au BDI et au diamètre pupillaire de base, pour le groupe témoin, une corrélation de Spearman a été réalisé où les résultats ont révélé une corrélation positive faible à modéré, $\rho = ,289$, $p = ,260$. Dans une visée confirmatoire, une corrélation de Pearson a été effectué, $r(17) = ,296$, $p = ,249$, confirmant l'absence de lien significatif entre les deux variables. Pour le groupe TDAH, une corrélation de Pearson a été effectuée entre ces deux variables. Les résultats ont indiqué que la

corrélation était négative faible, $r(15) = -,249$, $p = ,370$, indiquant l'absence d'une relation statistiquement significative entre ces variables.

Pour le BDI et les variations pupillaires post-stimulus auditif, une corrélation de Pearson a été effectuée pour le groupe témoin où les résultats exposent une corrélation négative faible, $r(17) = -,135$, $p = ,604$, suggérant une absence de lien significatif. Pour le groupe TDAH, l'analyse statistique retenue fut la même, où les résultats indiquent une corrélation positive modérée non significative, $r(15) = ,343$, $p = ,210$.

Une corrélation de Spearman incluant le BAI et le diamètre pupillaire de base a été effectuée pour le groupe témoin, où les résultats indiquent une association positive faible, $\rho = ,142$, $p = ,587$, sans présence de lien significatif. Inversement, une corrélation de Pearson pour le groupe TDAH a été faite, révélant une association négative faible, $r(15) = -,189$, $p = ,501$. Le résultat suggère une absence d'association significative.

Pour le BAI et les variations pupillaires post-stimulus auditif, pour le groupe témoin, une corrélation de Spearman a été réalisée, indiquant une corrélation positive faible, $\rho = ,141$, $p = ,590$. Dans une visée confirmatoire, une corrélation de Pearson a été effectuée, $r(17) = ,183$, $p = ,483$, appuyant l'absence d'association significative. Pour le groupe TDAH, une corrélation de Pearson a été produite, où les résultats indiquent une corrélation positive faible non significative, $r(15) = ,294$, $p = ,287$.

Concernant le BDI et le temps de réaction à la condition inhibition du sous-test interférence couleur-mot, une corrélation de Spearman a été effectuée pour le groupe témoin, où les résultats indiquent une corrélation négative faible, $\rho = -,040$, $p = ,878$. À des fins de vérifications, une corrélation de Pearson a également été effectuée, $r(17) = -,371$, $p = ,143$, confirmant l'absence d'une relation significative sur le plan statistique. Les mêmes analyses ont été appliquées pour le groupe TDAH, où les résultats révèlent une corrélation positive faible $\rho = ,268$, $p = ,335$ à partir de la corrélation de Spearman, et la confirmation que cette relation n'est pas statistiquement significative à l'aide de la corrélation de Pearson, $r(15) = ,267$, $p = ,336$.

Pour le groupe témoin, une corrélation de Spearman a été effectuée avec le BAI et le temps de réaction à la condition inhibition du sous-test interférence couleur-mot, où il ressort de ces résultats une corrélation négative faible non significative, $\rho = -,037$, $p = ,888$. Pour le groupe TDAH, une

corrélation de Spearman a été réalisée, indiquant une corrélation positive faible $\rho = ,155$, $p = ,582$. À des fins de vérifications, une corrélation de Pearson a également été effectuée, confirmant l'absence d'une association statistiquement significative.

3.5 Analyse multivariée de l'effet du groupe sur les mesures du niveau d'alerte

Une analyse de la variance multivariée (MANOVA) a été réalisée. Le diamètre pupillaire de base, les variations pupillaires post-stimulus et le temps de réaction à la condition d'inhibition du sous-test Interférence couleur-mot ont été les variables incluses dans cette analyse. Les résultats indiquent l'absence d'un effet significatif du groupe, où la mesure Lambda de Wilks = $,852$, $F(2,29) = 2,30$, $p = ,118$, $\eta^2 = ,137$.

4. DISCUSSION

L'analyse des caractéristiques démographiques a confirmé la comparabilité des groupes témoins et TDAH, ce qui permet d'affirmer que ni le sexe ni l'âge ne constituent des variables confondantes nécessitant un contrôle dans le cadre de cette étude.

4.1 Comparaison des groupes sur les sous-échelles de l'indice BRI du BRIEF-A

Les résultats provenant de l'analyse multivariée de la variance (MANOVA) ont démontré des différences significatives entre le groupe témoin et le groupe TDAH concernant les composantes de la régulation exécutive, comme mesurées par l'indice BRI du BRIEF-A. Les résultats des participants du groupe TDAH sont cohérents avec la littérature existante, notamment avec l'étude de Barkley et Murphy (2010), soulignant des difficultés marquées au niveau de l'inhibition du comportement, et de la régulation émotionnelle à l'aide du BRIEF-A.

4.2 Comparaisons intergroupes des mesures émotionnelles et du niveau d'alerte

Inversement aux hypothèses émises, une absence de différence entre les groupes a été soulignée pour les deux variables des mesures pupillaires du niveau d'alerte, soit le diamètre de la base de la pupille et les variations pupillaires post-stimulus auditif. De plus, la taille d'effet, toutes deux faibles ($d = 0,14$ et $d = -0,18$) confirment le caractère négligeable de ces écarts. L'hypothèse de l'absence de puissance statistique en raison d'un échantillon trop petit est probable et doit être discutée.

4.3 Corrélations entre mesures émotionnelles et le niveau d'alerte

Contraire à l'hypothèse avancée et aux résultats rapportés par Aston-Jones et Cohen (2005), les analyses corrélationnelles n'ont suggéré aucune association statistiquement significative entre les mesures émotionnelles, soit l'anxiété et la dépression, et les mesures du niveau d'alerte, tant pupillaire que comportementale, et ce, pour les deux groupes. Ces résultats ne coïncident donc pas avec la prédiction de l'influence significative des états émotionnels sur le niveau d'alerte. Par ailleurs, *Steinhauer et al.*, (2004) indiquent que les mesures pupillaires sont sensibles au niveau général d'éveil, sans pour autant refléter des états émotionnels spécifique, ce qui pourrait expliquer l'absence de corrélations observées. D'une part, il est possible que la puissance statistique ait été insuffisante pour détecter des effets de faible ampleur. D'autre part, les instruments utilisés (BDI et BAI), bien que validés, pourraient ne pas capter de manière optimale l'état émotionnel actuel des participants, étant davantage orientés vers des symptômes persistants. Enfin, il est envisageable que les exigences attentionnelles de la tâche aient atténué ou inhibé l'effet des variables émotionnelles, en mobilisant des ressources cognitives susceptibles de limiter leur influence sur les réponses physiologiques ou comportementales.

4.4 Analyse multivariée de l'effet du groupe sur les mesures du niveau d'alerte

À titre exploratoire, la MANOVA incluant les mesures du niveau d'alerte, soit les variations pupillaires post-stimulus auditif et les temps de réponse au CWIT n'a pas suggéré d'effet significatif du groupe. Autrement dit, la différence entre le groupe TDAH et le groupe témoin quant à l'ensemble de ces deux mesures n'est pas suffisamment claire pour être statistiquement concluante.

4.5 Forces et limites

L'apport novateur constitue l'une des principales forces de l'étude. À ce jour, peu de recherches se concentrent sur la dimension du niveau d'alerte en contexte clinique, permettent de démarquer l'étude grâce à son originalité. Le croisement des mesures physiologiques par l'entremise de la pupillométrie et des évaluations cognitivo-comportementales standardisées, renforce la solidité méthodologique, une seconde force du travail. Ainsi, les mesures, tant objectives que subjectives, offrent une connaissance davantage approfondie sur les mécanismes de l'attention sous-jacents du TDAH. La présente étude présente également certaines limites. Tout d'abord, la taille de l'échantillon réduite fut un frein quant à la puissance statistique dans les analyses. Ainsi, la détection de certains effets statistiquement significatifs, notamment lors des corrélations, a pu être

atténuée, voire compromise en limitant leur réelle représentation. De plus, même si la majorité des postulats statistiques ont été respectés et n'invalident pas les analyses, des violations mineures ont été observées, les interprétations devaient donc être effectuées avec parcimonie. La considération de deux covariables, soit l'anxiété et la dépression, a été également des contraintes, étant donné que d'autres facteurs contextuels susceptibles d'avoir un effet sur le niveau d'alerte n'ont pas été considérés.

5. CONCLUSION

Bien que la présente recherche n'ait pas permis de démontrer de différences significatives quant au niveau d'alerte phasique chez les adultes présentant un TDAH en comparaison au groupe témoin par l'entremise des mesures pupillaires, celle-ci fournit des informations pertinentes pour approfondir la compréhension sur le sujet. En ce sens, une future voie d'investigation visant à approfondir ces observations pourrait s'effectuer par une analyse séparée des variables du temps de réaction à la condition inhibition du sous-test interférence couleur-mot et des variations pupillaires post-stimulus. Cette approche permettrait d'identifier si l'une de ces mesures soulève des différences significatives intersujets, plus particulièrement en ce qui concerne les variations pupillaires, lesquelles pourraient, si tel est le cas, contribuer à mieux comprendre les manifestations physiologiques rattachées au TDAH.

BIBLIOGRAPHIE

- Aminihajibashi, S., Hagen, T., Andreassen, O. A., Laeng, B., & Espeseth, T. (2020). The effects of cognitive abilities and task demands on tonic and phasic pupil sizes. *Biological Psychology*, 156. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2020.107945>
- Aston-Jones, G., & Cohen, J. D. (2005) An integrative theory of locus coeruleus-norepinephrine function: adaptive gain and optimal performance. *Annual Review of Neuroscience*, 28, 403–450. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.28.061604.135709>
- Bangma, D. F., Tucha, L., Fuermaier, A. B. M., Tucha, O., Koerts, J., & Sudzina, F. (2020). Financial decision-making in a community sample of adults with and without current symptoms of ADHD. *Plos One*, 15(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239343>
- Barkley, R. A., & Murphy, K. R. (2010). Impairment in occupational functioning and adult ADHD: the predictive utility of executive function (EF) ratings versus EF tests. *Archives of Clinical Neuropsychology: The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 25(3), 157–173. <https://doi.org/10.1093/arclin/acq014>
- Beatty, J. (1982). Phasic Not Tonic Pupillary Responses Vary With Auditory Vigilance Performance. *Psychophysiology*, 19(2), 167–172. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1982.tb02540.x>
- Beck, A. T., Epstein, N., Brown, G., & Steer, R. A. (1988). An inventory for measuring clinical anxiety: Psychometric properties. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 56(6), 893–897. <https://doi-org.proxy.bibliotheques.uqam.ca/10.1037/0022-006X.56.6.893>
- Bitsios, Panos, Schiza, Sophia E., Giakoumaki, Stella G., Savidou, Kyriaki, Alegakis, Athanasios K., & Sifakas, Nikolaos. (2006). Pupil Miosis Within 5 Minutes in Darkness Is a Valid and Sensitive Quantitative Measure of Alertness: Application in Daytime Sleepiness Associated with Sleep Apnea. *Sleep*, 29(11), 1482–1488. <https://doi.org/10.1093/sleep/29.11.1482>
- Chen, H., Yang, Y., Odisho, D., Wu, S., Yi, C., & Oliver, B. G. (2023). Can biomarkers be used to diagnose attention deficit hyperactivity disorder? *Frontiers in Psychiatry*, 14, 1026616. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2023.1026616>
- Crocq, M.-A., Guelfi, J. D., American Psychiatric Association, & American Psychiatric Association DSM-5 Task Force. (2015). *DSM-5 : manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (5e édition)*. Elsevier Masson. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/umontreal-ebooks/detail.action?docID=4337396>
- Éditions Hogrefe France. (s.d). *Les études de validation clinique de la BRIEF-A*. [Les études de validation clinique de la BRIEF-A | Hogrefe](https://www.hogrefe.com/fr/etudes-de-validation-clinique-de-la-brief-a)
- Gregorič Kumperščak, H. (Ed.). (2021). *ADHD - From Etiology to Comorbidity*. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.87283

- Hunter, S. J., & Sparrow, E. P. (2012). Executive function and dysfunction: identification, assessment and treatment. Cambridge University Press.
<http://www.myilibrary.com?id=402876>
- Kristjansson, S. D., Stern, J. A., Brown, T. B., & Rohrbaugh, J. W. (2009). Detecting phasic lapses in alertness using pupillometric measures. *Applied Ergonomics*, 40(6), 978–986.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2009.04.007>
- Lippa, S. M., & Davis, R. N. (2010). Inhibition/switching is not necessarily harder than inhibition: an analysis of the D-KEFS color-word interference test. *Archives of clinical neuropsychology: the official journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 25(2), 146–152. <https://doi.org/10.1093/arclin/acq001>
- Marleau, I. (2019, décembre). *L'évaluation du TDAH en psychologie et en neuropsychologie*. Ordre des psychologues du Québec. [L'évaluation du TDAH en psychologie et en neuropsychologie - Ordre des psychologues du Québec](https://www.opq.org/ressources/evaluation-du-tDAH-en-psychologie-et-en-neuropsychologie)
- Mathôt, S. (2018). Pupillometry: Psychology, Physiology, and Function. *Journal of Cognition*, 1(1), 16. <https://doi.org/10.5334/joc.18>
- Matson, J. L. (2023). *Clinical handbook of ADHD assessment and treatment across the lifespan*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-41709-2>
- Mehta, T. R., Monegro, A., Nene, Y., Fayyaz, M., & Bollu, P. C. (2019). Neurobiology of ADHD: A Review. *Current Developmental Disorders Reports*, 6(4), 235–240.
<https://doi.org/10.1007/s40474-019-00182-w>
- Papesh, M. H., & Goldinger, S. D. (2024). *Modern pupillometry: cognition, neuroscience, and practical applications*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-54896-3>
- Perrault, A-C. (2019). *Contribution des tests cognitifs à la démarche d'évaluation diagnostique du TDAH présentation mixte chez les filles et les garçons âgés de 8 à 15 ans* [Essai doctoral, Université du Québec à Montréal]. Archipel.
<http://archipel.uqam.ca/id/eprint/12633>
- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual review of neuroscience*, 35, 73–89. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>
- Posner, M. I. (2008). Measuring Alertness. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129(1), 193–199. <https://doi.org/10.1196/annals.1417.011>
- Psychological Assessment Ressources (PAR Inc.). (2013). *Behavior Rating Inventory of Executive Function Adult version: Self-Report Score Report*.
<https://www.parinc.com/docs/default-source/product-resources/brief-a-self-score2-pic.pdf>
- Schiros, A., London, A. S., & Antshel, K.M. (2023). Impairments in Adult ADHD. Dans Matson, J. L. (Éd.), *Clinical Handbook of ADHD Assessment and Treatment Across the Lifespan* (p. 18–19). https://doi-org.proxy.bibliotheques.uqam.ca/10.1007/978-3-031-41709-2_2

- Smerdon, D. (2000). Anatomy of the eye and orbit. *Current Anaesthesia & Critical Care*, 11(6), 286–292. <https://doi.org/10.1054/cacc.2000.0296>
- Song, P., Zha, M., Yang, Q., Zhang, Y., Li, X., & Rudan, I. (2021). The prevalence of adult attention-deficit hyperactivity disorder: A global systematic review and meta-analysis. *Journal of global health*, 11, 04009. <https://doi.org/10.7189/jogh.11.04009>
- Sörensen, L. K. A., Bohté, S. M., Slagter, H. A., & Scholte, H. S. (2022). Arousal state affects perceptual decision-making by modulating hierarchical sensory processing in a large-scale visual system model. *PLoS Computational Biology*, 18(4), e1009976. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1009976>
- Steinhauer, S. R., Siegle, G. J., Condray, R., & Pless, M. (2004). Sympathetic and parasympathetic innervation of pupillary dilation during sustained processing. *International Journal of Psychophysiology*, 52(1), 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2003.12.005>
- Swanson J. M. (2003). Role of executive function in ADHD. *The Journal of clinical psychiatry*, 64 Suppl 14, (p.35–39). [Role of Executive Function in ADHD](https://doi.org/10.1097/JCP.0b013e31829d1000)
- Van Vleet, T. M., DeGutis, J. M., Merzenich, M. M., Simpson, G. V., Zomet, A., & Dabit, S. (2016). Targeting alertness to improve cognition in older adults: A preliminary report of benefits in executive function and skill acquisition. *Cortex*, 82, 100–118. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.05.015>
- Wiener, J. (2023). Social Relationships of Individuals with ADHD Across the Lifespan. Dans Matson, J. L. (Éd.), *Clinical Handbook of ADHD Assessment and Treatment Across the Lifespan* (p. 517–546). https://doi.org/10.1007/978-3-031-41709-2_20
- Wijdicks, E. F. M. (2019). The Ascending Reticular Activating System. *Neurocritical Care*, 31(2), 419–422. <https://doi.org/10.1007/s12028-019-00687-7>
- Yuan-Pang Wang, & Clarice Gorenstein. (2013). Psychometric properties of the Beck Depression Inventory-II: a comprehensive review. *Brazilian Journal of Psychiatry*, 35(4), 416–431. <https://doi.org/10.1590/1516-4446-2012-1048>

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1

Caractéristiques démographiques des participants selon le groupe d'appartenance.

	Groupe témoin	Groupe TDAH	Total
Nombre de participants	17	15	32
Âge moyen (ÉT)	24.06 (6,13)	26.13 (7.72)	25.03 (6.88)
Répartition selon le sexe (%)	Hommes : 4 (23.5%) Femmes : 13 (76.5%)	Hommes : 4 (26.7%) Femmes : 11 (73.3%)	Hommes : 8 (25 %) Femmes : 24 (75 %)

Note. Aucun résultat statistiquement significatif n'a été observé ($p > .05$).

Tableau 2

Scores T et moyennes aux sous-échelles de l'indice composite BRI du BRIEF-A selon le groupe d'appartenance

Sous-échelle du BRIEF-A	F(1,30)	p	η^2 Partiel	Taille d'effet	Moyenne (TDAH)	Moyenne (témoin)
Inhibit	7.41	.011	.198	Grande	61.67	51.65
Shift	12.91	.001	.301	Grande	65.4	50.53
Emotional control	5.99	.02	.167	Grande	57.07	47.47
Self-monitor	7.93	.009	.209	Grande	57.04	48.12

ANNEXE A

Première page du document d'approbation éthique



CERPE primaire modification

Titre du protocole : **Mesure pupillaire de la vigilance dans le déficit d'attention**

Numéro(s) de projet : **2022-4166**

Formulaire : **FCER-M-Pri-21694**

Identifiant Nagano : **TDAh et pupille**

Date de dépôt initial du formulaire : **2024-10-03**

Chercheur principal (au CER Éval) : **Zineb Selham**

Date de dépôt final du formulaire : **2024-10-03**

Date d'approbation du projet par le CER : **2022-11-29**

Statut du formulaire : **Formulaire approuvé**

Évaluation

1. **Merci de résumer les modifications apportées à la demande d'approbation éthique.**

Ajout d'une collaboratrice

A- Identification et présentation du projet

1. **Nom, prénom**

Selham, Zineb

ANNEXE A (suite)

Deuxième page du document d'approbation éthique

8. Personnes collaboratrices

En plus de vous et de votre direction de recherche, y a-t-il des personnes collaboratrices de recherche impliquées dans votre projet, rémunérée ou non (p. ex. : partenaire du milieu, auxiliaire de recherche, interprète, traductrice ou traducteur, etc.) ? Si vous n'avez pas encore cette information et que des personnes collaboratrices s'ajoutent au projet en cours de route, merci de nous en informer ultérieurement par l'entremise d'un rapport de modification.

Oui

Spécifiez l'organisation d'attache, la fonction de la personne collaboratrice et son rôle dans le projet. N'oubliez pas de joindre le formulaire d'engagement à la confidentialité, le cas échéant. Assurez-vous également d'inclure ces informations dans le formulaire de consentement.

Nom de l'organisation (si applicable)	Nom de la personne collaboratrice (si applicable)	Fonction de la personne collaboratrice	Rôle dans le projet
parent	Chloé Devin		Étudiante en thèse d'honneur

Joindre le formulaire de confidentialité signé par la ou les personnes collaboratrices. Assurez-vous d'obtenir leur signature. Dans le cas contraire, votre projet vous sera retourné et son évaluation sera retardé.

[Confidentialité .pdf](#)

9. Calendrier de recherche

Quelle est la date prévue du début du recrutement des personnes participantes ou de la consultation des données ?

2024-10-30

Quelle est la date prévue à laquelle vous prévoyez terminer le projet de recherche ?

2024-12-31

Prenez note que l'approbation conditionnelle ne vous autorise pas à débiter votre projet. Vous devez attendre l'approbation finale (autorisé pour la recherche) avant d'entamer vos activités incluant le recrutement et la collecte de données.

Veillez noter que l'évaluation par le CERPE n'est pas requise pour la phase exploratoire initiale, mais si vous utilisez ces données dans le présent projet, assurez-vous d'obtenir le consentement des personnes.

[En savoir plus sur la phase exploratoire](#)

Le milieu où sera réalisé le projet impose-t-il des échéances particulières liées à l'obtention d'une approbation éthique (p. ex. Observation participante d'un événement particulier, calendrier scolaire du milieu de recherche, etc.) ?

Non

ANNEXE B

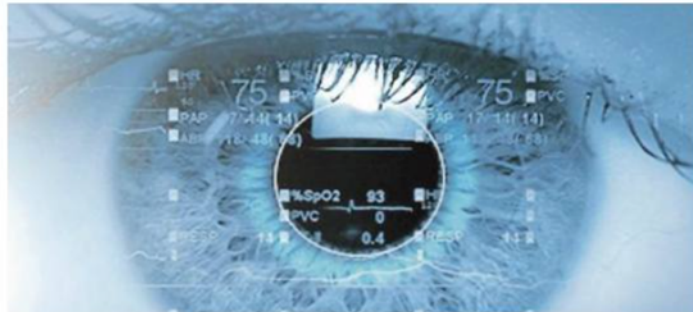
L'annonce de recrutement

UQÀM

Participants recherchés Étude sur le TDAH

Critères inclusions

- Être âgé entre 18 et 50 ans
- Être atteint ou pas de TDAH
- N'ayant jamais eu d'opération aux yeux



Lieu (en présentiel) : Département de psychologie de l'UQÀM,
Pavillon SU

Nature et Durée : Une rencontre d'environ 90 minutes
comprenant des questionnaires et une tâche expérimentale
sur ordinateur

→ Compensation financière : Carte cadeau de 25\$ chez Jean Coutu

Pour plus d'informations : Zineb Selham, Dept. de psychologie,
UQAM, pupille.tdah@outlook.com

Cette étude est effectuée dans le cadre d'une recherche doctorale