

Université de Montréal

La créativité dans le trouble de déficit de l'attention avec/sans hyperactivité : un lien à élucider
en recherche et en clinique

Par

Olivier Girard-Joyal

Département de psychologie, Faculté des arts et des sciences

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Ph.D. en Psychologie,

Option neuropsychologie clinique, profil recherche et intervention

Septembre, 2023

© Olivier Girard-Joyal, 2023

Université de Montréal

Unité académique : Département de psychologie, Faculté des arts et des sciences

Cette thèse intitulée

La créativité dans le trouble de déficit de l'attention avec/sans hyperactivité : un lien à élucider en recherche et en clinique

Présenté par

Olivier Girard-Joyal

A été évalué(e) par un jury composé des personnes suivantes

Anne Gallagher

Présidente-rapporteuse

Bruno Gauthier

Directeur de recherche

Élaine de Guise

Membre du jury

Pier-Luc de Chantal

Examineur externe

Résumé

Les personnes qui ont un trouble de déficit de l'attention avec/sans hyperactivité (TDAH) seraient particulièrement créatives. Toutefois, dans la littérature scientifique, cette croyance ne fait pas consensus. Bien que les personnes qui ont un TDAH présentent une grande créativité autorapportée, des résultats variables sont trouvés aux épreuves formelles de créativité (de potentiel créatif), même lorsque des variables confondantes, comme la nature hétéroclite de ces épreuves, sont prises en compte. En introduction de cette thèse, un tour d'horizon théorique sur la créativité et le TDAH est effectué et permet d'identifier un facteur de variabilité important qui a été négligé en recherche et qui pourrait masquer un lien entre la créativité et le TDAH : l'hétérogénéité du TDAH. En effet, le TDAH se découpe en différentes présentations caractérisées par des symptômes dominants (l'inattention, l'hyperactivité/l'impulsivité ou une combinaison des deux). Chacun des corrélats neurocognitifs qui sous-tendent ces symptômes contribuerait à la créativité de façons bien spécifiques, suggérant que celle-ci pourrait différer entre les présentations du TDAH. Or, bien souvent, dans les études portant sur le TDAH et la créativité, le TDAH est considéré comme un trouble homogène.

L'introduction de cette thèse amène également l'idée que la relation entre la créativité et le TDAH ne devrait pas être exclusivement étudiée en recherche. Alors que la science tarde à élucider l'existence d'une telle relation, la créativité dans le TDAH pourrait potentiellement être évaluée en contexte clinique, sur une base individuelle, à l'aide de tests de créativité. Avec l'arrivée de la mouvance de la neurodiversité, il est bien possible que les personnes qui ont un TDAH soient de plus en plus intéressées à être informées au sujet des forces sur lesquelles ils peuvent prendre appui pour se réaliser comme individus. Cependant, les tests de créativité sont souvent longs à administrer ainsi qu'à corriger, faisant en sorte qu'ils s'insèrent difficilement dans un protocole d'évaluation cognitive. Même en recherche, ces tests présentent plusieurs lacunes, surtout en ce qui a trait à la mesure de l'originalité des réponses. Des méthodes de cotation populaires, comme le calcul de la rareté statistique, impliquent la prise de plusieurs décisions subjectives et

nécessitent la formation de larges échantillons pour être suffisamment précises. Pour leur part, les systèmes d'accord interjuges nécessitent un grand travail de correction.

Ainsi, les principaux objectifs de cette thèse sont de mieux comprendre la relation entre la créativité et le TDAH en considérant les différentes présentations de ce trouble ainsi que d'introduire et de prévalider une mesure de l'originalité qui permettrait de contourner certaines critiques des tests de créativité en recherche. Ce test pourrait aussi rendre la mesure de la créativité plus compatible aux réalités de la clinique et faciliter l'identification de forces chez les personnes qui ont un TDAH.

Dans une première étude, nous voulions vérifier si la créativité varie entre les présentations les plus communes du TDAH : la présentation avec prédominance de symptômes d'inattention (TDAH-I) et la présentation combinée (TDAH-C). Nous voulions aussi explorer la relation entre la créativité, les symptômes du TDAH ainsi que l'inhibition. Les participants (n = 83, 20 hommes) étaient âgés de 18 à 51 ans (M = 26.66, É-T = 8.73) et avaient un diagnostic de TDAH-I (n = 21), de TDAH-C (n = 19) ou pas de diagnostic de TDAH (n = 43). La créativité a été évaluée à l'aide d'une mesure de l'autoperception des habilités créatives et d'un test de pensée divergente. Les résultats révèlent que le groupe TDAH-C a produit des réponses plus originales et abstraites au test de pensée divergente que le groupe contrôle. En comparaison aux autres groupes, le groupe TDAH-C a rapporté une plus grande créativité auto perçue dans le domaine de la performance. Ce score était associé aux symptômes d'hyperactivité. Ces résultats suggèrent que la créativité varie entre les présentations du TDAH et que certains symptômes seraient associés à une plus grande créativité dans des domaines spécifiques.

Dans une deuxième étude, qui se voulait exploratoire, nous avons développé un nouveau test de créativité : Creo. Les réponses à Creo sont évaluées en fonction de leur niveau de nouveauté personnelle. Ce faisant, la cotation ne repose pas sur la rareté statistique dans un groupe, mais plutôt sur un calcul novateur permettant d'estimer la taille des transformations effectuées dans les réponses. Quarante-sept hommes/femmes de 16-51 ans ont participé à l'étude de prévalidation. La validité de construit a été mesurée à l'aide de tâches de pensée divergente, d'autoperception des habilités créatives, de fonctions exécutives, de fluence graphique et

d'intelligence non verbale. Creo présente certaines évidences de validité de construit. Le score de nouveauté personnelle à Creo apparaît conceptuellement proche de celui de l'originalité en pensée divergente.

Au terme de ce travail, il apparaît essentiel de considérer les différentes présentations du TDAH en recherche, car celles-ci ne présentent pas les mêmes forces créatives. Ensuite, la mesure de la nouveauté personnelle pourrait être une alternative viable aux méthodes populaires de cotation de l'originalité dans la pensée divergente. En plus d'être un test intéressant en recherche, Creo pourrait être une tâche qui s'insère facilement dans un protocole d'évaluation cognitive en clinique et comporte des attributs qui pourraient le rendre particulièrement intéressant pour l'évaluation de la créativité dans le TDAH. Les implications théoriques et cliniques de l'ensemble de nos résultats sont discutées.

Mots-clés : créativité, mini-c, TDAH, pensée divergente, pensée convergente, inhibition.

Abstract

People who have attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) would be particularly creative. However, in the scientific literature, there is no consensus on this belief. Although people with ADHD shows high self-reported creativity, variable results are found on formal tests of creativity (tests of creative potential), even when confounding variables, such as the heterogeneous nature of these tests, are considered. In the introduction to this thesis, a theoretical overview of creativity and ADHD is carried out and identifies an important variability factor, which has been neglected in research and could mask a link between creativity and ADHD: the heterogeneity of ADHD itself. Indeed, ADHD is divided into different presentations characterized by dominant symptoms (inattention, hyperactivity/impulsivity, or a combination of both). Each of the neurocognitive correlates that underlie these symptoms may contribute to creativity in very specific ways, suggesting that it may differ between ADHD presentations. However, in studies of ADHD and creativity, ADHD is often considered to be a homogeneous disorder.

The introduction of this thesis also brings the idea that the relationship between creativity and ADHD should not be exclusively studied in research. While science is slow to elucidate the existence of such a relationship, creativity in ADHD could potentially be assessed in a clinical context, on an individual basis, using creativity tests. With the arrival of the neurodiversity movement, it is quite possible that people with ADHD will be more and more interested in being informed about the strengths on which they can rely to achieve their individual fulfillment. However, creativity tests are often long to administer and correct, making them difficult to fit into a cognitive assessment protocol. Even in research, these tests have several shortcomings, especially in terms of measuring the originality of responses. Popular scoring methods, such as the calculation of statistical rarity, involve making several subjective decisions and require large samples to be sufficiently accurate. For their part, inter-rater agreement systems require a great deal of correction work.

Thus, the main objectives of this thesis are to better understand the relationship between creativity and ADHD by considering the different presentations of this disorder as well as to

introduce and prevalidate a measure of originality that would alleviate certain criticisms of creativity testing in research. This test could also make the measurement of creativity more compatible with clinical work and facilitate the identification of strengths in individuals with ADHD.

In a first study, we wanted to verify whether creativity varies between the most common presentations of ADHD: the presentation with predominant symptoms of inattention (ADHD-I) and the combined presentation (ADHD-C). We also wanted to explore the relationship between creativity, ADHD symptoms and inhibition. Participants ($n = 83$, 20 men) were 18-51 years old ($M = 26.66$, $SD = 8.73$) and diagnosed with ADHD-I ($n = 21$), ADHD-C ($n = 19$) or no diagnosis of ADHD ($n = 43$). Creativity was assessed using a measure of self-perception of creative abilities and a divergent thinking test. The results reveal that the ADHD-C group produced more original and abstract responses to the divergent thinking test than the control group. Compared to the other groups, the ADHD-C group reported greater self-perceived creativity in the domain of performance. This score was associated with symptoms of hyperactivity. These results suggest that creativity varies between ADHD presentations and that certain symptoms may be associated with greater creativity in specific domains.

In a second study, which was exploratory, we developed a new creativity test: Creo. Responses to Creo are evaluated based on their level of personal novelty. In doing so, the scoring is not based on statistical rarity in a group, but rather on an innovative calculation to estimate the size of the transformations performed in the responses produced by the participants. Forty-seven men/women aged 16-51 participated in the prevalidation study. Construct validity was measured using tasks of divergent thinking, self-perception of creative abilities, executive functions, graphic fluency, and nonverbal intelligence. Creo presents some evidence of construct validity. The personal novelty score in Creo appears conceptually close to that of originality in divergent thinking.

At the end of this work, it appears essential to consider the different presentations of ADHD in research, because they do not present the same creative strengths. Second, measuring personal novelty could be a viable alternative to popular originality scoring methods in divergent thinking.

In addition to being an interesting test in research, Creo could be a task that fits easily into a clinical cognitive assessment protocol and has attributes that could make it particularly interesting for the assessment of creativity in ADHD. The theoretical and clinical implications of all our results are discussed.

Keywords: creativity, mini-c, ADHD, divergent thinking, convergent thinking, inhibition

Table des matières

Résumé.....	5
Abstract.....	9
Table des matières.....	13
Liste des tableaux.....	17
Liste des figures.....	19
Liste des sigles et abréviations.....	21
Remerciements.....	25
Avant-propos.....	27
1. Chapitre 1 – INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	31
1.1 Le TDAH, une source de créativité?.....	33
1.2 La créativité, au fil du temps.....	37
1.3 À la recherche de la créativité.....	39
1.3.1 Les niveaux de la créativité.....	41
1.4 Le processus créatif.....	42
1.4.1 Les opérations de la pensée associées à la génération des idées créatives.....	44
1.5 La psychométrie de la créativité, une science critiquée.....	44
1.5.1 La mesure de l'originalité dans la pensée divergente.....	48
1.6 Les corrélats neurocognitifs de la pensée divergente.....	52
1.7 L'étude du potentiel créatif dans le TDAH.....	57
1.7.1 L'hétérogénéité du TDAH.....	62
1.8 La créativité et le TDAH, une relation qui pourrait être mesurée en clinique.....	65
1.9 Objectifs et hypothèse.....	68

1.9.1	Premier article.....	69
1.9.2	Deuxième article	70
2.	Chapitre 2 – ARTICLE 1	71
2.1	Creativity in the Predominantly Inattentive and Combined Presentations of ADHD in Adults 71	
2.2	Abstract	72
2.3	Introduction.....	73
2.4	Methods and Materials.....	77
2.4.1	Participants.....	77
2.4.2	Procedure	78
2.4.3	Measures.....	79
2.4.3.1	Self-reported creativity	79
2.4.3.2	DT Task.....	79
2.4.3.3	Executive inhibition.....	80
2.4.3.4	ADHD symptoms	80
2.4.3.5	Nonverbal intelligence	81
2.4.4	Data Analysis	81
2.5	Results	81
2.5.1	Preliminary Analyses	81
2.5.1.1	Interrater reliability.....	82
2.5.1.2	ADHD symptoms and executive inhibition	82
2.5.2	Objective 1.....	84
2.5.3	Objective 2.....	86
2.6	Discussion.....	87

2.7	Conclusion	90
2.8	Acknowledgments	90
2.9	Declaration of Conflicting Interests	91
2.10	Funding.....	91
2.11	Biographies.....	91
2.12	References.....	92
3.	Chapitre 3 – ARTICLE 2	99
3.1	Measuring Personal Creativity	99
3.2	Introduction.....	101
3.2.1	Personal Creativity and the Assessment of Creativity	102
3.2.2	The Pitfalls of Measuring Interpersonal Creativity	105
3.2.3	The Assessment of Personal Creativity as a Solution.....	106
3.2.4	How to Measure Personal Creativity?	108
3.3	Method.....	111
3.3.1	Participants.....	111
3.3.2	Personal Creativity Task - Creo.....	111
3.3.3	Measures of Validity.....	115
3.3.3.1	Divergent Thinking.....	115
3.3.3.2	Working Memory	115
3.3.3.3	Inhibition and Flexibility.....	116
3.3.3.4	Fluency	116
3.3.3.5	Nonverbal Intelligence	116
3.3.3.6	Self-perceived Creativity	116
3.3.4	Procedure	117

3.3.5	Data analysis.....	117
3.4	Results	117
3.5	Discussion	121
3.6	Conclusion	128
3.7	Acknowledgements.....	129
3.8	Declaration of Conflicting Interests	129
3.9	Funding.....	129
3.10	References.....	130
4.	Chapitre 4 – DISCUSSION GÉNÉRALE	140
4.1	Rappel des objectifs et des résultats	140
4.1.1	Synthèse des résultats du premier article	142
4.1.2	Synthèse des résultats du deuxième article	143
4.2	Implications théoriques et cliniques	144
4.3	Limites méthodologiques et pistes futures.....	153
4.4	Conclusion	154
4.5	Références bibliographiques.....	156

Liste des tableaux

CHAPITRE 2 – Article 1: Creativity in the Predominantly Inattentive and Combined Presentations of ADHD in Adults

Table 1. –	Groups Demographic Data (Age, Sex, and Academic Level)	78
Table 2. –	Definitions of the Different Measures of the Figural TTCT	79
Table 3. –	One-way ANOVAs Comparing Groups on CAARS Scales (T Scores) and Stroop Task (Standard Scores)	82
Table 4. –	Pairwise Comparisons of Groups on CAARS Scales (T Scores) and Stroop Task (Standard Scores)	83
Table 5. –	One-Way ANOVAs Comparing Groups on K-DOCS and Figural TTCT	84
Table 6. –	Pairwise Comparisons of Groups on K-DOCS and Figural TTCT	85
Table 7. –	Bilateral Pearson’s Correlations of Stroop Task, K-DOCS, and Figural TTCT in ADHD-C group	86

CHAPITRE 3 – Article 2: Measuring Personal Creativity

Table 1. –	Summary Statistics and Pairwise Correlations of the Measures of Convergent and Divergent Validity	117
-------------------	---	-----

Liste des figures

AVANT-PROPOS

Figure 1. – Les Demoiselles d’Avignon, Pablo Picasso (1907).....	27
Figure 2. – Figurine Vili appartenant à Henri Matisse (Archives Matisse, Paris).....	28
Figure 3. – Le bonheur de vivre, Henri Matisse (1905-1906)	29

CHAPITRE 3 – Article 2: Measuring Personal Creativity

Figure 1. – The Making of an Answer in Creo	111
Figure 2. – Examples of Answers and Illustration of the Scoring System of Novelty	114

CHAPITRE 4 – Discussion

Figure 1. – <i>Théâtre D’opéra Spatial</i> par Jason M. Allen, 2022.....	152
---	-----

Liste des sigles et abréviations

Abréviations utilisées en français

Big-C : Grande créativité

Créativité-h : Créativité historique

Créativité-p : Créativité psychologique

DRD4 : Récepteur dopaminergique D4

Little-c : Petite créativité

Mini-c : Créativité intrapersonnelle

Pro-c : Créativité professionnelle

TDAH : Trouble de déficit de l'attention avec/sans hyperactivité

TDAH-C : Trouble de déficit de l'attention avec/sans hyperactivité avec présentation combinée

TDAH-I : Trouble de déficit de l'attention avec/sans hyperactivité avec prédominance de symptômes d'inattention

TDAH-H : Trouble de déficit de l'attention avec/sans hyperactivité avec prédominance de symptômes d'hyperactivité/d'impulsivité

Abréviations utilisées en anglais

5PT : Five-Point Test

7R : Variant à 7 allèles répétés

ADHD : Attention deficit hyperactivity disorder

ADHD-I : Predominantly inattentive presentation of attention deficit hyperactivity disorder

ADHD-C : Combined presentation of attention deficit hyperactivity disorder

ANOVA : Analysis of variance

APA : American Psychiatric Association

ATTA : Abbreviated Torrance Test for Adult

AUT : Alternative Uses Task

Big-C : Impactful creativity

CAARS : Conners' Adult ADHD Rating Scales

CAQ : Creative Achievement Questionnaire

CT : Convergent thinking

DKEF : Delis–Kaplan Executive Functioning System

DSM-V : Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders

DT : Divergent thinking

EF : Executive functions

KDOCS : The Kaufman Domains of Creativity Scale

Little-c : Little creativity

Mini-c : Intrapersonal creativity

TD : Tourette's disorder

TTCT : Torrance Test of Creative Thinking

WAIS-IV : The Wechsler Adult Intelligence Scale - Fourth Edition

WM : Working Memory

À mes parents, qui m'ont fait grandir dans un univers d'acrylique et de fusain.

Et à cet héritage, qui me transporte sur la lune et autres pays lointains.

Remerciements

J'aimerais d'abord remercier mon directeur de thèse, Bruno Gauthier, pour son soutien indéfectible, sa grande patience et sa confiance inépuisable au courant des six dernières années. J'aimerais souligner, plus largement, sa curiosité scientifique et son ouverture d'esprit face aux questions de recherche atypiques. Merci, Bruno, d'avoir vu mon unicité et d'avoir mis en valeur mes intérêts artistiques par le biais de divers projets de graphisme. Tu m'as appris à être un chercheur, tout en laissant libre cours à mes élans artistiques, ce qui m'a fait sentir à ma place dans ton laboratoire.

J'aimerais ensuite remercier mes pairs qui ont fait en sorte que les sept dernières années ont été les plus belles de ma vie. En 2016, j'ai eu la chance de faire la rencontre d'une mosaïque d'individus intéressants, inspirants, et beaux. On appelle ça une « cohorte », mais je pense que le terme « famille » serait plus juste. J'inclus à ce groupe tous ceux qui s'y sont greffés au fil du temps, pour finalement former le GIN : un regroupement de neuropsys qui prennent le temps de s'écouter pour vrai, qui réfléchissent ambitieusement à l'avenir de notre profession et qui partagent l'amour du houblon. Ce sont aussi des personnes avec qui j'ai pu mettre de côté la recherche pour apprécier la brume sur un lac tôt le matin, pour frôler la mort en rafting, pour crever un pneu et pour ensuite changer ledit pneu. Je pense surtout à Antoine, Chanel et Marie-Maxime, mes plus belles histoires d'amitié.

Je ne peux pas passer sous silence toute l'aide que j'ai reçue d'une personne bien spéciale que je ne peux nommer afin de préserver le « secret » le moins bien gardé de l'histoire des secrets. Merci à toi pour toutes les fois où je t'ai dérangé pour te poser une question de statistique ou pour aller te parler, parce que j'étais tanné de rédiger. Merci de m'avoir dit que ça allait être correct. Et merci pour les petits bols de fruit déposés à mon bureau. J'ai trouvé une partenaire avec qui je veux accomplir de grandes choses, peut-être même plus grandes qu'une thèse! J'ai hâte qu'on passe ensemble à la prochaine étape de notre vie.

Merci à mes oncles Mario et Michel de m'avoir fait découvrir *Les Demoiselles d'Avignon* au MoMA en 2007, ainsi qu'à ma sœur jumelle pour son appui avec le recrutement durant le creux de la pandémie.

La réalisation de ce projet n'aurait certainement pas été possible sans l'aide des membres du laboratoire LÉNEA (tout particulièrement de Marie-Ève Desjardins, Marie-Pierre Côté et Andréanne Fortin) ainsi que le soutien financier du département de psychologie et des organismes subventionnaires suivants : CRHS, CRSNG, FRQS et FRQNT.

Enfin, un chaleureux merci aux professeurs qui ont accepté de participer au comité de révision : Éline de Guise, Pier-Luc de Chantal et Anne Gallagher.

Avant-propos

Les Femmes d'Alger (O. J. R. Version O), un tableau peint par Pablo Picasso en 1907 (voir Figure 1), illustre cinq femmes, posant côte à côte. Décrit ainsi, il n'évoque rien d'extraordinaire. Pourtant, il représente une rupture drastique dans l'art européen. Les visages des modèles, leurs silhouettes et les draperies sont angulaires, de sorte que différents points de vue sont réunis sur un même plan, ce qui était tout à fait révolutionnaire pour l'époque. Cette toile vaut à Picasso le titre de père du cubisme (Rubin et al., 1994). Parce que cette œuvre est si innovante et de si grande valeur, elle représente la quintessence même de la créativité (Brandt & Eagleman, 2017).



Figure 1. – Les Femmes d'Alger, Pablo Picasso (1907)

Aujourd'hui, certains auteurs ne sont plus d'avis que Picasso devrait récolter un tel mérite. L'histoire voudrait que, peu de temps avant que Picasso ait peint *Les Femmes d'Alger*, il ait été introduit à l'art africain par son ami, Henri Matisse. Ce dernier lui aurait

montré une figurine Vili (Rubin et al., 1994) qui, comme les personnages de *Les Femmes d'Alger*, avait des traits angulaires et abstraits (voir Figure 2). Fasciné par cet objet, Picasso aurait ensuite collectionné les masques et les statues africains, bref, un inventaire d'objets partageant plusieurs similarités avec la nouvelle identité visuelle de son art. Pour cette raison, il est estimé que l'art africain a exercé une grande influence sur le travail de Picasso. Il est aussi intéressant de mentionner que, lors de sa parution initiale, *Les Femmes d'Alger* aurait été vivement critiquée. Elle aurait notamment été qualifiée d'affreuse par Henri Matisse, qui estimait que cette toile visait à moquer la sienne, *Le bonheur de vivre* (1905-1906; voir Figure 3).



Figure 2. – Figurine Vili appartenant à Henri Matisse (Archives Matisse, Paris)



Figure 3. – Le bonheur de vivre, Henri Matisse (1905-1906)

Ainsi, pour les artistes africains de qui Picasso se serait inspiré, *Les Femmes d'Alger* aurait peut-être semblé bien ordinaire. De plus, aux yeux des contemporains de Picasso, elle n'eût vraisemblablement pas eu une très grande valeur.

En considérant ces nouveaux éléments d'histoire, est-ce que cette œuvre pourrait encore être considérée créative? La réponse est probablement oui ... et non! Comme n'importe quelle manifestation de créativité, *Les Femmes d'Alger* est à la fois une œuvre créative et pas créative et ce, à différents moments de l'histoire humaine et selon la perception de diverses personnes. La perception de la créativité peut aussi changer, d'un moment à l'autre. En lisant cet avant-propos, vous avez peut-être vous-même fait l'expérience de mouvements dans votre propre perception de la créativité. Par exemple, *Les Femmes d'Alger* vous a peut-être semblée créative dans sa description initiale et possiblement moins créative lorsque des détails concernant son processus de création ont été amenés à votre attention.

Cet avant-propos visait justement à illustrer que la créativité n'est pas quelque chose de fixe ou d'absolu. La créativité est plutôt changeante, subjective, voire insaisissable. Même lorsqu'elle est trouvée, elle peut aussitôt se volatiliser. En science et tout spécialement dans le cadre des travaux de recherche qui seront présentés dans cette thèse, le caractère imprenable de la créativité invite l'humilité. Même si plusieurs se risquent à la définir ou encore, à la mesurer, la créativité reste un

objet d'étude fondamentalement mystérieux. Comme chercheurs, on ne peut qu'espérer, au mieux, s'en approcher.

1. Chapitre 1 – INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les défis auxquels font face les personnes qui ont des troubles de santé mentale ou des troubles neurodéveloppementaux sont doubles: ces personnes doivent composer avec des difficultés fonctionnelles, mais aussi faire face à des stigmas concernant leurs conditions. À l'école et au travail, ils peuvent être perçus comme étant imprévisibles ou moins compétents (Aubé et al., 2021; Knaak et al., 2017; Speerforck et al., 2019). Même à travers le réseau de la santé, les professionnels qui les prennent en charge entretiennent certains préjugés (Cox et al., 2019; Knaak et al., 2017). Par exemple, ces derniers peuvent se montrer plus pessimistes quant à leur capacité à adhérer à un plan de traitement (Knaak et al., 2017). De surcroît, la conception moderne des troubles mentaux et neurodéveloppementaux est encore fortement influencée par le modèle médical, dont la prémisse est que le corps est une machine et que la maladie est une défectuosité à laquelle il est nécessaire d'apporter un correctif (Farre & Rapley, 2017). Ainsi, dans l'ensemble, ces troubles sont perçus comme étant fondamentalement néfastes.

En opposition à cette perception péjorative des troubles mentaux et neurodéveloppementaux se trouve la « neurodiversité », un terme qui a gagné en popularité au courant des dernières années. La neurodiversité est l'idée que les troubles mentaux et neurodéveloppementaux sont différentes expressions de la grande diversité neuronale des cerveaux humains (Baron-Cohen, 2017). Les partisans de la neurodiversité revendiquent, entre autres, que les divergences neurocognitives pourraient amener des forces (Stenning & Bertilsdotter-Rosqvist, 2021). Une force fréquemment évoquée est celle de posséder une grande créativité (N. Doyle, 2020; Greenwood, 2017; Pennisi et al., 2021; White & Shah, 2020). La créativité sera définie en détail dans la prochaine section de ce travail. Pour l'instant, par souci de concision, elle sera simplement décrite comme étant la capacité à générer des idées ou des produits qui sont à la fois nouveaux et utiles (Barron, 1955; Diedrich et al., 2015; Runco & Jaeger, 2012; Stein, 1953).

L'idée d'une correspondance entre une grande créativité et un désordre mental ou cognitif n'est pas nouvelle. Dès l'Antiquité, des penseurs mettaient en relation les notions de « folie » et de « génie » (Clark & Motto, 1992). Bien qu'il s'agisse d'une association controversée, plusieurs

études corroborent effectivement qu'une grande créativité est retrouvée dans plusieurs pathologies. Par exemple, dans le trouble bipolaire, la créativité serait rehaussée lors d'épisodes maniaques (Greenwood, 2017). La schizophrénie, les traits de personnalité schizotypique et les psychoses, pour n'en nommer que quelques autres exemples, seraient aussi tous susceptibles de profiter à la créativité (Wang et al., 2018). De la même façon, les personnes ayant certains troubles neurodéveloppementaux comme le syndrome de Gilles de la Tourette (Colautti et al., 2021) ou d'autres pathologies du cerveau comme la maladie de Parkinson (Canesi et al., 2016; Inzelberg, 2013; Lhommée et al., 2014) sont également soupçonnées de posséder une grande créativité. Ce lien entre la créativité et ces pathologies découlerait de vulnérabilités communes entre la pathologie et la créativité. Ces vulnérabilités communes sont des éléments qui caractérisent des pathologies, mais qui seraient aussi des facteurs contributifs à la production d'idées créatives (Carson, 2011). Elles peuvent être regroupées en différentes catégories, comme celles du fonctionnement cognitif, de la génétique et de la personnalité (Carson, 2011; Colombo et al., 2022).

Concernant les vulnérabilités communes qui se rapportent au fonctionnement cognitif, une diminution de l'inhibition associative, soit la capacité d'ignorer des stimuli antérieurs au profit de nouvelles informations, permettrait le maintien d'une plus grande quantité d'information dans la conscience pouvant ensuite être utilisée pour créer de nouvelles idées (Carson et al., 2003). Ce phénomène a notamment été investigué dans les troubles psychotiques (Carson, 2010). Tout comme une baisse de l'inhibition associative, une baisse de l'attention pourrait donner accès à un plus grand répertoire de stimuli à partir desquels des idées créatives peuvent être produites (Zabelina, 2018).

Pour ce qui est des vulnérabilités communes sur le plan génétique et de la personnalité, le gène du récepteur dopaminergique D4 (DRD4) est celui qui présente la plus forte association avec la créativité. Ce gène possède aussi un important niveau de polymorphisme et plusieurs de ses variants sont liés à des pathologies (Ptáček et al., 2011). Le variant à 7 allèles répétés (7R) est associé au trait de tempérament de l'intérêt pour la nouveauté (*novelty-seeking*) au questionnaire tridimensionnel de la personnalité de Cloninger (Cloninger, 1987), qui est décrit comme un enclin pour les comportements exploratoires (Becker et al., 2005; Benjamin et al.,

1996; Ebstein et al., 1996; Roussos et al., 2009; Tsuchimine et al., 2009). Les individus qui ont un grand intérêt pour la nouveauté tendent à être impulsifs, explorateurs, inconstants, excitables, coléreux et extravagants (Ebstein et al., 1996). Ce trait serait notamment retrouvé chez les personnes présentant des troubles de l'abus de substance ou des troubles alimentaires (Atiye et al., 2015; Hesselbrock & Hesselbrock, 1992), mais aussi chez les individus créatifs (Goćłowska et al., 2019; Schweizer, 2006).

En résumé, la créativité serait associée à une dysrégulation de l'inhibition, de l'attention et du transport de la dopamine ainsi qu'à un grand intérêt pour la nouveauté. Bien sûr, l'ensemble de ces éléments rappellent des attributs clés du trouble de déficit de l'attention avec/sans hyperactivité (TDAH).

1.1 Le TDAH, une source de créativité?

Le TDAH est un trouble neurodéveloppemental qui affecterait environ 5-9% des enfants/adolescents et 3-5% des adultes (Polanczyk et al., 2007; Wilens et al., 2004). Dans approximativement 75% des cas, le TDAH persiste à l'adolescence et dans 50% des cas jusqu'à l'âge adulte (Davids et Gastpar, 2005). La 5e édition du Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5; American Psychiatric Association (APA), 2013) décrit le TDAH comme une tendance persistante à l'inattention et/ou à l'hyperactivité/l'impulsivité qui interfère avec le fonctionnement ou le développement. Il existe trois présentations du TDAH : avec hyperactivité/impulsivité et inattention (présentation combinée; TDAH-C), avec prédominance d'hyperactivité/d'impulsivité (TDAH-H) ou avec prédominance d'inattention (TDAH-I). Afin d'obtenir un diagnostic de TDAH, un individu doit présenter, avant l'âge de 12 ans, plusieurs symptômes d'inattention et/ou d'hyperactivité/d'impulsivité qui ont un impact négatif sur plus d'une sphère de sa vie (p. ex. social, académique, travail), et ce, durant au moins 6 mois. L'inattention peut se manifester, par exemple, par un dédain des tâches nécessitant un effort de concentration soutenu, une difficulté à cerner les détails, un manque d'écoute et une tendance à être désorganisée. L'hyperactivité/impulsivité peut se traduire, entre autres, par une agitation psychomotrice, une difficulté à tenir en place et un manque de filtre sur le plan verbal (Magnus et al., 2022).

Les manifestations comportementales du TDAH découleraient d'altérations du développement des circuits fronto-striato-pariétal et fronto-cérébelleux (Rubia, 2013). Notamment, la région dorsolatérale du cortex préfrontale, le gyrus cingulaire antérieur, les ganglions de la base, l'insula et le système limbique auraient de plus petits volumes chez les personnes qui ont un TDAH (Hoogman et al., 2017; Magnus et al., 2022). Ces altérations amèneraient principalement des déficits sur le plan du traitement temporel (la synchronisation motrice, l'estimation du temps et la prévision temporelle) ainsi que des fonctions exécutives (Rubia, 2018), qui sont un ensemble de processus cognitifs de haut niveau permettant la poursuite et l'atteinte d'un but (Cristofori et al., 2019). Ce sont surtout des déficits sur le plan des fonctions exécutives dites « froides », qui sont des processus mentaux purement cognitifs (l'inhibition, la mémoire de travail, la flexibilité, l'attention soutenue), qui seraient retrouvés dans le TDAH (Rubia, 2018). Or, un nombre grandissant de travaux révèlent aussi des déficits parmi les fonctions exécutives dites « chaudes », qui sont impliquées dans la régulation émotionnelle, la prise de décision affective et la cognition sociale (Rubia, 2018). Néanmoins, parmi toutes ces fonctions, le déficit de l'inhibition est probablement celui qui a été le plus documenté chez la population TDAH.

Russel Barkley proposait initialement que la symptomatologie du TDAH fût essentiellement expliquée par une altération des mécanismes de l'inhibition (Barkley, 1997). Sa théorie découpait l'inhibition en trois processus interreliés : l'inhibition d'une réponse prépondérante initiale, l'arrêt ou le délai d'une réponse ainsi que le contrôle de l'interférence provenant de stimuli distracteurs (Barkley, 1997). Par extension, ces difficultés d'inhibition nuiraient au bon fonctionnement des autres fonctions exécutives et engendreraient ultimement les manifestations comportementales classiques du TDAH, soit l'inattention, l'hyperactivité et l'impulsivité. Des travaux plus récents suggèrent que de telles atteintes exécutives ne seraient pas systématiquement trouvées chez les personnes qui ont un TDAH (Goldstein & Naglieri, 2014; Nigg et al., 2005). Ainsi, le TDAH pourrait ne pas être strictement un trouble des fonctions exécutives, bien que des atteintes exécutives et tout spécialement de l'inhibition cognitive sont fréquemment retrouvées chez cette population (Goldstein & Naglieri, 2014). Pour le lecteur intéressé, les modèles à multiples voies du TDAH pourraient permettre de mieux rendre compte

du caractère hétérogène des déficits cognitifs retrouvés chez les personnes qui ont ce trouble (Sonuga-Barke, 2002; Sonuga-Barke et al., 2010).

L'absence de corrélats solides entre des atteintes exécutives et le TDAH pourrait être expliquée par les tests utilisés en recherche pour évaluer les fonctions exécutives, qui sont parfois critiqués pour leur manque de spécificité dans l'identification du TDAH ainsi que leur faible validité écologique. Bien qu'une mauvaise performance à une tâche mesurant les fonctions exécutives pourrait indiquer la présence d'un TDAH, une bonne performance ne serait pas nécessairement indicative de son absence (A. E. Doyle et al., 2000). En effet, il est estimé qu'entre 35 à 87% des personnes ayant un TDAH réussissent adéquatement aux tests neuropsychologiques, ce qui inclue les mesures des fonctions exécutives (Barkley, 2019). De façon intéressante, lorsque des échelles mesurant la présence de difficultés exécutives, comme le *Deficits in Executive Functioning Interview*, sont utilisées, la vaste majorité des répondants ayant un TDAH présentent un nombre de difficultés exécutives les situant dans la zone déficitaire (Barkley & Fischer, 2011; Goldstein & Naglieri, 2014; Silverstein et al., 2020). Pour ces raisons, Barkley a proposé que les échelles de fonctions exécutives pourraient être de meilleurs outils que les épreuves de fonctions exécutives pour détecter les déficits exécutifs dans la TDAH (Barkley, 2019).

Au niveau neuronal, l'étiologie la plus probable du TDAH est celle d'une dysfonction de la régulation de la dopamine causée par certains gènes des récepteurs dopaminergiques (J. Wu et al., 2012). Parmi eux, le gène du récepteur dopaminergique D4 est de loin celui qui est le plus fortement associé au TDAH (Gizer et al., 2009). Le variant du gène DRD4 avec sept allèles répétés (7R) peut, par exemple, engendrer des récepteurs dopaminergiques post synaptiques qui ne sont pas suffisamment sensibles à la dopamine, ce qui nuit à la régulation optimale de ce neurotransmetteur (Ding et al., 2002). Le gène DRD4 s'exprime essentiellement dans les régions frontales et préfrontales du cerveau (Oak et al., 2000), qui elles, soutiennent en grande partie les fonctions exécutives, dont l'inhibition cognitive (Cristofori et al., 2019). Enfin, l'intérêt pour la nouveauté apparaît comme étant une caractéristique communément retrouvée dans le TDAH (Donfrancesco et al., 2015; Perroud et al., 2016), ce qui pourrait aussi être expliqué par l'expression de certains variants de DRD4.

En considérant les déficits cognitifs qui sont associés au TDAH, les particularités génétiques des récepteurs dopaminergiques retrouvées chez les individus qui ont un TDAH ainsi que la forte association de ce trouble avec un grand intérêt pour la nouveauté, il serait attendu que les personnes qui ont un TDAH soient particulièrement créatives. Étonnamment, les conclusions des études qui se sont penchées sur la question au courant des trois dernières décennies sont, dans l'ensemble, assez mitigées. Ceci est particulièrement vrai lorsque des épreuves formelles de créativité sont utilisées pour mesurer la créativité (Hoogman et al., 2020). Ces épreuves sont des tests psychométriques visant à évaluer le potentiel créatif, c'est-à-dire la prédisposition d'un individu à produire des idées créatives. Une récente revue de littérature systématique met en lumière que l'étude du potentiel créatif dans le TDAH rassemble une collection de résultats particulièrement hétérogènes (Hoogman et al., 2020). Bien que plusieurs des travaux présentés dans cette revue avancent qu'il pourrait y avoir une association positive entre le potentiel créatif et le TDAH, plusieurs autres concluent à une absence de relation et même à une relation négative entre le TDAH et le potentiel créatif. Les différentes études de cette revue sont détaillées dans la section *L'étude du potentiel créatif dans le TDAH* de cette introduction. En comparaison, les études portant sur l'autoévaluation de la créativité tendent à converger vers la même conclusion : lorsque questionnés sur leur propre créativité dans des questionnaires autorapportés, les individus qui ont un TDAH rapportent un plus grand nombre d'accomplissements créatifs dans la vie de tous les jours que ceux qui n'ont pas de TDAH (Hoogman et al., 2020). Ainsi, il y a un contraste entre ce que les personnes qui ont un TDAH rapportent au sujet de leur propre créativité et leurs performances à des tests mesurant leur potentiel créatif.

L'introduction de cette thèse vise à identifier des facteurs qui pourraient faire en sorte qu'il soit difficile de mettre en lumière un lien entre la créativité et le TDAH, tout spécialement lorsque des épreuves de potentiel créatif sont utilisées. Les articles de cette thèse auront ensuite pour objectifs de mieux comprendre la relation entre la créativité et le TDAH en considérant ces facteurs ainsi que d'identifier des façons d'y pallier. Les résultats de cette thèse pourront permettre de formuler des recommandations pour guider la recherche sur le sujet et amener une meilleure compréhension du possible lien entre la créativité et le TDAH. Alors qu'il n'y a pas de consensus scientifique concernant la créativité dans le TDAH, l'association de ces deux éléments

semble presque relever du mythe. Ce « mythe » continue toutefois d’habiter l’imaginaire populaire et de circuler abondamment sur les réseaux sociaux, dans les médias de masse ou encore, les livres de psychologie populaire. Si cette association entre la créativité et le TDAH est erronée, elle pourrait porter préjudice aux personnes qui ont un TDAH. En effet, faussement attribuer une caractéristique aussi positive à ce trouble pourrait faire en sorte de minimiser les difficultés fonctionnelles qui y sont réellement associées. Inversement, si la population TDAH est bel et bien particulièrement créative, il faudrait que cette connaissance puisse être partagée au-delà des réseaux sociaux, qu’elle soit connue des professionnels de la santé qui traitent les individus qui ont un TDAH et qu’elle serve à développer de meilleures pratiques à l’égard du TDAH. Pour ces raisons, l’existence d’un lien entre le TDAH et la créativité doit être démystifiée.

Les prochaines sections résumeront l’évolution du concept de la créativité à travers le temps, l’histoire de la recherche sur la créativité et présenteront les bases de la psychométrie de la créativité. Ce tour d’horizon visera à offrir une compréhension générale de la créativité, mais aussi à identifier les facettes de cette capacité qui ont retenues l’attention des chercheurs au fil du temps, que les tests de créativité tentent de mesurer et qui sont aujourd’hui associées au TDAH.

1.2 La créativité, au fil du temps

Le mot créativité provient du latin « *creo* », qui signifie l’action d’engendrer l’existence à partir du néant (J. C. Kaufman & Sternberg, 2019). De l’Antiquité jusqu’à la Renaissance, la créativité référait à la création divine, au « Dieu créateur » (J. C. Kaufman & Sternberg, 2019; Surkova, 2012). À partir de la Renaissance et jusqu’à l’arrivée du siècle des Lumières, la créativité a progressivement été associée à l’innovation humaine (J. C. Kaufman & Sternberg, 2019), souvent dans les domaines des arts et des sciences. *L’origine des espèces* de Charles Darwin (Simonton, 2003), la théorie de la relativité d’Albert Einstein (Rothenberg, 1979), les vêtements de la maison Chanel (Mayer & Kelley, 2021) ainsi que *l’iPhone* de Steve Jobs (Vari, 2016) sont tous considérés comme des exemples notoires de prouesses créatives. Aujourd’hui, la créativité est étudiée dans une multitude de domaines, allant de la philosophie aux neurosciences et, plus récemment, à l’intelligence artificielle. Toutefois, relativement peu de travail interdisciplinaire s’effectue, de sorte que les connaissances au sujet de la créativité évoluent de façon hermétique dans ces

différents domaines (Hennessey & Amabile, 2010). Conséquemment, une grande variété de définitions de la créativité coexiste et il serait difficile d'avancer que l'une d'elles domine les autres.

La première définition scientifique et standard de la créativité est probablement celle de Morris I. Stein (Runco & Jaeger, 2012; Stein, 1953), qui stipulait que la créativité est l'action de produire quelque chose d'à la fois nouveau et d'utile. La nouveauté réfère à la génération d'une idée ou d'un produit qui n'avait jamais existé auparavant. L'utilité renvoie à la nécessité que l'idée ou le produit créatif soit communiqué et accepté par un groupe, qu'il réponde à un de leurs besoins ou qu'il « résonne » avec leur expérience humaine (p. ex. qu'il évoque des émotions). Divers termes synonymes sont utilisés pour référer à ces deux éléments (Cohen, 2011; J. C. Kaufman & Beghetto, 2009; Runco & Jaeger, 2012; Stein, 1953; Surkova, 2012). En lieu de la nouveauté, il est parfois plutôt question d'innovation, de rareté ou d'originalité. En lieu d'utilité, il peut être mention de pertinence, d'efficacité, de valeur ou de solution adéquate à un problème.

Stein a aussi amené l'idée que ces notions de nouveauté et d'utilité sont subjectives et relatives à un groupe défini d'individus à un moment précis de l'histoire humaine (Stein, 1953). Ainsi, la créativité ne peut être décrite comme étant une simple habilité (Westmeyer, 1998), elle est plutôt un phénomène résultant de l'arrimage de dimensions indissociables : la personne (ce qui définit une personne créative en termes de traits de personnalité, de tempérament, de comportements, etc.), le processus (les facteurs psychologiques impliqués dans la créativité), le potentiel culturel (les conditions environnementales qui favorisent la créativité) et le produit (l'idée créative incarnée dans une forme tangible pouvant être jugée par les autres; Rhodes, 1961). En d'autres mots, il ne peut pas y avoir de produit créatif sans qu'il n'y ait eu d'abord quelqu'un pour engendrer ce produit par le biais d'un quelconque processus mental, dans un contexte social quelconque et dans lequel au moins un évaluateur jugera de la créativité du produit final.

Une définition plus complète de la créativité pouvant rendre compte de sa nature multidimensionnelle est celle de Jonathan Plucker (Plucker et al., 2004) : « La créativité est l'interaction de l'aptitude, du processus et de l'environnement dans lequel un individu ou un groupe génère un produit perceptible jugé à la fois nouveau et utile, conformément à ce qui est

considéré ainsi dans un contexte social donné. » (p. 90; traduction libre). Bien que plus complète que les définitions présentées précédemment, une dernière nuance devrait y être apportée pour qu'elle puisse refléter exhaustivement la conceptualisation actuelle de la créativité en science. En effet, la notion que la créativité peut être « personnelle » est manquante. Par personnelle, il est sous-entendu que la créativité peut aussi loger à l'intérieur de soi, sous la forme d'une idée qui est nouvelle pour soi-même et que cette idée n'a pas besoin de l'approbation d'autres parties pour être créative. Cette facette de la personnalité sera discutée en de plus amples détails ultérieurement.

La section suivante visera à exposer comment, au cours de l'histoire, l'étude de la créativité s'est progressivement éloignée d'une vision étroite et élitiste, pour finalement s'intéresser à des manifestations plus modestes de la créativité et mener à l'étude de la créativité telle qu'elle est connue aujourd'hui.

1.3 À la recherche de la créativité

Les œuvres de plusieurs peintres et dramaturges ont cumulé une grande richesse. Ceci aurait motivé le développement des premières études empiriques portant sur l'individu créatif dès les années 1800 (Simonton, 2003). Les premiers travaux d'importance portant sur les personnes créatives sont ceux d'historiométriciens comme Adolphe Quetelet (Simonton, 2003), qui avaient étudié les grands dramaturges et de Francis Galton, qui avait tenté de documenter les caractéristiques héréditaires de la créativité chez les génies (Runco et al., 2011; Wallace, 1870). À cette époque, il était pensé que la créativité correspondait à une faculté réservée à certaines personnes exceptionnelles ainsi qu'aux membres de l'élite (Surman, 2008). Avec la montée en popularité de l'étude de l'intelligence dans les années 1900, la créativité a ensuite été étudiée dans la douance (Ryhammar & Brolin, 1999).

C'est seulement une centaine d'années plus tard que l'étude de la créativité connaîtra un véritable changement de paradigme et que la communauté scientifique y portera un regard plus inclusif. Ce point tournant est souvent attribué au discours présidentiel de Joy Paul Guilford pour l'*American Psychological Association* en 1950 (Guilford, 1950; Plucker, 2001). Dans ce discours, Guilford a fait valoir plusieurs points importants à ses contemporains. Tout d'abord, il avait

avancé que les individus créatifs seraient à peu près indifférenciables de ceux qui ne le sont pas et que la créativité ne reposerait pas seulement sur l'intelligence, mais aussi sur un patron d'habiletés primaires que tout le monde possède et peut développer. Parmi ces habiletés figuraient, entre autres, les capacités de repérer un problème dans l'environnement, d'émettre plusieurs solutions, d'avoir des idées nouvelles et de faire preuve de flexibilité d'esprit (être capable de répondre à un problème de différentes façons et de changer son mode de pensée). Puisque ces habiletés seraient retrouvées chez la plupart des individus, J.P. Guilford argumentait qu'il devrait être possible d'étudier la créativité chez des personnes qui ne sont pas déjà connues pour leur grande créativité. À ce sujet, J.P. Guilford avait surtout mis l'emphase sur la nécessité d'étudier la créativité chez les enfants et d'identifier ce qui pourrait permettre de promouvoir son développement dès l'âge scolaire. Enfin, il avait proposé que les futures recherches sur la créativité doivent viser à opérationnaliser ces habiletés primaires et que des outils psychométriques doivent être développés pour les mesurer. Quelques années plus tard, il introduira son propre test de pensée divergente, le *Alternative Uses Task* (AUT; Guilford et al., 1960), duquel sont encore inspirés plusieurs outils psychométriques modernes en créativité. Avec ce test, Guilford jettera donc aussi les bases psychométriques de l'étude cognitive du potentiel créatif.

Dans l'ensemble, les travaux de Guilford ont contribué à élargir les horizons d'un champ de recherche qui se limitait à l'étude d'une poignée de personnes crues capables de créativité et auraient engendré un véritable engouement pour l'étude de la créativité auprès des chercheurs en psychologie. Alors que J.P. Guilford déplorait en 1950 que des 121,000 publications répertoriées dans le *Psychological Abstracts*, seulement 186 portaient sur la créativité (Guilford, 1950), en 2009, J. C. Kaufman et Beghetto estimaient qu'au moins 10,000 articles scientifiques sur la créativité avaient été publiés, seulement dans la dernière décennie (J. C. Kaufman & Beghetto, 2009).

Bien qu'il soit aujourd'hui reconnu que la plupart des gens soient capables de créativité, certains individus sont tout de même considérés plus créatifs que d'autres ou plutôt, certains seraient capables d'atteindre des niveaux de créativité supérieurs à ceux de leurs pairs.

1.3.1 Les niveaux de la créativité

Aujourd'hui, la recherche sur l'individu créatif peut être cataloguée dans deux grands courants. D'une part, il y a les travaux portant sur des créateurs réputés dont les productions ont eu un impact durable sur l'histoire humaine, comme l'invention de la presse à papier, par exemple. Ceux-ci sont maintenant qualifiés d'études de « Big-C » (de grande créativité; (J. C. Kaufman & Beghetto, 2009). D'autre part, il y a la recherche portant sur la créativité dite de tous les jours, aussi surnommée « little-c » (petite créativité). Par exemple, des actes simples tels que l'improvisation d'une nouvelle recette faite à partir des ingrédients restants du réfrigérateur sont associés à la créativité de type little-c. Cette dichotomie little-c/Big-C permet de défendre l'idée que la créativité peut se trouver dans les grandes comme les petites choses et conséquemment, qu'elle peut concerner une large portion de la population. Il existe d'autres dichotomies de la créativité. Il y a, par exemple, la créativité psychologique (*créativité-p*), qui réfère à la production d'idées qui sont nouvelles et significatives pour leur auteur, en opposition à la créativité historique (*créativité-h*), où une idée est produite pour la première fois dans toute l'histoire humaine (Boden, 2004). À noter que l'utilisation de la dichotomie little-c/Big-C est toutefois nettement plus répandue.

Or, Kaufman et Beghetto ont relevé que la dichotomie little-c/Big-C ne suffisait pas pour représenter adéquatement toutes les nuances de la créativité. Pour cette raison, ils ont proposé l'ajout de deux autres «niveaux» de créativité, soit « mini-c » et « Pro-c » (Beghetto & Kaufman, 2007; J. C. Kaufman & Beghetto, 2009). La créativité de type mini-c réfère à une dimension intrapersonnelle de cette capacité qui précède little-c. Elle reprend des éléments d'un concept préexistant, soit celui de la créativité personnelle (Runco, 1996). Mini-c représente ce qui est nouveau et significatif pour un individu, les manifestations de créativité qu'il ne partage pas avec d'autres personnes et dont il fait l'expérience pour soi-même ainsi que les idées qui ne sont pas matérialisées en une forme tangible pouvant être jugée par d'autres. Pro-c se situe à mi-chemin entre little-c et Big-C. Il représente les productions créatives qui sont faites dans un domaine dans lequel une personne a atteint un certain niveau d'expertise (la créativité professionnelle). Réunis avec la dichotomie initiale little-c et Big-C, ces deux autres types de créativités forment le modèle des quatre « C » de la créativité. Ce modèle vise d'une part à offrir une plus grande résolution des

niveaux de créativité pouvant être atteints par rapport à la dichotomie little-c/Big-C, mais aussi à mettre en relation ces différents types de créativité en relevant leur caractère développemental.

Bien que le développement de la créativité ne suivrait pas nécessairement une trajectoire linéaire, les premières manifestations de la créativité seraient normalement retrouvées sous la forme de mini-c, et ce, tôt dans l'enfance (p. ex., un enfant invente un superhéros qui, pour lui, possède des pouvoirs singuliers; Beghetto & Kaufman, 2007). Avec des encouragements et la répétition de ce genre de comportement créatif élémentaire, il serait possible d'atteindre des niveaux supérieurs de créativité, comme little-c, et de produire des idées qui seront perçues comme étant originales et de valeur au sein d'un certain groupe de personnes (p. ex., un élève crée un spectacle de marionnettes qui épate ses camarades de classe). En acquérant de l'expérience dans un certain domaine, des productions créatives de niveau Pro-C pourraient alors être générées, c'est-à-dire des idées pouvant obtenir une reconnaissance auprès d'un public d'une taille plus importante ou de la part d'autres membres du même domaine (p. ex., une comédienne écrit une pièce de théâtre acclamée par les critiques dans des journaux locaux). Finalement, le terme Big-C serait généralement attribuable aux productions créatives découlant de l'aboutissement d'un grand travail de réflexion et de perfectionnement. Il est associé aux idées et aux productions qui reçoivent une reconnaissance importante et qui peuvent même occasionner un changement de paradigme dans un domaine donné. Il pourrait s'agir, par exemple, d'une œuvre théâtrale reconnue à travers le monde et qui inspire plusieurs autres artistes à travers le temps. En outre, un individu peut tout à fait produire des idées de niveaux créatifs inférieurs après avoir atteint des idées de niveaux créatifs supérieurs.

Il est important de noter que la seule variable qui distingue ces différents niveaux de créativité est la taille de l'impact social du produit ou de l'idée générée, c'est-à-dire l'ampleur de la reconnaissance reçue par d'autres individus. Ainsi, en dépit de cette gradation de niveaux de la créativité, le processus créatif, soit la série de pensées et de comportements permettant la génération de productions créatives (Lubart, 2001), reste essentiellement le même, qu'il s'agisse de la production d'idées de niveau little-c ou de niveau Big-C (Runco, 2014).

1.4 Le processus créatif

La plupart des modèles du processus créatif présentent la créativité comme un moyen permettant de résoudre un problème. En effet, dans la grande majorité de ces modèles, le processus créatif débute par le repérage d'un problème, d'un défi ou d'un objectif (Lubart, 2001; Surkova, 2012). Un problème peut parfois être un obstacle contraignant, quelque chose auquel il est nécessaire d'apporter un correctif (Lubart, 2001) ou bien simplement une opportunité pour un individu d'introduire un changement quelconque dans son environnement (Treffinger, 1995). L'ajout de la notion de résolution de problème à la conception de la créativité est important, car il permet de distinguer le processus créatif de la simple génération d'idées aléatoires. Il met de l'avant l'idée que la créativité est issue, en partie, d'un processus réflexif et volontaire.

Le premier modèle formel du processus créatif et probablement l'un des plus influents a été introduit par Graham Wallas (Sadler-Smith, 2015; Wallas, 1926). Il s'agit de la théorie des quatre étapes de la créativité. Selon Wallas, le processus créatif débiterait par une phase consciente de « préparation » qui impliquerait l'identification d'un problème dans l'environnement (Wallas, 1926). Puis, il y aurait l'« incubation », une phase durant laquelle plusieurs solutions potentielles sont générées et comparées de façon inconsciente et involontaire. L'incubation se produirait lorsque le problème n'est plus considéré consciemment, c'est-à-dire lors de moments de distraction où l'attention est dirigée sur une autre tâche ou lors de moments de détente. Surviendrait alors l'« illumination », soit l'émergence d'une solution dans le conscient. Ce serait le moment du « Ah-ha! ». Cette phase d'illumination peut aussi être qualifiée d'*insight* créatif (Kounios & Beeman, 2014). Finalement, le processus créatif se clôturerait par une phase de « vérification » active de la solution, où l'auteur de l'idée s'assure qu'elle réponde bien au problème. Plusieurs autres modèles similaires à celui de Wallas attribuent aussi une valeur incontrôlable, mystérieuse et presque magique à l'émergence d'une idée créative (Barron, 1988; Campbell, 1960; Simonton, 1988).

Sans nécessairement exclure que le processus créatif puisse être en partie inconscient, au fil des ans, un nombre grandissant d'auteurs mettent davantage en relief le caractère actif du processus créatif (Mumford et al., 1991; Osborn, 1953; Treffinger, 1995). Par exemple, dans le populaire modèle du *Creative Problem Solving* (Treffinger, 1995), la phase inconsciente du modèle de Wallas, l'incubation, est remplacée par une phase d'identification d'idées. Cette phase débute

d'abord par la production de différentes solutions qui sont variées, détaillées et originales. Ensuite, ces idées sont examinées, regroupées et les meilleures sont sélectionnées. L'enchaînement de ces mouvements d'expansion et de raffinement de la pensée fait essentiellement référence aux concepts de pensée divergente et de pensée convergente, qui sont probablement les deux facettes du processus créatif qui ont été les plus documentées empiriquement.

1.4.1 Les opérations de la pensée associées à la génération des idées créatives

La pensée divergente et la pensée convergente sont deux types de processus mentaux qui ont été introduits par J.P. Guilford (Guilford, 1956, 1959, 1967). Ils sont issus de son analyse factorielle visant à identifier les différentes composantes de l'intelligence. Alors que la pensée divergente est la capacité de produire plusieurs solutions nouvelles à un problème, la pensée convergente réfère à la capacité de choisir la meilleure solution à ce problème. Initialement, Guilford associera seulement la pensée divergente à la créativité, mais d'autres théoriciens défendront ensuite que la pensée convergente fait également partie du processus créatif, car, pour être créative, une réponse doit non seulement être originale, mais aussi pouvoir adéquatement résoudre un problème (Lubart, 2016).

La pensée divergente est caractérisée par différents modes de pensées (Guilford, 1967): la fluence (la production de plusieurs idées), l'originalité (la production d'idées qui sont rares), la flexibilité (la production d'idées variées) et l'élaboration (la production d'idées détaillées). Pour sa part, la conceptualisation de la pensée convergente est plus nébuleuse. En plus d'être la capacité permettant de trouver la réponse la plus adéquate à un problème, elle peut aussi représenter la fusion ou la synthèse de différentes idées (Lubart, 2016). Aujourd'hui, la pensée divergente et la pensée convergente sont les deux processus mentaux qu'à peu près tous les tests de potentiel créatif tentent de mesurer.

1.5 La psychométrie de la créativité, une science critiquée

Les tests de potentiel créatif sont répartis entre deux pôles. Certains tests sollicitent de façon plus importante la pensée divergente et d'autres la pensée convergente. Les tests de pensée

divergente sont souvent des tâches ouvertes comportant peu de consignes et où il est nécessaire de produire le plus de solutions possibles à un problème donné. En comparaison, les tâches de pensée convergente nécessitent plutôt la mise en place d'un processus de réflexion analytique pour émettre une seule bonne réponse, comme trouver un mot qui en rallie trois autres (Mednick, 1968). En recherche, la créativité est plus souvent opérationnalisée par le concept de la pensée divergente (J. C. Kaufman et al., 2008; Runco et al., 2016). Conséquemment, les tests de pensée divergente sont les outils de mesure les plus utilisés, non seulement pour l'évaluation du potentiel créatif, mais aussi pour l'évaluation de la créativité en général (Benedek et al., 2019; Forgeard & Kaufman, 2016).

Une récente méta-analyse révèle que la variance partagée entre la pensée divergente et les accomplissements créatifs rapportés à une des échelles autorapportées de créativité ne serait que de 3%, en moyenne (Said-Metwaly et al., 2022). Or, ce résultat varierait significativement selon le domaine créatif évalué. En effet, en comparaison aux tests de potentiels de créativité, qui tentent de mesurer une créativité plutôt « générale » (Plucker, 2004), ces questionnaires évaluent habituellement plusieurs domaines créatifs comme ceux des arts visuels, de la musique et de la danse, pour n'en nommer que quelques exemples (Carson et al., 2005). Les accomplissements créatifs dans le domaine de la performance (en musique, en danse et en comédie) semblent partager une plus grande relation avec la pensée divergente que les autres domaines créatifs (le domaine artistique, le domaine scientifique et la créativité de tous les jours, mais seulement chez la population présentant une douance à une tâche verbal de pensée divergente (Said-Metwaly et al., 2022).

Les tâches de pensée divergentes sont hétéroclites. Elles peuvent d'abord être grossièrement catégorisées en tâches verbales et en tâches non verbales (figuratives). Les tâches verbales impliquent souvent la génération de mots, de non-mots ou de courtes phrases en relation à un stimulus initial, comme une question. En comparaison, les tâches figuratives sont généralement des épreuves de dessin ou d'interprétation de stimuli visuels. Les premiers tests de pensée divergente sont apparus au tournant des années 50. Les batteries de Micheal A. Wallach et de Nathan Kogan (Wallach & Kogan, 1965) ainsi que de Joy Paul Guilford (Guilford, 1968) constituent les premières collections de tests de pensée divergente. Une tâche phare de la batterie de

Wallach et Kogan est le AUT (Guilford et al., 1960), une épreuve où différentes utilisations doivent être énoncées pour un objet commun en particulier (p. ex. un journal, une fourchette, un bouchon de liège). Cette épreuve fait aussi partie de la batterie de Guilford (Guilford, 1968), au même titre que d'autres mesures classiques de la pensée divergente, telle que le *Consequences Task* (Wilson et al., 1954), une tâche où le plus de dénouements possibles à une situation donnée doivent être nommés (p. ex. « Qu'arriverait-il si la Terre était recouverte d'eau ? »). Parallèlement, Paul Torrance développera le *Torrance Test of Creative Thinking*, une autre batterie de tests de pensée divergente qui sera publiée en 1974 (TTCT; Alabbasi et al., 2022). Le TTCT se découpe en deux versions : le *Verbal Form* (ou TTCT verbal) et *Figural Form* (ou TTCT figuratif). Plusieurs des épreuves verbales du TTCT sont inspirées des tâches de la batterie de Guilford, dont le *Consequences Task* et le AUT. Pour leur part, les épreuves figuratives de cette batterie nécessitent la complétion de figures pour représenter des images (Alabbasi et al., 2022).

Au fil du temps, la recherche empirique a contribué à diversifier davantage l'inventaire des épreuves de pensée divergente. Il existe maintenant de nombreuses variantes des épreuves de pensée divergente classiques et plus particulièrement des épreuves verbales. Un exemple d'une de ces variantes est le *Pasta Task* (Boot et al., 2017; De Dreu et al., 2014; Marsh et al., 1999), une tâche pour laquelle il est demandé d'inventer le plus de noms de pâtes possible. Aujourd'hui, les tâches de pensée divergente sont si nombreuses qu'il serait difficile d'en faire une recension exhaustive. Le lecteur intéressé est cependant invité à considérer le travail de Selina Weiss, Oliver Wilhelm et de Patrick Kyllonen, qui catalogue un nombre substantiel d'épreuves de pensée divergente (Weiss et al., 2021).

Il est important de mentionner que les tests de pensée divergente ne sont pas tous basés sur la même conceptualisation de cette opération de la pensée. Par exemple, les travaux de Wallach et Kogan sur la pensée divergente prennent racine dans la théorie associative du processus créatif de Sarnoff Mednick (Runco, 2022; Wallach & Kogan, 1965), dont les postulats sont que la créativité diffère de l'intelligence et qu'elle résulte d'associations d'éléments disparates formant des combinaisons nouvelles et utiles (Mednick, 1962). En comparaison, les batteries de Guilford et de Torrance sont basées sur la théorie de la structure de l'intellect de Guilford (Guilford, 1968), qui suggère que la créativité est le produit d'opérations mentales qui supportent l'intelligence. Ces

divergences conceptuelles font en sorte que les épreuves des batteries de Wallach et Kogan, de Guilford et de Torrance n'évaluent pas les mêmes dimensions de la pensée divergente. Alors que la première version des épreuves de Wallach et Kogan mesure l'unicité des réponses et leur quantité (Wallach & Kogan, 1965), les épreuves de Guilford et de Torrance évaluent généralement la fluence, l'originalité, la flexibilité et l'élaboration (Alabbasi et al., 2022; Guilford, 1968).

Ensuite, la façon dont la pensée divergente est opérationnalisée dans un test peut évoluer dans le temps. Dans une révision du volet figuratif du TTCT (Alabbasi et al., 2022) le critère de flexibilité, jugé trop proche conceptuellement de celui de la fluence dans une analyse factorielle, a été retiré et remplacé par deux autres critères, soit ceux de la résistance à la fermeture prématurée (*Resistance to Premature Closure*) et de l'abstraction des titres (*Abstraction of Titles*). Treize critères de créativité ont également été ajoutés pour octroyer des points bonus lorsque certaines caractéristiques créatives étaient trouvées dans les réponses (p. ex. l'humour, l'usage de personnages fantastiques, les combinaisons de stimuli, etc.) Ainsi, depuis 1984, le TCTT est non seulement un test de pensée divergente, mais aussi un test pouvant mesurer la présence de comportements créatifs.

Un autre exemple d'évolution de l'opérationnalisation de la pensée divergente est trouvé dans l'histoire du AUT. Initialement, seules les réponses appropriées (fonctionnelles) étaient considérées valables (Guilford et al., 1960). Or, juger de la fonctionnalité de chacune des réponses ajoutait une lourdeur importante au travail de cotation. De nos jours, ce critère tend à être mis de côté (Reiter-Palmon et al., 2019). Cet ajustement peut sembler anodin, mais sur le plan conceptuel, il peut avoir une portée considérable. En excluant l'évaluation de la fonctionnalité des réponses, les notions de valeur et de pertinence, qui font partie de la définition de la créativité, sont retranchées afin de conserver seulement la notion de nouveauté et de rareté dans la mesure de l'originalité.

Enfin, en recherche, il y a un certain laxisme quant à l'opérationnalisation de la pensée divergente. Certains auteurs sélectionnent seulement quelques dimensions bien spécifiques des tests de pensée divergente, alors que d'autres s'intéresseront plutôt à des scores composites de ces dimensions (Reiter-Palmon et al., 2019). La fluence est la dimension la plus étudiée, car elle est la

plus simple à mesurer, suivie de l'originalité (Hornberg & Reiter-Palmon, 2017; Reiter-Palmon et al., 2019), qui est centrale à la définition de la créativité, mais dont la cotation peut impliquer un grand travail de réflexion pour les chercheurs (Reiter-Palmon et al., 2019). En effet, un des attraits principaux des tests de pensée divergente est qu'ils permettent de mesurer l'une des facettes les plus importantes de la créativité : l'originalité (Runco, 2008). Cependant, les méthodes utilisées pour mesurer l'originalité dans les tests de pensée divergente leur valent leurs plus grandes critiques.

1.5.1 La mesure de l'originalité dans la pensée divergente

L'originalité est une forme de nouveauté (Runco & Jaeger, 2012). L'originalité absolue des idées, soit leur niveau de nouveauté en relation à toutes les idées de l'histoire humaine, est incalculable (Wilson et al., 1953). Ainsi, dans les tests de pensée divergente, l'indicateur principal de l'originalité est la rareté des réponses (Reiter-Palmon et al., 2019). Conceptuellement, les idées originales ne devraient pas être communes. Par conséquent, les réponses qui sont rares sont considérées originales. La rareté des réponses peut être inférée de différentes façons. Une réponse qui est rare peut être une réponse unique dans un échantillon de réponses (voir, par exemple : Wallach & Kogan, 1965) ou dont la fréquence dans cet échantillon se situe sous un seuil prédéterminé (p. ex. moins de 1%, 5%, 10% ou 20%, J. Plucker et al., 2014). La rareté statistique peut aussi être calculée par le biais de la fréquence relative des réponses (Forthmann, Paek, et al., 2020). Par exemple, une réponse émise par 10 personnes dans un échantillon de 30 personnes aurait une fréquence relative de .33. À partir de la fréquence relative d'une réponse, un score de rareté statistique peut être dérivé. Dans cet exemple, il serait de .66.

Les méthodes de rareté statistique présentent plusieurs lacunes. Tout d'abord, elles requièrent l'agrégation des réponses en catégories dans un tableau de fréquences, un processus qui est long, fastidieux et qui implique la prise d'une série de décisions subjectives (Reiter-Palmon et al., 2019; Runco & Mraz, 1992). Par exemple, les réponses « chat » et « chien » pourraient être considérées différentes puisqu'il s'agit de deux animaux distincts, mais elles pourraient aussi être considérées pareilles puisque ces deux réponses correspondent à la catégorie sémantique des « mammifères ». Ensuite, la précision des méthodes d'estimation de rareté est grandement

dépendante de la taille des échantillons. Plus les échantillons utilisés sont petits, plus ces méthodes sont imprécises (Reiter-Palmon et al., 2019). Par exemple, un échantillon d'au moins 300 à 400 participants serait nécessaire pour qu'un calcul de la fréquence relative des réponses soit suffisamment fiable pour dériver un score de rareté utilisable en recherche (Forthmann, Paek, et al., 2020), ce qui n'est certainement pas à la portée de tous les chercheurs. De plus, l'estimation de la rareté des réponses est nettement plus précise pour les réponses fréquentes que pour les réponses qui sont rares (Forthmann, Paek, et al., 2020).

Certains tests de pensée divergente, comme le TTCT figuratif, offrent des guides de correction basés sur des échantillons normatifs contenant des listes préétablies de réponses communes (p. ex. Un arbre, une silhouette, un animal; Torrance & Safter, 2008). Chaque réponse qui ne fait pas partie de ces listes est considérée peu commune donc originale. Or, ces listes préétablies peuvent être vulnérables à l'épreuve du temps et sont seulement représentatives de ce qui est commun pour un échantillon normatif en particulier, à une époque bien précise. Lorsque possible, il est préférable d'utiliser des normes dites « locales » pour coter l'originalité des réponses, c'est-à-dire de comparer les réponses d'un individu évalué à celles d'autres personnes qui ont effectué le test dans les mêmes conditions expérimentales.

Des systèmes standardisés d'évaluation par des juges sont aussi disponibles pour l'évaluation de produits créatifs, tels que le *Consensual Assessment Technique* (CAT; Amabile, 1982). Le CAT implique au moins deux juges qui sont idéalement des experts du domaine du produit créatif évalué (Cseh & Jeffries, 2019). En recherche, l'évaluation des réponses d'un test de pensée divergente est plus souvent effectuée par des assistants de recherche ayant reçu un entraînement sommaire pour l'évaluation des tests de créativité (Silvia et al., 2009). L'originalité des réponses est alors simplement évaluée en fonction de divers critères préétablis sur des échelles de Likert (p. ex. « Très créatif » à « Pas du tout créatif »; Silvia, 2008). Cet exercice tend à être particulièrement laborieux à cause du grand nombre de réponses à évaluer. À titre d'exemple, dans une étude menée chez 226 participants et où seulement deux items du AUT ont été administrés, un total de 3224 réponses auraient eu à être cotées (Silvia et al., 2009).

Pour écourter ce travail, la méthode *snap-shot* a été proposée (Silvia et al., 2009). Celle-ci implique la cotation holistique de pages de réponses plutôt que des réponses individuelles. Bien que rapide, cette méthode possède seulement une fidélité modérée (Silvia et al., 2009). La méthode du *top-two* requiert un plus grand travail de correction, mais présente une meilleure fidélité (Silvia, 2008; Silvia et al., 2009). Elle implique que les participants effectuent une sélection préalable de leurs réponses les plus originales avant que celles-ci soient cotées par des juges, ce qui réduit aussi le nombre de réponses à évaluer (Silvia, 2008). Ce score d'originalité n'est donc pas uniquement représentatif de la pensée divergente, mais aussi d'un processus réflexif additionnel. De plus, il représente une performance maximale à un test de pensée divergente (Runco, 1986), ce qui le différencie des scores d'originalités standards, qui représentent plutôt une performance générale. En outre, il n'apparaît pas toujours évident pour les participants de choisir adéquatement leurs réponses les plus originales. Par exemple, dans une étude portant sur la pensée divergente où la méthode *top-two* a été utilisée parallèlement à une méthode d'évaluation par des juges, on note une absence de corrélation entre les réponses les plus originales qui ont été sélectionnées par les participants et les réponses les plus originales identifiées par les juges (Reiter-Palmon et al., 2009).

Ainsi, la correction des tests de pensée divergente et tout spécialement de l'originalité implique deux défis principaux : minimiser le temps allouer à la correction et préserver les propriétés psychométriques de la mesure. L'accomplissement de l'un est souvent fait au détriment de l'autre. Or, l'automatisation de la cotation des tests de pensée divergente par le biais des systèmes d'analyse sémantique pourrait permettre de répondre conjointement à ces deux besoins. Puisqu'ils sont automatisés, ces systèmes ont l'avantage de réduire considérablement l'effort requis pour la cotation des tests de pensée divergente tout en assurant une mesure objective et fidèle des dimensions abstraites de la pensée divergente et plus spécifiquement de l'originalité. L'originalité des réponses est alors basée sur la distance associative entre les idées d'un individu dans un réseau sémantique (Acar & Runco, 2014; Beketayev & Runco, 2016). Ces systèmes de cotation automatisés sont, pour le moment, uniquement conçus pour la cotation de tests verbaux de pensée divergente. Au moment de l'écriture de cette thèse, d'autres méthodes plus abouties de cotation automatisée de tests de pensée divergente basée sur d'autres

algorithmes ont émergé (voir, par exemple : Beaty & Johnson, 2021; Grajzel et al., 2023). L'apport de ces nouveaux systèmes de cotation automatisés sera abordé plus en détail dans le *Chapitre 3* (l'Article 2) et le *Chapitre 4* (la discussion) de cette thèse. Bien que ces systèmes présentent encore certaines lacunes, leur potentiel dans la mesure de la pensée divergente est indéniable.

Un dernier défi qui se présente lors du calcul de l'originalité est la contamination de ce score avec la fluence. Dans plusieurs travaux, le score final d'originalité est additif, c'est-à-dire qu'il est le simple cumul des scores de rareté pour chaque réponse produite (Forthmann, Szardenings, et al., 2020; Plucker et al., 2011). Plus un individu produira de réponses, plus son score d'originalité tendra à être grand. Différentes solutions ont été formulées pour éviter cette contamination de l'originalité par la fluence, dont l'utilisation d'un ratio des scores d'originalité avec ceux de la fluence (Forthmann, Szardenings, et al., 2020; Plucker et al., 2011). Ce type de manipulation semble plus appropriée pour certaines analyses statistiques, comme des corrélations et moins pour d'autres, comme la comparaison des moyennes (Forthmann et al., 2020). De plus, le contrôle de la fluence dans l'originalité produit des scores d'originalité ayant une faible fidélité, surtout lorsque la relation entre la fluence et l'originalité est très forte (Reiter-Palmon et al., 2019).

Une autre lacune des scores de ratio est qu'ils peuvent amener une représentation erronée des performances créatives. Par exemple, un individu formulant peu de réponses à un test de pensée divergente, mais qui sont toutes jugées originales, aurait un meilleur score moyen d'originalité qu'un individu qui aurait formulé un même nombre de réponses originales, parmi quelques réponses non originales. Un autre exemple de représentation erronée pourrait être celui d'un individu ayant produit un petit nombre de réponses originales et aucune réponse non originale, qui obtiendrait un même score d'originalité (p. ex. deux réponses originales / deux réponses produites = un ratio de 1.0) qu'un autre individu ayant produit une quantité supérieure de réponses originales et aucune réponse non originale (p. ex. 10 réponses originales / 10 réponses produites = un ratio de 1.0).

Le contrôle de la contamination de l'originalité par la fluence peut aussi rendre une représentation incomplète des performances créatives à un test de pensée divergente. En effet, plusieurs travaux mettent en évidence que les idées plus créatives tendent à émerger après un

certain travail d'exploration ou d'essais et d'erreurs (Christensen et al., 1957; Rietzschel et al., 2007; Ward, 1994). En d'autres mots, il serait attendu que plusieurs idées non créatives sont d'abord produites pour que des idées originales soient finalement formulées. Pour pouvoir apprécier un tel phénomène, il n'est pas nécessairement désirable de contrôler la contamination de l'originalité par la fluence puisque la créativité (l'originalité) semble dépendre de la production d'une grande quantité d'idées (la fluence). Soustraire la fluence de l'originalité suggèrerait qu'une bonne performance à un test de pensée divergente signifierait d'être mesure de produire des idées originales la plupart du temps, indépendamment de leur nombre, ce qui est difficilement réconciliable avec la définition classique de cette opération de la pensée, qui est la production de multiples idées originales (Guilford, 1967).

Les meilleures pratiques pour l'évaluation de la pensée divergente sont en perpétuelle évolution, ce qui est particulièrement vrai pour la mesure de l'originalité (Plucker et al., 2011; Reiter-Palmon et al., 2019). Les différentes opérationnalisations de la pensée divergente, les diverses modalités de réponses et la diversité des méthodes de cotation des dimensions de cette opération de la pensée font en sorte que les tests de pensée divergente ne devraient pas être considérés équivalents (Reiter-Palmon et al., 2019). À titre d'exemple, même les épreuves figuratives et verbales d'une même batterie, comme le TTCT, corrèlent parfois peu entres-elles (Alabbasi et al., 2022). De plus, les dimensions de la pensée divergente sont supportées par différentes fonctions cognitives. En fonction des mesures de pensée divergentes qui sont mesurées, un profil spécifique de fonctions cognitives est implicitement étudié. La section suivante vise à présenter les processus cognitifs qui sont associés aux dimensions de la pensée divergente.

1.6 Les corrélats neurocognitifs de la pensée divergente

En demandant à leurs participants de réfléchir à haute voix durant l'administration du AUT, Ken J. Gilhooly et ses collègues ont identifié plusieurs stratégies cognitives qui pourraient être utilisées lors de l'administration d'un test de pensée divergente (Gilhooly et al., 2007). En début de tâche, les participants produiraient des réponses basées sur des informations récupérées en mémoire épisodique (la mémoire d'événements vécus). Ces idées émergeaient rapidement et presque automatiquement à la suite de la présentation de l'énoncé de départ (p. ex. « Nommez le plus

d'usages possible pour un soulier. ») Après la formulation de ces premières idées, d'autres stratégies étaient utilisées et celles-ci semblaient plutôt reposer sur la mémoire sémantique (la mémoire des connaissances générales sur le monde). Les participants identifiaient une propriété de l'objet nommé dans l'énoncé de départ (p. ex. « Un soulier adhère bien au sol et possède un certain poids ») et semblaient chercher en mémoire sémantique un usage qui pourrait bénéficier d'une telle propriété (p. ex. « Un soulier peut servir à tenir en place une porte ouverte »). Une autre stratégie identifiée consistait à désassembler l'objet nommé dans l'énoncé de départ et à formuler des utilisations pour ses différentes composantes (p. ex. « Le lacet d'un soulier peut être utilisé pour faire un garrot. ») En comparaison aux idées initiales, qui émergeaient spontanément, Gilhooly et ses collègues avançaient que ces deux dernières stratégies étaient cognitivement plus exigeantes et qu'elles reposaient sur les fonctions exécutives (Gilhooly et al., 2007). Ainsi, durant une tâche de pensée divergente, il y aurait une alternance entre des stratégies cognitives automatisées qui se mettraient en place spontanément en début de tâche et des stratégies plus exigeantes cognitivement qui se déploieraient plus tard durant la tâche.

Les hypothèses les plus récentes des corrélats cognitifs de la créativité font écho à cette notion d'alternance de processus cognitifs peu exigeants et plus exigeants par le biais du modèle à deux processus de la cognition (Brett, 2022), qui propose que les pensées et le raisonnement sont régis par deux types de processus distincts : les processus automatiques, qui sont inconscients, qui reposent sur le contexte, la biologie et les expériences passées, ainsi que les processus contrôlés, qui sont conscients, lents et qui nécessitent un effort attentionnel; Evans & Stanovich, 2013; S. B. Kaufman, 2011). Très simplement, dans le processus créatif, les processus automatiques permettraient l'association spontanée de connaissances et les processus contrôlés permettraient l'évaluation et le raffinement de ces idées (Allen & Thomas, 2011).

Au plan cérébral, le déploiement de ces processus automatiques et contrôlés dans la formation des idées créatives a récemment été expliqué par une interaction entre trois grands réseaux corticaux, c'est-à-dire trois groupes de structures neuronales qui sont unies par leur synchronicité, soit le réseau du mode par défaut (*default mode network*), le réseau de la saillance (*salience network*) et le réseau exécutif (Beaty et al., 2016, 2018; Shofty et al., 2022; Vatansever et al., 2017).

Le réseau du mode par défaut représente les systèmes neuronaux qui sont activés lorsqu'un individu n'est pas à la tâche ou lorsqu'il est cognitivement peu stimulé (Raichle, 2015). Il est associé à l'inattention, à la rêverie, aux pensées spontanées (Raichle, 2015), mais aussi aux associations libres (Marron et al., 2018) et aux pensées futures épisodiques (Schacter et al., 2017), qui sont les représentations mentales qu'un individu produit en s'imaginant son futur. Dans le processus créatif, le réseau du mode par défaut permettrait l'arrivée d'un flux continu d'idées spontanées qui pourraient possiblement répondre au problème créatif donné (Andrews-Hanna et al., 2010; Beaty et al., 2016). Ces idées pourraient provenir essentiellement de la mémoire à long terme et plus spécifiquement, de la mémoire épisodique (Beaty et al., 2016). L'inhibition du réseau du mode par défaut par le biais de la stimulation cérébrale directe aurait une incidence causale sur les performances au AUT, en diminuant la fluence des réponses (Shofty et al., 2022).

Pour sa part, le réseau de la saillance est impliqué dans la relocalisation des ressources attentionnelles à des stimuli proéminents dans l'environnement (Menon & Uddin, 2010). Dans le processus créatif, il servirait à filtrer les idées qui sont nouvelles et permettrait de faire en sorte que celles-ci soient ensuite traitées par le système exécutif (Beaty et al., 2015), qui lui pourrait inhiber les idées non originales, les modifier pour qu'elles puissent répondre adéquatement au problème créatif donné (Beaty et al., 2016) et faciliter l'exploration de différentes catégories sémantiques lors de la récupération d'informations en mémoire (Beaty et al., 2014; Gilhooly et al., 2007).

En recherche, le rôle des fonctions exécutives et plus spécifiquement des fonctions exécutives primaires (l'inhibition, la flexibilité et la mémoire de travail) suscite un intérêt croissant. Les corrélats neurocognitifs de la pensée divergente identifiés dans les méta-analyses d'études d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle et structurelle tendent à mettre en évidence la contribution du lobe frontal et plus spécifiquement des régions latérales (ventrolatérales et dorsolatérales) et médiales du cortex préfrontal (Cogdell-Brooke et al., 2020; Kuang et al., 2022; X. Wu et al., 2015), où siègent des réseaux de neurones impliqués dans les fonctions exécutives (Elliott, 2003). Pour le moment, il est encore difficile de dégager des tendances dans la littérature portant sur les fonctions exécutives et la pensée divergente, même en considérant les facteurs de variabilité identifiés précédemment : les différents domaines de la pensée divergente (p. ex.

verbal, figuratif), les différentes dimensions évaluées (la fluence, l'originalité, la flexibilité et l'élaboration), les diverses façons dont ces dimensions sont mesurées ainsi que la variété des tâches mesurant les fonctions exécutives (Palmiero et al., 2022). Une récente revue de littérature portant sur la pensée divergente et les fonctions exécutives menée par Massimiliano Palmiero et ses collègues résume les hypothèses les plus actuelles dans ce champ de recherche (Palmiero et al., 2022).

Palmiero et ses collègues cernent trois relations possibles entre l'inhibition et la pensée divergente (Palmiero et al., 2022). La première est qu'une bonne inhibition soit positivement associée à la pensée divergente, plus spécifiquement sur le plan des processus contrôlés. Dans ce cas-ci, l'inhibition permettrait d'ignorer les informations non pertinentes qui pourraient interférer avec la production d'idées créatives. Par exemple, certains travaux rapportent que l'inhibition d'informations non pertinentes, telle que mesurée par la tâche du Stroop (Scarpina & Tagini, 2017), est positivement liée à la pensée divergente, tant dans des tâches verbales que figuratives (Edl et al., 2014; Golden, 1975; Krumm et al., 2018) et sans spécificité évidente pour une dimension particulière de la pensée divergente. Or, cette relation est inconstante dans la littérature et d'autres études, aussi menées avec le Stroop, rapportent plutôt une absence de relation entre la pensée divergente et l'inhibition (Carruthers et al., 2018; Zabelina et al., 2019).

La deuxième relation possible est celle d'une pauvre inhibition (une désinhibition) qui pourrait aussi avoir une incidence positive sur la pensée divergente (Palmiero et al., 2022) et plus particulièrement par le biais de processus automatiques. Une baisse de l'inhibition pourrait permettre l'entrée en mémoire de travail d'une plus grande quantité d'informations, pertinentes et non pertinentes, ce qui favoriserait le processus associatif dans la production des idées (Palmiero et al., 2022). Cette relation positive entre la pensée divergente et la désinhibition a plus spécifiquement été retrouvée dans un type bien spécifique d'inhibition, soit l'inhibition latente, qui est la capacité à filtrer du conscient des stimuli qui ont été considérés non pertinents (Carson et al., 2003).

Enfin, une idée de plus en plus rependue est celle de la contribution d'une inhibition « flexible » dans la pensée divergente, c'est-à-dire de l'alternance entre une inhibition et une désinhibition

attentionnelle (Palmiero et al., 2022). Une moins bonne inhibition faciliterait initialement l'association d'idées distantes et ensuite, une plus grande inhibition permettrait de bloquer les stimuli, les informations ou les processus non pertinents pour mobiliser les ressources attentionnelles sur la tâche en cours (Cheng et al., 2016). L'utilisation de la tâche de Navon (Navon, 1977), qui nécessite le passage rapide d'un niveau attentionnel local (considération d'un stimulus en particulier) à un niveau attentionnel global (considération de l'ensemble des stimuli), permettrait de mettre en lumière ce phénomène d'inhibition flexible. Dans le paradigme classique de la tâche de Navon, il est nécessaire de détecter les lettres « h » et « o » parmi des lettres formés d'autres lettres, comme un « s » formé de « h », ce qui relève de l'attention locale, ou un « o » formé de « u », qui relève d'une attention globale (Navon, 1977). Un temps de réponse plus court lors du passage d'un stimulus global à local est indicatif d'une meilleure flexibilité attentionnelle et plus largement, d'une meilleure flexibilité de l'inhibition. Certains travaux rapportent que les scores globaux obtenus au ATTA sont positivement liés à une meilleure flexibilité attentionnelle à la tâche de Navon (Zabelina et al., 2016; Zabelina & Ganis, 2018).

Les travaux portant sur la relation entre la mémoire de travail et la pensée divergente sont nettement moins nombreux, mais quelques pistes de réflexion peuvent tout de même être mentionnées. Tout comme l'inhibition, la mémoire de travail pourrait contribuer à la pensée divergente de différentes façons. Palmiero et ses collègues résument que la capacité de la mémoire de travail (la taille de l'empan mnésique) et la mise à jour de la mémoire de travail apparaissent surtout liées à la dimension de la fluence en pensée divergente, indiquant que la considération et la manipulation d'une grande quantité d'informations en mémoire de travail permettent surtout de produire un plus grand nombre d'idées (Palmiero et al., 2022). Bien que certains travaux rapportent que la mémoire de travail pourrait aussi contribuer à la qualité des réponses, comme à leur originalité (De Dreu et al., 2012), ce lien pourrait être médié par la fluence (Dygert & Jarosz, 2020). Finalement, peu de travaux se sont intéressés à la relation entre la flexibilité cognitive et la pensée divergente, possiblement parce qu'une des dimensions classiques de la pensée divergente est la flexibilité et que la flexibilité cognitive et la flexibilité en pensée divergente sont mesurées de façons similaires, ce qui amène une redondance (Palmiero et al.,

2022). Néanmoins, Palmiero et ses collègues relèvent que la flexibilité cognitive pourrait faciliter l'exploration de différentes catégories sémantiques en pensée divergente (Palmiero et al., 2022).

En somme, les corrélats neurocognitifs de la pensée divergente se rapportent principalement à trois grands réseaux neuronaux : le réseau du mode par défaut, le réseau de la saillance et le réseau des fonctions exécutives. L'activation ou la désactivation de ces réseaux engendre différents phénomènes cognitifs pouvant être décrits en termes de processus contrôlés et automatiques. De façon intéressante, plusieurs corrélats neurocognitifs du TDAH recourent ceux de la créativité. En effet, un nombre grandissant d'études suggère que l'inattention dans le TDAH est associée à une difficulté à inhiber l'activation du réseau du mode par défaut (Mowinckel et al., 2017; Silberstein et al., 2016). Rappelons que l'activation de ce réseau favoriserait la production d'idées spontanées (Andrews-Hanna et al., 2010). Le TDAH est aussi un trouble caractérisé par des difficultés d'inhibition (Barkley, 1997). Tel qu'énoncé précédemment, la désinhibition cognitive pourrait contribuer positivement au processus créatif en permettant l'association d'idées distantes (Cheng et al., 2016). Les personnes qui ont un TDAH présentent donc des caractéristiques neurocognitives qui pourraient avoir des incidences sur le fonctionnement de leur créativité et plus spécifiquement, sur les processus automatiques qui sont impliqués dans la créativité. La section suivante tente de faire le pont entre les caractéristiques neurocognitives du TDAH et leur potentiel créatif.

1.7 L'étude du potentiel créatif dans le TDAH

Dans leur revue systématique de la littérature portant sur le TDAH et la créativité, Martine Hoogman et ses collègues concluent que les individus qui ont un diagnostic officiel de TDAH et ceux qui présentent de hauts niveaux de symptômes de TDAH tendent à moins bien réussir les tâches de pensée convergente que les personnes sans TDAH ou qui rapportent avoir peu de symptômes de TDAH (Hoogman et al., 2020). Par exemple, au *Creative Imagery Task*, une tâche de pensée convergente où il est nécessaire de former un objet appartenant à une catégorie donnée à partir d'un choix de trois figures (Finke, 1990), les adolescents qui avaient un TDAH produisaient des réponses moins fonctionnelles que celles d'un groupe contrôle (Abraham et al., 2006). Inversement, plusieurs études menées chez les personnes qui ont un diagnostic officiel de

TDAH ou qui présentent un nombre élevé de symptômes de TDAH rapportent que ces individus présentent de meilleurs résultats à des épreuves de pensée divergente que les personnes qui n'ont pas de TDAH ou qui rapportent avoir peu de symptômes de TDAH (Hoogman et al., 2020). Ainsi, le TDAH ne serait pas associé à de plus grandes performances créatives dans tous les types d'épreuves de potentiel créatif.

Les raisons pour lesquelles le TDAH partagerait des relations opposées avec la pensée divergente et la pensée convergente sont encore mal comprises. Certains auteurs ont avancé que ceci pourrait être due au fait que les tâches de pensée convergente impliquent de façon plus importante que les tâches de pensée divergente une réflexion soutenue jusqu'à ce que les bonnes réponses soient trouvées ainsi que l'inhibition des réponses prépondérantes, ce qui pourrait être difficile pour les personnes ayant un TDAH (Fiore et al., 2001; Howard-Jones & Murray, 2003). De plus, alors que la pensée convergente repose davantage sur les processus contrôlés, la pensée divergente serait principalement soutenue par les processus automatiques (Hongdizi et al., 2023). Ces processus automatiques seraient en grande partie supportés par l'activation du réseau du mode par défaut (Vatansever et al., 2017) qui lui, pourrait être suractivé dans le TDAH (Mowinckel et al., 2017; Silberstein et al., 2016). Ainsi, les personnes ayant un TDAH pourraient se démarquer en termes de créativité dans des tâches où les processus automatiques sont davantage sollicités que les processus contrôlés, c'est-à-dire dans des tâches où les performances peuvent être favorisées par une désinhibition cognitive et l'activation du réseau du mode par défaut, comme les tests de pensée divergente. Les personnes qui ont un TDAH pourraient avoir une plus grande facilité à générer des idées spontanées, sans retenue. Cependant, ces idées pourraient ne pas nécessairement être fonctionnelles ou en mesure de résoudre adéquatement un problème donné.

Hoogman souligne que bien qu'une absence de relation positive entre le TDAH et la pensée convergente soit assez claire, la présence d'une relation positive entre ce trouble neurodéveloppemental et la pensée divergente est inconstante dans la littérature et doit être investiguée davantage pour être mieux comprise (Hoogman et al., 2020). Plusieurs facteurs confondants pourraient contribuer à cette variabilité, comme l'âge des participants et la nature hétérogène des tâches utilisées (Hoogman et al., 2020). Ainsi, Hoogman compare les études

menées chez les enfants et celles menées chez les adultes et les classifie en fonction des types de tâches utilisées (tests de pensée divergente, tests de pensée convergente et questionnaires). La littérature citée par Hoogman concernant les tâches de pensée divergente est détaillée ici-bas en prenant soin de considérer également les autres facteurs de variabilité abordés précédemment dans cette thèse, soit le domaine évalué, le test choisi, les dimensions de la pensée divergente retenues pour les analyses et les différentes techniques de cotation de ces dimensions.

Parmi les études menées chez les adultes, plusieurs révèlent une association positive entre le TDAH et la pensée divergente (Boot et al., 2017; White & Shah, 2006, 2011, 2016). Ces résultats ont été trouvés au AUT (Boot et al., 2017; White & Shah, 2006) et au *Cell Phone Task* (White & Shah, 2016), qui sont des échelles verbales, ainsi qu'aux sous-tests verbaux du *Abbreviated Torrance Test for Adult* (ATTA; White & Shah, 2011), qui évalue à la fois les domaines figuratifs et verbaux de la pensée divergente. L'ensemble de ces études ont mesuré les mêmes dimensions de la pensée divergente, soit la fluence, l'originalité et la flexibilité. Plus spécifiquement, elles rapportent des scores d'originalité supérieurs chez les groupes TDAH, qui sont composés d'adultes ayant un diagnostic officiel de TDAH (White & Shah, 2006, 2011, 2016) ou bien d'individus présentant un nombre cliniquement élevé de symptômes de TDAH, en comparaison à des groupes contrôles (Boot et al., 2017). Ce résultat est retrouvé lorsque des méthodes additives de calcul de l'originalité sont utilisées (White & Shah, 2006, 2011), mais aussi lorsque la fluence est contrôlée avec des moyennes ou des ratios (Boot et al., 2017; White & Shah, 2016). Les groupes TDAH se démarquent aussi dans les autres dimensions de la pensée divergente, comme la flexibilité (White & Shah, 2006, 2016) et la fluence (White & Shah, 2006), mais de façon plus inconstante.

Un nombre moins nombreux d'études menées chez les adultes concluent à une absence d'association positive entre le TDAH et la pensée divergente. Une première étude a fait l'usage de tâches verbales et figuratives élaborées spécifiquement pour les fins de cette étude et a seulement mesuré la fluence (Barkley et al., 1996). Une seconde étude a fait l'usage du ATTA et a utilisé des scores combinés des sous-tests figuratifs et verbaux pour la fluence et l'originalité (Zabelina et al., 2014). Une troisième étude a fait l'usage de tâches d'idéation strictement verbales, soit du AUT, qui évaluait la fluence, la flexibilité et l'originalité (obtenu avec un score de

ratio) ainsi que le *Problem Construction Task*, qui évaluait l'enclin à choisir une solution originale ou utile pour résoudre un problème donné (Boot et al., 2020).

La majorité des études menées chez les enfants ont fait l'usage d'épreuves figuratives et plus spécifiquement du TTCT figuratif (Abraham et al., 2006; Aliabadi et al., 2016; Cramond, 1994; Fugate et al., 2013; Funk et al., 1993; Healey & Rucklidge, 2008; Healey & Rucklidge, 2005, 2006, 2006; Shaw, 1992; Shaw & Brown, 1990, 1991), mais plusieurs travaux ont aussi utilisé des épreuves verbales comme le AUT (Abraham et al., 2006; Ludyga et al., 2020; Shaw, 1992; Shaw & Brown, 1990, 1991; Solanto et al., 2012). Ces études sont similaires en ce qui a trait aux dimensions évaluées de la pensée divergente. Il s'agit généralement de la fluence, de l'originalité, de l'élaboration et de la flexibilité (ou de l'abstraction des titres et de la résistance à la fermeture prématurée, lorsqu'une version plus récente du TTCT était utilisée). Les scores obtenus sont additifs, parfois transformés en percentiles ou bien en scores composites, qui sont des totaux de scores additifs des différentes dimensions de la pensée divergente ou un index normé de la créativité. Seulement une étude, plus récente, a contrôlé le facteur de la fluence des réponses (voir Ludyga et al., 2020).

Bien que les études menées chez les enfants soient plus facilement comparables entre elles sur le plan méthodologique que les études menées chez les adultes, il est plus difficile d'en dégager une tendance. Lorsque les groupes TDAH sont formés d'enfants ayant des diagnostics de TDAH, une absence de lien positif entre le TDAH et la pensée divergente tend à être rapportée, à l'exception d'une étude ayant relevé un lien positif avec la dimension de l'élaboration ainsi qu'avec un score composite (Cramond, 1994). En comparaison, lorsque les groupes TDAH sont composés d'enfants ayant seulement des traits de TDAH, tels que mesurés par de brefs inventaires de symptômes et de comportements de TDAH, et qu'ils ne remplissent pas nécessairement tous les critères du diagnostic, des relations positives entre les symptômes du TDAH et diverses dimensions de la pensée divergente sont trouvées, soit la fluence (Brandau et al., 2007; Shaw & Brown, 1991), l'originalité (Shaw & Brown, 1990, 1991), la flexibilité (Shaw & Brown, 1990) et l'élaboration (Fugate et al., 2013) ainsi que lorsque des scores composites de la pensée divergente étaient utilisés (Fugate et al., 2013; Shaw, 1992; Shaw & Brown, 1990, 1991).

Ainsi, chez les enfants, la présence de simples symptômes de TDAH et non celle d'un trouble du TDAH pourrait favoriser la pensée divergente.

Les travaux menés chez les adultes semblent révéler une discrète relation positive entre le TDAH et la pensée divergente. Les travaux menés chez les enfants qui ont un TDAH tendent plutôt à rapporter une absence de relation, surtout lorsque les groupes TDAH sont composés d'enfants véritablement diagnostiqués d'un TDAH. En surface, la direction des résultats de ces études pourrait sembler dépendre du domaine de la pensée divergente qui a été évalué. Chez les adultes, les associations positives entre la pensée divergente et le TDAH sont uniquement retrouvées aux épreuves verbales. Cependant, cette tendance pourrait simplement découler du fait que les études menées chez les adultes sont généralement basées sur des tests verbaux de pensée divergente. De la même façon, chez les enfants, les relations positives entre la pensée divergente et le TDAH sont trouvées aux tâches figuratives de pensée divergente ou à des tâches qui combinent des scores obtenus à des tests verbaux et figuratifs. Or, cette tendance pourrait aussi être expliquée par la prédominance des tests figuratifs de pensée divergente dans la littérature chez les enfants. Par ailleurs, parmi les études chez les adultes qui ne rapportent pas d'associations positives entre la pensée divergente et le TDAH, un usage équivalent de tâches verbales et figuratives est observé. Ainsi, il ne semble pas évident que le domaine évalué puisse influencer la direction des résultats des études portant sur la pensée divergente et le TDAH. Il ne semble pas non plus apparent qu'une relation entre le TDAH et la pensée divergente tende à être trouvée dans certaines tâches bien particulières.

En revanche, la mesure de l'originalité pourrait être déterminante pour l'identification d'une relation positive entre le TDAH et la pensée divergente, car c'est au niveau de cette dimension de la pensée divergente que les groupes TDAH tendent à se démarquer, ce qui a surtout été mis en évidence dans les études chez les adultes. À noter que la vaste majorité des études décrites ci-dessus mesuraient l'originalité des réponses, au même titre que les autres dimensions classiques de la pensée divergente. Ainsi, cette tendance n'est pas expliquée par un favoritisme de la mesure de cette dimension précise de la pensée divergente. En outre, la façon dont l'originalité était calculée ne semblait pas avoir d'incidence sur la relation entre cette dimension et le TDAH. Tel que mentionné précédemment cette tendance reste très discrète. Bien que le caractère

hétéroclite des tâches de pensée divergente contribue probablement à la variabilité des résultats dans la littérature portant sur la pensée divergente et le TDAH, d'autres facteurs pourraient aussi être en cause. L'un de ceux-ci sera abordé dans la section suivante.

1.7.1 L'hétérogénéité du TDAH

Le TDAH est un trouble aux multiples présentations cliniques (American Psychiatric Association, 2013) et les distinctions comportementales entre les présentations du TDAH sont si marquées que ces dernières pourraient être considérées comme étant des troubles distincts (Barkley, 2001; Diamond, 2005). Des études d'imagerie cérébrale supportent l'idée que les présentations du TDAH pourraient découler de différentes pathogenèses. Ces études comparent plus spécifiquement les présentations TDAH-I et TDAH-C, qui sont nettement plus communes que la présentation TDAH-H. Une récente étude d'imagerie spectroscopique proche infrarouge rapporte qu'à l'administration du Go/No Go, une tâche d'inhibition de la réponse, de moins grandes activations des régions frontales droites (gyrus frontaux médians et inférieurs) et temporales (gyrus temporal médian gauche et gyrus temporal supérieur droit) sont retrouvées dans les groupes TDAH-I et TDAH-C, en comparaison à un groupe contrôle (Zhu et al., 2023). Or, dans le groupe TDAH-I, une moins grande activation de certaines régions du cortex moteur (gyrus précentral droit, régions motrices supplémentaires) était aussi observée, en comparaison au groupe TDAH-C. De façon similaire, des divergences sur le plan de la connectivité du réseau du mode par défaut ont été identifiées entre ces deux présentations du TDAH, dans une étude d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle cérébrale (Saad et al., 2017). Plus précisément, le groupe TDAH-C présentait un profil de connectivité distinctif au niveau du cervelet, en comparaison au groupe TDAH-I. Réunies, ces divergences dans les régions motrices cérébrales pourraient sous-tendre l'hyperactivité et l'impulsivité comportementales, qui sont retrouvées de façon plus importante dans le TDAH-C en comparaison au TDAH-I (Saad et al., 2017; Zhu et al., 2023).

Pour sa part, le groupe TDAH-I présenterait des profils de connectivité distinctifs dans les régions visuelles (région occipitale supérieure droite) et ventrales du réseau attentionnel (scissure calcarine et gyrus supramarginal droit), en comparaison au groupe TDAH-C (Saad et al., 2017),

des régions associées aux symptômes d'inattention visuelle qui sont caractéristiques du TDAH-I. En somme, les différentes présentations du TDAH présentent des caractéristiques cérébrales communes, surtout dans les régions frontales, mais se différencient ensuite dans leurs profils d'activation et de connectivité dans d'autres régions du cerveau. Ces zones de convergence et de divergence pourraient expliquer la présence des similarités et des dissimilarités des manifestations comportementales observées dans les différentes présentations du TDAH.

Des zones de convergence et de divergence sont également retrouvées entre les présentations du TDAH sur le plan cognitif et plus précisément, sur le plan du fonctionnement exécutif. En comparaison à des personnes sans TDAH, des performances significativement inférieures aux tâches d'inhibition sont retrouvées dans les groupes TDAH-I et TDAH-C (Geurts et al., 2005). Bien qu'en termes de scores à des tâches d'inhibition, ces deux groupes peuvent être comparables (Geurts et al., 2005), les mécanismes par lesquels découlent leurs performances sous-optimales pourraient diverger.

Ces divergences sont mises en évidence avec des outils comme le *Cued Reaction Time Task* (Derefinko et al., 2008). Dans ce test, les participants doivent répondre le plus rapidement possible lorsque des stimuli « Go » sont affichés à un écran et inhiber une réponse lorsque certains autres stimuli « No go » sont présentés. L'exposition à ces stimuli est entrecoupée d'indices visuels qui, 80% du temps, sont valides et annoncent correctement la nature du prochain stimulus Go ou No go qui sera présenté. À cette tâche, les participants TDAH-I et TDAH-C ne se distinguaient pas en termes d'erreurs d'inhibition (Derefinko et al., 2008). En revanche, les participants TDAH-I présentaient des temps de réponse nettement plus lents que les participants TDAH-C. De plus, l'effet de dépendance à l'indice (traduction libre de *cue dependency effect*), n'était pas retrouvé chez les participants TDAH-I, alors qu'il était présent chez les participants TDAH-C et les contrôles. L'effet de dépendance à l'indice est décrit comme un nombre d'erreurs d'inhibition plus marqué après la présentation d'un indice annonçant la venue d'un stimulus Go et cet effet est classiquement trouvé dans le *Cued Reaction Time Task*, même en l'absence de déficits de l'inhibition. Ainsi, les participants TDAH-I semblaient avoir de la difficulté à intégrer des indices pertinents dans leur environnement pour moduler leurs réponses.

En bref, le groupe TDAH-I se distingue du groupe TDAH-C sur le plan de l'activation du réseau du mode par défaut ainsi que de l'inhibition, des corrélats neurocognitifs étroitement liés à la créativité, en termes de processus automatiques (Palmiero et al., 2022; Shofty et al., 2022). Conséquemment, les présentations du TDAH pourraient aussi se différencier en termes de créativité et plus particulièrement sur le plan de la pensée divergente. Quelques études abondent justement en ce sens et font effectivement mention de relations distinctes entre les différents symptômes du TDAH et la créativité, en termes de pensée divergente (Boot et al., 2017; Brandau et al., 2007; Fugate et al., 2013). Chez des adultes présentant un nombre sous-clinique de symptômes de TDAH, les symptômes d'hyperactivité/d'impulsivité étaient corrélés à de plus grands scores d'originalité des réponses à des épreuves de pensée divergente (Boot et al., 2017). Chez les enfants ayant un TDAH, les symptômes d'inattention étaient associés à une plus faible flexibilité à une tâche de pensée divergente alors que les symptômes d'hyperactivité/d'impulsivité étaient liés à une plus grande fluence des réponses (Brandau et al., 2007). Enfin, dans une autre étude chez des enfants ayant un TDAH, les symptômes d'inattention à eux seuls n'étaient pas corrélés de façon significative à l'index de créativité du TTCT figuratif, mais un index de symptômes inattentifs et hyperactifs/impulsifs combinés lui, l'était (Fugate et al., 2013). Ainsi, la pensée divergente semble particulièrement associée aux symptômes d'hyperactivité et d'impulsivité ou encore, à une combinaison de l'ensemble des principaux symptômes du TDAH.

Étant donné ces résultats, il serait important de considérer le caractère hétérogène du TDAH dans les études sur la créativité, car le lien entre la créativité et le TDAH pourrait se présenter sous différentes formes entre les présentations de ce trouble. Toutefois, dans les études portant sur le TDAH et la créativité, ces présentations sont généralement rassemblées dans un seul groupe clinique qui est comparé à un groupe contrôle, hormis quelques exceptions où seulement les personnes avec des symptômes compatibles avec la présentation combinée du TDAH ont été recrutées pour faire partie du groupe clinique (White & Shah, 2006, 2016). Le manque de considération pour les différentes présentations du TDAH pourrait amener une variabilité dans les groupes TDAH et contribuer à l'hétérogénéité des résultats rapportés dans la littérature portant sur la créativité et le TDAH. Par ailleurs, ce problème de variabilité des échantillons

cliniques du TDAH engendré par l'absence de considération pour ses différentes présentations avait aussi été relevé par Russel Barkley, en lien avec l'hétérogénéité des résultats dans l'étude des fonctions exécutives et du TDAH (Barkley, 1997).

En résumé, encore peu de choses sont connues au sujet des variations de la créativité qui pourraient être trouvées entre les différentes présentations du TDAH. Or, une meilleure compréhension de ces variations pourrait être critique pour comprendre l'hétérogénéité des résultats dans la littérature portant sur la créativité dans le TDAH. Alors que la relation entre le TDAH et la créativité tarde à être élucidée en recherche, elle pourrait parallèlement être investiguée en clinique, sur le plan individuel, pour offrir un début de réponse aux personnes qui ont un TDAH et qui pourraient se questionner au sujet de leurs forces.

1.8 La créativité et le TDAH, une relation qui pourrait être mesurée en clinique

Imaginez la rencontre bilan d'une évaluation neuropsychologique. Dans son bureau, un neuropsychologue clinicien présente à un parent ses impressions cliniques et annonce qu'à la lumière des résultats de l'évaluation, il retient un diagnostic de TDAH pour son enfant. Le neuropsychologue enchaîne ensuite en détaillant les zones de faiblesses associées à ce trouble, comme la difficulté à maintenir une attention soutenue en classe et des comportements inappropriés qui pourraient brimer son intégration sociale. Le parent, qui semble progressivement désintéressé par cette présentation et visiblement inquiet par les impacts fonctionnels des difficultés qui lui sont décrites, demande au neuropsychologue « Est-ce que le TDAH présente aussi des forces ? J'ai remarqué que mon enfant est particulièrement imaginatif et artistique. J'ai lu sur internet que ça pourrait être due au TDAH. » Ce scénario est imaginaire, certes, mais il est inspiré de la réalité du travail en neuropsychologie clinique. Il vise à imaginer dans quel genre de circonstances l'évaluation de la créativité en contexte clinique pourrait avoir une valeur.

La mention de forces en bilan neuropsychologique favorise la capacité à recevoir et à intégrer les impressions cliniques communiquées (Postal & Armstrong, 2013). Une approche clinique centrée

sur celles-ci favorise l'investissement de l'individu recevant un diagnostic dans le traitement ainsi que son autonomie dans sa prise en charge (Xie, 2013). En outre, avec la montée en popularité du mouvement de la neurodiversité, qui encourage l'égalité et l'inclusion sociale et reconnaît qu'une pathologie n'est pas exclusivement et systématiquement indicative de souffrance, il est possible que les individus qui ont des troubles neurodéveloppementaux, comme le TDAH, puissent être de plus en plus intéressés à être informés des forces sur lesquelles ils pourront s'appuyer. Des études rapportent justement que les individus qui ont un TDAH pensent avoir plusieurs forces, dont une grande créativité (Charabin et al., 2023; Holthe & Langvik, 2017). Effectuer des interventions en fonction des forces de cette population pourrait permettre de favoriser leur résilience, soit leur capacité d'adaptation face à l'adversité (Charabin et al., 2023).

Pour relever des forces créatives chez la population TDAH en contexte clinique, il faudrait utiliser des tests de créativité. Or, ceux-ci semblent peu populaires chez les cliniciens. À titre d'exemple, plusieurs ouvrages de référence populaires concernant les meilleures pratiques en neuropsychologie clinique ne font pas mention de l'existence de tests de créativité (voir Schoenberg & Scott, 2011; Sherman et al., 2023; Strauss et al., 2006). Ce manque d'intérêt pour les tests de créativité en contexte d'évaluation clinique est peu documenté, mais il est tout de même possible de formuler quelques hypothèses. Tout d'abord, certains tests de créativité classiques sont longs à administrer (p. ex. environ 30 minutes dans le cas du TTCT figuratif et 45 minutes pour le TTCT verbal, voir Alabbasi et al., 2022) et peuvent aussi être longs et complexes à corriger (p. ex. environ une heure dans le cas du TTCT figuratif, voir Torrance & Safter, 2008). Ces caractéristiques pourraient certainement rebuter plusieurs cliniciens, qui doivent souvent conjuguer avec un temps limité pour compléter leurs évaluations. Ensuite, comme la créativité n'est pas un critère diagnostique de trouble mental ou neurodéveloppemental (American Psychiatric Association, 2013), son évaluation n'est pas essentielle. Néanmoins, tel que mentionné précédemment, une grande créativité serait retrouvée dans une multitude de troubles mentaux (Greenwood, 2017; Wang et al., 2018), troubles neurodéveloppementaux (N. Doyle, 2020; Greenwood, 2017; Pennisi et al., 2021; White & Shah, 2020) ainsi que dans plusieurs types d'atteintes cérébrales (Canesi et al., 2016; Inzelberg, 2013; Lhommée et al., 2014). Bien que l'évaluation de la créativité ne puisse pas contribuer à une démarche diagnostique, elle pourrait

tout de même bonifier de façon intéressante une évaluation clinique en facilitant l'identification des forces.

Puisque la créativité est multidimensionnelle, une évaluation exhaustive de celle-ci implique nécessairement la combinaison de plusieurs mesures (Reiter-Palmon et al., 2019). Il pourrait déjà être ardu pour un clinicien d'insérer une seule mesure de pensée divergente dans un protocole d'évaluation, il pourrait donc être inconcevable d'administrer plusieurs mesures de créativité. Pour permettre ceci, il faudrait d'abord développer plusieurs tests de créativité qui sont rapides à administrer ainsi qu'à corriger et qui, réunis, mesureraient différentes facettes de la créativité. Pour qu'un de ces tests puisse être pertinent dans l'évaluation de la créativité dans le TDAH, la littérature portant sur la pensée divergente nous informe qu'il serait désirable d'évaluer l'originalité des réponses. Le développement de tests rapides à administrer et à corriger serait tout aussi bienvenu en recherche puisque la cotation de l'originalité, une dimension centrale de la créativité, repose encore bien souvent sur des méthodes laborieuses et subjectives (Reiter-Palmon et al., 2019; Runco & Mraz, 1992). L'automatisation de la correction se présente comme une avenue prometteuse pour pallier ces lacunes, mais elle se limite pour l'instant aux tests verbaux de potentiel créatif.

Les tests de potentiel créatif, comme les tests de pensée divergente, mesureraient un construit s'approchant de la créativité de type little-c (J. C. Kaufman & Beghetto, 2009), c'est-à-dire une forme de créativité interpersonnelle de bas niveau. L'évaluation d'une dimension interpersonnelle de la créativité dans les mesures de pensée divergente relève du fait que l'originalité des réponses découle d'un jugement interpersonnel (p. ex. une évaluation par des juges) ou de la nouveauté relative d'une idée dans un groupe d'individus (p. ex. un calcul statistique de rareté). Tel que mentionné précédemment, la cotation « interpersonnelle » de la pensée divergente est souvent longue, complexe et subjective. L'évaluation d'une facette intrapersonnelle de la créativité, comme mini-c, pourrait peut-être permettre de mesurer l'originalité autrement et de pallier ces lacunes. Dans un test de créativité « personnelle », l'originalité des réponses serait déterminée en fonction de leur niveau de nouveauté pour l'individu qui les a produites. Ceci pourrait permettre d'éviter le recrutement d'un large groupe de comparaison ainsi que la formation de juges pour la cotation. En clinique, un test de créativité

personnelle pourrait permettre d'éviter le recours à des critères de correction préétablis de l'originalité, qui offrent seulement une bonne représentation de la rareté des idées d'un échantillon normatif particulier, à une époque bien précise.

Pour le moment, il n'existe pas de mesure formelle de la créativité personnelle. Nous croyons cependant que l'évaluation de cette facette de la créativité pourrait représenter une avenue intéressante pour pallier les défis rencontrés lors de la mesure de la pensée divergente en recherche, mais aussi pour rendre les tests de créativité plus intéressants pour les cliniciens. Puisque l'originalité est centrale dans la créativité, il est primordial de pouvoir l'évaluer avec précision dans les tests de créativité. Qui plus est, la mesure de cette facette de la créativité semble charnière dans la compréhension du lien entre la créativité et le TDAH.

1.9 Objectifs et hypothèses

Le premier objectif principal de cette thèse est de mieux comprendre le lien entre le TDAH et la créativité en considérant les présentations du TDAH. Plus spécifiquement, nous souhaitons vérifier si la créativité autorapportée et le potentiel créatif varient entre les différentes présentations du TDAH, tout particulièrement en ce qui a trait à la capacité de générer des idées originales. Le second objectif principal de cette thèse est d'introduire et d'examiner la validité d'une nouvelle mesure de l'originalité, une dimension de la pensée divergente qui pourrait être liée au TDAH. Cet outil vise à mesurer une dimension intrapersonnelle plutôt qu'interpersonnelle de la créativité, ce qui fait en sorte que l'estimation de l'originalité n'est pas basée sur l'estimation de la rareté des réponses dans un groupe ou sur un accord interjuge. Similairement aux nouveaux systèmes d'analyse sémantique qui permettent la correction des tests verbaux de pensée divergente, ce nouvel outil sera informatisé et sa cotation sera automatisée, le rendant compatible avec le contexte d'évaluation clinique, où la mesure de la créativité et plus spécifiquement de l'originalité pourrait servir à identifier les forces d'individus dont le profil cognitif doit être établi, comme celles de personnes qui reçoivent un diagnostic de TDAH. Pour favoriser la disponibilité d'une variété de mesures de potentiel créatif pouvant évaluer différentes facettes de la créativité, à la différence de ces systèmes d'analyse sémantique, nous visons à présenter un outil qui évalue une modalité non verbale de la créativité plutôt que verbale.

1.9.1 Premier article

Le premier article tente de répondre à deux objectifs. Le premier objectif est de vérifier si la créativité varie entre les individus ayant un TDAH et ceux qui n'en ont pas, mais aussi entre les différentes présentations du TDAH. Dans cet article, la créativité est évaluée en termes d'autoperception des habilités créatives et de capacité de pensée divergente. Le second objectif est d'examiner si des variations de créativité entre ces groupes pourraient être expliquées par les symptômes associés au TDAH (l'inattention, l'impulsivité et l'hyperactivité) ou à l'inhibition exécutive.

Des études antérieures suggèrent que les symptômes d'hyperactivité et d'impulsivité seraient associés positivement aux résultats de tests de pensée divergente. Ainsi, il pourrait être attendu que les personnes qui ont un TDAH-C pourraient posséder de grandes forces créatives à ce type de mesure, non seulement en comparaison à un groupe contrôle, mais aussi en comparaison aux personnes ayant un TDAH-I. Au-delà de l'évaluation du potentiel créatif, chacun des principaux symptômes du TDAH (inattention, hyperactivité, impulsivité) pourrait contribuer positivement au processus créatif et potentiellement amener les personnes qui ont ce trouble à se considérer particulièrement créatives dans différents domaines de la créativité. Ainsi, nous prédisons qu'une plus grande créativité autorapportée sera associée à un plus grand nombre de symptômes de TDAH. Bien que la créativité tende à être associée à une bonne inhibition cognitive, quelques études suggèrent qu'une désinhibition cognitive pourrait parfois contribuer de façon positive à la génération d'idées. Le TDAH est classiquement caractérisé par des difficultés de l'inhibition. Il est alors possible qu'un manque d'inhibition, chez cette population, puisse être positivement associé à leurs résultats à un test de pensée divergente ainsi qu'à leur créativité autorapportée.

Si ces hypothèses s'avèrent juste, ceci signifierait qu'il pourrait y avoir une disparité sur le plan de la créativité parmi les différentes présentations du TDAH. Ces différences pourraient être expliquées par la présence de certains symptômes du TDAH ou par une fragilité des mécanismes d'inhibition. De tels résultats pourraient sensibiliser la communauté scientifique au sujet de l'hétérogénéité du TDAH et ils pourraient démontrer l'importance d'un contrôle des présentations du TDAH dans les études portant sur la créativité. Ce premier article de thèse a été publié en juillet 2022 dans le Journal of Attention Disorders (Girard-Joyal & Gauthier, 2022).

1.9.2 Deuxième article

L'objectif du deuxième article est de développer et d'évaluer la validité d'un nouveau test de créativité : Creo. Plus spécifiquement, Creo vise à évaluer la dimension personnelle de la créativité, c'est-à-dire la capacité de produire des idées qui sont nouvelles pour soi. Creo est un test basé sur les mesures de la pensée divergente. Or, pour évaluer l'aspect personnel de la créativité, la nouveauté des idées ne sera pas estimée en fonction d'une évaluation interpersonnelle (p. ex. rareté statistique, évaluation par des juges), mais plutôt par une estimation de la taille de transformations opérées dans l'environnement.

Étant donné la proximité conceptuelle entre Creo et les mesures de pensée divergente standards, il est anticipé que les performances à Creo corréleront à celles des mesures de pensée divergentes existantes. Pour les mêmes raisons, Creo devrait aussi solliciter les fonctions cognitives qui pourraient supporter la pensée divergente, soit les fonctions exécutives (la mémoire de travail, l'inhibition et la flexibilité) ainsi que la fluence. Tout comme les tests de pensée divergente actuels, Creo devrait aussi corréler positivement avec des mesures du quotient intellectuel et l'autoperception des habiletés créatives.

Si de tels résultats sont obtenus, Creo pourrait être considéré comme la première mesure d'une dimension personnelle de la pensée divergente et, plus largement, le premier test visant à évaluer explicitement et uniquement la créativité personnelle. Il pourrait également s'agir de la première mesure automatisée qui évalue un domaine non verbal de la pensée divergente. En recherche, Creo pourrait être une alternative intéressante aux méthodes de cotation les plus populaires de l'originalité des réponses dans la pensée divergente (estimation statistique de la rareté des réponses et évaluation interjuges). En clinique, Creo pourrait représenter une alternative aux critères de correction préétablis pour la mesure de l'originalité en pensée divergente, qui sont vulnérables à l'épreuve du temps.

2. Chapitre 2 – ARTICLE 1

2.1 Creativity in the Predominantly Inattentive and Combined Presentations of ADHD in Adults

Olivier Girard-Joyal & Bruno Gauthier,

Département de psychologie, Université de Montréal, Montréal, QC, Canada.

Published online: December 12, 2021

Issue published: July 2022

Correspondence to: Olivier Girard-Joyal, Department of Psychology, University of Montreal, 1700 Jacques-Tétreault, Laval, Quebec, H7N 0B6, Canada. Email: olivier.girard-joyal@umontreal.ca

Référence complète

Girard-Joyal, O., & Gauthier, B. (2022). Creativity in the Predominantly Inattentive and Combined Presentations of ADHD in Adults. *Journal of Attention Disorders*, 26(9), 1187–1198.

2.2 Abstract

Objective: ADHD and its associated inhibition deficits might promote creativity. However, results in the literature are conflicting, possibly due to the heterogeneity of ADHD. To control for this heterogeneity, creativity, and inhibition were investigated in the predominantly inattentive (ADHD-I) and combined (ADHD-C) presentations. Method: Participants were males/females aged 18 to 51, diagnosed with ADHD-I ($n = 21$), ADHD-C ($n = 19$), or without ADHD ($n = 43$). Self-rated Kaufman Domains of Creativity Scale and evaluator-rated figural Torrance Test of Creative Thinking (TTCT) were used for measuring creativity, Stroop task for inhibition, and Conners' Adult ADHD Rating Scales for ADHD symptoms. Results: The ADHD-C group reported higher self-rated creativity than other groups and made more original drawings paired to more abstract titles in the figural TTCT than controls. Conclusion: ADHD-C participants were the most creative. This result was more importantly associated with higher degrees of ADHD symptoms rather than poorer inhibition.

2.3 Introduction

ADHD is a neurodevelopmental disorder with a childhood onset affecting 2.58% of the global adult population (Song et al., 2021). It leads to higher rates of failure to graduate from high school, a higher likelihood to be unemployed, and makes developing and maintaining relationships difficult (Biederman et al., 2006). On the bright side, authors have wondered if ADHD is also associated with a strength: enhanced creativity (Hoogman et al., 2020).

Although this is disputed (Westmeyer, 1998), most studies that will be cited in the present work refer to creativity as the ability to generate ideas that are both novel and useful (Amabile, 2018; Cohen, 2011). Children with ADHD were initially suspected of possessing superior creativity in the 1980s because their features (impulsive, distractible, and disorganized) echoed those of creative individuals (adventurous, nonconforming, and impulsive; Levine & Melmed, 1982; Torrance, 1988). Conversely, creative people present certain characteristics associated with ADHD. In samples of creative children and adolescents, 26% to 40% displayed clinically elevated symptoms of ADHD (Cramond, 1994; Healey & Rucklidge, 2006). Apart from similarities between these two populations, ADHD-like behaviors and symptoms are thought to contribute positively to creativity. For instance, mind wandering would be beneficial to creativity in a problem-solving task by creating opportunities to develop (“incubate”) ideas (Baird et al., 2012). Moreover, an impulsive personality may help to generate more new ideas (Brem & Utikal, 2019) and, in employees, impulsive behaviors could predict creative ideas (Gozukara, 2016).

Taken altogether, these pieces of evidence lead to believe that the ADHD population could be highly creative. To verify this, two dimensions of the 4P framework of creativity were investigated: the “Person” (i.e., what defines a creative person in terms of personality traits, temperament, behaviors, etc.) and the “Process” (i.e., the psychological factors involved in creativity; Rhodes, 1961). In other words, investigators were especially interested in verifying whether individuals with ADHD presented as creative-looking beings or if they were prone to creative thinking. The Person dimension of creativity is mostly assessed with self-rated scales measuring achievements and behaviors considered creative (e.g., publishing a book) or the self-perception of creative abilities (Kaufman, 2012; Silvia et al., 2012). The Process dimension of creativity is usually evaluated with time-constrained experiments that aim to measure the psychological operations

supporting the creative process. Most tasks are measuring divergent thinking (DT) and/or convergent thinking (CT), two concepts introduced by Joy Paul Guilford in its Structure of Intellect theory (Guilford, 1967). DT is the ability to generate many spontaneous and novel ideas. A DT task may require finding new uses for an object (e.g., a brick can be used as a paperweight). Performance is then rated on at least some of the criteria reflecting the different components of DT: fluency (number of ideas), originality (rarity of the ideas), flexibility (variety of ideas), and elaboration (expansion from an idea). CT stands in opposition to DT. It is often comprehended as the ability to find the most appropriate solution to a problem (Guilford, 1967), but is also coined as the fusion of ideas (Lubart, 2016). In a CT task, examinees may be presented with three words (e.g., right-cat-carbon) and asked to find a fourth one that associates them all (e.g., “copy”; Mednick, 1962), for instance. Both DT and CT can be used alternatively throughout the creative process (Lubart, 2016). As an example, a marketing team could brainstorm about the different ways they can advertise a product before narrowing down and refining their best idea. Likewise, a DT task may partly solicit a meta control state associated with CT and vice-versa (Zhang et al., 2020). Thus, it is more adequate to comprehend creative thinking tasks as tools measuring, in various importance, both DT and CT rather than tasks assessing exclusively either one of these two processes.

A recent literature review by Hoogman et al. (2020) breaks down the findings of 23 behavioral studies on creativity in children and adults with an official diagnosis of ADHD. It reveals that three of the four studies using creativity scales reported higher self-rated creativity in adults with ADHD compared to controls, more precisely in terms of creative achievements. Results from DT tasks studies are more conflicting. Out of 14 clinical case-control studies on ADHD (9 in children, 5 in adults), two studies in children and three in adults found that participants with ADHD performed significantly better, especially in terms of originality. However, out of the five case-control studies presenting results from CT tasks, three within the children population found no differences between groups, and the other two, respectively in children and adults, found worst performances in the ADHD groups. Thus, when ADHD groups outperformed control groups, it tended to be in terms of self-reported creativity and DT rather than CT. This tendency could be shaped by executive inhibition abilities.

Executive inhibition (or cognitive inhibition), as defined by Barkley (2005), is the ability to inhibit a prepotent response and control interference. Fragilized inhibitory processes may hinder performances to CT tasks, which require inhibiting intrusions to stay focused until the right answer is found (Fiore et al., 2001; Howard-Jones & Murray, 2003). Executive inhibition functioning may also have an incidence on DT abilities, but this relation is not as straightforward. Some findings support the idea that better executive inhibition is associated with higher creativity, especially in terms of DT abilities (Benedek et al., 2012, 2014; Edl et al., 2014). Executive inhibition would help suppress prepotent ideas in favor of original ideas. Interestingly, other findings show that poorer executive inhibition may also be advantageous to DT. In adults without ADHD, poorer performance to a reading inhibition task is associated with higher idea generation to a DT task (Fiore et al., 2001). Carson et al. (2003) also discovered that lower latent inhibition could contribute to DT by facilitating associations between ideas. Latent inhibition is a concept closely related to interference control in executive inhibition. It refers to the capacity to filter out familiar stimuli from the environment in profit of new stimuli (Lubow, 1989). Lower latent inhibition is also associated with more creative achievements (Carson et al., 2003).

The case-control study in adults with ADHD of White and Shah (2006), which is part of the systematic review of Hoogman et al. (2020), revealed that participants with ADHD performed worst to a CT task and better to a DT task than participants without ADHD. Executive inhibition, sometimes impaired in ADHD (Nigg, 2001), was measured by a proactive interference task and appeared to mediate CT, but not DT. As the authors explained, executive inhibition is not a unitary concept and ADHD is associated with multiple inhibitory deficits, so other ADHD-related inhibitory deficits might better contribute to DT. For instance, the implication of response inhibition on creativity (Barkley, 1999) has yet to be investigated within this population. Thus, particularities related to executive inhibition may explain some of the variability of the results between CT, DT, and creative behaviors within the ADHD population. Still, judging by the review of Hoogman et al. (2020), there also appears to be considerable variability between the behavioral studies that used the same type of tasks. This may be attributable to the heterogeneity of the ADHD samples.

The most prevalent presentations of ADHD are combined (ADHD-C) and predominantly inattentive (ADHD-I; American Psychiatric Association (APA, 2013). However, previous work on

creativity overlooked this subdivision of the disorder or only considered the combined presentation. This is an issue since reviews have shown that individuals with ADHD-I and ADHD-C may perform differently to standard measures of inhibition like the cued Go/No-go task (Adams et al., 2008) and the Stroop task (van Mourik et al., 2005), suggesting the existence of specific response inhibition alterations for these two presentations of ADHD. Besides, only a portion of those who suffer from ADHD present significant impairments (Nigg et al., 2005). Considering the shreds of evidence supporting a hypothetical role of executive inhibition functioning in creativity, variations of inhibition fragilities between and within presentations of ADHD may contribute to the variability of the results observed by Hoogman et al. (2020).

As just mentioned, ADHD is a heterogeneous disorder in terms of behavioral symptoms (Wåhlstedt et al., 2009) and certain seem to be more beneficial to creativity than others. In children, teacher-rated impulsive/hyperactive symptoms were related to higher fluency, but low inattention was related to better flexibility (Brandau et al., 2007). In adults, self-reported ADHD symptoms (especially impulsivity and hyperactivity) were positively correlated to DT and the number of creative achievements and behaviors in self-rated questionnaires (Boot et al., 2017b). Thus, impulsivity and hyperactivity seem to be the main drivers of superior self-rated creativity and creative thinking in contrast to inattention, especially in DT. These symptoms are found in different importance across the presentations of ADHD (APA, 2013), meaning DT abilities and self-rated creativity may vary between these presentations.

Thus, the first objective of this study was to explore creativity as measured by self-report scales and DT tasks in the two most prevalent presentations of ADHD in adults: ADHD-I and ADHD-C (Vitola et al., 2017), in comparison with adults who do not have ADHD. We predicted that adults with ADHD would rate their creativity higher than adults without ADHD and present a superior performance in a DT task. We also predicted that ADHD-I and ADHD-C would differ in these regards since they present different symptoms and possibly varying inhibition fragilities. Adults with ADHD-C may be more creative than adults with ADHD-I since they present more symptoms positively related to higher creativity. Our second objective was to examine whether self-reported creativity and DT were related to ADHD symptoms and executive inhibition, more specifically

response inhibition, expecting that superior creativity would be associated with higher levels of ADHD symptoms and poorer executive inhibition.

Aside from the behavioral and cognitive heterogeneity observed in ADHD, some methodological inconsistencies could also account for the variability of the results found in the literature on creativity in ADHD. Medication for ADHD is not consistently controlled, despite evidence that psychostimulants may interact with creativity (Ten et al., 2020; although see Hoogman et al., 2020). Creativity may also be shaped by certain sociodemographic variables. Castillo-Vergara et al. (2018) found that, in fifth-grade students, creative potential increased with social-economic status, and girls exhibited higher creativity than boys in terms of fluency, flexibility, and originality. Thus, we controlled for medication and these sociodemographic variables to the best of our capabilities.

2.4 Methods and Materials

2.4.1 Participants

Eighty-three participants from the region of Montreal, male ($n = 20$) and female ($n = 63$), within the age of 18 to 51 (mean [M] = 26.66, standard deviation [SD] = 8.73), took part in the study. The control group counted 43 participants and the clinical groups were composed of participants who had an official diagnosis of ADHD given by a licensed psychiatrist, physician, neuropsychologist, or psychologist. Twenty-one participants were diagnosed with ADHD-I and 19 were diagnosed with ADHD-C. Demographic data of our groups are presented in Table 1. Participants were required not to take their medication for ADHD during test day. Those treated with non-stimulant molecules (e.g., Atomoxetine) were not recruited since their therapeutic effects persist beyond their direct pharmacologic effects (Stahl & Grady, 2017). Other neurodevelopmental disorders such as language disorders, motor disorders, autism spectrum disorder, Tourette syndrome, or those who presented with neurological disorders and moderate or severe traumatic brain injuries also constituted exclusion criteria. However, people with specific learning disorders or anxiety and mood disorders were allowed to participate since these are highly comorbid with ADHD (DuPaul et al., 2013; Katzman et al., 2017). Thus, five participants (control group: $n = 1$, ADHD-C group: $n = 4$) reported having dyslexia. Three participants of the ADHD-C group reported having

an anxiety or mood disorder. Our results were not affected by the inclusion of these participants. Finally, a portion of the testing was carried out during the COVID-19 pandemic. Three participants from the ADHD-I group and one from the ADHD-C group were assessed by teleconference. Again, our results were not affected by their inclusion.

Table 1. – Groups Demographic Data (Age, Sex, and Academic Level)

Group (<i>n</i>)	Control (43)	ADHD-I (21)	ADHD-C (19)
Male: <i>n</i> , %	13, 30	5, 24	2, 11
Age: <i>M</i> (<i>SD</i>)	24.60(8.35)	27.67(8.25)	30.21(9.18)
Academic level: <bachelor’s degree	20.9%	42.9%	31.6%
≥Bachelor’s degree	79.1%	57.1%	68.4%

Note. ADHD-C = combined presentation of attention-deficit/hyperactivity disorder; ADHD-I = predominantly inattentive presentation of attention-deficit/hyperactivity disorder.

2.4.2 Procedure

Participants were recruited with ads posted on Facebook and emails sent to students from colleges with whom we had a partnership. Confirmation of eligibility and consent were obtained through a form online. During 2-hour sessions, participants had to complete a self-report creativity scale to measure their perception of their creativity, a formal task of creativity to assess creative abilities, a response inhibition task to measure executive inhibition, and a self-report ADHD questionnaire to measure ADHD symptoms. A nonverbal reasoning task was also administered to verify if differences found between the groups in DT task could not be better explained by differences in nonverbal intelligence. Evaluations were conducted by either one of the four trained investigators under the supervision of an accredited neuropsychologist. Tests were always administered in the same order and were corrected by two scorers who were blind to the group and demographic data.

2.4.3 Measures

2.4.3.1 Self-reported creativity

The Kaufman Domains of Creativity Scale (K-DOCS) is a 50 items questionnaire assessing self-perceived creative abilities (Kaufman, 2012). Examinees are asked to rate on a scale from 1 to 5 (“much less creative” to “much more creative”) how creative they are compared to their peers. Five domains are evaluated: Self/Everyday (e.g., “Finding something fun to do when I have no money”), Scholarly (e.g., “Debating a controversial topic from my own perspective”), Performance (e.g., “Shooting a fun video to air on YouTube”), Mechanical/Scientific (e.g., “Solving math puzzles”), and Artistic (e.g., “Making a sculpture or piece of pottery”). For these domains, Kaufman (2012) reports internal consistency coefficients of .86, .86, .87, .86, and .83 respectively, as well as two weeks test-retest reliability of .80, .76, .86, .78, and .81. Raw total scores for each domain were used for analysis.

2.4.3.2 DT Task

The figural Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT; Torrance, 2008) are three timed drawing activities requiring the production of recognizable images telling a story from different basic stimuli (e.g., a “Y” shape). Images have to be as different as possible from the ones anyone else could do. The main scoring measures are Fluency, Originality, Elaboration, Abstractness of Titles, and Resistance to Premature Closure. Their definitions, as presented in the most recent version of the technical manual (Torrance, 2008), can be found in Table 2. The figural TTCT is reliable and valid (Kim, 2011). Raw scores of each measure were used for analysis.

Table 2. – Definitions of the Different Measures of the Figural TTCT

Measure	Definition
Fluency	The number of drawings where the stimulus is used in a meaningful way.
Originality	Statistical infrequency, or “unusualness,” of the response.

Elaboration	Amount of pertinent detail (idea, piece of information, etc.) added to the original stimulus figure, its boundaries, and/or its surrounding space.
Abstractness of titles	Ability to capture the essence of the information involved in the drawings.
Resistance to premature closure	Ability to resist quickly close an incomplete figure with a straight line.

Note. TTCT = Torrance Tests of Creative Thinking.

2.4.3.3 Executive inhibition

The Stroop Color and Word Task (Stroop Task; Stroop, 1935) is most often coined as a prepotent response inhibition task (Macleod, 2007). The first three conditions were administered: color naming, word reading, and color-word reading. After naming the colors of a grid of squares that are either blue, green, or red and reading a grid of words that are either “Blue,” “Green,” or “Red,” examinees are presented with a grid of mismatched words and ink color (e.g., the word “Blue” is printed in red). They have to perform a less automated task (naming ink color) while inhibiting automated responses (reading words). Those three conditions of the Color-Word Interference Test from the Delis–Kaplan Executive Functioning System (Delis et al., 2001) were administered, but only the total number of errors and completion time of the color-word reading condition were retained for our analysis. Scaled scores were used to compare groups on executive inhibition and raw scores were used for our main analyses. This subtest presents test-retest reliability of .62 to .76.

2.4.3.4 ADHD symptoms

The self-report version of Conners’ Adult ADHD Rating Scales (CAARS; Conners et al., 1999) is a 4 points Likert-type scale of ADHD symptoms measuring inattention, hyperactivity, and impulsivity symptoms. It has a test-retest reliability of .80 (Conners et al., 1999). *T* scores were used to compare groups on symptoms and raw scores were used for our main analyses.

2.4.3.5 Nonverbal intelligence

The Matrix Reasoning subtest of the Wechsler Adult Intelligence Scale—Fourth Edition (WAIS-IV; Wechsler, 2008) is a sequence of untimed visual puzzles requiring the use of logical and analogical reasoning correlating strongly with the perceptual reasoning index of the WAIS-IV (Wechsler, 2008). Scaled scores were used for verifying group equivalence of nonverbal abilities.

2.4.4 Data Analysis

Statistical analyses were performed using IBM SPSS Statistics (version 26). In our first objective, groups were compared on K-DOCS domains and measures of the figural TTCT (Fluency, Originality, Elaboration, Abstractness of Titles, and Resistance to Premature Closure) with one-way analyses of variance (ANOVAs). For our second objective, bilateral Pearson's correlations were used to evaluate if creativity scores in figural TTCT or K-DOCS were related to completion time and the number of errors in the color-word condition of the Stroop Task additionally to the CAARS symptom scales. To limit the number of analyses, correlations were only conducted in groups and in measures where significantly higher creativity scores were found priorly in the results of Objective 1.

2.5 Results

2.5.1 Preliminary Analyses

Scores were distributed normally in all groups. Homogeneity of variances ($p > .05$) was confirmed by Levene's test. Tuckey's correction was used to control for the number of comparisons and the criterion for statistical significance was set at $p < .05$. As indicated by one-way ANOVAs, groups were equivalent on age ($F[2, 80] = 3.047, p = .053, \eta^2 = .071$) and estimated non-verbal intelligence ($F[2, 80] = 0.062, p = .940, \eta^2 = .002$); Control group: $M = 11.62, SD = 2.58$; ADHD-I group: $M = 11.38, SD = 3.20$; ADHD-C: $M = 11.42, SD = 2.32$). Chi-squared test showed that groups were equivalent on sex, $X^2(2, N = 83) = 2.799, p = .247, V = 0.184$, and academic level, $X^2(2, N = 83) = 3.385, p = .184, V = 0.202$.

2.5.1.1 Interrater reliability

The scoring of the figural TTCT is partly subjective, so interclass correlation coefficients (ICCs) were calculated to estimate interrater reliability of its measures on a subset of 20 randomly chosen copies rated at different time points by our two scorers. ICCs estimates and their 95% confidence intervals were calculated with two-way random-effect models based on single ratings and absolute agreement. According to the guidelines of Landis and Koch (1977), the ICCs of Fluency, Originality, Elaboration, and Resistance to Premature Closure were almost perfect being respectively 0.96 (0.91–0.99), 0.92 (0.81–0.97), 0.90 (0.77–0.96), and 0.92 (0.81–0.97). The ICC of Abstractness of Titles was moderate being 0.60 (0.21–0.82). Overall, interrater reliability was adequate.

2.5.1.2 ADHD symptoms and executive inhibition

To verify if the clinical groups presented the ADHD symptoms corresponding to their specific ADHD presentations (APA, 2013) additionally to poorer executive inhibition than controls (Nigg, 2001; Nigg et al., 2005), groups were compared on CAARS and Stroop Task with one-way ANOVAs. There were significant effects of groups on the *T* scores of every CAARS scale (see Table 3). As expected, the pairwise analysis shows that both ADHD groups had a significantly higher Inattention score than the control group (see Table 4). The ADHD-C group also had significantly higher Hyperactivity and Impulsivity scores compared to other groups. To the Stroop Task, there was a large and significant effect of groups on the scaled scores for completion time and number of errors. ADHD-I and ADHD-C participants were significantly slower than controls (see Table 3). Participants with ADHD-I also made more errors than controls (see Table 4).

Table 3. – One-way ANOVAs Comparing Groups on CAARS Scales (T Scores) and Stroop Task
(Standard Scores)

Measure	Group	<i>n</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	dfNum	dfDem	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Inattention (CAARS)	Control	42	49.07(8.69)					
	ADHD-I	21	63.10(13.06)	2	78	26.18	.000	.402
	ADHD-C	19	66.53(7.93)					
Hyperactivity (CAARS)	Control	42	45.07(8.56)					

	ADHD-I	21	49.29(9.64)	2	78	17.58	.000	.311
	ADHD-C	19	60.26(10.19)					
Impulsivity (CAARS)	Control	42	44.71(7.91)					
	ADHD-I	21	49.05(11.67)	2	78	15.54	.000	.285
	ADHD-C	19	60.11(11.81)					
Completion time (Stroop Task)	Control	43	11.56(2.36)					
	ADHD-I	18	8.89(3.58)	2	77	6.64	.002	.147
	ADHD-C	19	9.32(3.73)					
Number of errors (Stroop Task)	Control	43	10.84(1.62)					
	ADHD-I	18	8.33(3.63)	2	77	7.04	.002	.155
	ADHD-C	19	9.95(2.39)					

Note. ADHD-C = combined presentation of attention-deficit/hyperactivity disorder; ADHD-I = predominantly inattentive presentation of attention-deficit/hyperactivity disorder; CAARS = Conners' Adult ADHD Rating Scales.

Table 4. – Pairwise Comparisons of Groups on CAARS Scales (T Scores) and Stroop Task (Standard Scores)

Measure	Groups	<i>MD</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>
Inattention (CAARS)	Control — ADHD-I	-14.02	2.64	.000
	Control — ADHD-C	-17.45	2.73	.000
	ADHD-I — ADHD-C	-3.43	3.12	.517
Hyperactivity (CAARS)	Control — ADHD-I	-4.21	2.48	.212
	Control — ADHD-C	-15.19	2.56	.000
	ADHD-I — ADHD-C	-10.98	2.93	.000
Impulsivity (CAARS)	Control — ADHD-I	-4.34	2.67	.242
	Control — ADHD-C	-15.40	2.76	.000
	ADHD-I — ADHD-C	-11.06	3.15	.002
Completion time (Stroop Task)	Control — ADHD-I	2.67	0.85	.007
	Control — ADHD-C	2.24	0.83	.023

	ADHD-I	—	ADHD-C	-0.43	0.90	.903
Number of errors (Stroop Task)	Control	—	ADHD-I	2.50	0.67	.001
	Control	—	ADHD-C	0.89	0.66	.369
	ADHD-I	—	ADHD-C	-1.61	0.78	.105

Note. ADHD-C = combined presentation of attention-deficit/hyperactivity disorder; ADHD-I = predominantly inattentive presentation of attention-deficit/hyperactivity disorder; CAARS = Conners' Adult ADHD Rating Scales.

2.5.2 Objective 1

One-way ANOVAs revealed a large and significant effect of groups on the K-DOCS Performance domain, as presented in Table 5. Pairwise analysis, shown in Table 6, indicated that the ADHD-C group presented a significantly higher score than both the control and ADHD-I groups on the Performance domain. Other comparisons were not significant. On the figural TTCT, one-way ANOVAs showed significant and large effects of groups in Originality and Abstractness of Titles (Table 5). Pairwise analysis revealed that only participants with ADHD-C displayed a significantly higher score than the controls for these measures (Table 6). No other significant differences were found between groups.

Table 5. – One-Way ANOVAs Comparing Groups on K-DOCS and Figural TTCT

Measure	Group	<i>n</i>	<i>M(SD)</i>	dfNum	dfDem	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Self/everyday (K-DOCS)	Control	41	39.32(5.06)					
	ADHD-I	21	42.23(6.13)	2	78	2.48	.090	.060
	ADHD-C	19	41.26(4.07)					
Scholarly (K-DOCS)	Control	41	36.66(6.44)					
	ADHD-I	21	35.62(9.04)	2	78	0.36	.700	.009
	ADHD-C	19	37.42(4.14)					
Performance (K-DOCS)	Control	41	24.00(7.70)					
	ADHD-I	21	26.05(10.40)	2	78	8.49	.000	.179
	ADHD-C	19	34.00(9.18)					
	Control	41	21.84(6.04)					

Mechanical/scientific (K-DOCS)	ADHD-I	21	23.52(7.83)	2	78	1.32	.272	.033
	ADHD-C	19	24.13(7.93)					
Artistic (K-DOCS)	Control	41	30.02(8.98)					
	ADHD-I	21	32.76(7.15)	2	78	1.32	.274	.033
	ADHD-C	19	33.53(9.67)					
Fluency (TTCT)	Control	43	17.54(6.01)					
	ADHD-I	21	19.33(6.81)	2	80	1.98	.144	.047
	ADHD-C	19	21.00(7.13)					
Originality (TTCT)	Control	43	11.16(4.99)					
	ADHD-I	21	14.00(6.01)	2	80	5.41	.006	.119
	ADHD-C	19	16.26(7.29)					
Elaboration (TTCT)	Control	43	12.33(3.62)					
	ADHD-I	21	12.10(3.24)	2	80	0.21	.809	.005
	ADHD-C	19	12.79(3.21)					
Abstractness of titles (TTCT)	Control	43	11.30(5.97)					
	ADHD-I	21	13.48(4.73)	2	80	3.21	.046	.074
	ADHD-C	19	15.47(7.72)					
Resistance to premature closure (TTCT)	Control	43	12.19(4.19)					
	ADHD-I	21	13.29(4.79)	2	80	2.97	.057	.069
	ADHD-C	19	15.05(3.89)					

Note. ADHD-C = combined presentation of attention-deficit/hyperactivity disorder; ADHD-I = predominantly inattentive presentation of attention-deficit/hyperactivity disorder; K-DOCS = Kaufman Domains of Creativity Scale; TTC = Torrance Tests of Creative Thinking.

Table 6. – Pairwise Comparisons of Groups on K-DOCS and Figural TTCT

Measure	Groups		<i>MD</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>
K-DOCS (Performance)	Control	— ADHD-I	-2.05	2.36	.663
	Control	— ADHD-C	-10.00	2.45	.000
	ADHD-I	— ADHD-C	-7.95	2.79	.015

Figural TTCT (Originality)	Control	—	ADHD-I	-2.84	1.55	.168
	Control	—	ADHD-C	-5.10	1.61	.006
	ADHD-I	—	ADHD-C	-2.26	1.85	.442
Figural TTCT (Abstractness of Titles)	Control	—	ADHD-I	-2.17	1.63	.383
	Control	—	ADHD-C	-4.17	1.69	.041
	ADHD-I	—	ADHD-C	-2.00	1.94	.562

Note. ADHD-C = combined presentation of attention-deficit/hyperactivity disorder; ADHD-I = predominantly inattentive presentation of attention-deficit/hyperactivity disorder; K-DOCS = Kaufman Domains of Creativity Scale; TTCT = Torrance Tests of Creative Thinking.

2.5.3 Objective 2

Bilateral Pearson's correlations presented in Table 7 showed that the total raw score for the hyperactivity scale of the CAARS was moderately positively correlated to the score in the performance domain of the K-DOCS in participants with ADHD-C. No significant correlation was found between figural TTCT measures and CAARS scales or Stroop Task's measures.

Table 7. – Bilateral Pearson's Correlations of Stroop Task, K-DOCS, and Figural TTCT in ADHD-C group

Measure	Stroop Task		CAARS (total raw score)			
	Time (s)	Errors	Inattention	Hyperactivity	Impulsivity	
Performance (K-DOCS)	<i>r</i>	.390	.252	.00	.575	.420
	<i>p</i>	.099	.299	1.00	.010	.074
	<i>N</i>	19	19	19	19	19
Originality (Figural TTCT)	<i>r</i>	-.025	-.340	.416	-.025	-.219
	<i>p</i>	.919	.155	.076	.919	.368
	<i>N</i>	19	19	19	19	19
Abstractness of titles (Figural TTCT)	<i>r</i>	-.230	-.242	.289	-.080	.191
	<i>p</i>	.343	.319	.230	.744	.433
	<i>N</i>	19	19	19	19	19

Note. ADHD-C = combined presentation of attention-deficit/hyperactivity disorder; ADHD-I = predominantly inattentive presentation of attention-deficit/hyperactivity disorder; CAARS = Conners' Adult ADHD Rating Scales; K-DOCS = The Kaufman Domains of Creativity Scale; TTCT = Torrance Tests of Creative Thinking.

2.6 Discussion

In this study we investigated creativity in adults with or without ADHD, our main contribution being to explicitly distinguish between two ADHD presentations (ADHD-I and ADHD-C). We also verified if superior creativity between groups was related to higher ADHD symptoms and lower executive inhibition. Our results provide evidence that creativity varies between ADHD presentations, and we propose it might be mainly explained by differences in behavioral symptoms.

Our first finding was that participants with ADHD-C self-rated their creativity higher than the other groups on the K-DOCS, more precisely on the Performance domain, which encompassed music, theater, and dance. Boot et al. (2017a) also found higher self-rated creativity scores in adults with ADHD compared to controls in the Performance domain, but also in the Mechanical/Scientific domain. This disparity either stands from a lack of statistical power on our behalf or differences between our clinical samples, as the authors did not control for ADHD presentations (Boot et al., 2017a). Regarding other creativity scales, higher self-rated creativity in adults with ADHD was also found in case-control studies that measured the number of real-world creative achievements (Boot et al., 2017a; DuPaul et al., 2017; White & Shah, 2011), but the different domains of creativity were not considered.

The score in the Performance domain of the ADHD-C group was moderately and positively related to hyperactivity and marginally, but not significantly, related to impulsivity ($r = .420, p = .074$). Interestingly, these symptoms are linked to extraversion (Krieger et al., 2020), a personality trait found in high levels in singers, comedians, and actors (Cameron et al., 2015; Greengross & Miller, 2009; Nettle, 2006). Extraversion would ease performers into taking the center stage, among other things. Thus, hyperactivity and impulsivity could, similarly to extraversion, make individuals with ADHD-C feeling comfortable and possibly even motivated to do acts related to the

performance domain. To our knowledge, the present research was the first to examine the relation between the different symptoms of ADHD and self-rated creativity within a clinical sample. However, a study in adults without ADHD revealed that more self-reported impulsivity and hyperactivity symptoms were correlated to more creative achievements, but again, in unspecified domains (Boot et al., 2017b). Therefore, there seems to be a link between self-reported hyperactivity and impulsivity and self-rated creativity, but its specificity to certain domains needs to be further studied. Moreover, since these domains often encompass heterogenous subdomains of creativity (e.g., the Performance domain in K-DOCS covers acts of writing and playing music instruments), an item analysis would help to identify more precisely the kinds of activities in which individuals with ADHD feel they are particularly creative.

Our second important and novel finding was that participants with ADHD-C also produced more original drawings paired to more abstract titles, but only compared to the controls. This is in line with the tendency to detect higher originality scores in adult participants with ADHD compared to controls in a variety of DT measures, as reported in the systematic review of Hoogman et al. (2020). With regards to Abstractness of Titles, Fugate et al. (2013) have observed the same outcome in gifted children with ADHD compared to their peers without the disorder.

More self-reported hyperactive and impulsive symptoms were not linearly associated with better performances to the DT task in participants with ADHD-C, contrarily to the findings of other studies in participants without ADHD (Boot et al., 2017b; Brandau et al., 2007). In ADHD, this relation may be rather curvilinear. Up to a certain point, more ADHD symptoms could be associated with more cognitive impairments, which ultimately lowers DT performances, similarly to schizotypy symptoms and DT (Acar & Sen, 2013). While Boot et al. (2017b) did not find such a curvilinear relation and did not find more cognitive deficits in participants self-reporting more ADHD symptoms, the number of participants with clinically elevated symptoms of ADHD within their sample (17%) was likely overestimated if compared to the prevalence of ADHD in the general population (2.58%; Song et al., 2021). A clinical sample of participants officially diagnosed with ADHD may offer a better representation of the gradient of cognitive deficits associated with higher levels of ADHD symptoms. Interestingly, there was a moderate and positive, but not significant, relationship between the Originality score and the number of self-reported inattentive

symptoms ($r = .416, p = .076$). Perhaps, curvilinear analyses would be more adequate for measuring the relation between the behavioral symptoms of ADHD and creativity.

The ADHD-I group was not creatively superior to the other groups. This is coherent with previous works suggesting that the main drivers of ADHD are hyperactivity/impulsivity (Boot et al., 2017b; Brandau et al., 2007), two symptoms self-reported in smaller importance in ADHD-I. Nonetheless, mind wandering (an inattention-like behavior) should enhance creativity in DT (Baird et al., 2012), but this typically implies an incubation period that occurs while taking a break from the task at hand. Moreover, in adults without ADHD, a more flexible attention allowing rapid changes in modes of focus is associated with higher performances to DT tasks, which requires quick transitions between ideas (Zabelina et al., 2016). Conversely, a “leaky” attention that would not properly filter out irrelevant information, which shares more likeness to the attentional profile found in ADHD, has been associated with more creative achievements, but not DT. Thus, the qualities of the DT task chosen, a timed-constrained activity that did not allow pauses for mind wandering and that may have benefited from a flexible attention rather than inattentiveness could have been disadvantageous for participants with ADHD-I.

Finally, there is little evidence in our results supporting our hypothesis that higher DT scores would be related to poorer executive inhibition. In ADHD-C, poorer executive inhibition was marginally and positively, but not significantly, related to a higher score in the Performance domain ($r = .390, p = .099$), which echoes the findings of Carson et al. (2003) who reported higher self-rated creativity in adults with poorer latent inhibition. Executive inhibition appeared to be most impacted in participants with ADHD-I, compared to controls. Yet, these groups were not creatively different. Thus, our results do not strongly support either hypothesis of a positive contribution of higher and poorer executive inhibition to creativity. They are rather in line with other works that found no clear association between these two concepts (Burch et al., 2006; Green & Williams, 1999; Stavridou & Furnham, 1996). It is worth noting that prepotent response inhibition is only a facet of response inhibition, and more largely of inhibition functioning. This has only been little studied in ADHD, so further investigation is needed to determine if poorer executive inhibition has any positive implications on creativity in this population.

An important limitation of this study was the sample size. Because our recruitment was impacted by the COVID-19 pandemic, we were not able to obtain the sample size initially planned for our clinical groups. More statistical power could confirm (or disconfirm) the tendencies we underlined. We particularly had difficulties recruiting male participants, especially in our clinical groups. Moreover, our groups were also almost nonequivalent regarding age. Fortunately, most studies report no gender-based differences in creativity (Abraham, 2016). While aging has been shown to fragilize inhibitory mechanisms and consequently, facilitate DT, this has been observed in a much older sample (aged 60–77; Carpenter et al., 2020). Thus, it is unlikely that these variables had a significant effect on our results.

2.7 Conclusion

At the time of writing, this was the first study that compared creativity between clinical samples of individuals officially diagnosed with ADHD-I and ADHD-C. Taken together, our results suggest there are variations of creativity between these two presentations, with higher creativity scores exclusively being found in ADHD-C. These higher scores appeared to be linked more importantly to behavioral symptoms than poorer executive inhibition. Our results are novel and have several important implications for future research on ADHD and creativity. They highlight the importance of considering the presentations of ADHD in research on creativity. ADHD presentations are associated with different sets of behavioral symptoms, and some appear to contribute better than others to certain facets of creativity. This is not to say individuals with ADHD-I are not highly creative. The domain or in which they exude creativity might simply be unknown yet. Moreover, if mind-wandering and inattentiveness are the entryways of creativity in ADHD-I, time-constrained tasks may not be the best suited for measuring this ability in this population. Future work should recognize the heterogeneity of ADHD but also aim to refine the identification of the domains and the contexts in which individuals with different presentations of ADHD may excel creatively. It will then be possible to better orient this group toward success.

2.8 Acknowledgments

The authors would like to thank Marie-Ève Desjardins, Andréanne Fortin, and Marie-Pier Côté for their help with data collection and scoring, as well as the members of the LÉNEA laboratory. This

work was facilitated by a scholarship from the Fond de recherche Nature et technologies of Québec, and a fellowship from the Social Sciences and Humanities Research Council of Canada to Olivier Girard-Joyal.

2.9 Declaration of Conflicting Interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

2.10 Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

2.11 Biographies

Olivier Girard-Joyal is a PhD student in clinical neuropsychology at the University of Montreal (Canada) and a member of the LÉNEA (Laboratory of Neuropsychological Studies in Children and Adolescents). He received a bachelor's degree in psychology from the University of Ottawa. Within the context of his thesis, he is developing a computer task to measure creativity. His objective is to offer a better understanding of the functioning of creativity, more specifically in ADHD.

Bruno Gauthier is Associate Professor at the Department of Psychology of the University of Montreal, Director of the LÉNEA (Child Neuropsychology Studies Lab), and founder of the TALAN Foundation. He received his doctorate in neuropsychology from the University of Quebec in Montreal (UQAM). His research publications include articles on executive function assessment in children with ADHD, cognitive remediation in ADHD, and the neuropsychology of Tourette's disorder (TD). His current research interests include neurodevelopmental disorders such as ADHD, TD, and dyslexia, as well as the development and evaluation of assessment and intervention methods.

2.12 References

- Abraham, A. (2016). Gender and creativity: An overview of psychological and neuroscientific literature. *Brain Imaging and Behavior, 10*(2), 609–618. <https://doi.org/10.1007/s11682-015-9410-8>
- Acar, S., & Sen, S. (2013). A multilevel meta-analysis of the relationship between creativity and schizotypy. *Psychology of Aesthetics Creativity and the Arts, 7*(3), 214–228. <https://doi.org/10.1037/a0031975>
- Adams, Z. W., Derefinko, K. J., Milich, R., & Fillmore, M. T. (2008). Inhibitory functioning across ADHD subtypes: Recent findings, clinical implications, and future directions. *Developmental Disabilities Research Reviews, 14*(4), 268–275. <https://doi.org/10.1002/ddrr.37>
- Amabile, T. M. (2018). *Creativity in context: Update to the social psychology of creativity*. Routledge.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). American Psychiatric Association.
- Baird, B., Smallwood, J., Mrazek, M. D., Kam, J. W. Y., Franklin, M. S., & Schooler, J. W. (2012). Inspired by distraction: Mind wandering facilitates creative incubation. *Psychological Science, 23*(10), 1117–1122. <https://doi.org/10.1177/0956797612446024>
- Barkley, R. A. (1999). Response inhibition in attention-deficit hyperactivity disorder. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews, 5*(3), 177–184. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2779\(1999\)5:3<177::aid-mrdd3>3.0.co;2-g](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2779(1999)5:3<177::aid-mrdd3>3.0.co;2-g)
- Barkley, R. A. (2005). *ADHD and the nature of self-control* (Illustrated ed.). The Guilford Press.
- Benedek, M., Franz, F., Heene, M., & Neubauer, A. C. (2012). Differential effects of cognitive inhibition and intelligence on creativity. *Personality and Individual Differences, 53-334*(4), 480–485. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2012.04.014>
- Benedek, M., Jauk, E., Sommer, M., Arendasy, M., & Neubauer, A. C. (2014). Intelligence, creativity, and cognitive control: The common and differential involvement of executive functions in intelligence and creativity. *Intelligence, 46*, 73–83. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.05.007>

- Biederman, J., Faraone, S. V., Spencer, T. J., Mick, E., Monuteaux, M. C., & Aleardi, M. (2006). Functional impairments in adults with self-reports of diagnosed ADHD : A controlled study of 1001 adults in the community. *Journal of Clinical Psychiatry, 67*(4), 524–540.
- Boot, N., Nevicka, B., & Baas, M. (2017a). Creativity in ADHD: goal-directed motivation and domain specificity. *Journal of Attention Disorders, 24*(13), 1857–1866. <https://doi.org/10.1177/1087054717727352>
- Boot, N., Nevicka, B., & Baas, M. (2017b). Subclinical symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) are associated with specific creative processes. *Personality and Individual Differences, 114*, 73–81. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2017.03.050>
- Brandau, H., Daghofer, F., Hollerer, L., Kaschnitz, W., Kellner, K., Kirchmair, G., Krammer, I., & Schlagbauer, A. (2007). The relationship between creativity, teacher ratings on behavior, age, and gender in pupils from seven to ten years. *The Journal of Creative Behavior, 41*(2), 91–113. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2007.tb01283.x>
- Brem, A., & Utikal, V. (2019). How to manage creativity time? Results from a social psychological time model lab experiment on individual creative and routine performance. *Creativity and Innovation Management, 28*(3), 291–305. <https://doi.org/10.1111/caim.12309>
- Burch, G. S. J., Hemsley, D. R., Pavelis, C., & Corr, P. J. (2006). Personality, creativity and latent inhibition. *European Journal of Personality, 20*(2), 107–122. <https://doi.org/10.1002/per.572>
- Cameron, J. E., Duffy, M., & Glenwright, B. (2015). Singers take center stage! Personality traits and stereotypes of popular musicians. *Psychology of Music, 43*, 818–830. <https://doi.org/10.1177/0305735614543217>
- Carpenter, S. M., Chae, R. L., & Yoon, C. (2020). Creativity and aging: Positive consequences of distraction. *Psychology and Aging, 35*(5), 654–662. <https://doi.org/10.1037/pag0000470>
- Carson, S. H., Peterson, J. B., & Higgins, D. M. (2003). Decreased latent inhibition is associated with increased creative achievement in high-functioning individuals. *Journal of Personality and Social Psychology, 85*(3), 499–506. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.85.3.499>

- Castillo-Vergara, M., Barrios Galleguillos, N., Jofré Cuello, L., Alvarez-Marin, A., & Acuña-Opazo, C. (2018). Does socioeconomic status influence student creativity? *Thinking Skills and Creativity*, 29, 142–152. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.07.005>
- Cohen, L. M. (2011). Adaptation, adaptiveness, and creativity. In M. A. Runco & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of Creativity* (2nd ed., pp. 9–17). Academic Press.
- Conners, C. K., Erhardt, D., & Sparrow, E. P. (1999). *Conners' adult ADHD rating scales (CAARS) : Technical manual*. Multi-Health Systems Inc.
- Cramond, B. (1994). Attention-deficit hyperactivity disorder and creativity: What is the connection? *The Journal of Creative Behavior*, 28(3), 193–210. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.1994.tb01191.x>
- Delis DC, Kaplan E, Kramer JH. Delis-Kaplan Executive Function System:Technical Manual. San Antonio, TX: Harcourt Assessment Company; 2001.
- DuPaul, G. J., Gormley, M. J., & Laracy, S. D. (2013). Comorbidity of LD and ADHD : Implications of DSM-5 for assessment and treatment. *Journal of Learning Disabilities*, 46(1), 43–51. <https://doi.org/10.1177/0022219412464351>
- DuPaul, G. J., Pinho, T. D., Pollack, B. L., Gormley, M. J., & Laracy, S. D. (2017). First-year college students with ADHD and/or LD : Differences in engagement, positive core self-evaluation, school preparation, and college expectations. *Journal of Learning Disabilities*, 50(3), 238–251. <https://doi.org/10.1177/0022219415617164>
- Edl, S., Benedek, M., Papousek, I., Weiss, E. M., & Fink, A. (2014). Creativity and the stroop interference effect. *Personality and Individual Differences*, 69, 38–42. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2014.05.009>
- Fiore, S. M., Schooler, J. W., Linville, P. A., & Hasher, L. (2001). The creative costs and benefits of inhibition. *Psychonomic Society*, 6, 42.
- Fugate, C. M., Zentall, S. S., & Gentry, M. (2013). Creativity and working memory in gifted students with and without characteristics of attention deficit hyperactive disorder : Lifting the mask. *Gifted Child Quarterly*, 57(4), 234–246. <https://doi.org/10.1177/0016986213500069>

- Gozukara, E. (2016). Beyond the expected activities: The role of impulsivity between emotional intelligence and employee creativity. *International Business Research*, 9(3), 143–153.
- Greengross, G., & Miller, G. F. (2009). The big five personality traits of professional comedians compared to amateur comedians, comedy writers, and college students. *Personality and Individual Differences*, 47(2), 79–83. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2009.01.045>
- Green, M. J., & Williams, L. M. (1999). Schizotypy and creativity as effects of reduced cognitive inhibition. *Personality and Individual Differences*, 27(2), 263–276. [https://doi.org/10.1016/s0191-8869\(98\)00238-4](https://doi.org/10.1016/s0191-8869(98)00238-4)
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence* (1st ed.). McGraw-Hill.
- Healey, D., & Rucklidge, J. J. (2006). An investigation into the relationship among ADHD symptomatology, creativity, and neuropsychological functioning in children. *Child Neuropsychology*, 12(6), 421–438. <https://doi.org/10.1080/09297040600806086>
- Hoogman, M., Stolte, M., Baas, M., & Kroesbergen, E. (2020). Creativity and ADHD: A review of behavioral studies, the effect of psychostimulants and neural underpinnings. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 119, 66–85. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.09.029>
- Howard-Jones, P. A., & Murray, S. (2003). Ideational productivity, focus of attention, and context. *Creativity Research Journal*, 15(2), 153–166. https://doi.org/10.1207/s15326934crj152&3_07
- Katzman, M. A., Bilkey, T. S., Chokka, P. R., Fallu, A., & Klassen, L. J. (2017). Adult ADHD and comorbid disorders: Clinical implications of a dimensional approach. *BMC Psychiatry*, 17(1), 302. <https://doi.org/10.1186/s12888-017-1463-3>
- Kaufman, J. C. (2012). Counting the muses: Development of the Kaufman Domains of Creativity Scale (K-DOCS). *Psychology of Aesthetics Creativity and the Arts*, 6, 298–308. <https://doi.org/10.1037/a0029751>
- Kim, K. H. (2011). Proven reliability and validity of the Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT). *Psychology of Aesthetics Creativity and the Arts*, 5(4), 314–315. <https://doi.org/10.1037/a0021916>

- Krieger, V., Amador-Campos, J. A., & Guàrdia-Olmos, J. (2020). Executive functions, personality traits and ADHD symptoms in adolescents: A mediation analysis. *PLoS One*, *15*(5), e0232470. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232470>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, *33*(1), 159–174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Levine, M. D., & Melmed, R. D. (1982). The unhappy Wanderers: Children with attention deficits. *Pediatric Clinics of North America*, *29*(1), 105–120. [https://doi.org/10.1016/s0031-3955\(16\)34111-6](https://doi.org/10.1016/s0031-3955(16)34111-6)
- Lubart, T. (2016). Creativity and convergent thinking : Reflections, connections and practical considerations. *RUDN Journal of Psychology and Pedagogics*, *4*, 7–15. <https://doi.org/10.22363/2313-1683-2016-4-7-15>
- Lubow, R. E. (1989). *Latent inhibition and conditioned attention theory* (Vol. 324, p. ix). Cambridge University Press.
- MacLeod, C. M. (2007). The concept of inhibition in cognition. In D. S. Gorfein & C. M. MacLeod (Eds.), *Inhibition in cognition* (pp. 3–23). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/11587-001>
- Mednick, S. A. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, *69*(3), 220–232. <https://doi.org/10.1037/h0048850>
- Nettle, D. (2006). Psychological profiles of professional actors. *Personality and Individual Differences*, *40*(2), 375–383. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2005.07.008>
- Nigg, J. T. (2001). Is ADHD a disinhibitory disorder? *Psychological Bulletin*, *127*(5), 571–598. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.127.5.571>
- Nigg, J. T., Willcutt, E. G., Doyle, A. E., & Sonuga-Barke, E. J. S. (2005). Causal heterogeneity in attention-deficit/hyperactivity disorder: Do we need neuropsychologically impaired subtypes? *Biological Psychiatry*, *57*(11), 1224–1230. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2004.08.025>
- Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *Phi Delta Kappan*, *42*(7), 305–310.

- Silvia, P. J., Wigert, B., Reiter-Palmon, R., & Kaufman, J. C. (2012). Assessing creativity with self-report scales: A review and empirical evaluation. *Psychology of Aesthetics Creativity and the Arts*, 6, 19–34. <https://doi.org/10.1037/a0024071>
- 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>
- Stahl, S. M., & Grady, M. M. (2017). *Stahl's essential psychopharmacology : Prescriber's guide*. Cambridge University Press.
- Stavridou, A., & Furnham, A. (1996). The relationship between psychoticism, trait-creativity and the attentional mechanism of cognitive inhibition. *Personality and Individual Differences*, 21(1), 143–153. [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(96\)00030-x](https://doi.org/10.1016/0191-8869(96)00030-x)
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
- Ten, W., Tseng, C.-C., Chiang, Y.-S., Wu, C.-L., & Chen, H.-C. (2020). Creativity in children with ADHD: Effects of medication and comparisons with normal peers. *Psychiatry Research*, 284, 112680. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.112680>
- Torrance, E. P. (1988). The nature of creativity as manifest in its testing. In *The nature of creativity : Contemporary psychological perspectives* (R. J. Sternberg, Ed.). Cambridge University Press.
- Vitola E. S., Bau C. H. D., Salum G. A., Horta B. L., Quevedo L., Barros F. C., Pinheiro R. T., Kieling C., Rohde L. A., Grevet E. H. (2017). Exploring DSM-5 ADHD criteria beyond young adulthood: Phenomenology, psychometric properties and prevalence in a large three-decade birth cohort. *Psychological Medicine*, 47(4), 744–754. <https://doi.org/10.1017/s0033291716002853>
- Wåhlstedt C., Thorell L. B., Bohlin G. (2009). Heterogeneity in ADHD: Neuropsychological pathways, comorbidity and symptom domains. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 37(4), 551–564. <https://doi.org/10.1007/s10802-008-9286-9>
- Wechsler D., Psychological Corporation, & Pearson Education, Inc. (2008). *WAIS-IV Wechsler Adult Intelligence Scale*. Psychological Corp.

- Westmeyer H. (1998). The social construction and psychological assessment of creativity. *High Ability Studies*, 9, 11–21. <https://doi.org/10.1080/1359813980090102>
- White H. A., Shah P. (2006). Uninhibited imaginations: Creativity in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Personality and Individual Differences*, 40(6), <https://doi.org/1121-1131>. 10.1016/j.paid.2005.11.007
- White H. A., Shah P. (2011). Creative style and achievement in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Personality and Individual Differences*, 50(5), 673–677.
- Zabelina D., Saporta A., Beeman M. (2016). Flexible or leaky attention in creative people? Distinct patterns of attention for different types of creative thinking. *Memory & Cognition*, 44(3), 488–498. <https://doi.org/10.3758/s13421-015-0569-4>
- Zhang W., Sjoerds Z., Hommel B. (2020). Metacontrol of human creativity: The neurocognitive mechanisms of convergent and divergent thinking. *NeuroImage*, 210, <https://doi.org/116572>. 10.1016/j.neuroimage.2020.116572

3. Chapitre 3 – ARTICLE 2

3.1 Measuring Personal Creativity

Olivier Girard-Joyal & Bruno Gauthier,

Département de psychologie, Université de Montréal, Montréal, QC, Canada.

Abstract

Compared to interpersonal creativity, which is the ability to produce something new and meaningful for others, personal creativity, the ability to produce something novel and meaningful to oneself, has received little attention, despite being the most prominent form of creativity. In creativity assessment, measuring personal creativity could alleviate some challenges encountered when measuring divergent thinking, such as the necessity to form large comparisons samples or to rely on lengthy rater-based scoring methods. This study aims to pre-validate a measure of personal creativity: Creo, a computer task based on a divergent thinking (DT) model. Creo was administered to 47 participants (34F) aged 16-51. Construct validity was assessed with tasks of DT, executive functions, nonverbal fluency, nonverbal intelligence, and self-perceived creative abilities. Personal creativity in Creo was positively correlated to originality in DT, unique responses in nonverbal fluency and working memory capacity. This exploratory study indicates that Creo shows evidence of construct validity. Thus, Creo may hold a certain potential to stand as a measure of personal creative ideation.

3.2 Introduction

Creativity is studied in a broad range of disciplines, leading to various interpretations. Still, many authors agree that it corresponds to the ability to produce work or ideas that are both novel and useful (Amabile, 2018; Cohen, 2011). The concept of novelty is often used interchangeably with originality, uncommonness, or uniqueness, while usefulness is also referred as appropriateness, effectiveness, or value (Runco & Jaeger, 2012).

In former times, only geniuses were thought to be capable of creative thinking (Surkova, 2012). The early 50s brought a shift towards the recognition that this ability is found in a broader population (Guilford, 1950). Indeed, while creativity is still often associated with extraordinary works of art and major discoveries nowadays (Simonton, 1994, 2003), it is also considered to be part of the everyday life. In fact, people are estimated to be doing something creative around 22% of the time (Silvia et al., 2014).

Even small creative acts, such as finding a new itinerary to avoid traffic jams, share some features with impactful innovations. Simply put, these creative acts are situated at different levels of a continuum of creativity, with varying degrees of novelty and impact (Helfand et al., 2016). This continuum initially began with the dichotomous terms “little-c” and “Big-C” (Isaksen, 1987). Innovative ideas with little impact, such as winning a poetry contest at school, are dubbed little-c creativity. Breakthrough innovations, such as the introduction of a new form of poetry that is praised and reused by other poets over the years, are labeled Big-C creativity. Beghetto and Kaufman (2007) later enriched this continuum with the notion of “mini-c”, a form of creativity that precedes little-c, a representation of creativity at its smallest and most personal level, where novelty is only relative to what is new and original for the originator of the idea and the sense of value arises from what is meaningful for them. An example of mini-c creativity could be making a first attempt at poetry and being content with the result. Up to then, creative ideas that were not shared with others were excluded from this continuum. Beghetto and Kaufman (2007) proposed that mini-c is the building block of other levels of creativity. Although the developmental trajectory of creativity is not linear, the earliest manifestations of creativity are supposedly found in early childhood in the form of mini-c. Then, with time and effort, people

eventually would go and experience higher forms of creativity, such as little-c and for some very dedicated individuals, even Big-C.

Mini-c is based on the earlier concept of personal creativity, which refers to personal breakthroughs and to realizations that are new to oneself (Runco, 1996). Personal creativity is defined by three components: making original interpretations of experiences, knowing when it is necessary to be original, and intentionality. Thinking of new ways to pair clothing items before going out could be an example of personal creativity. Onward, for sake of simplicity, 'personal creativity' will refer to both the concepts of mini-c and personal creativity or, in other words, to the ability to intentionally produce something that is novel and valuable for oneself.

The interest for personal creativity is relatively recent in the history of creativity and is somewhat absent in one of the most prolific research fields of creativity: the assessment of creativity and the identification of creative individuals.

3.2.1 Personal Creativity and the Assessment of Creativity

Many of the creativity measures either aims to assess the ability to produce ideas that are rare within a group or valuable to other persons (Runco, 2010). The interpersonal aspects of these measures make them arguably more appropriate to evaluate interpersonal rather than personal expressions of creativity. To illustrate this, this section will present some of these measures and highlight the interpersonal properties of their scoring methods.

Measures of creativity are quite eclectic, but most aim to assess the creativity process, which is the psychological operations thought to be promoting creative thinking and more specifically divergent thinking (DT) and convergent thinking (CT), two concepts introduced by Joy Paul Guilford in his *Structure of Intellect* theory (Guilford, 1967). DT is generally described as the ability to come up with multiple new ideas or novel solutions related to open-ended problems. For instance, brainstorming may be viewed as a form of DT. Conversely, CT refers to the ability to find the right solution to a well-defined problem. As an example, solving a riddle in an escape room game may require CT. Both DT and CT are thought to be part of the creative process (Lubart, 2016), which alternates phases of idea expansion and phases of selection of the best ideas.

DT tasks are usually shaped as open-ended problems, such as naming as many uses as possible for a given object (e.g., a brick), as in the Alternative Uses Task (Guilford, 1967). Performance is rated on different factors, but most often on the number of answers given (fluency) and on the uncommonness of the answers (originality; Greengross & Miller, 2009). Wilson, Guilford and Christensen (1953) pointed out that *one could never examine all the ideas of everyone who ever existed to determine whether the idea has been thought of before*. Thus, novelty in creativity was rather operationalized and measured by the concept of originality in DT, that is by the ability to produce uncommon answers. Originality is often determined by the statistical infrequency of answers. More precisely, unique answers or answers found in small portions of a tested sample (e.g. <1%) are deemed original (Reiter-Palmon et al., 2019). In other words, having high DT abilities essentially means being able to produce many responses that are uncommon within a defined group of people. Aside from statistical infrequency, originality in DT can also be calculated with other methods, such as with rater-based scoring (Silvia, 2008; Silvia et al., 2009). For a more complete introduction of the scoring methods of DT, consider the work of Roni Reiter-Palmon, Boris Forthmann, and Baptiste Barbot (Reiter-Palmon et al., 2019).

In CT tasks, performance is rather based on the ability to merge different concepts together (Lubart, 2016), such as in the Remote Association Task (RAT; Mednick, 1962), or to think around a certain line to find what is considered the best solution to a given problem, as in the Duncker's Candle Problem (1945). The answers must be correct in the context of the problem or of the audience to which they are addressed, regardless of their personal value or appropriateness for their originators. What makes a useful, appropriate, or valuable answer is determined beforehand by the test makers.

Besides tasks assessing the psychological operations involved in the creative process, there are also protocols designed for teams of experts or lay judges to assess the level of creativity embodied into an idea or a tangible product, such as a prototype or a work of art (Amabile, 1982; O'Quin & Besemer, 1989). Scoring is then essentially based on the judges own subjective interpretation of the properties of novelty and usefulness.

Finally, there are creativity questionnaires, which generally assess the broader notion of creativity or the presence of environmental conditions or personal characteristics that are predictive of creativity. These include the Assessing the Climate for Creativity (Amabile et al., 1996) and the Creative Achievement Questionnaire (CAQ; Carson et al., 2005). Their items respectively measure the perceived stimulants/obstacles to creativity in organizational work (e.g., *people are encouraged to solve problems creatively in this organization*) and the number of creative achievements in different domains (e.g., *I have had a showing of my work in a gallery.*)

It may be worth noting that Kaufman and Beghetto (2009) have proposed to use microgenetic methods to measure mini-c in children (e.g., repeated observations of children playing to target the first manifestations of mini-c in their behaviors), but to the best of our knowledge, this has never actually been done. It is also unclear if these methods could be utilized to study mini-c later in life (e.g., during adulthood). The authors also suggested that self-assessment of creative behaviors could also be useful to measure mini-c, but none of these instruments aim to measure specifically personal creativity. Lastly, Silvia and his colleagues have developed a method of scoring creativity of answers in DT tasks that implies, to an extent, the use of personal creativity (Silvia et al., 2008). In short, the first step of this scoring method requires examinees to select their top two most creative ideas from all the ideas they have produced during the task, which could be considered an act of personal creativity. However, these ideas are then scored by other raters, making the final creativity evaluation rely on an interpersonal evaluation. Gilhooly and his colleagues (2007) have also used similar methods, including one that does not appear to rely on the subsequent rating of independent judges. However, this method was not meant to be used to quantify the ability to produce novel answers to oneself, but rather to document the use of cognitive strategies (Gilhooly et al., 2007).

In sum, regardless of the variety of measures of creativity available, none aims to assess explicitly what is personally novel and meaningful for an individual. In that sense, there are no existing personal creativity measures.

3.2.2 The Pitfalls of Measuring Interpersonal Creativity

Creativity is most often measured with DT tasks (Benedek et al., 2019; Forgeard & Kaufman, 2016), possibly because they can quantify originality, which is closely related to the central concept of novelty in creativity (Runco & Jaeger, 2012; Stein, 1953). However, the methods used to score originality in DT have been subjected to much criticism for decades.

Regarding statistical infrequency calculations, they require large sample sizes ($N \geq 300$ to 400) to be reliable (Forthmann et al., 2020), which is likely unattainable in most research settings. For instance, in 2006, the average sample size of researches published in the *Journal of Abnormal Psychology* was only $N = 107$ (Marszalek et al., 2011). Another drawback of statistical infrequency calculation methods is the contamination of originality with fluency when the originality score is additive (Clark & Mirels, 1970; Forthmann et al., 2021; Runco & Albert, 1985). Statistically, there is a higher probability to produce original answers when more answers are produced and thus, the addition of all original answers is criticized to be representative of fluency rather than originality. To alleviate this issue, alternative scoring methods of originality have been proposed to control for the fluency factor (Forthmann et al., 2020).

Some DT tasks are provided with scoring guides based on normative data, which are lists of pre-established common answers (e.g., Torrance & Safter, 2008). Any answer that is not listed would be considered original. However, such data is susceptible to expire because it is best representative of what was original for a specific group, in a defined time. As an example, drawing a virus or a smartphone would still be original answers according to the current Figural TTCT's scoring manual, which was last updated in 2007 (Torrance & Safter, 2008). However, considering the recent worldwide pandemic of COVID-19 and the increasing popularity of smartphones, it could be argued that such answers should not be considered original (as in 'uncommon') anymore.

Because they are unconfounded with fluency, rater-based scoring methods are sometimes considered more recommendable than statistical infrequency methods. Classically, all ratings of all answers of an individual are averaged (Silvia, 2011). Still, these methods also appear to be flawed in many ways (Plucker et al., 2011). First, rater-based scoring methods are often very

lengthy procedures, and require the formation of multiple judges, which is burdensome. The *snapshot* (Silvia et al., 2009) and the *top-two* (Silvia et al., 2008) methods were developed to diminish the rating workload by cutting down the number of answers to individually assess. Compared to the top-two method, the snapshot method is much quicker to carry out, but also shows lower reliability (Silvia, 2008; Silvia et al., 2009). With respect to the top-two method, it still is quite a lengthy procedure and, compared to a standard rater-based method, a higher number of judges is necessary to obtain a reliable rating (Silvia et al., 2008). Furthermore, as a whole, subjective rating methods have shown lower construct validity than objective rating methods (statistical infrequency calculations; Plucker et al., 2011).

In sum, both subjective and objective methods used for originality rating tend to be lengthy. When trying to diminish the workload associated with assessment or the scoring of DT, researchers often face other obstacles, such as poorer psychometrics properties of their measures (Plucker et al., 2011; Silvia, 2008; Silvia et al., 2009). Because creativity is multifaceted and because each creativity tasks only measures some of its dimensions, some authors recommend the use of a variety of measures for an exhaustive assessment of creativity (Reiter-Palmon et al., 2019). This could imply the use of different measures of DT that assess various modalities of answers (e.g., verbal, and nonverbal tasks), but also measures of CT, and self-reported creativity. Since the sole use of a single DT task can bring a significant hardship on investigators, the expectation that entire batteries of creativity measures should be used in creativity research is simply unrealistic. To achieve this, we should aim to develop scoring methods that are precise with small sample sizes and that are less dependent on human intervention for scoring.

3.2.3 The Assessment of Personal Creativity as a Solution

Many of the limitations associated with the assessment of DT stem from the fact that originality scoring relies on comparison samples and human judges. In other words, these limitations are imputable to the fact that an interpersonal facet of creativity is assessed and that the uncommonness of answers within a group is used as a proxy for novelty in creativity. Thus, we postulate that the assessment of an intrapersonal facet of creativity (personal creativity) could

bring new ways of scoring novelty in creativity that would not be dependent on large sample sizes and lengthy rater-based procedures.

Besides, creativity tests contributed immensely to the empirical research on creativity and to the identification of creative individuals (Runco, 1993). Thus, a tool assessing personal creativity may help better understand the earliest and smallest manifestations of creativity and lead to a better and greater appreciation of the whole continuum of creativity. Moreover, the ability to produce things that are novel and meaningful for oneself is valuable and thus worth studying. Indeed, the importance of personal creativity was largely showcased in recent human history. The 2020 COVID-19 pandemic has forced people to think of new ways to connect with others, to protect themselves, and to keep a sense of sanity during periods of confinement. Suddenly, face masks were crafted with bed sheets, various household goods were used as dumbbells, and Halloween candies were sliding through COVID-friendly chutes. The role of creativity during these challenging times only begins to be documented, but as Kapoor and Kaufman (2020) suggest in a recent publication, these little acts of creativity probably constituted an important adaptive response. More precisely, creativity might have contributed to making meaning (as in finding coherence, significance, and purpose) during the pandemic. This highlights how essential creativity is, even in its most modest expression.

In response to the absence of measure of personal creativity and the limitations of existing measures of DT, this work will present a pre-validation study of a tool that aims to measure this form of creativity: Creo. A new scoring system of creativity that is specifically designed to evaluate manifestations of personal novelty will also be introduced. Creo was modeled after existing DT tasks because they are the most documented measures of creativity and because some of their pitfalls are inherent to an interpersonal rating of creativity and could be corrected through an intrapersonal rating of creativity. As for DT tasks, performance to Creo will be based on the ability to produce many divergent ideas, but to oneself. This investigation is only exploratory. We aim to verify if a test such as Creo is worth proceeding with a full-fledged validation study.

To reduce the scoring workload, the scoring in Creo will be fully automated. Other automated scoring systems of DT arose during the development of Creo (Beaty & Johnson, 2021; Dumas et

al., 2020; Organisciak et al., 2022). These other systems will be discussed at the end of the present work and compared to Creo. Automation of creativity scoring would certainly be a welcome addition in research, but also in clinical settings and more specifically, in cognitive assessments, for which professionals only have a very limited time to complete. To the best of our knowledge, the assessment of creativity in clinical settings is not very common. However, creativity and especially DT is positively related to many disorders, such as attention-deficit/hyperactivity disorder (Hoogman et al., 2020), additionally to giftedness (Runco, 2004). Thus, creativity assessment could be relevant to complement a cognitive profile by highlighting areas of strengths. Thus far, creativity tasks may have been too lengthy and complex to be of interest in clinical work. Consequently, the development of short, automated tasks could make creativity assessment more accessible and polyvalent.

3.2.4 How to Measure Personal Creativity?

Creativity is often seen a form of renovation of content (Surkova, 2012). More specifically, several authors emphasized that creativity is achieved through the transformation of existing products or ideas (Guilford, 1975; Mellou, 1994; Surkova, 2012). A transformation can happen in many ways. It can be adding something to an idea, removing parts of an idea, reorganizing its components, or modify certain features of an idea (e.g., the size of a component), just to name a few (Mellou, 1994; Pickard, 1986). An example of a transformation could be to assemble a novel construction from a kit of LEGOS that is different from the one that is suggested by the manufacturer on its box. Guilford has argued that transformations play a significant role in the creative process because they provide the needed flexibility to come up with new ideas (Guilford, 1975). By partaking in transformative activities, people can expend their own personal knowledge or personal experiences and come up with new conclusions about their reality, which is personal creativity (Pickard, 1986). Transformations lead to a product or to an idea with a certain degree of novelty. This has been illustrated by the following formula: $N = N_1 + \Delta N$. Here, N represents the novel product, N_1 the initial product, and ΔN a transformation (Surkova, 2012).

In Creo, personal creativity will be indicated by the ability to perform transformations to an initial product and to generate something that is new to oneself, and the magnitude of the

transformations performed will indicate the level of novelty. In accordance with the DT model, which considers the originality of ideas, but also their multiplicity, Creo measures the capacity to generate personally novel ideas numerous times.

Because Creo is based on the DT model and its scoring system is structured similarly, we expect them to be related. More precisely, the number of ideas produced in Creo and their personal novelty should respectively be associated with fluency and originality in DT. For the same reason, we also expected Creo to solicit the cognitive functions implied in DT. Besides, in terms of cognitive functions, interpersonal and personal creativity are the same, as they are only distinguished by the complexity of their transformational activity and their impact (Pickard, 1986). There is namely a growing body of work suggesting that DT is supported by certain executive functions (EFs).

EFs are set of higher-order cognitive abilities that are necessary to pursue and achieve goals, such as solving a problem (Cristofori et al., 2019). Miyake and Friedman (2012) divided EFs in three components: working memory (WM) updating, inhibition, and shifting. WM updating is described as the active span of WM, which is the ability to maintain and manipulate information in mind. WM updating has been associated with general performance to DT tasks (Benedek et al., 2014) and more specifically to the dimensions of fluency and originality (De Dreu et al., 2012; Zabelina et al., 2019; Zhao et al., 2021). In DT, WM may help update used ideas with new ideas. Regarding inhibition, research often report a positive contribution of inhibitory functions in DT (Edl et al., 2014; Golden, 1975; Krumm et al., 2018), a strong inhibitory control can help block irrelevant information and stay focus on the task at hand. However, some other works also suggest that a poorer inhibition may facilitate the association of information during the creative process by letting irrelevant information enter working memory (Carson et al., 2003; Palmiero et al., 2022). Recent hypothesis on the contribution of inhibition in DT highlight the idea of an alternation between a stronger and a weaker cognitive control throughout the creative process (Cheng et al., 2016; Palmiero et al., 2022). First, a lack of inhibition could favor the emergence of many ideas but then, a good inhibitory control is necessary to filter out non-functioning answers and to complete the task at hand. In regard to flexibility, only little work has been done to investigate its relation to DT, but it has been proposed that it could favor the exploration of different semantic

categories in DT (Palmiero et al., 2022) and ease the shift between different cognitive strategies during idea generation (Gilhooly et al., 2007). In sum, while we expect the performance to Creo to be positively related to WM and flexibility, the relation it may share with inhibition could be either positive or negative.

DT is also closely related to the general neuropsychological concept of fluency (Benedek et al., 2012; C. Lee & Therriault, 2013; Silvia, 2008; Silvia et al., 2013). Fluency is the ability to efficiently create, plan, and execute a sequence of non-automatic and non-repetitive actions within a limited time (Silvia et al., 2013) and relies heavily on executive functioning (Robinson et al., 2012; Schurgin, 2018). Although there are two main kinds of fluency (verbal and nonverbal), the relation between DT and fluency seems to have been mostly demonstrated exclusively with verbal derivations of DT and fluency tasks. For instance, originality and fluency in verbal DT appeared to be greatly predicted by performance to letter and category fluency tasks (Silvia et al., 2013). Aside from executive functioning and fluency, a meta-analysis has shown that intelligence share a small to moderate association with DT (Gerwig et al., 2021; Kim, 2005). Thus, we predict that performance to Creo, either in terms of the number of answers or novelty, should relate to some aspects of the broader concepts of fluency and intelligence.

Finally, the link between DT and real-world creativity, as measured by self-reported questionnaires, have led to mix impressions in the literature. According to a meta-analysis of 70 studies, DT often shares a weak link with real-world self-reported creative achievements (Said-Metwaly et al., 2022). Real-world creativity questionnaires often present a steep gradation of creative achievements and consequently offer a poor resolution of the creative potential of different individuals. Lee (2018) found promising results with the use of self-perceived creative ability scales. He found strong associations between fluency and originality in DT and self-perceived creative behaviors in school-aged children. More specifically, children who performed better to the Alternate Uses Task tended to evaluate more favorably their creative abilities in self-reported questionnaires, especially in the scientific and artistic domains of creativity (in a combined sample of boys and girls; $n = 33/34$). Consequently, we hypothesized that superior scores to Creo may be linked to real-world creativity, and more specifically to superior self-perceived creative abilities.

3.3 Method

3.3.1 Participants

Forty-seven participants (34 women; 13 men) of the region of Montreal (Canada), aged 16 to 51 years old, took part in this study, which was part of a larger investigation that aimed to examine the relationship between ADHD and divergent thinking (Girard-Joyal & Gauthier, 2022). Forty-four percent (44.7%; $n = 21$) of our sample had a college degree or lesser and 55.3% ($n = 26$) had a bachelor's degree or higher. Our participants were recruited through ads posted on social media. Consent was obtained and eligibility confirmed through the completion of an online form. In the present study, individuals presenting anxiety or mood disorders, neurological disorders, neurodevelopmental disorders (i.e., attention-deficit/hyperactivity disorder, language disorders, motor disorders, autism spectrum disorder, Tourette's syndrome), or a medical history of moderate to severe traumatic brain injuries, were not included in our data set.

3.3.2 Personal Creativity Task - Creo

Creo is a computer task developed on Wolfram Mathematica (version 12) by the first author of this study. Its instructions are displayed on the computer screen for participants to read. Participants must then complete a practice item before proceeding with the full task, to assure their understanding of the task. During the task, four tiles exhibiting different meaningless abstract designs are displayed, as shown in *Figure 1*. This is called the starting series. It represents the initial idea from which participants can create new ideas or, in other words, the building blocks from which new series of tiles can be produced. These tiles could be pictured as four keys of a keyboard from which different tunes can be made. These series must be a length of four tiles. The goal of the task, as explained in the instructions, is not to produce as many different series as possible, but rather to produce series that are as different as possible from the starting series. Participants do not create the tiles themselves, but rather rearrange an initial selection of pre-made tiles that are presented in a defined order to the participants. A new series can be created by clicking on the desired tiles of the starting series. Participants can subtract information from the initial series (discard tiles), add information (use the same tile multiple time), and put together

information that is not presented together (e.g., put the first and last tiles of the starting series side by side).

After a participant has produced a series, they can submit it or erase it if they would like to correct their answer. It is worth noting that participants cannot see their previous answers. These disappear upon submission. Participants are asked to terminate the task when they feel they cannot generate any more series that are very different from the starting series. In any case, the task is stopped after three minutes if the participants have not already ended the task by themselves. Moreover, they are not made aware of this time limit to avoid making them rush through the task. Following the administration of Creo, participants had to answer questions regarding their understanding of the instructions of the task. This semi-structured interview was to insure one more time that the participants properly understood the rules of the task, but also to collect feedback on the clarity of the instructions. This qualitative data was not meant to be used in our analysis.

Figure 1. – The Making of an Answer in Creo



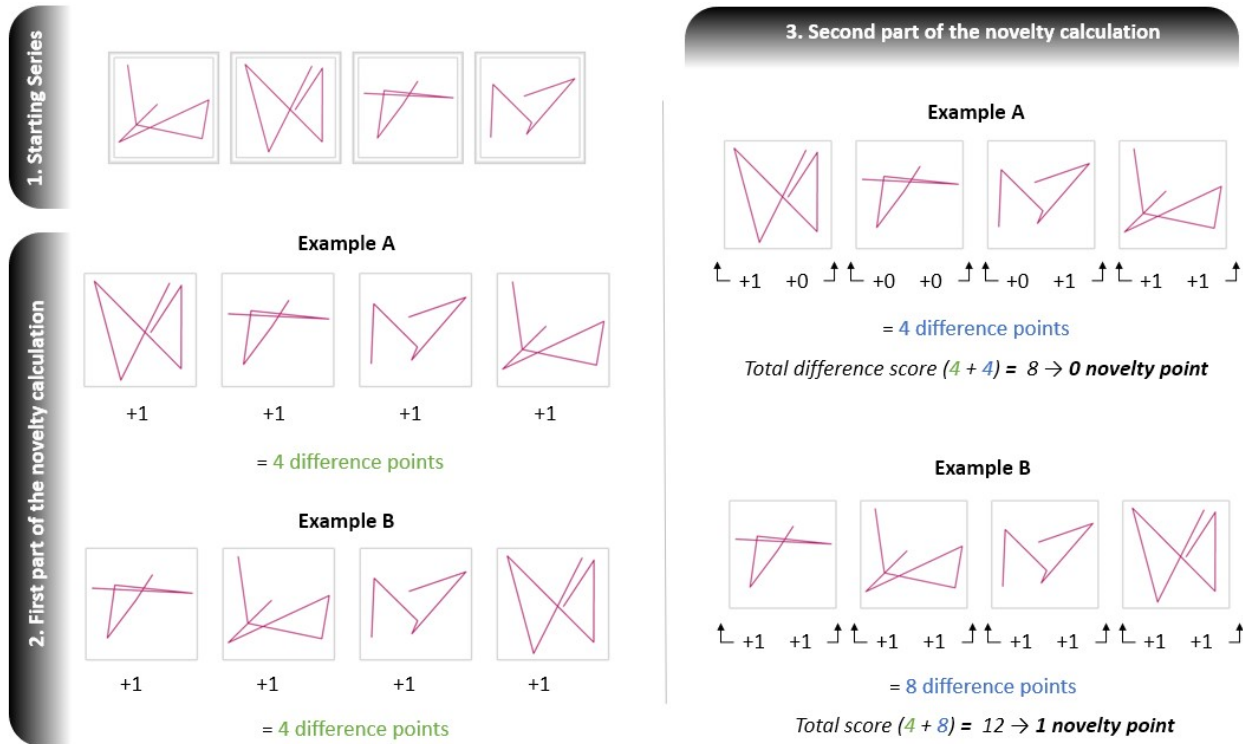
Note. This figure illustrates the layout of Creo.

Each tile exhibits an abstract computer-generated design. This was to make the tiles easily distinguishable from one another and equally unfamiliar to all test takers. Because of their unfamiliarity, whatever ideas that will be produced with these tiles will necessarily be personally novel for their originator, which could not have been the case if each tile displayed familiar information such as numbers or letters, for instance. Personal novelty was estimated by a calculation that aimed to measure the magnitude of the transformations (ΔN) that occurred between the starting series and the series produced by the participants. This calculation is detailed below.

Personal novelty of answers is scored with the following using a two-part calculation method: First, for each produced series, the first tile selected is compared to the first tile of the starting series. If they are different, one “difference point” is given. If they are identical, no difference point is made. This is repeated for each subsequent tile. As exposed in the left portion of *Figure 2*, using only this calculation method, series produced in examples A and B would both yield the same amount of difference points. However, in example A, one could argue that the first tile of the starting series was simply put last, which could be considered a transformation that is of a lesser amplitude than a transformation of a series where all tiles have been moved around (e.g., Example B). It would be as though a four-note melody that is partly composed with three consecutive notes of a keyboard would be as creative as a tune composed with four notes that are not found next to each other on this keyboard. To compensate for this limitation, what is found to the right and the left of each tile in the starting series is also considered in the calculation. For instance, we know that in starting series, there is an empty space to the left of the first tile and a tile that looks like a butterfly to its right. Thus, for each tile of a series produced by a participant, another difference point is given if what precedes it is different from what preceded it in the starting series. Likewise, a difference point is also given if what follows a tile in a series produced by a participant is different from what it is followed with in the starting series, as represented in the right portion of *Figure 2*. Finally, the difference points from these two methods of calculation are summed up. This sum can vary between zero point, which would mean that the participants simply reproduced the starting series, and 12, which would mean that the participant submitted a combination of tiles that is completely different than the starting series.

A repeated answer also yields zero point. It is to be noted that personal novelty of each answer is not calculated in the program itself. All personal novelty scores for all possible series of tiles were calculated beforehand by the investigators and then added to the scoring system of Creo.

Figure 2. – Examples of Answers and Illustration of the Scoring System of Novelty



Note. This figure illustrates the two parts of the scoring system of novelty in Creo. Example A yields four difference points while example B yields the maximum amount of difference points (12 points).

In existing DT tasks, originality is commonly scored one or zero point for each answer (see Torrance & Safter, 2008). To mimic this in Creo, one personal novelty point is given for each series yielding the maximum amount of difference points (12 points). As the originality score is usually additive in DT tasks, the final personal novelty score in Creo will be the total amount of personal novelty points. There are 256 possible arrangements of tiles. Thirty-seven of them (14.5%) yields the maximum number of points. The score for the number of answers is simply the number of unique series submitted, which is quite like the fluency score in DT tasks (see Torrance & Safter, 2008). Thus, a participant that has produced a total of 10 unique series with two of them yielding

the maximum number of points gets a personal novelty score of two and a score of 10 for the number of answers.

Following the administration of this version of Creo, participants had to complete two other alternative versions of this test, which included feedback after the submission of each answer. These other versions of Creo were meant to explore other objectives that extend the scope of the present study.

3.3.3 Measures of Validity

To assess the convergent validity of Creo, i.e., the extent to which it relates to fluency and originality in DT and solicits the cognitive functions implied in DT, participants completed a DT task, measures of EFs, a fluency task, a nonverbal intelligence task, and a self-reported questionnaire of self-perceived creative abilities. These were as follows:

3.3.3.1 Divergent Thinking

The Ellis Paul Torrance's Figural Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT; 2008) is possibly the most widespread test of DT. Starting from incomplete figures (e.g., a "Y" shape), examinees have to draw images that no one else could think of in three separate exercises. There are five main scoring measures, including fluency and originality. Fluency represents the number of drawings and originality is the statistical infrequency, or unusualness of the response. The figural TTCT comes with a list of common (unoriginal) answers for scoring. Unlisted answers are simply considered rare (original). This list is based on the statistical frequency of answers of the normative sample. The figural TTCT is reliable and valid (Kim Kyung Hee, 2011). Total raw scores of fluency and originality were used for analysis.

3.3.3.2 Working Memory

The Spatial Memory subtest of the Weschler Memory Scale 3rd Edition (Tulsky et al., 2003) is a test based on the Corsi block-tapping task (Corsi, 1973), which is often used to assess visuo-spatial WM. Examinees have to try to repeat visuo-spatial sequences on a board with blocks. Sequences have to be repeated in a direct order in the first condition of the task, then in reverse in the second condition. Total raw scores of both conditions were kept for analysis.

3.3.3.3 Inhibition and Flexibility

The Color-Word Interference subtest from the Delis–Kaplan Executive Functioning System (DKEF; Delis et al., 2001) is based on the Stroop Task (Stroop, 1935), which measures prepotent response inhibition (Macleod, 2007). The classical presentation of the Stroop Task is included in the third condition of this subtest: a grid of mismatched words and ink color (e.g., the word “Blue” is printed in red). Examinees have to perform a less automated task (naming ink color) while inhibiting automated responses (reading words). In the fourth condition of the subtest, examinees have to alternate between these two constraints: reading words and naming ink color, which is believed to make use of cognitive flexibility. Completion times in seconds for these two conditions were retained for our analysis. This subtest presents test-retest reliability of .62 to .76.

3.3.3.4 Fluency

Because Creo is a nonverbal task, we chose to measure fluency with a nonverbal task. The Five-Point Test (Regard et al., 1982) is used to assess nonverbal fluency, which is the ability to produce many different figures. Participants have a limited time to produce as many different designs as possible by connecting up to five points. A digital version of this test was administered with a tablet which has yet to be validated. However, it is quite like other paper-pencil versions of this task, which many have been shown to be valid and reliable (e.g., Tucha et al., 2012). The number of unique answers was retained for analysis.

3.3.3.5 Nonverbal Intelligence

The Matrix Reasoning subtest of the Wechsler Adult Intelligence Scale—Fourth Edition (WAIS-IV; Wechsler et al., 2008) is a sequence of untimed visual puzzles requiring the use of logical and analogical reasoning correlating strongly with the perceptual reasoning index of the WAIS-IV (Wechsler et al., 2008). Raw total scores were used in analysis.

3.3.3.6 Self-perceived Creativity

The Kaufman Domains of Creativity Scale (K-DOCS), a questionnaire assessing self-perceived creative abilities, was administered (J. Kaufman, 2012). Examinees are asked to rate on a scale from 1 to 5 how creative they are compared to their peers in five different creative domains: Self/Everyday, Scholarly, Performance, Mechanical/Scientific, and Artistic. Internal consistency

coefficients range between .83-.87 for these domains and two weeks test-retest reliability ranges between .76-.86. Raw total scores were used for analysis.

Lastly, the sum of repeated responses in the 5PT was used to assess divergent validity. We expect that repetition error should have a negative relation or no relation with the measures of Creo, that aims to assess the ability to produce many novel ideas.

3.3.4 Procedure

Eligible participants were assessed in person during two-hour sessions. Evaluations were conducted by trained investigators, under the supervision of an accredited neuropsychologist. Tests were administered in the same order for all participants and were corrected by scorers who were blind to demographic data.

3.3.5 Data analysis

Data analysis was performed with IBM SPSS Statistics (version 26). Bilateral Pearson's correlations were used to assess the construct validity of Creo.

3.4 Results

Preliminary analyses show that, in average, Creo was completed in 89,47 seconds ($SD = 49.66$) by the participants. Only two participants exceeded the time limit and had to be stopped. The average response speed was 12,54 seconds ($SD = 5.75$). Participants produced in average 8.04 unique answers ($SD = 6.14$), a mean of .55 repeated answers ($SD = .95$) and had in average a personal novelty score of 1.42 ($SD = 1.32$). All variables of interest for our main analyses were normally distributed and were not associated to age of participants (see *Table 1*).

Bilateral Pearson's correlations presented in *Table 1* reveal that the personal novelty score in Creo is strongly and positively correlated to the number of answers in Creo, similarly to the originality and fluency scores in the Figural TTCT. The personal novelty score in Creo also shared a moderate and positive relations with the originality of answers in the Figural TTCT, the score to the Corsi Block Span in the forward condition, and the number of unique responses in the 5PT. Regarding domain specificity, there was a moderate and positive relation between personal novelty and the

performance domain in the K-DOCS, but it was not significant ($p = 0.085$). No other significant results or tendencies were found. One-way ANOVAS indicated that participants with a college degree or lesser and participants with a bachelor's degree or higher were equivalent on all of our variables of interest, which were the personal novelty score ($F[1,45] = 0.230, p = .634$) and the number of answers ($F[1,45] = 0.365, p = .549$) in Creo, the figural TTCT originality ($F[1,45] = 0.701, p = .407$) and fluency scores ($F[1,45] = 0.377, p = .542$), the Corsi block span in forward ($F[1,45] = .010, p = .921$) and backward orders ($F[1,45] = 0.011, p = .919$), the time in seconds to complete the inhibition ($F[1,45] = 2.424, p = .127$) and the flexibility ($F[1,45] = 0.055, p = .815$) conditions of the Stroop task, the number of unique ($F[1,43] = 0.022, p = .882$) and repeated designs ($F[1,43] = 0.260, p = .613$) to the 5PT, the score to the Matrix Reasoning subtest of the WAIS-IV ($F[1,42] = 0.287, p = .596$), and the total scores for the Self/Everyday ($F[1,44] = 0.963, p = .332$), Scholarly ($F[1,44] = 1.182, p = .283$), Mechanical/Scientific ($F[1,44] = 0.269, p = .607$), and Artistic ($F[1,44] = 0.048, p = .828$) domains of the K-DOCS. The total scores of the participants with a college degree or lesser ($M = 27.05, SD = 8.53$) were almost significantly higher than the total scores of the participants with a bachelor's degree or higher ($M = 22.48, SD = 7.34; F[1,44] = 3.814, p = 0.057$) in the Performance domain of the K-DOCS, but the effect size of this difference was negligible ($\eta^2 = 0.080$).

Missing data comes from an incomplete questionnaire ($n = 1$) and technical difficulties that occurred during the administration of the 5PT ($n = 2$). Moreover, some participants were trainees in the field of clinical neuropsychology ($n = 3$) and appeared to be familiar with the Matrix subtest. Thus, their results for this measure were not retained in our preliminary and main analysis.

Table 1. – Summary Statistics and Pairwise Correlations of the Measures of Convergent and Divergent Validity

	<i>M</i>	<i>SD</i>	1.	2.	3.	4.	5.
<u>Measures of Convergent Validity</u>							
1. Age (years)	22.57	7.41	-				

2. Creo Personal Novelty	1.47	1.32	-.10	-				
			(.496)					
3. Creo Number of Answers	8.04	6.14	.01	.66**	-			
			(.934)	(<.001)				
4. Figural TTCT Originality	11.28	4.82	-.12	.30*	.20	-		
			(.421)	(.042)	(.181)			
5. Figural TTCT Fluency	18.57	6.62	-.16	.23	.16	.74**	-	
			(.284)	(.127)	(.283)	(<.001)		
6. Corsi Block Span Forward	10.45	1.79	-.02	.35*	.19	.00	-.05	
			(.912)	(.015)	(.191)	(.997)	(.750)	
7. Corsi Block Span Backward	8.70	2.11	-.06	.08	.22	-.02	.03	
			(.669)	(.617)	(.144)	(.919)	(.827)	
8. Stroop Inhibition	45.19	12.43	.11	-.12	-.15	-.18	-.18	
			(.447)	(.433)	(.310)	(.230)	(.228)	
9. Stroop Flexibility	52.55	11.59	-.01	-.06	-.23	.09	-.04	
			(.965)	(.674)	(.126)	(.554)	(.777)	
10. 5PT Unique responses	41.27	14.52	-.07	.33*	.24	.22	.23	
			(.673)	(.028)	(.107)	(.145)	(.133)	
11. WAIS-IV Matrix Reasoning	22.00	2.72	-.35	.22	.03	-.16	-.14	
			(.055)	(.242)	(.890)	(.412)	(.475)	

12. K-DOCS Self/Everyday	37.72	5.45	.23	-.01	-.11	.05	.03
			(.131)	(.950)	(.467)	(.738)	(.826)
13. K-DOCS Scholarly	36.43	5.76	-.06	.03	-.10	-.04	-.16
			(.695)	(.865)	(.532)	(.775)	(.279)
14. K-DOCS Performance	24.57	8.14	-.21	.26	.15	.06	.04
			(.159)	(.085)	(.318)	(.680)	(.788)
15. K-DOCS Mechanical/Scientific	21.50	6.51	-.14	.02	.21	-.04	-.16
			(.362)	(.912)	(.156)	(.784)	(.295)
16. K-DOCS Artistic	29.87	9.02	-.11	-.07	.04	.05	-.11
			(.468)	(.666)	(.792)	(.757)	(.449)
<u>Measure of divergent validity</u>							
17. 5PT Repetitions	5.91	5.70	.03	.22	.16	.02	.08
			(.822)	(.153)	(.281)	(.914)	(.609)

Note. The figures in parentheses are the p values; * indicates $p < .05$; ** indicates $p < .01$; Age (years) = Age of the participants in years; Creo Personal Novelty = Score of Personal Novelty in Creo; Creo Number of Answers = Number of unique answers produced in Creo; Figural TTCT Originality = Number of original answers produced in the Figural Torrance Tests of Creative Thinking; Figural TTCT Fluency = Number of unique answers produced in the Figural Torrance Tests of Creative Thinking; Corsi Block Span Forward = Number of correct answers in the direct condition of the Corsi block task; Corsi Block Span Backward = Number of correct answers in the backward condition of the Corsi block task; Stroop Inhibition = Time in seconds to complete the 3rd condition of the Stroop task; Stroop Flexibility = Time in seconds to complete the 4th condition of the Stroop task; 5PT Unique Responses = Number of unique responses produced in the Five-Point Test; WAIS-IV Matrix Reasoning = Score to the Matrix Reasoning subtest of the Wechsler Adult Intelligence Scale - Fourth Edition; K-DOCS Self/Everyday, Scholarly, Performance,

Mechanical/Scientific, and Artistic = Total score of a domain of the Kaufman Domains of Creativity Scale; 5PT Repetitions = Number of repeated responses in the Five-Point Test.

3.5 Discussion

This work was a pre-validation study of Creo, a first attempt at assessing personal creativity solely and explicitly in DT. Creo was based on the DT model of Joy Paul Guilford (1967) and focused its scoring on the number of responses and their personal novelty, which was calculated by estimating the amplitude of transformations that occurred from a starting prompt (a sequence of four tiles).

As predicted, results show that personal novelty in Creo is moderately associated to originality in DT. Personal novelty in Creo was based on the concepts of personal creativity and to mini-c, which are intrapersonal forms of creativity. Originality in DT, because of its dependency to interpersonal parameters, is connoted to further levels of creativity and most likely to little-c (J. C. Kaufman & Beghetto, 2009). Consequently, although these measures are dissimilar from a conceptual standpoint, they may both tap into the same continuum of creativity, but at different levels. Besides, what makes these levels different are only extraneous variables unrelated to the creative process (e.g., social recognition). As Runco (2014) highlighted, the creative process behind any levels of creativity is the same. Thus, personal novelty in Creo might relate to originality in DT because, at the core, both could be expressions of the same processes.

Another explanation for the relation between these two measures is that they assess the ability to produce ideas from levels of creativity that are predicted by common factors. For instance, being raised in an environment that fostered creative thinking during childhood has been found to increase creative potential later in life (Harrington et al., 1987). It is possible that such factor could strengthen the ability to produce both mini-c or little-c ideas, and consequently heighten the likelihood to generate novel ideas both in Creo and the figural TTCT.

Surprisingly, the number of answers in Creo was not associated with fluency in DT, nor was it correlated to the number of unique answers in nonverbal fluency. This is probably because of the disparities between the instructions given to the participants in Creo, the Figural TTCT, and the

5PT regarding the number of answers and the ending conditions of the tasks. Both in the Figural TTCT and the 5PT, participants were explicitly told to produce as many ideas as possible during a fixed amount of time (Ellis Paul Torrance, 2008; Regard et al., 1982). In comparison, in Creo, participants were not made aware of the existence of the time limit and were simply asked to submit the answers they thought were appropriate and then to stop. In fact, only two participants kept producing answers until they had reached the time limit. Thus, the number of answers in Creo may not be seen as a measure of fluency, but rather a representation of the number of appropriate answers a participant estimated possible to this given problem and, perhaps, a reflection of their level of investment in the task.

Personal novelty in Creo was strongly associated to the number of answers. Likewise, originality was also strongly correlated to fluency in the Figural TTCT. These similar results were probably obtained because the score of personal novelty in Creo, much like the score of originality in the Figural TTCT, is additive and thus likely to be higher if more answers are produced. We chose not to use a ratio score of originality and fluency because, during the pilot run of Creo, we observed that some participants tended to produce only one or two answers that turned out to be novel, and then to stop the task while others produced many more novel answers, but amongst some fewer novel answers. Thus, a ratio score would have penalized participants who have produced more ideas. While we recognized that fluency is an important confounding factor to the originality criterion, we also believe that, from a theoretical standpoint, we should not necessarily seek to dissociate them from one another all the time. After all, in a real-life context, one of the biggest predictors of originality is, in fact, fluency. Indeed, people tend to produce more original answers as they persist at generating ideas (Gilhooly et al., 2007; Osborn, 1953; Ward, 1994). Likewise, Big-C ideas are associated with the culmination of many years of work from experts who mastered a specific domain (Isaksen, 1987). Therefore, being creative does not necessarily mean having original ideas most of the time. Rather, it could mean being able to persist at producing new ideas until novel ideas are found or developed.

In terms of EFs, Creo was positively correlated with the ability to recall a sequence of movements learned in a direct order in a WM task, which mainly refers to the capacity of WM. This is in line with the findings of other studies (Cancer et al., 2022; C. Lee & Therriault, 2013; Süß et al., 2002)

who found a positive association between the performance to a DT and WM capacity. As Lee and Theriault (2013) proposed, WM may allow to generate and consider several different ideas while simultaneously selecting the most original and ignoring the most obvious responses in DT. Thus, a larger WM capacity may allow one to consider more ideas at the same time and perform a more thorough selection of these ideas, which could be an asset in Creo for generating new combinations of tiles. Besides, contrarily to the Figural TTCT, a paper-pencil task allowing previous drawings to be freely consulted, Creo does allow to consult the combinations that have been already generated. Additionally, in Creo, participants cannot refer to the combinations that have been already generated. These simply disappear upon submission. Consequently, a larger WM capacity may help retain previous answers to favor new ones. Regarding inhibition, a growing number of research suggest that DT relies on a “flexible” inhibition rather than simply a better or a poorer inhibition (Palmiero et al., 2022). This flexible inhibition is usually measured with the Navon Task, which measures the ability to switch rapidly between a local and global attention (Navon, 1977). Considering these new shreds of evidence, the Navon task could have been a more judicious choice to measure the relation between inhibition and Creo.

Personal novelty in Creo was also moderately and positively correlated with a higher number of unique responses to a nonverbal fluency task while also not being associated with the number of repeated answers. This could indicate that it relates to fluency, which is also the case of DT tasks (Benedek et al., 2012; C. Lee & Therriault, 2013; Silvia, 2008; Silvia et al., 2013). In nonverbal fluency, WM and flexibility may respectively help keep track and update the mental list of already produced answers, and to consider different possible answers (Possin et al., 2012). Thus, the relation between novelty in Creo and the number of unique answers in the 5PT may be partly mediated by executive functioning, and perhaps more importantly by WM. This result may also constitute further evidence that personal novelty, as measured in Creo, is supported by EFs, such as in DT.

The positive relation between the novelty score in Creo and the number of repetitions in the 5PT was not significant. Nonetheless, the size of its coefficient was not negligible ($r = .22$). Simply for statistical reasons, individuals who produce many answers to ideation tasks are at greater risk to make repetition errors. Since the personal novelty score in Creo was related to the number of

unique answers in the 5PT, it is possible that it could also relate, to an extent, to the number of repetitions errors. Thus, it is probably not advisable to use repetition of errors as a measure of divergent validity.

Finally, performance to Creo did not display any clear relation with any domain of creativity of a self-reported scale, besides a slight tendency between the personal novelty score and the performance domain, which was mild, but not significant ($r = .26, p = .085$). In a recent meta-analysis, the Performance domain of creativity, as measured with the CAQ, is linked to DT, but solely when DT is measured with a verbal task and only within a gifted population (Said-Metwaly et al., 2022). Interestingly, in the present study, no relation was either found between the performance to the Figural TTCT and self-reported creative abilities. These outcomes contrast with the findings of Lee (A. W. Lee, 2018), which found multiple positive relations between the Artistic and Scientific domains of the K-DOCS and the originality and fluency dimensions of the *Alternative Uses Task*, within a sample of 34 adolescents. However, our results are in line with the conclusion of another study who had a much larger sample size. Cotter and colleagues (2016) also found no associations between DT and the domains of the K-DOCS within a sample of 207 college applicants, besides a negative association between everyday creativity and DT. Self-reported measure of creativity, such as the K-DOCS and the CAQ, try to measure creative abilities in specific domains of creativity. DT tasks rather measure the domain general dimension of creativity (Plucker, 2004) and may possibly be too abstract to predict real-world creativity.

Additionally, Creo, along with the Figural TTCT, were not correlated with nonverbal intelligence. A recent meta-analysis of the relationship between intelligence and DT reports that that figural DT tasks correlate significantly less strongly with intelligence than with verbal DT tasks (Gerwig et al., 2021). Thus, the use of a figural DT task may explain this result. It is worth mentioning that intelligence, which is a multidimensional concept, was only measured by one subtest in this present work, which was, perhaps, too simplistic. The General Ability Index of the WAIS-IV, which is a composite score based on the verbal and perceptual reasoning subsets, renders a more complete representation of intelligence is usually much more predictive of IQ than the Matrix subtest (Rowe et al., 2010).

All in all, the results of the pre-validation study of Creo are promising. Hence, we would like Creo to undergo a more elaborate validation study that includes a bigger sample, a more extensive testing of intelligence and self-reported creative potential, additionally to a test-retest fidelity analysis, which we failed to include in the present work because, following the administration of the version of Creo presented in this study, our participants were also subjected to the administration of alternative versions of Creo that contained feedback. This feedback provided clues to better succeed at Creo. Consequently, a retest was not feasible. We also wish to investigate if Creo can be used as a discriminative measure for populations believed to be highly creative. For instance, individuals with attention deficit disorders (ADHD) tend to stand out creatively, especially when it comes to originality of ideas (Girard-Joyal & Gauthier, 2022; Hoogman et al., 2020). Moreover, we would also like to examine if Creo could be used as an alternative to the complex microgenetic methods to study the first manifestations of creativity in early childhood.

Before further pursuing the validation of Creo and expand its uses, we would like to perform some corrections to facilitate the comprehension of its instructions. Data collected during the interviews following the administration of Creo revealed that some participants were unclear about the goal of the task and proceeded anyway ($n = 7$). They were not included in the final sample of this study. In a pilot run of a future iteration of Creo, we found that shorter instructions given verbally by the administrators solved this issue. Moreover, we would also like to modify the task itself to increase face validity. Compared to existing tasks of DT, Creo is a much more minimalist. This could be an issue since DT tasks are described as open-ended problems. It could be worth noting that no participant was able to get the maximum amount of novelty points, giving us the sense that, although Creo is constrained by its simplicity, the number of possibilities it allows seems reasonable for a three-minute task.

Still, the answers produced in Creo are less rich and complex than the ones that can be elaborated in existing figural divergent thinking tasks, such as the figural TTCT, and probably a far cry from what one may consider “real life creativity”. However, if Creo were to be modified to allow the production of more complex answers, we fear it would probably not be possible to estimate personal novelty with the scoring system presented in this work, which grants points for answers

that are the most distant from a starting prompt. This scoring system is based on the assumption that whatever answer that is produced by an examinee from the starting prompt represents a transformative effort that contains a certain level of personal novelty. Suppose Creo was now a 5 X 5 grid, displaying a prompt made of mixed white and black tiles that could be swapped and moved around, therefore allowing monochromatic pixel art. In this scenario, Creo would still be a very minimalist task, but this small increase in creative freedom would be enough to allow the production of answers that represent known ideas by the examinees. For instance, an 'X', a square or a heart could all be very different answers from the starting pixelated prompt we could present and constitute huge transformations when calculated with the "difference points" system of Creo, but these are all very common ideas for most people, and they are most probably not representative of a transformative work that brings personal novelty. In sum, more creative freedom allows representation of knowledge, which in turn makes it impossible to consider that the answers produced by an examinee arise from a transformative effort and are truly personally novel. Further work is needed to find a way to enhance the face validity of Creo without hindering the accuracy of its scoring system of transformations.

Moreover, this work presents some methodological limitations regarding its sample that we would like to correct in future studies. We had trouble recruiting male participants, which forced us to expand the initial age limit in our recruitment. This resulted in a sample with a broad range of ages. Fortunately, the literature usually reports no gender-based differences in relation to creativity (Abraham, 2016) and aging has been shown to affect performance to creativity only in older adults (aged 60-77; Carpenter et al., 2020).

We think the most important contribution of Creo to research on the assessment of creativity is its scoring system of novelty. To the best of our knowledge, this is the first scoring system of creativity that is based on a mathematical calculation that aims to give an estimate of the magnitude of transformations. It constitutes an alternative to the most ubiquitous, but also flawed, scoring methods of originality used in DT: statistical infrequency and rater-based scoring systems. Next, because Creo is quick to administer and has an automated scoring system, it may help research investigators to combine different measures of creativity in their assessment protocol for an exhaustive evaluation of creativity. Short and easy to use tools such as Creo could

also make creativity assessment more appealing in clinical settings. For individual administration, additive personal novelty scores in Creo would simply have to be normed and would not require the production of a pre-established list of common answers within a comparison group. We think that a measure of novelty based on the estimation of the magnitude of transformations, such as Creo, could better withstand the test of time than scoring methods of originality based on lists that are only representative of what was common for a certain group of people in a specific time in history.

During the development of Creo, which began in 2017, automated systems for calculating originality in verbal divergent thinking tests (e.g., AUT) emerged. These are latent semantic analysis systems (Beaty & Johnson, 2021; Dumas et al., 2020). In these systems, originality is measured by the semantic distance between a prompt (e.g., "Name different uses of a brick") and each response (e.g., "A brick can be a paperweight."). This semantic estimation is based on a corpus of texts that aims to represent natural language, i.e., the language spoken by humans. Early iterations of these systems had significant shortcomings, such as sensitivity to elaboration (the level of detail) of the answers (Reiter-Palmon et al., 2019). In other words, shorter answers (e.g., "A brick can be a paperweight") tended to be considered more original than longer answers (e.g., "A brick can be pressed to hold sheets of paper"), even though these two answers referred to the same idea. However, the recent integration of OpenAI's GPT artificial intelligence into such patching systems seems to fix this problem (Organisciak et al., 2022).

Semantic analysis systems present several advantages. Like Creo, they enable fast and accurate correction of responses. Still, Creo could stand out from these systems on certain points. At the time of writing, these systems can only be used for verbal measures of creativity. While this is certainly a great start, since creativity is a broad and multidimensional concept that appears to be at least partly domain specific (Palmiero et al., 2015), it would be best to use multiple complementary measures to assess it exhaustively (Reiter-Palmon et al., 2019). In comparison, Creo offers an analysis of nonverbal responses.

Furthermore, semantic analysis systems may be culturally biased. The calculation of the semantic distance is based on a corpus of texts which are in the image of the culture from which they come.

For example, SemDis and OCS systems seem to be based on English language corpora from American sources (e.g. Gigaword 6B; Organisciak et al., 2022), United Kingdom (e.g. ukWaC; Beaty & Johnson, 2021), as well as on texts from Wikipedia, a platform which the plurality of its editors are American men (“Wikipedia:Who writes Wikipedia?,” 2023). It is not clear how this could affect the precision of the scoring of answers of individuals with different cultural backgrounds.

Nonetheless, SemDis and OCS are both very promising systems and probably represent the future of creativity assessment. Creo could be an interesting “nonverbal” addition to the growing number of automated scoring systems of DT.

3.6 Conclusion

This is the first proposal for an explicit measure of personal creativity (Creo). Thus far, the measure of personal novelty in Creo showed some evidence of convergent and divergent validity. It was associated with originality of answers in figural DT additionally to visuospatial WM capacity, and the number of unique answers in nonverbal fluency, which is largely supported by EFs. Moreover, the personal novelty and the number of answers scores in Creo were highly and positively correlated, which is a typical phenomenon observed in DT tasks. However, the score regarding the number of answers in Creo does not appear to be comparable to fluency, as measured in DT and nonverbal fluency, which could be explained by the unique instructions of Creo. This pre-validation study, which was exploratory, indicates that Creo may hold a certain potential to stand as measure of the ability to produce ideas that are divergent, but to oneself, which could be qualified as a form of personal DT. However, this remains to be verified by the means of a full-fledged validity study. The greatest contribution of Creo is probably its approach for scoring the personal dimension of creativity, which was performed using a mathematical estimation of transformations. This calculation method of novelty does not rely on large comparison samples or rater-based scoring systems, which are classically used in research on DT. Creo rather offers a fully automated scoring system, which would be novel for a nonverbal DT task. This attribute may increase the accessibility of creativity assessment in research, but also in clinical settings.

3.7 Acknowledgements

The authors would like to thank Marie-Ève Desjardins, Andréanne Fortin, and Marie-Pier Côté for their help with data collection and scoring, as well as the members of the L NEA laboratory. This work was facilitated by a scholarship from the Fond de recherche Nature et technologies of Québec, and a fellowship from the Social Sciences and Humanities Research Council of Canada to Olivier Girard-Joyal.

3.8 Declaration of Conflicting Interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

3.9 Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

3.10 References

- Abraham, A. (2016). Gender and creativity: An overview of psychological and neuroscientific literature. *Brain Imaging and Behavior, 10*(2), 609–618. <https://doi.org/10.1007/s11682-015-9410-8>
- Amabile, T. M. (1982). Social psychology of creativity: A consensual assessment technique. *Journal of Personality and Social Psychology, 43*(5), 997–1013. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.43.5.997>
- Amabile, T. M. (2018). *Creativity in context: Update to the social psychology of creativity*. Routledge.
- Amabile, T. M., Conti, R., Coon, H., Lazenby, J., & Herron, M. (1996). Assessing the work environment for creativity. *Academy of Management Journal, 39*(5), 1154–1184. <https://doi.org/10.5465/256995>
- Beaty, R. E., & Johnson, D. R. (2021). Automating creativity assessment with SemDis: An open platform for computing semantic distance. *Behavior Research Methods, 53*(2), 757–780. <https://doi.org/10.3758/s13428-020-01453-w>
- Beghetto, R., & Kaufman, J. C. (2007). Toward a broader conception of creativity: A case for mini-c creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 1*, 73–79. <https://doi.org/10.1037/1931-3896.1.2.73>
- Benedek, M., Christensen, A. P., Fink, A., & Beaty, R. E. (2019). Creativity assessment in neuroscience research. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 13*, 218–226. <https://doi.org/10.1037/aca0000215>
- Benedek, M., Jauk, E., Sommer, M., Arendasy, M., & Neubauer, A. C. (2014). Intelligence, creativity, and cognitive control: The common and differential involvement of executive functions in intelligence and creativity. *Intelligence, 46*, 73–83. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.05.007>
- Benedek, M., Könen, T., & Neubauer, A. C. (2012). Associative abilities underlying creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 6*(3), 273–281. <https://doi.org/10.1037/a0027059>

- Cancer, A., Iannello, P., Salvi, C., & Antonietti, A. (2022). Executive functioning and divergent thinking predict creative problem-solving in young adults and elderly. *Psychological Research, 87*, 388–396. <https://doi.org/10.1007/s00426-022-01678-8>
- Carpenter, S. M., Chae, R. L., & Yoon, C. (2020). Creativity and aging: Positive consequences of distraction. *Psychology and Aging, 35*(5), 654–662. <https://doi.org/10.1037/pag0000470>
- Carson, S. H., Peterson, J. B., & Higgins, D. M. (2003). Decreased latent inhibition is associated with increased creative achievement in high-functioning individuals. *Journal of Personality and Social Psychology, 85*(3), 499–506. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.85.3.499>
- Carson, S. H., Peterson, J. B., & Higgins, D. M. (2005). Reliability, validity, and factor structure of the creative achievement questionnaire. *Creativity Research Journal, 17*(1), 37–50. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1701_4
- Cheng, L., Hu, W., Jia, X., & Runco, M. A. (2016). The different role of cognitive inhibition in early versus late creative problem finding. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 10*(1), 32–41. <https://doi.org/10.1037/aca0000036>
- Clark, P. M., & Mirels, H. L. (1970). Fluency as a pervasive element in the measurement of creativity. *Journal of Educational Measurement, 7*(2), 83–86. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.1970.tb00699.x>
- Cohen, L. M. (2011). Adaptation, adaptiveness, and creativity. In M. A. Runco & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of Creativity (Second Edition)* (pp. 9–17). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375038-9.00002-9>
- Corsi, P. M. (1973). *Human memory and the medial temporal region of the brain* (Vol. 34, Issues 2-B, p. 891). ProQuest Information & Learning.
- Cotter, K. N., Pretz, J. E., & Kaufman, J. C. (2016). Applicant extracurricular involvement predicts creativity better than traditional admissions factors. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 10*(1), 2–13. <https://doi.org/10.1037/a0039831>
- Cristofori, I., Cohen-Zimmerman, S., & Grafman, J. (2019). Chapter 11—Executive functions. In M. D’Esposito & J. H. Grafman (Eds.), *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 163, pp. 197–219). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00011-2>

- De Dreu, C. K. W., Nijstad, B. A., Baas, M., Wolsink, I., & Roskes, M. (2012). Working memory benefits creative insight, musical improvisation, and original ideation through maintained task-focused attention. *Personality and Social Psychology Bulletin, 38*(5), 656–669. <https://doi.org/10.1177/0146167211435795>
- Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001). *Delis-Kaplan Executive Function System*. <https://doi.org/10.1037/t15082-000>
- Dumas, D., Organisciak, P., & Doherty, M. (2020). Measuring divergent thinking originality with human raters and text-mining models: A psychometric comparison of methods. *Psychology of Aesthetics Creativity and the Arts, 15*(4), 645–663. <https://doi.org/10.1037/aca0000319>
- Duncker, K. (1945). On problem-solving. *Psychological Monographs, 58*(5), i–113. <https://doi.org/10.1037/h0093599>
- Edl, S., Benedek, M., Papousek, I., Weiss, E. M., & Fink, A. (2014). Creativity and the Stroop interference effect. *Personality and Individual Differences, 69*, 38–42. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2014.05.009>
- Ellis Paul Torrance. (2008). *The Torrance Tests of Creative Thinking—Norms—Technical Manual—Figural (Streamlined) Forms A and B* (Scholastic Testing Service).
- Forgeard, M. J. C., & Kaufman, J. C. (2016). Who cares about imagination, creativity, and innovation, and why? A review. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 10*, 250–269. <https://doi.org/10.1037/aca0000042>
- Forthmann, B., Paek, S. H., Dumas, D., Barbot, B., & Holling, H. (2020). Scrutinizing the basis of originality in divergent thinking tests: On the measurement precision of response propensity estimates. *British Journal of Educational Psychology, 90*(3), e12325. <https://doi.org/10.1111/bjep.12325>
- Forthmann, B., Szardenings, C., & Dumas, D. (2021). On the conceptual overlap between the fluency contamination effect in divergent thinking scores and the chance view on scientific creativity. *The Journal of Creative Behavior, 55*(1), 268–275. <https://doi.org/10.1002/jocb.445>

- Gferwig, A., Miroshnik, K., Forthmann, B., Benedek, M., Karwowski, M., & Holling, H. (2021). The Relationship between Intelligence and Divergent Thinking-A Meta-Analytic Update. *Journal of Intelligence, 9*(2), 23. <https://doi.org/10.3390/jintelligence9020023>
- Gilhooly, K. J., Fioratou, E., Anthony, S. H., & Wynn, V. (2007). Divergent thinking: Strategies and executive involvement in generating novel uses for familiar objects. *British Journal of Psychology, 98*(4), 611–625. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.2007.tb00467.x>
- Girard-Joyal, O., & Gauthier, B. (2022). Creativity in the predominantly inattentive and combined presentations of ADHD in adults. *Journal of Attention Disorders, 26*(9), 1187–1198. <https://doi.org/10.1177/10870547211060547>
- Golden, C. J. (1975). The measurement of creativity by the Stroop Color and Word Test. *Journal of Personality Assessment, 39*(5), 502–506. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa3905_9
- Greengross, G., & Miller, G. F. (2009). The Big Five personality traits of professional comedians compared to amateur comedians, comedy writers, and college students. *Personality and Individual Differences, 47*(2), 79–83. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2009.01.045>
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist, 5*(9), 444–454. <https://doi.org/10.1037/h0063487>
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence* (First Edition). McGraw-Hill.
- Guilford, J. P. (Ed.). (1975). Creativity: A quarter century of progress. In *Perspectives in Creativity*. Routledge.
- Harrington, D. M., Block, J. H., & Block, J. (1987). Testing aspects of Carl Rogers's theory of creative environments: Child-rearing antecedents of creative potential in young adolescents. *Journal of Personality and Social Psychology, 52*(4), 851–856. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.52.4.851>
- Helfand, M., Kaufman, J., & Beghetto, R. (2016). *The Four-C model of creativity: Culture and context* (Palgrave Macmillan). https://doi.org/10.1057/978-1-137-46344-9_2
- Hoogman, M., Stolte, M., Baas, M., & Krosbergen, E. (2020). Creativity and ADHD: A review of behavioral studies, the effect of psychostimulants and neural underpinnings. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 119*, 66–85. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.09.029>

- Isaksen, S. G. (1987). *Frontiers of creativity research: Beyond the basics*. Bearly Ltd.
- Kapoor, H., & Kaufman, J. C. (2020). Meaning-making through creativity during COVID-19. *Frontiers in Psychology, 11*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.595990>
- Kaufman, J. (2012). Counting the muses: Development of the Kaufman Domains of Creativity Scale (K-DOCS). *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 6*, 298. <https://doi.org/10.1037/a0029751>
- Kaufman, J. C., & Beghetto, R. A. (2009). Beyond big and Little: The four c model of creativity. *Review of General Psychology, 13*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1037/a0013688>
- Kim, K. H. (2005). Can Only Intelligent People Be Creative? A Meta-Analysis. *Journal of Secondary Gifted Education, 16*(2–3), 57–66. <https://doi.org/10.4219/jsge-2005-473>
- Kim Kyung Hee. (2011). Proven reliability and validity of the Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT). *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 5*(4), 314–315. <https://doi.org/10.1037/a0021916>
- Krumm, G., Arán Filippetti, V., & Gutierrez, M. (2018). The contribution of executive functions to creativity in children: What is the role of crystallized and fluid intelligence? *Thinking Skills and Creativity, 29*, 185–195. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.07.006>
- Lee, A. W. (2018). *Self-perceptions of creativity and creative performance in adolescents* [Case Western Reserve University]. https://etd.ohiolink.edu/apexprod/rws_olink/r/1501/10?clear=10&p10_accession_num=case1512480470553754
- Lee, C., & Therriault, D. J. (2013). The cognitive underpinnings of creative thought: A latent variable analysis exploring the roles of intelligence and working memory in three creative thinking processes. *Intelligence, 41*(5), 306–320. <https://doi.org/10.1016/J.INTELL.2013.04.008>
- Lubart, T. I. (2016). Creativity and convergent thinking: Reflections, connections and practical considerations. *Journal of Psychology and Pedagogics, 7*–15. <https://doi.org/10.22363/2313-1683-2016-4-7-15>
- Macleod, C. (2007). The concept of inhibition in cognition. In *Inhibition in cognition* (American Psychological Association, pp. 3–23). <https://doi.org/10.1037/11587-001>

- Marszalek, J. M., Barber, C., Kohlhart, J., & Cooper, B. H. (2011). Sample Size in Psychological Research over the Past 30 Years. *Perceptual and Motor Skills, 112*(2), 331–348. <https://doi.org/10.2466/03.11.PMS.112.2.331-348>
- Mednick, S. A. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review, 69*(3), 220–232. <https://doi.org/10.1037/h0048850>
- Mellou, E. (1994). Creativity: The transformation condition. *Early Child Development and Care, 101*(1), 81–88. <https://doi.org/10.1080/0300443941010108>
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science, 21*(1), 8–14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>
- Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology, 9*(3), 353–383. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(77\)90012-3](https://doi.org/10.1016/0010-0285(77)90012-3)
- O’Quin, K., & Besemer, S. P. (1989). The development, reliability, and validity of the revised Creative Product Semantic Scale. *Creativity Research Journal, 2*(4), 267–278. <https://doi.org/10.1080/10400418909534323>
- Organisciak, P., Acar, S., Dumas, D., & Berthiaume, K. (2022). Beyond semantic distance: Automated scoring of divergent thinking greatly improves with large language models. *Thinking Skills and Creativity, 49*, 101356. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101356>
- Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination* (pp. xvi, 317). Scribner’s.
- Palmiero, M., Fusi, G., Crepaldi, M., Borsa, V. M., & Rusconi, M. L. (2022). Divergent thinking and the core executive functions: A state-of-the-art review. *Cognitive Processing, 23*(3), 341–366. <https://doi.org/10.1007/s10339-022-01091-4>
- Palmiero, M., Nori, R., Aloisi, V., Ferrara, M., & Piccardi, L. (2015). Domain-specificity of creativity: A study on the relationship between visual creativity and visual mental imagery. *Frontiers in Psychology, 6*, 1870.
- Pickard, E. (1986). The genesis and development of creative activity. *Early Child Development and Care, 23*(2–3), 91–100. <https://doi.org/10.1080/0300443860230201>

- Plucker, J. A. (2004). Generalization of creativity across domains: Examination of the method effect hypothesis. *The Journal of Creative Behavior*, 38(1), 1–12. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2004.tb01228.x>
- Plucker, J. A., Qian, M., & Wang, S. (2011). Is originality in the eye of the beholder? Comparison of scoring techniques in the assessment of divergent thinking. *The Journal of Creative Behavior*, 45(1), 1–22. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2011.tb01081.x>
- Possin, K. L., Chester, S. K., Laluz, V., Bostrom, A., Rosen, H. J., Miller, B. L., & Kramer, J. H. (2012). The frontal-anatomic specificity of design fluency repetitions and their diagnostic relevance for behavioral variant frontotemporal dementia. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 18(5), 834–844. <https://doi.org/10.1017/S1355617712000604>
- Regard, M., Strauss, E., & Knapp, P. (1982). Children’s production on verbal and non-verbal fluency tasks. *Perceptual and Motor Skills*, 55(3), 839–844. <https://doi.org/10.2466/pms.1982.55.3.839>
- Reiter-Palmon, R., Forthmann, B., & Barbot, B. (2019). Scoring divergent thinking tests: A review and systematic framework. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 13(2), 144–152. <https://doi.org/10.1037/aca0000227>
- Robinson, G., Shallice, T., Bozzali, M., & Cipolotti, L. (2012). The differing roles of the frontal cortex in fluency tests. *Brain*, 135(7), 2202–2214. <https://doi.org/10.1093/brain/aws142>
- Rowe, E. W., Kingsley, J. M., & Thompson, D. F. (2010). Predictive ability of the General Ability Index (GAI) versus the Full Scale IQ among gifted referrals. *School Psychology Quarterly*, 25(2), 119–128. <https://doi.org/10.1037/a0020148>
- Runco, M. A. (1993). Divergent thinking, creativity, and giftedness. *Gifted Child Quarterly*, 37(1), 16–22. <https://doi.org/10.1177/00169862930370010>
- Runco, M. A. (1996). Personal creativity: Definition and developmental issues. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 1996, 3–30. <https://doi.org/10.1002/cd.23219967203>
- Runco, M. A. (2004). Divergent thinking, creativity, and giftedness. In *Definitions and conceptions of giftedness* (pp. 47–62). Corwin Press.

- Runco, M. A. (2014). "Big C, Little c" Creativity as a false dichotomy: Reality is not categorical. *Creativity Research Journal*, 26(1), 131–132. <https://doi.org/10.1080/10400419.2014.873676>
- Runco, M. A., & Albert, R. S. (1985). The reliability and validity of ideational originality in the divergent thinking of academically gifted and nongifted children. *Educational and Psychological Measurement*, 45(3), 483–501. <https://doi.org/10.1177/001316448504500306>
- Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92–96. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092>
- Said-Metwaly, S., Taylor, C. L., Camarda, A., & Barbot, B. (2022). Divergent thinking and creative achievement—How strong is the link? An updated meta-analysis. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*. <https://doi.org/10.1037/aca0000507>
- Schurgin, M. W. (2018). Visual memory, the long and the short of it: A review of visual working memory and long-term memory. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 80(5), 1035–1056. <https://doi.org/10.3758/s13414-018-1522-y>
- Silvia, P. J. (2008). Assessing creativity with divergent thinking tasks: Exploring the reliability and validity of new subjective scoring methods. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2(2), 68. <https://doi.org/10.1037/1931-3896.2.2.68>
- Silvia, P. J. (2011). Subjective scoring of divergent thinking: Examining the reliability of unusual uses, instances, and consequences tasks. *Thinking Skills and Creativity*, 6(1), 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2010.06.001>
- Silvia, P. J., Beaty, R. E., & Nusbaum, E. C. (2013). Verbal fluency and creativity: General and specific contributions of broad retrieval ability (Gr) factors to divergent thinking. *Intelligence*, 41(5), 328–340. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2013.05.004>
- Silvia, P. J., Beaty, R. E., Nusbaum, E. C., Eddington, K. M., Levin-Aspensson, H., & Kwapil, T. R. (2014). Everyday creativity in daily life: An experience-sampling study of "little c" creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 8(2), 183–188. <https://doi.org/10.1037/a0035722>

- Silvia, P. J., Martin, C., & Nusbaum, E. C. (2009). A snapshot of creativity: Evaluating a quick and simple method for assessing divergent thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 4(2), 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2009.06.005>
- Silvia, P. J., Winterstein, B. P., Willse, J. T., Barona, C. M., Cram, J. T., Hess, K. I., Martinez, J. L., & Richard, C. A. (2008). Assessing creativity with divergent thinking tasks: Exploring the reliability and validity of new subjective scoring methods. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2, 68–85. <https://doi.org/10.1037/1931-3896.2.2.68>
- Simonton, D. K. (1994). *Greatness: Who makes history and why*. The Guilford Press.
- Simonton, D. K. (2003). Human Creativity: Two Darwinian Analyses. In *Animal Innovation* (Oxford Academic). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198526223.003.0014>
- Stein, M. I. (1953). Creativity and Culture. *The Journal of Psychology*, 36(2), 311–322. <https://doi.org/10.1080/00223980.1953.9712897>
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
- Surkova, I. (2012). Towards a creativity framework. *Society and Economy*, 34(1), 115–138. <http://www.jstor.org/stable/41472190>
- Süß, H.-M., Oberauer, K., Wittmann, W. W., Wilhelm, O., & Schulze, R. (2002). Working-memory capacity explains reasoning ability—And a little bit more. *Intelligence*, 30(3), 261–288. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(01\)00100-3](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(01)00100-3)
- Torrance, E. P., Ball, Orlow E., & Safter, H. T. (2008). *Torrance tests of creative thinking: Streamlined scoring guide for figural forms A and B ; to be used in conjunction with the TTCT Norms-Technical Manual*. Scholastic Testing Service.
- Tulsky, D., Chiaravalloti, N., Palmer, B., & Chelune, G. (2003). The Wechsler Memory Scale, third edition. In *Clinical Interpretation of the WAIS-III and WMS-III* (Academic Press). <https://doi.org/10.1016/B978-012703570-3/50007-9>
- Ward, T. B. (1994). Structured Imagination: The Role of Category Structure in Exemplar Generation. *Cognitive Psychology*, 27(1), 1–40. <https://doi.org/10.1006/cogp.1994.1010>

- Wechsler, D., Psychological Corporation, & Pearson Education, I. (2008). *Wechsler adult intelligence scale*. Psychological Corp.
- Wikipedia:Who writes Wikipedia? (2023). In *Wikipedia*.
https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Wikipedia:Who_writes_Wikipedia%3F&oldid=1158649148
- Wilson, R. C., Guilford, J. P., & Christensen, P. R. (1953). The measurement of individual differences in originality. *Psychological Bulletin*, *50*(5), 362–370.
<https://doi.org/10.1037/h0060857>
- Zabelina, D. L., Friedman, N. P., & Andrews-Hanna, J. (2019). Unity and diversity of executive functions in creativity. *Consciousness and Cognition*, *68*, 47–56.
<https://doi.org/10.1016/j.concog.2018.12.005>
- Zhao, X., Zhang, W., Tong, D., & Maes, J. H. R. (2021). Creative thinking and executive functions: Associations and training effects in adolescents. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, *17*(1), 79–90. <https://doi.org/10.1037/aca0000392>

4. Chapitre 4 – DISCUSSION GÉNÉRALE

4.1 Rappel des objectifs et des résultats

Des vulnérabilités cognitives, génétiques et psychologiques sont retrouvées à la fois dans des pathologies, mais aussi dans la créativité (Carson, 2011). Ceci expliquerait pourquoi une grande créativité serait associée à plusieurs troubles de santé mentale (Greenwood, 2017; Wang et al., 2018), à divers désordres neurodéveloppementaux (N. Doyle, 2020; Greenwood, 2017; Pennisi et al., 2021; White & Shah, 2020) ainsi qu'à certaines atteintes cérébrales (Canesi et al., 2016; Inzelberg, 2013; Lhommée et al., 2014). Plus précisément, des altérations des mécanismes de l'inhibition (Benedek et al., 2012, 2014; Edl et al., 2014), de l'attention (Zabelina, 2018), de la régulation de la dopamine ainsi qu'un intérêt marqué pour la nouveauté (Becker et al., 2005; Benjamin et al., 1996; Ebstein et al., 1996; Roussos et al., 2009; Tsuchimine et al., 2009) seraient tous des éléments simultanément retrouvés dans la créativité et des pathologies. Plus particulièrement, l'ensemble de ces caractéristiques sont retrouvées dans le TDAH.

Les personnes ayant un TDAH estiment posséder de grandes habiletés créatives (Boot et al., 2020) et elles rapportent davantage d'accomplissements créatifs dans la vie de tous les jours que les personnes sans TDAH (Hoogman et al., 2020). Or, lorsque des tests de potentiel créatif (bien souvent des tests de pensée divergente) sont utilisés pour vérifier si ces personnes sont effectivement très créatives, les conclusions sont équivoques (Hoogman et al., 2020). Il semblerait que les personnes ayant un TDAH produisent parfois des réponses plus originales aux tests de pensée divergente que leurs pairs sans TDAH, mais il ne s'agirait, pour le moment, que d'une discrète tendance nécessitant de plus amples investigations, étant donné la grande variabilité des résultats rapportés dans la littérature scientifique (Hoogman et al., 2020). Cette variabilité pourrait être imputable à plusieurs facteurs, comme l'absence d'un contrôle rigoureux pour les symptômes et les atteintes cognitives du TDAH (Hoogman et al., 2020).

Les symptômes du TDAH (l'inattention, l'hyperactivité et l'impulsivité) et certaines atteintes cognitives associées au TDAH (p. ex. l'inhibition cognitive) contribueraient tout un chacun à la production d'idées créatives (Benedek et al., 2012, 2014; Carson et al., 2003; Wallas, 1926).

Puisque le TDAH est un trouble hétérogène, tant sur le plan de sa présentation comportementale que de ses atteintes exécutives, il est possible que cette population ne soit pas créative de façon homogène. Une façon de contrôler pour cette possible hétérogénéité pourrait être de considérer les différentes présentations du TDAH (présentations à prédominance inattentive, hyperactive/impulsive et combinée).

Alors que la recherche tarde à déterminer si une relation entre le TDAH et la créativité existe véritablement, l'idée selon laquelle les personnes qui ont un TDAH sont particulièrement créatives continue de circuler dans l'imaginaire populaire. De plus, cette idée s'inscrit dorénavant dans l'émergence du mouvement de la neurodiversité, qui défend la nécessité d'une meilleure représentation des forces associées aux troubles neurodéveloppementaux (Stenning & Bertilsdotter-Rosqvist, 2021). Ainsi, il est possible que la population TDAH soit de plus en plus intéressée à connaître les forces plutôt que les faiblesses associées à leur trouble. En contexte clinique, relever des forces chez les personnes recevant un diagnostic est souhaitable pour plusieurs raisons, comme une meilleure adhérence au traitement (Knaak et al., 2017). L'évaluation de la créativité pourrait donc être tout à fait pertinente en clinique, surtout chez la population TDAH, pour qui on suspecte une bonne capacité de génération d'idées originales en pensée divergente (Hoogman et al., 2020).

Malheureusement, les tests de pensée divergente, qui sont souvent longs à administrer ainsi qu'à coter, ne sont pas adaptés à la réalité du travail clinique. Même en recherche, ces tests présentent plusieurs lacunes importantes, qui concernent surtout la mesure de l'originalité. L'usage de larges groupes de comparaison afin d'assurer une précision acceptable de la mesure de l'originalité ainsi qu'un processus de cotation souvent fastidieux et subjectif figurent parmi ces critiques (Reiter-Palmon et al., 2019).

Idéalement, une évaluation exhaustive de la créativité, tant en recherche qu'en clinique, devrait impliquer l'usage de plusieurs tests qui évaluent différentes facettes de la créativité (Reiter-Palmon et al., 2019). Pour permettre ceci, il apparaît nécessaire de développer des mesures de créativité qui sont simples et rapides à administrer ainsi qu'à coter. L'automatisation de la correction semble être la voie de l'avenir pour l'évaluation du potentiel créatif, mais jusqu'à

maintenant, les systèmes computationnels de correction de tests de potentiel créatif permettent uniquement la correction de tâches verbales (Beaty & Johnson, 2021; Dumas et al., 2020).

Le premier objectif principal de cette thèse était de mieux comprendre la relation entre la créativité et le TDAH en évaluant la créativité autorapportée et la pensée divergente parmi les différentes présentations de ce trouble. Le second objectif était de développer une nouvelle mesure de la créativité, Creo, qui vise à offrir une alternative à la mesure l'originalité, une dimension de la pensée divergente qui est centrale à la créativité (Runco & Jaeger, 2012) et dans laquelle la population TDAH semble se démarquer (Hoogman et al., 2020). Creo pourrait pallier les limites identifiées des tests de pensée divergente actuels en contexte de recherche, et rendre plus accessible l'évaluation de l'originalité en contexte clinique, ce qui serait tout spécialement bienvenu pour l'évaluation du TDAH.

4.1.1 Synthèse des résultats du premier article

Le premier article portait sur la mesure de la créativité parmi les présentations les plus communes du TDAH, soit la présentation avec prédominance inattentive et la présentation combinée. La créativité était mesurée par un questionnaire d'autoperception d'habilités créatives et d'un test de pensée divergente. Pour cet objectif, notre première hypothèse était que les groupes de participants ayant un TDAH auraient une créativité supérieure à celle du groupe contrôle puisqu'ils présentent des symptômes et des atteintes cognitives pouvant potentiellement bénéficier à la créativité. Pour la même raison, nous avons aussi postulé que les participants ayant une présentation combinée du TDAH auraient une créativité supérieure à celle des participants ayant une présentation avec prédominance inattentive, puisqu'ils présentent davantage de symptômes associés à la créativité que ces derniers. Ces hypothèses ont été vérifiées en effectuant des analyses de variance. Le second objectif était de vérifier si les différences qui seraient trouvées entre les groupes seraient associées à certains symptômes spécifiques du TDAH ainsi que l'inhibition exécutive. Nous avons prédit qu'une créativité supérieure serait associée à de plus hauts niveaux de symptômes de TDAH et une moins bonne capacité d'inhibition exécutive. Des coefficients de corrélation de Pearson ont été effectués pour vérifier cette hypothèse.

La première hypothèse de notre premier objectif a été partiellement confirmée, car seul le groupe de participants avec la présentation combinée du TDAH présentait des scores significativement supérieurs au groupe contrôle. Plus spécifiquement, les participants du groupe TDAH combiné présentaient des niveaux d'habilités créatives supérieures dans le domaine de la performance et en termes d'originalité des réponses ainsi que d'abstraction des titres à l'évaluation de la pensée divergente. Additionnellement, le groupe TDAH combiné rapportait aussi un plus haut niveau d'habilités créatives dans le domaine de la performance que le groupe avec la présentation combinée de symptômes de TDAH, ce qui était cohérent avec notre deuxième hypothèse. Concernant le second objectif, seul le niveau d'habileté créative autorapporté du groupe TDAH combiné dans le domaine de la performance était associé à davantage de symptômes de TDAH, plus spécifiquement en termes d'hyperactivité et modérément, mais non significativement en termes d'impulsivité. De plus, dans ce groupe, il n'y avait pas de relation entre les scores aux mesures de créativité et l'inhibition exécutive. Ces résultats confirment donc partiellement nos prédictions.

En somme, ces résultats suggèrent que la créativité varie entre les différentes présentations du TDAH étant donné que les scores les plus élevés aux mesures de créativité étaient tous retrouvés dans le groupe avec la présentation combinée. Ces scores plus élevés semblaient être liés de manière plus importante aux symptômes comportementaux qu'à une inhibition exécutive plus faible. L'ensemble de ces résultats mettent en lumière l'importance du contrôle des présentations du TDAH dans l'étude de la créativité.

4.1.2 Synthèse des résultats du deuxième article

Le deuxième article de cette thèse s'est penché sur l'élaboration d'un nouvel outil de mesure de la créativité : Creo. Ce test vise à mesurer la facette personnelle de la créativité, évitant ainsi le recours à des méthodes d'inférence statistique pour l'estimation de l'originalité des réponses ou aux systèmes d'accord interjuges, qui sont classiquement utilisés en recherche sur la pensée divergente. Creo est un test basé sur le modèle de la pensée divergente. Ainsi, il vise à mesurer à la fois la nouveauté des réponses et le nombre de réponses. Étant donné que Creo partage plusieurs similarités avec les tests de pensée divergente, nous avons prédit que ces deux

mesures, soit la nouveauté et le nombre des réponses, devraient être respectivement associées à l'originalité et à la fluence dans la pensée divergente. Pour la même raison, nous avons aussi prédit que Creo devrait solliciter les fonctions cognitives impliquées dans la pensée divergente, soit les fonctions exécutives (la mémoire de travail, l'inhibition et la flexibilité) et la fluence. Enfin, nous avons aussi voulu vérifier si la performance à Creo était associée à l'intelligence ou à certains domaines de la créativité.

Conformément à ce qui était attendu, les résultats révèlent que le score de nouveauté personnelle à Creo corrèle positivement avec le score d'originalité à un test de pensée divergente ainsi qu'au nombre de réponses uniques à un test de fluence graphique. Inversement, le score de nouveauté personnelle ne corrèle pas avec le nombre de répétitions au test de fluence graphique. De plus, de la même manière que l'originalité est associée à la fluence dans les tests de pensée divergente, le score de nouveauté personnelle à Creo était fortement et positivement corrélé au nombre de réponses. De surcroît, le score de nouveauté personnelle était positivement associé à la performance à une tâche de mémoire de travail visuelle. Enfin, la performance à Creo n'était pas associée à une mesure de l'intelligence non verbale ainsi qu'à l'autoperception des habilités créatives dans différents domaines de la créativité.

En bref, les résultats de cette étude exploratoire suggèrent que le score de nouveauté personnelle de Creo présente certaines évidences de validité convergente et divergente. Non seulement Creo pourrait se poser comme étant le premier outil de mesure formel de la créativité personnelle, mais le calcul proposé pour estimer la nouveauté des réponses se présente comme une alternative possible aux méthodes de cotation classiques de la pensée divergente en recherche, qui présente plusieurs lacunes. De plus, Creo est une tâche rapide à administrer et sa correction est automatisée, des attributs bienvenus en contexte clinique, mais aussi en recherche.

4.2 Implications théoriques et cliniques

Cette thèse amène plusieurs contributions théoriques importantes. En ce qui a trait au premier article, il s'agit de la première étude qui a directement comparé la créativité entre différentes présentations du TDAH et, qui plus est, chez des individus ayant un reçu un diagnostic officiel de ce trouble. Ainsi, au moment de l'écriture de cette thèse, il n'existait pas d'autres études

auxquelles les résultats de ce premier article pourraient être directement comparés. Pour le moment, l'investigation menée par Nathalie Boot et al. (2017) serait probablement celle qui partage le plus de similarités méthodologiques à notre première étude. En effet, il s'agit du seul autre travail qui s'est explicitement penché sur la créativité en association aux différents symptômes de TDAH, et ce, dans un échantillon comparable au nôtre en termes d'âge et de niveau de scolarité.

L'échantillon de Boot et al. (2017) était constitué d'étudiants universitaires sans diagnostic connu de TDAH. Or, selon un questionnaire autorapporté de symptômes de TDAH, 17% des participants de cet échantillon rapportaient un niveau clinique de symptômes correspondant à au moins une des trois présentations du TDAH (TDAH-I, TDAH-C ou TDAH-H). Plutôt que d'effectuer des comparaisons de groupes, les relations entre les niveaux de symptômes de TDAH, la créativité autorapportée et le potentiel créatif ont été mesurés au sein de l'échantillon total, incluant les participants avec des niveaux de symptômes cliniques et sous-cliniques de TDAH. Malgré les divergences sur le plan méthodologique entre cette étude et la nôtre, nos résultats présentent plusieurs similitudes. En effet, Boot et al. (2017) avaient rapporté qu'en comparaison à l'inattention, les symptômes d'hyperactivité/d'impulsivité étaient positivement associés avec l'autoperception de la créativité ainsi que la pensée divergente, plus spécifiquement en termes de l'originalité des réponses. De façon semblable, nos participants avec un TDAH-C, qui présentaient davantage de symptômes d'hyperactivité et d'impulsivité, estimaient nettement plus favorablement leurs habilités créatives que le groupe contrôle et présentaient aussi des habilités de pensée divergente supérieures sur le plan de l'originalité des réponses. De plus, au sein de notre groupe TDAH-C, les symptômes d'hyperactivité étaient associés à une plus grande autoperception de la créativité. Enfin, dans l'étude de Boot et al. (2017), les symptômes d'inattention n'étaient que faiblement associés à la pensée divergente et même négativement associés aux accomplissements créatifs. Similairement, notre groupe TDAH-I ne se démarquait pas du groupe contrôle sur le plan de la pensée divergente, ni de l'autoperception des habilités créatives.

En résumé, on retrouve à la fois dans notre première étude et celle de Boot et al. (2017) une association entre certaines facettes de la créativité et des symptômes spécifiques du TDAH, qui

ne sont pas retrouvés dans toutes les présentations de ce trouble. Ainsi, l'absence de contrôle des présentations du TDAH pourrait expliquer une part de la variabilité des résultats dans la littérature sur le TDAH et la créativité. Parmi les études citées dans la recension des écrits de Hoogman (2020), quatre études ont tenté de mesurer l'originalité dans la pensée divergente chez des adultes ayant des diagnostics officiels de TDAH (Boot et al., 2020; White & Shah, 2006, 2011, 2016), mais seulement deux d'entre elles avaient exclusivement recruté des participants officiellement diagnostiqués avec un TDAH-C (White & Shah, 2006, 2016). Ces deux études rapportent des réponses plus originales à des tâches verbales de pensée divergente dans les groupes TDAH-C, en comparaison aux groupes contrôles, ce qui se compare aux résultats que nous avons trouvés au sein du groupe TDAH-C dans notre première étude. De façon intéressante, dans une autre étude menée par White et Shah où les participants ayant un TDAH-I et un TDAH-C étaient réunis dans un même groupe, aucune différence en termes d'originalité verbale n'était trouvée en comparaison au groupe contrôle (White & Shah, 2011). De surcroît, la dernière étude relayée par Hoogman (2020), soit celle de Boot et al. (2020), semblait aussi comparer un échantillon formé d'individus ayant différentes présentations du TDAH à un groupe contrôle. Celle-ci ne rapporte aucune différence significative entre les groupes lorsque la pensée divergente est mesurée dans un contexte comparable à celui des autres études présentées ci-haut (Boot et al., 2020). Combiné à nos résultats, l'ensemble de ces informations laisse transparaître que des associations entre certaines facettes de la créativité et le TDAH pourraient être plus nettement observables lorsque les présentations du TDAH sont étudiées de façon isolée.

L'origine des potentielles forces créatives du TDAH est encore mal comprise. Certaines évidences suggèrent que le TDAH pourrait comporter certaines caractéristiques neurocognitives pouvant favoriser la production d'idées créatives (Andrews-Hanna et al., 2010; Palmiero et al., 2022). Cependant, les relations entre ces caractéristiques et la créativité sont souvent vastes et multidirectionnelles (Cheng et al., 2016; Palmiero et al., 2022). Par exemple, bien qu'une suractivation du réseau du mode par défaut permettrait l'arrivée d'un flux continue d'idées spontanées (Andrews-Hanna et al., 2010), il est possible que ceci se fasse au détriment d'une bonne synchronicité avec les autres grands réseaux neuronaux qui sont tout aussi importants dans la créativité (les réseaux de la saillance et des fonctions exécutives; Beaty et al., 2016, 2018;

Shofty et al., 2022; Vatansever et al., 2017). Cette observation est également valable pour les corrélats cognitifs communs entre la créativité et le TDAH. Bien qu'une certaine désinhibition favoriserait le processus associatif dans la production d'idées originales, de plus en plus d'évidences suggèrent que la pensée divergente repose sur l'alternance entre différents modes attentionnels, ce qui relève plutôt d'une inhibition « flexible » (Palmiero et al., 2022). Ainsi, les caractéristiques neurocognitives du TDAH ne sont pas entièrement bénéfiques à la créativité et pourraient également être délétères.

La créativité est dynamique et les processus cognitifs qu'elle implique changent au fur et à mesure que des idées sont générées (Gilhooly et al., 2007). Les particularités neurocognitives du TDAH ne peuvent donc probablement pas avoir une incidence pouvant être considérée entièrement positive sur la créativité. Ces particularités ont plus probablement des apports bien précis à des facettes particulières de la créativité. En ce sens, une personne ayant un TDAH pourrait se démarquer en créativité lorsqu'elle se trouve dans un contexte où le fonctionnement unique de sa créativité est plus favorable que pénalisant. Plus précisément, le TDAH pourrait entraîner une suractivation des processus automatiques plutôt que des processus contrôlés dans la créativité. Ainsi, les personnes qui ont TDAH pourraient avoir plus de facilité avec les tâches de pensée divergente que convergente, car elles reposent davantage sur des processus automatiques (Hongdizi et al., 2023).

Une hypothèse émergente et qui n'avait pas été considérée au moment de l'écriture du premier article de thèse est que la pensée divergente pourrait être supportée par une inhibition flexible (Palmiero et al., 2022). Il est possible que les atteintes des mécanismes d'inhibition dans le TDAH puissent déséquilibrer l'alternance entre une plus grande et une plus faible inhibition cognitive, qui est nécessaire au processus créatif (Cheng et al., 2016), en amenant une surreprésentation d'une moins bonne inhibition dans cette alternance. Une plus faible inhibition peut être bénéfique en pensée divergente, surtout au début du processus de formation des idées, mais seulement jusqu'à un certain point, car un contrôle cognitif est ensuite nécessaire pour mener la tâche à terme adéquatement (Cheng et al., 2016). Ceci pourrait expliquer pourquoi, dans notre première étude, le groupe TDAH-C, qui avait une moins bonne capacité d'inhibition qu'un groupe contrôle, a présenté des scores supérieurs à ce dernier à une tâche de pensée divergente,

contrairement au groupe TDAH-I qui lui, présentait une capacité d'inhibition encore plus faible que le groupe TDAH-C. En d'autres mots, il est possible que les personnes ayant un TDAH-C puissent se démarquer en créativité grâce à une capacité d'inhibition sous-optimale, mais suffisamment fonctionnelle pour permettre un le déploiement du contrôle inhibiteur qui est aussi nécessaire à la production d'idées créatives. Cette possible relation non linéaire entre l'inhibition et la pensée divergente pourrait expliquer pourquoi nous n'avons pas été en mesure d'identifier une relation entre les dimensions de la pensée divergente et la performance à une tâche d'inhibition de la réponse. En outre, la tâche de Navon (1977) aurait été plus appropriée pour évaluer la flexibilité de l'inhibition.

La présence de symptômes d'inattention n'était pas reliée aux résultats à un test de pensée divergente, ni avec l'autoperception des habilités créatives. Il n'est pas exclu que les individus avec un TDAH-I puissent se démarquer dans d'autres contextes qui pourraient favoriser des forces spécifiques en créativité. Rappelons que les personnes qui ont un TDAH-I tendent à avoir plus de difficulté à porter attention à des informations se trouvant dans leur environnement (p. ex. indices visuels) ainsi qu'à les intégrer pour adapter leurs réponses dans des tâches d'inhibition (Derefinko et al., 2008). De façon similaire, l'inattention des individus qui ont un TDAH-I pourrait peut-être les amener à être moins sensibles à l'effet d'exposition à des exemples dans la tâche du *Recently Activated Knowledge Task*, qui requière de produire des dessins de nouveaux jouets, après avoir été exposé à trois exemples de réponses (Smith et al., 1993). Dans une étude basée sur cette tâche, les participants qui avaient un TDAH présentaient des scores supérieurs en termes d'originalité des réponses qu'un groupe contrôle, qui tendait plutôt à produire des dessins partageant davantage de caractéristiques similaires à ceux des jouets présentés en exemple (Abraham et al., 2006). Par ailleurs, parmi les participants du groupe TDAH, plus du tiers avaient un TDAH-I, ce qui représente une proportion non négligeable. Malheureusement, la relation entre ce résultat et les différents symptômes du TDAH n'avait pas été considérée dans cette étude et il n'est donc pas possible de savoir si ce résultat est associé à l'inattention.

En clinique, l'idée que les individus ayant un TDAH pourraient se démarquer seulement pour des facettes particulières de la créativité signifie qu'il serait insuffisant d'utiliser une seule tâche pour évaluer leur créativité. En effet, l'utilisation d'un test unique pourrait rendre un portrait incomplet

de leurs capacités créatives. Par ailleurs, il pourrait être intéressant de tracer un profil de forces et de faiblesses créatives pour formuler des recommandations plus complètes et personnalisées en lien avec leur créativité. Pour permettre ceci, il est nécessaire de combiner différents types d'épreuves de potentiel créatif (tests de pensée divergente et tests de pensée convergente), permettant différentes modalités de réponses (p. ex. non verbales et verbales) à des questionnaires de comportements ou d'accomplissements créatifs. Pour permettre qu'une telle collection de tests puissent être réalistement insérée dans le cadre restreint d'une évaluation cognitive, il apparaît essentiel de développer des tâches de créativité qui sont courtes et dont la cotation est automatisée, comme Creo.

Concernant le deuxième article de thèse, il s'agit de la première tentative de mesure de la dimension personnelle de la créativité. Kaufman et Beghetto avaient évoqué que le concept de mini-c, qui s'apparente à la créativité personnelle, pourrait être mesuré par le biais de méthodes microgéniques (par l'observation de l'émergence de la créativité; Beghetto & Kaufman, 2007; J. C. Kaufman & Beghetto, 2009). Or, au meilleur de nos connaissances, ceci ne semble jamais avoir été véritablement tenté. Certaines méthodes de cotation de l'originalité des réponses en pensée divergente introduites en contexte de recherche sollicitent l'utilisation de jugements intrapersonnels de la part des examinés (Gilhooly et al., 2007; Silvia, 2008). Cependant, ces méthodes reposaient ultimement sur un jugement interpersonnel pour évaluer la nouveauté des réponses et ne permettaient pas de quantifier le potentiel créatif de ces individus. Creo serait donc le seul outil existant qui vise explicitement et seulement à mesurer la créativité personnelle dans le but de quantifier le potentiel créatif.

Outre le fait que Creo puisse être le premier test visant explicitement à mesurer la créativité personnelle, la méthode d'estimation de la nouveauté des réponses qu'il introduit constitue aussi une contribution importante. Cette méthode de calcul de la nouveauté se présente comme une alternative additionnelle aux calculs de rareté statistique qui sont encore souvent utilisés pour la correction des tests de pensées divergentes dans certains domaines de recherche, comme l'étude de la créativité et du TDAH, et qui nécessitent de grands échantillons cliniques pour être précis (Forthmann, Paek, et al., 2020). Elle permet aussi de mesurer l'originalité de façon objective et systématique. En comparaison aux méthodes d'évaluation interjuge, le système de cotation de

l'originalité de Creo présente l'avantage de ne pas nécessiter d'intervention humaine pour la correction, car il est automatisé. De plus, Creo est une tâche rapide à administrer (moins de 5 minutes) en comparaison à d'autres mesures classiques de la créativité, comme le TTCT figuratif, qui nécessite un minimum de 30 minutes pour la passation et une heure pour la correction (Torrance & Safter, 2008). Ces caractéristiques rendent Creo versatile et font en sorte qu'il pourrait être utilisé dans des contextes où il n'y aurait qu'un seul examinateur ou encore, un temps limité pour l'administration et la correction, par exemple, en contexte clinique.

Creo pourrait compléter d'autres outils ayant automatisé la correction des résultats des tests de créativité, comme les systèmes d'analyse sémantique, tels que SemDis (Beaty & Johnson, 2021) et OCS (Organisciak et al., 2022). Pour l'instant, les systèmes d'analyse sémantique facilitent seulement la correction de tâches verbales de potentiel créatif. L'évaluation du domaine verbale de la créativité n'est pas nécessairement appropriée pour toutes les populations cliniques. Par exemple, il pourrait ne pas être recommandable d'évaluer la créativité chez un individu présentant des difficultés langagières (p. ex. trouble développemental du langage). Il est donc nécessaire de développer des tâches, comme Creo, qui permettent de formuler des réponses dans d'autres modalités que le langage oral.

Il serait intéressant de vérifier si Creo pourrait être un outil pertinent pour mettre en évidence les potentielles forces créatives du TDAH. Tout d'abord, Creo mesure la capacité de produire des réponses personnellement nouvelles. Ce score semble conceptuellement proche de celui de l'originalité des réponses en pensée divergente, une dimension du processus créatif dans laquelle les personnes qui ont un TDAH tendent à se démarquer (Hoogman et al., 2020). Ensuite, Creo est une tâche d'une relativement courte durée et qui sollicite donc probablement de façon moins importante l'attention soutenue. De plus, le TDAH est justement un trouble comorbide à différents désordres du langage, comme le trouble développemental du langage (Mueller & Tomblin, 2012), ainsi, il pourrait être préférable d'évaluer la créativité avec une tâche non verbale, comme Creo, avec la population TDAH.

En revanche, le score de nouveauté personnelle à Creo semble profiter d'une bonne capacité de mémoire de travail, qui elle, tend à être plus petite chez la population TDAH (Kofler et al., 2020).

Ces éléments d'information suggèrent que Creo pourrait offrir un contexte partiellement favorable au déploiement de la créativité des individus ayant un TDAH. Il reste à découvrir si les caractéristiques du TDAH qui influent leurs capacités créatives sont davantage bénéfiques que délétères à une tâche comme Creo.

Le concept de la créativité personnelle a été introduit il y a déjà plusieurs dizaines d'années (Beghetto & Kaufman, 2007; Runco, 1996). Toutefois, peu de chercheurs s'y sont intéressés. Ce manque d'intérêt pour l'étude de la créativité personnelle pourrait peut-être provenir du favoritisme historique envers les productions créatives qui sont complexes et qui ont un grand impact social (Simonton, 1994). En effet, il est possible que la créativité soit encore perçue d'une façon quelque peu élitiste et qu'il puisse alors être, en quelque sorte, inconfortable qu'elle soit considérée comme quelque chose pouvant être à la portée de tous, à peu près tout le temps. Un exemple tiré de l'actualité encapsule cette idée. Récemment, une illustration intitulée *Théâtre D'opéra Spatial* produite par Jason M. Allen par le biais de l'intelligence artificielle (voir Figure 4), a fait les manchettes après avoir remporté un prix dans un concours artistique (Roose, 2022). Cette nouvelle est rapidement devenue virale sur les plateformes de partage. L'homme a ensuite été accusé de plagiat puisqu'il avait eu recours à un algorithme qui crée à partir d'illustrations déjà existantes pour produire son œuvre. Or, tel qu'énoncé dans l'avant-propos de cette thèse, des artistes connus comme Picasso ont manifestement été inspirés par d'autres artistes (Rubin et al., 1994), ce qui est attendu, puisque la créativité implique forcément la réutilisation de connaissances antérieures (Surkova, 2012). D'une façon assez similaire, l'intelligence artificielle crée à partir des données auxquelles elle a accès. À certains égards, ceci pourrait être considéré comme un calque du processus créatif chez l'humain. Ainsi, les réactions de protestation de la part de la communauté artistique face à l'utilisation de l'intelligence artificielle sont quelque peu paradoxales. En toile de fond, il semble y avoir une inquiétude que la créativité puisse glisser des doigts des artistes ou, en d'autres mots, d'un groupe restreint d'individus, et qu'elle puisse être engendrée à partir d'un simple clic, et non d'un long travail d'exploration artistique. Il semble donc y avoir un malaise lorsque la créativité et des notions de facilité, d'accessibilité ou d'efficacité sont juxtaposées, comme si elle devait forcément être réservée à certains « élus » ou encore, qu'elle devait nécessairement découler d'un grand effort de création.



Figure 1. – *Théâtre D'opéra Spatial* par Jason M. Allen, 2022

Un parallèle pourrait être fait entre l'étude de la créativité personnelle et celle de la créativité dans le TDAH. Une vision idéalisée de la créativité pourrait engendrer un certain malaise lorsque cette dernière est accolée à une pathologie, comme le TDAH. Plus largement, il pourrait être difficile de concevoir qu'un trouble neurodéveloppemental puisse être accompagné de certaines forces, car un trouble synonyme de souffrance (Reinders et al., 2019). Dans la littérature scientifique, un constat récurrent est que l'existence d'un lien entre la créativité et le TDAH est débattue ou encore, que l'ensemble des évidences à ce sujet sont mixtes. Ce genre d'affirmations gagnerait à être nuancé. Il est juste d'avancer que les résultats des études empiriques sur la créativité et le TDAH sont variables. Or, cette variabilité est trouvée dans des travaux où la créativité est mesurée avec une collection de tests hétéroclites, dont plusieurs présentent des contraintes pouvant spécifiquement désavantager les personnes qui ont un TDAH (p. ex. une nécessité de fournir un effort attentionnel constant; White & Shah, 2006). Rappelons aussi que ces travaux tendent à considérer la population TDAH comme étant homogène. En ce sens, cette variabilité pourrait être mieux représentative des limites de certains tests de créativité ainsi que des études portant sur la créativité et le TDAH, plutôt que d'une absence de lien entre la créativité

et le TDAH. Par ailleurs, il serait réducteur d'avancer que l'ensemble de la littérature sur la créativité dans le TDAH est équivoque. En effet, jusqu'à maintenant, plusieurs études indiquent que les personnes qui ont un TDAH rapportent un plus grand nombre d'accomplissements créatifs que les personnes qui n'ont pas de TDAH, et ce, de façon assez constante (Hoogman et al., 2020). Même dans le cadre d'une entrevue semi-structurée, lorsque ces personnes sont questionnées au sujet de leurs forces personnelles, elles rapportent spontanément être créatives et attribuent ce trait à leur TDAH (Holthe & Langvik, 2017; Mahdi et al., 2017). Malheureusement, ce que les personnes qui ont un TDAH rapportent au sujet de leur propre créativité semble avoir moins de valeur que ce qui est mesuré par les tests de potentiel créatif.

La recherche au sujet de la créativité a pu progresser de façon faramineuse lorsqu'il a été reconnu, par des chercheurs tels que J. P. Guilford, qu'elle pouvait être étudiée chez n'importe quel individu (Guilford, 1950) et se manifester couramment sous la forme de réalisations ayant un petit impact social (J. C. Kaufman & Beghetto, 2009). En ce sens, accepter l'idée que la créativité peut prendre des formes encore plus communes, comme la créativité personnelle, et qu'elle pourrait même être étudiée dans des troubles, comme le TDAH, pourrait permettre d'élargir davantage les horizons de la recherche sur la créativité. Enfin, au courant des dernières années, plusieurs enjeux sociétaux et environnementaux se sont aggravés, tels que le réchauffement climatique, l'inflation, la crise du logement, le manque de main-d'œuvre et la pénurie alimentaire. Il est bien possible que ce soit par le biais de prouesses créatives que seront résolus ces différents enjeux. Ainsi, il est impératif de mieux pouvoir identifier la créativité et de mieux comprendre comment elle peut être cultivée. Affiner notre conceptualisation de la créativité et perfectionner les outils qui la mesurent pourrait être les premières étapes vers l'atteinte de ces objectifs.

4.3 Limites méthodologiques et pistes futures

Les deux études de cette thèse présentent certaines limites communes. Plus spécifiquement, elles comportent de relativement petits échantillons cliniques en comparaison aux groupes contrôles. Les hommes tendent aussi à être sous-représentés par rapport aux femmes parmi les différents groupes et la tranche d'âge représentée dans les échantillons est importante (18 à 51 ans dans l'Article 1 et 16 à 51 dans l'Article 2). Il s'agit de conséquences découlant de difficultés liées au

recrutement ainsi que de changements qui ont dû être appliqués aux critères d'inclusion de nos études. En effet, lorsque ce projet avait été initialement planifié en 2018, nous avons prévu d'effectuer les études de cette thèse chez des adolescents âgés entre 13 et 19 ans. Malgré la diffusion de nombreuses annonces dans différentes institutions scolaires de la région de Montréal, il s'est avéré plus ardu qu'anticipé de recruter des participants appartenant à cette tranche d'âge et tout spécialement ceux âgés entre 13 à 16 ans, faisant en sorte que nos échantillons étaient peu représentatifs du groupe que nous voulions initialement étudier. L'arrivée de la pandémie en mars 2020 et la fermeture subséquente des établissements scolaires ont également contribué aux difficultés de recrutement d'adolescents. Pour pallier ce problème, nous avons décidé d'élargir les critères d'inclusion concernant l'âge pour maximiser le nombre de participants recrutés. Plus de femmes que d'hommes ont manifesté un intérêt pour nos études et, pour la même raison, nous avons choisi de recruter plus de femmes que d'hommes pour maximiser la taille de nos échantillons. Heureusement, ni l'âge ou le sexe des participants n'ont eu d'effets sur nos variables d'intérêts.

Une autre limite de cette thèse est le retrait d'un de ses objectifs principaux dans le deuxième article. Cet objectif visait à évaluer si Creo pouvait discriminer les performances créatives de personnes qui ont un TDAH de celles qui n'en ont pas et ainsi pouvoir commenter son utilité clinique. Les résultats de cet objectif auraient dû être présentés conjointement à ceux de l'étude de prévalidation de Creo. Malheureusement, puisque sa phase de développement a été plus longue que prévue et que nous étions restreints par le temps, nous avons fait le choix de cesser le recrutement de participants. Conséquemment, la piste future principale de ce projet serait de poursuivre le recrutement de participants pour répondre à la question de cet objectif.

4.4 Conclusion

Plusieurs facteurs pourraient faire en sorte qu'un lien entre la créativité et le TDAH soit masqué dans les études empiriques portant sur ce thème. Dans cette thèse, nous sommes principalement intéressés au manque de considération pour les différentes présentations du TDAH. Parallèlement, alors que la science tarde à informer la population TDAH au sujet de leurs forces, celles-ci pourraient être aussi étudiées en contexte clinique à l'aide de tests de créativité et plus

spécifiquement, à l'aide de tests de pensée divergente. Or, ces tests sont souvent peu compatibles avec la réalité des cliniciens, qui ont généralement un temps limité pour compléter leurs évaluations. Même en recherche, ces tâches sont critiquées pour leurs méthodes de cotation subjectives, fastidieuses et imprécises avec de petits échantillons. Ainsi, les études de cette thèse visaient à mieux comprendre la relation entre la créativité et le TDAH en considérant les différentes présentations de ce trouble ainsi qu'à introduire et à examiner la validité d'une mesure de l'originalité qui permettrait de contourner certaines critiques conférées aux tests de créativité afin de faciliter l'étude de la créativité en clinique, mais aussi en recherche. Notre première étude révèle que les différentes présentations du TDAH diffèrent en termes de créativité, plus précisément en termes de créativité autorapportée. De meilleures habiletés de pensée divergente étaient également retrouvées chez le groupe avec la présentation combinée du TDAH en comparaison au groupe contrôle. Notre deuxième étude portait sur le développement d'un outil utilisant un score de nouveauté personnelle plutôt que d'originalité interpersonnelle pour quantifier les performances à une tâche basée sur le modèle de la pensée divergente. Les premiers résultats de cette étude de prévalidation sont encourageants. Le score de nouveauté personnelle à Creo apparaît conceptuellement proche de celui de l'originalité en pensée divergente. Réunis, ces deux articles permettent de formuler certaines recommandations pour l'étude de la créativité dans le TDAH. Tout d'abord, la considération des différentes présentations du TDAH dans les échantillons cliniques apparaît comme une façon efficace de contrôler une part de la variabilité associée aux symptômes de TDAH. Ensuite, la mesure de la nouveauté personnelle pourrait être une alternative aux méthodes de cotation les plus utilisées en recherche sur la pensée divergente (p. ex. calcul statistique de l'originalité interpersonnelle et systèmes d'accord interjuges). De plus, sa courte durée d'administration et sa correction automatisée font de Creo un test qui pourrait être intéressant en clinique. Par ailleurs, Creo pourrait aussi présenter plusieurs attributs spécifiquement favorables pour la mesure de la créativité dans le TDAH, mais ceci reste à être évalué formellement.

4.5 Références bibliographiques

- Abraham, A., Windmann, S., Siefen, R., Daum, I., & Güntürkün, O. (2006). Creative thinking in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Child Neuropsychology*, *12*(2), 111–123. <https://doi.org/10.1080/09297040500320691>
- Acar, S., & Runco, M. A. (2014). Assessing associative distance among ideas elicited by tests of divergent thinking. *Creativity Research Journal*, *26*(2), 229–238. <https://doi.org/10.1080/10400419.2014.901095>
- Alabbasi, A. M. A., Paek, S. H., Kim, D., & Cramond, B. (2022). What do educators need to know about the Torrance Tests of Creative Thinking: A comprehensive review. *Frontiers in Psychology*, *13*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.1000385>
- Aliabadi, B., Davari-Ashtiani, R., Khademi, M., & Arabgol, F. (2016). Comparison of creativity between children with and without attention deficit hyperactivity disorder: A case-control Study. *Iranian Journal of Psychiatry*, *11*(2), 99–103.
- Allen, A. P., & Thomas, K. E. (2011). A dual process account of creative thinking. *Creativity Research Journal*, *23*(2), 109–118. <https://doi.org/10.1080/10400419.2011.571183>
- Amabile, T. M. (1982). Social psychology of creativity: A consensual assessment technique. *Journal of Personality and Social Psychology*, *43*(5), 997–1013. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.43.5.997>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (Fifth Edition). American Psychiatric Association. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Andrews-Hanna, J. R., Reidler, J. S., Huang, C., & Buckner, R. L. (2010). Evidence for the default network's role in spontaneous cognition. *Journal of Neurophysiology*, *104*(1), 322–335. <https://doi.org/10.1152/jn.00830.2009>
- Atiye, M., Miettunen, J., & Raevuori-Helkamaa, A. (2015). A meta-analysis of temperament in eating disorders. *European Eating Disorders Review: The Journal of the Eating Disorders Association*, *23*(2), 89–99. <https://doi.org/10.1002/erv.2342>

- Aubé, B., Follenfant, A., Goudeau, S., & Derguy, C. (2021). Public stigma of autism spectrum disorder at school: Implicit attitudes matter. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 51*(5), 1584–1597. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04635-9>
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin, 121*(1), 65–94. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.65>
- Barkley, R. A. (2001). The inattentive type of ADHD as a distinct disorder: What remains to be done. *Clinical Psychology: Science and Practice, 8*(4), 489–493. <https://doi.org/10.1093/clipsy.8.4.489>
- Barkley, R. A. (2019). Neuropsychological testing is not useful in the diagnosis of ADHD: Stop It (or prove It)! *The ADHD Report, 27*(2), 1–8. <https://doi.org/10.1521/adhd.2019.27.2.1>
- Barkley, R. A., & Fischer, M. (2011). Predicting impairment in major life activities and occupational functioning in hyperactive children as adults: Self-reported executive function (EF) deficits versus EF tests. *Developmental Neuropsychology, 36*(2), 137–161. <https://doi.org/10.1080/87565641.2010.549877>
- Barkley, R. A., Murphy, K., & Kwasnik, D. (1996). Psychological adjustment and adaptive impairments in young adults with ADHD. *Journal of Attention Disorders, 1*(1), 41–54. <https://doi.org/10.1177/108705479600100104>
- Baron-Cohen, S. (2017). Editorial perspective: Neurodiversity – a revolutionary concept for autism and psychiatry. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 58*(6), 744–747. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12703>
- Barron, F. (1955). The disposition toward originality. *The Journal of Abnormal and Social Psychology, 51*(3), 478–485. <https://doi.org/10.1037/h0048073>
- Barron, F. (1988). Putting creativity to work. In *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives* (pp. 76–98). Cambridge University Press.
- Beaty, R. E., Benedek, M., Kaufman, S. B., & Silvia, P. J. (2015). Default and executive network coupling supports creative idea production. *Scientific Reports, 5*(1), 10964. <https://doi.org/10.1038/srep10964>

- Beaty, R. E., Benedek, M., Silvia, P. J., & Schacter, D. L. (2016). Creative cognition and brain network dynamics. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(2), 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.10.004>
- Beaty, R. E., & Johnson, D. R. (2021). Automating creativity assessment with SemDis: An open platform for computing semantic distance. *Behavior Research Methods*, 53(2), 757–780. <https://doi.org/10.3758/s13428-020-01453-w>
- Beaty, R. E., Kenett, Y. N., Christensen, A. P., Rosenberg, M. D., Benedek, M., Chen, Q., Fink, A., Qiu, J., Kwapil, T. R., Kane, M. J., & Silvia, P. J. (2018). Robust prediction of individual creative ability from brain functional connectivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(5), 1087–1092. <https://doi.org/10.1073/pnas.1713532115>
- Beaty, R. E., Silvia, P. J., Nusbaum, E. C., Jauk, E., & Benedek, M. (2014). The roles of associative and executive processes in creative cognition. *Memory & Cognition*, 42(7), 1186–1197. <https://doi.org/10.3758/s13421-014-0428-8>
- Becker, K., Laucht, M., El-Faddagh, M., & Schmidt, M. H. (2005). The dopamine D4 receptor gene exon III polymorphism is associated with novelty seeking in 15-year-old males from a high-risk community sample. *Journal of Neural Transmission*, 112(6), 847–858. <https://doi.org/10.1007/s00702-004-0223-y>
- Beghetto, R., & Kaufman, J. C. (2007). Toward a broader conception of creativity: A case for mini-c creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 1, 73–79. <https://doi.org/10.1037/1931-3896.1.2.73>
- Beketayev, K., & Runco, M. A. (2016). Scoring divergent thinking tests by computer with a semantics-based algorithm. *Europe's Journal of Psychology*, 12(2), 210–220. <https://doi.org/10.5964/ejop.v12i2.1127>
- Benedek, M., Christensen, A. P., Fink, A., & Beaty, R. E. (2019). Creativity assessment in neuroscience research. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 13, 218–226. <https://doi.org/10.1037/aca0000215>
- Benedek, M., Franz, F., Heene, M., & Neubauer, A. C. (2012). Differential effects of cognitive inhibition and intelligence on creativity. *Personality and Individual Differences*, 53–334(4), 480–485. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2012.04.014>

- Benedek, M., Jauk, E., Sommer, M., Arendasy, M., & Neubauer, A. C. (2014). Intelligence, creativity, and cognitive control: The common and differential involvement of executive functions in intelligence and creativity. *Intelligence, 46*, 73–83. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.05.007>
- Benjamin, J., Li, L., Patterson, C., Greenberg, B. D., Murphy, D. L., & Hamer, D. H. (1996). Population and familial association between the D4 dopamine receptor gene and measures of Novelty Seeking. *Nature Genetics, 12*(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/ng0196-81>
- Boden, M. (2004). *The creative mind: Myths and mechanisms*. Routledge.
- Boot, N., Nevicka, B., & Baas, M. (2017). Subclinical symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) are associated with specific creative processes. *Personality and Individual Differences, 114*, 73–81. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2017.03.050>
- Boot, N., Nevicka, B., & Baas, M. (2020). Creativity in ADHD: Goal-directed motivation and domain specificity. *Journal of Attention Disorders, 24*(13), 1857–1866. <https://doi.org/10.1177/1087054717727352>
- Brandau, H., Daghofer, F., Hollerer, L., Kaschnitz, W., Kellner, K., Kirchmair, G., Krammer, I., & Schlagbauer, A. (2007). The relationship between creativity, teacher ratings on behavior, age, and gender in pupils from seven to ten years. *The Journal of Creative Behavior, 41*(2), 91–113. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2007.tb01283.x>
- Brandt, A. K., & Eagleman, D. (2017). *The runaway species: How human creativity remakes the world*. Catapult.
- Brett, G. (2022). Dueling with dual-process models: Cognition, creativity, and context. *Sociological Theory, 40*(2), 179–201. <https://doi.org/10.1177/07352751221088919>
- Campbell, D. T. (1960). Blind variation and selective retentions in creative thought as in other knowledge processes. *Psychological Review, 67*(6), 380–400. <https://doi.org/10.1037/h0040373>
- Canesi, M., Rusconi, M. L., Moroni, F., Ranghetti, A., Cereda, E., & Pezzoli, G. (2016). Creative thinking, professional artists, and Parkinson's disease. *Journal of Parkinson's Disease, 6*(1), 239–246. <https://doi.org/10.3233/JPD-150681>

- Carruthers, L., MacLean, R., & Willis, A. (2018). The relationship between creativity and attention in adults. *Creativity Research Journal*, 30(4), 370–379. <https://doi.org/10.1080/10400419.2018.1530910>
- Carson, S. H. (2010). Latent inhibition and creativity. In *Latent inhibition: Cognition, neuroscience and applications to schizophrenia* (pp. 183–198). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511730184.010>
- Carson, S. H. (2011). Creativity and psychopathology: A shared vulnerability model. *Canadian Journal of Psychiatry. Revue Canadienne De Psychiatrie*, 56(3), 144–153. <https://doi.org/10.1177/070674371105600304>
- Carson, S. H., Peterson, J. B., & Higgins, D. M. (2003). Decreased latent inhibition is associated with increased creative achievement in high-functioning individuals. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(3), 499–506. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.85.3.499>
- Carson, S. H., Peterson, J. B., & Higgins, D. M. (2005). Reliability, validity, and factor structure of the creative achievement questionnaire. *Creativity Research Journal*, 17(1), 37–50. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1701_4
- Charabin, E., Climie, E. A., Miller, C., Jelinkova, K., & Wilkins, J. (2023). “I’m doing okay”: Strengths and resilience of children with and without ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 27(9), 1009–1019. <https://doi.org/10.1177/10870547231167512>
- Cheng, L., Hu, W., Jia, X., & Runco, M. A. (2016). The different role of cognitive inhibition in early versus late creative problem finding. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 10(1), 32–41. <https://doi.org/10.1037/aca0000036>
- Christensen, P. R., Guilford, J. P., & Wilson, R. C. (1957). Relations of creative responses to working time and instructions. *Journal of Experimental Psychology*, 53(2), 82–88. <https://doi.org/10.1037/h0045461>
- Cloninger, C. R. (1987). A systematic method for clinical description and classification of personality variants: A proposal. *Archives of General Psychiatry*, 44(6), 573–588. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.1987.01800180093014>
- Cogdell-Brooke, L. S., Sowden, P. T., Violante, I. R., & Thompson, H. E. (2020). A meta-analysis of functional magnetic resonance imaging studies of divergent thinking using activation

- likelihood estimation. *Human Brain Mapping*, 41(17), 5057–5077.
<https://doi.org/10.1002/hbm.25170>
- Cohen, L. M. (2011). Adaptation, adaptiveness, and creativity. In M. A. Runco & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of Creativity (Second Edition)* (pp. 9–17). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375038-9.00002-9>
- Colautti, L., Magenes, S., Rago, S., Zanaboni Dina, C., Cancer, A., & Antonietti, A. (2021). Creative thinking in Tourette’s syndrome: An uncharted topic. *Frontiers in Psychology*, 12, 649814.
- Colombo, B., Cancer, A., Carruthers, L., & Antonietti, A. (2022). Editorial: Creativity in pathological brain conditions across the lifespan. *Frontiers in Psychology*, 13, 932399.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.932399>
- Cox, J. H., Nahar, A., Termine, C., Agosti, M., Balottin, U., Seri, S., & Cavanna, A. E. (2019). Social stigma and self-perception in adolescents with tourette syndrome. *Adolescent Health, Medicine and Therapeutics*, 10, 75–82. <https://doi.org/10.2147/AHMT.S175765>
- Cramond, B. (1994, April). *The relationship between attention deficit hyperactivity disorder and creativity*. American educational research association, New Orleans, LA.
<https://eric.ed.gov/?id=ED371495>
- Cristofori, I., Cohen-Zimmerman, S., & Grafman, J. (2019). Chapter 11—Executive functions. In M. D’Esposito & J. H. Grafman (Eds.), *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 163, pp. 197–219). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00011-2>
- Cseh, G. M., & Jeffries, K. K. (2019). A scattered CAT: A critical evaluation of the consensual assessment technique for creativity research. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 13(2), 159–166. <https://doi.org/10.1037/aca0000220>
- De Dreu, C. K. W., Baas, M., Roskes, M., Sligte, D. J., Ebstein, R. P., Chew, S. H., Tong, T., Jiang, Y., Maysless, N., & Shamay-Tsoory, S. G. (2014). Oxytonergic circuitry sustains and enables creative cognition in humans. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(8), 1159–1165. <https://doi.org/10.1093/scan/nst094>
- De Dreu, C. K. W., Nijstad, B. A., Baas, M., Wolsink, I., & Roskes, M. (2012). Working memory benefits creative insight, musical improvisation, and original ideation through maintained

- task-focused attention. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 38(5), 656–669. <https://doi.org/10.1177/0146167211435795>
- Derefinko, K. J., Adams, Z. W., Milich, R., Fillmore, M. T., Lorch, E. P., & Lynam, D. R. (2008). Response style differences in the inattentive and combined subtypes of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 36(5), 745–758. <https://doi.org/10.1007/s10802-007-9207-3>
- Diamond, A. (2005). Attention-deficit disorder (attention-deficit/ hyperactivity disorder without hyperactivity): A neurobiologically and behaviorally distinct disorder from attention-deficit/hyperactivity disorder (with hyperactivity). *Development and Psychopathology*, 17(3), 807–825. <https://doi.org/10.1017/S0954579405050388>
- Diedrich, J., Benedek, M., Jauk, E., & Neubauer, A. C. (2015). Are creative ideas novel and useful? *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 9(1), 35–40. <https://doi.org/10.1037/a0038688>
- Ding, Y.-C., Chi, H.-C., Grady, D. L., Morishima, A., Kidd, J. R., Kidd, K. K., Flodman, P., Spence, M. A., Schuck, S., Swanson, J. M., Zhang, Y.-P., & Moyzis, R. K. (2002). Evidence of positive selection acting at the human dopamine receptor D4 gene locus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(1), 309–314. <https://doi.org/10.1073/pnas.012464099>
- Donfrancesco, R., Di Trani, M., Porfirio, M. C., Giana, G., Miano, S., & Andriola, E. (2015). Might the temperament be a bias in clinical study on attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD)? Novelty Seeking dimension as a core feature of ADHD. *Psychiatry Research*, 227(2–3), 333–338. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2015.02.014>
- Doyle, A. E., Biederman, J., Seidman, L. J., Weber, W., & Faraone, S. V. (2000). Diagnostic efficiency of neuropsychological test scores for discriminating boys with and without attention deficit–hyperactivity disorder. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68, 477–488. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.68.3.477>
- Doyle, N. (2020). Neurodiversity at work: A biopsychosocial model and the impact on working adults. *British Medical Bulletin*, 135(1), 108–125. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldaa021>
- Dumas, D., Organisciak, P., & Doherty, M. (2020). Measuring divergent thinking originality with human raters and text-mining models: A psychometric comparison of methods.

- Psychology of Aesthetics Creativity and the Arts*, 15(4), 645–663.
<https://doi.org/10.1037/aca0000319>
- Dybert, S. K. C., & Jarosz, A. F. (2020). Individual differences in creative cognition. *Journal of Experimental Psychology. General*, 149(7), 1249–1274.
<https://doi.org/10.1037/xge0000713>
- Ebstein, R. P., Novick, O., Umansky, R., Priel, B., Osher, Y., Blaine, D., Bennett, E. R., Nemanov, L., Katz, M., & Belmaker, R. H. (1996). Dopamine D4 receptor (D4DR) exon III polymorphism associated with the human personality trait of Novelty Seeking. *Nature Genetics*, 12(1), 78–80. <https://doi.org/10.1038/ng0196-78>
- Edl, S., Benedek, M., Papousek, I., Weiss, E. M., & Fink, A. (2014). Creativity and the Stroop interference effect. *Personality and Individual Differences*, 69, 38–42.
<https://doi.org/10.1016/j.paid.2014.05.009>
- Elliott, R. (2003). Executive functions and their disorders: Imaging in clinical neuroscience. *British Medical Bulletin*, 65(1), 49–59. <https://doi.org/10.1093/bmb/65.1.49>
- Evans, J. St. B. T., & Stanovich, K. E. (2013). Dual-process theories of higher cognition: Advancing the debate. *Perspectives on Psychological Science*, 8(3), 223–241.
<https://doi.org/10.1177/1745691612460685>
- Finke, R. A. (1990). *Creative imagery: Discoveries and inventions in visualization* (pp. ix, 188). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Fiore, S. M., Schooler, J. W., Linville, P. A., & Hasher, L. (2001). The creative costs and benefits of inhibition. *Abstracts of the Psychonomic Society*, 6, 42.
- Forgeard, M. J. C., & Kaufman, J. C. (2016). Who cares about imagination, creativity, and innovation, and why? A review. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 10, 250–269. <https://doi.org/10.1037/aca0000042>
- Forthmann, B., Paek, S. H., Dumas, D., Barbot, B., & Holling, H. (2020). Scrutinizing the basis of originality in divergent thinking tests: On the measurement precision of response propensity estimates. *British Journal of Educational Psychology*, 90(3), e12325.
<https://doi.org/10.1111/bjep.12325>

- Forthmann, B., Szardenings, C., & Holling, H. (2020). Understanding the confounding effect of fluency in divergent thinking scores: Revisiting average scores to quantify artifactual correlation. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 14*(1), 94–112. <https://doi.org/10.1037/aca0000196>
- Fugate, C. M., Zentall, S. S., & Gentry, M. (2013). Creativity and working memory in gifted students with and without characteristics of attention deficit hyperactive disorder: Lifting the mask. *Gifted Child Quarterly, 57*(4), 234–246. <https://doi.org/10.1177/0016986213500069>
- Funk, J. B., Chessare, J. B., Weaver, M. T., & Exley, A. R. (1993). Attention deficit hyperactivity disorder, creativity, and the effects of methylphenidate. *Pediatrics, 91*(4), 816–819.
- Geurts, H. M., Verté, S., Oosterlaan, J., Roeyers, H., & Sergeant, J. A. (2005). ADHD subtypes: Do they differ in their executive functioning profile? *Archives of Clinical Neuropsychology, 20*(4), 457–477. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2004.11.001>
- Gilhooly, K. J., Fioratou, E., Anthony, S. H., & Wynn, V. (2007). Divergent thinking: Strategies and executive involvement in generating novel uses for familiar objects. *British Journal of Psychology, 98*(4), 611–625. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.2007.tb00467.x>
- Girard-Joyal, O., & Gauthier, B. (2022). Creativity in the predominantly inattentive and combined presentations of ADHD in adults. *Journal of Attention Disorders, 26*(9), 1187–1198. <https://doi.org/10.1177/10870547211060547>
- Gizer, I. R., Ficks, C., & Waldman, I. D. (2009). Candidate gene studies of ADHD: A meta-analytic review. *Human Genetics, 126*(1), 51–90. <https://doi.org/10.1007/s00439-009-0694-x>
- Gołowska, M. A., Ritter, S. M., Elliot, A. J., & Baas, M. (2019). Novelty seeking is linked to openness and extraversion, and can lead to greater creative performance. *Journal of Personality, 87*(2), 252–266. <https://doi.org/10.1111/jopy.12387>
- Golden, C. J. (1975). The measurement of creativity by the Stroop Color and Word Test. *Journal of Personality Assessment, 39*(5), 502–506. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa3905_9
- Goldstein, S., & Naglieri, J. A. (Eds.). (2014). *Handbook of Executive Functioning* (2014e édition). Springer.
- Grajzel, K., Acar, S., Dumas, D., Organisciak, P., & Berthiaume, K. (2023). Measuring flexibility: A text-mining approach. *Frontiers in Psychology, 13*, 1093343.

- Greenwood, T. A. (2017). Positive traits in the bipolar spectrum: The space between madness and genius. *Molecular Neuropsychiatry*, 2(4), 198–212. <https://doi.org/10.1159/000452416>
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5(9), 444–454. <https://doi.org/10.1037/h0063487>
- Guilford, J. P. (1956). The structure of intellect. *Psychological Bulletin*, 53, 267–293. <https://doi.org/10.1037/h0040755>
- Guilford, J. P. (1959). Three faces of intellect. *American Psychologist*, 14(8), 469–479. <https://doi.org/10.1037/h0046827>
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence* (First Edition). McGraw-Hill.
- Guilford, J. P. (1968). *Intelligence, Creativity and Their Educational Implications*. Edits Pub.
- Guilford, J. P., Christensen, P. R., Merrifield, P. R., & Wilson, R. C. (1960). *Alternate Uses*. <https://doi.org/10.1037/t06443-000>
- Healey, D. M., & Rucklidge, J. J. (2005). An exploration into the creative abilities of children with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 8(3), 88–95. <https://doi.org/10.1177/1087054705277198>
- Healey, D. M., & Rucklidge, J. J. (2006). An investigation into the relationship among ADHD symptomatology, creativity, and neuropsychological functioning in children. *Child Neuropsychology*, 12(6), 421–438. <https://doi.org/10.1080/09297040600806086>
- Healey, D. M., & Rucklidge, J. J. (2008). The relationship between ADHD and creativity. *The ADHD Report*, 16(3), 1–5. <https://doi.org/10.1521/adhd.2008.16.3.1>
- Hennessey, B. A., & Amabile, T. M. (2010). Creativity. *Annual Review of Psychology*, 61(1), 569–598. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.100416>
- Hesselbrock, M. N., & Hesselbrock, V. M. (1992). Relationship of family history, antisocial personality disorder and personality traits in young men at risk for alcoholism. *Journal of Studies on Alcohol*, 53(6), 619–625. <https://doi.org/10.15288/jsa.1992.53.619>
- Holthe, M. E. G., & Langvik, E. (2017). The strives, struggles, and successes of women diagnosed with ADHD as adults. *SAGE Open*, 7(1), 2158244017701799. <https://doi.org/10.1177/2158244017701799>

- Hongdizi, J., Cui, Y.-X., Zhou, X., & Zhai, H.-K. (2023). Influence of analytic processing on divergent and convergent thinking tasks: The role of rational and experiential thinking styles. *Journal of Intelligence*, 11(2), 23. <https://doi.org/10.3390/jintelligence11020023>
- Hoogman, M., Bralten, J., Hibar, D. P., Mennes, M., Zwiers, M. P., Schweren, L. S. J., van Hulzen, K. J. E., Medland, S. E., Shumskaya, E., Jahanshad, N., Zeeuw, P. de, Szekely, E., Sudre, G., Wolfers, T., Onnink, A. M. H., Dammers, J. T., Mostert, J. C., Vives-Gilabert, Y., Kohls, G., ... Franke, B. (2017). Subcortical brain volume differences in participants with attention deficit hyperactivity disorder in children and adults: A cross-sectional mega-analysis. *The Lancet Psychiatry*, 4(4), 310–319. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(17\)30049-4](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(17)30049-4)
- Hoogman, M., Stolte, M., Baas, M., & Kroesbergen, E. (2020). Creativity and ADHD: A review of behavioral studies, the effect of psychostimulants and neural underpinnings. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 119, 66–85. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.09.029>
- Hornberg, J., & Reiter-Palmon, R. (2017). Creativity and the big five personality traits: Is the relationship dependent on the creativity measure? In G. J. Feist, J. C. Kaufman, & R. Reiter-Palmon (Eds.), *The Cambridge Handbook of Creativity and Personality Research* (pp. 275–293). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316228036.015>
- Howard-Jones, P. A., & Murray, S. (2003). Ideational productivity, focus of attention, and context. *Creativity Research Journal*, 15(2–3), 153–166. https://doi.org/10.1207/S15326934CRJ152&3_07
- Inzelberg, R. (2013). The awakening of artistic creativity and Parkinson’s disease. *Behavioral Neuroscience*, 127(2), 256–261. <https://doi.org/10.1037/a0031052>
- Kaufman, J. C., & Beghetto, R. A. (2009). Beyond big and Little: The four c model of creativity. *Review of General Psychology*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.1037/a0013688>
- Kaufman, J. C., Plucker, J. A., & Baer, J. (2008). *Essentials of creativity assessment* (Wiley).
- Kaufman, J. C., & Sternberg, R. J. (Eds.). (2019). *The Cambridge Handbook of Creativity* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316979839>

- Kaufman, S. B. (2011). Intelligence and the cognitive unconscious. *The Cambridge Handbook of Intelligence*.
https://www.academia.edu/881239/Intelligence_and_the_cognitive_unconscious
- Knaak, S., Mantler, E., & Szeto, A. (2017). Mental illness-related stigma in healthcare. *Healthcare Management Forum*, 30(2), 111–116. <https://doi.org/10.1177/0840470416679413>
- Kofler, M. J., Singh, L. J., Soto, E. F., Chan, E. S. M., Miller, C. E., Harmon, S. L., & Spiegel, J. A. (2020). Working memory and short-term memory deficits in ADHD: A bifactor modeling approach. *Neuropsychology*, 34(6), 686–698. <https://doi.org/10.1037/neu0000641>
- Kounios, J., & Beeman, M. (2014). The cognitive neuroscience of insight. *Annual Review of Psychology*, 65(1), 71–93. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115154>
- Krumm, G., Arán Filippetti, V., & Gutierrez, M. (2018). The contribution of executive functions to creativity in children: What is the role of crystallized and fluid intelligence? *Thinking Skills and Creativity*, 29, 185–195. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.07.006>
- Kuang, C., Chen, J., Chen, J., Shi, Y., Huang, H., Jiao, B., Lin, Q., Rao, Y., Liu, W., Zhu, Y., Mo, L., Ma, L., & Lin, J. (2022). Uncovering neural distinctions and commodities between two creativity subsets: A meta-analysis of fMRI studies in divergent thinking and insight using activation likelihood estimation. *Human Brain Mapping*, 43(16), 4864–4885. <https://doi.org/10.1002/hbm.26029>
- Lhommée, E., Batir, A., Quesada, J.-L., Ardouin, C., Fraix, V., Seigneuret, E., Chabardès, S., Benabid, A.-L., Pollak, P., & Krack, P. (2014). Dopamine and the biology of creativity: Lessons from Parkinson's disease. *Frontiers in Neurology*, 5. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2014.00055>
- Lubart, T. I. (2001). Models of the Creative Process: Past, Present and Future. *Creativity Research Journal*, 13(3–4), 295–308. https://doi.org/10.1207/S15326934CRJ1334_07
- Lubart, T. I. (2016). Creativity and convergent thinking: Reflections, connections and practical considerations. *RUDN Journal of Psychology and Pedagogics*, 7–15. <https://doi.org/10.22363/2313-1683-2016-4-7-15>
- Ludyga, S., Gerber, M., Mücke, M., Brand, S., Weber, P., Brotzmann, M., & Pühse, U. (2020). The acute effects of aerobic exercise on cognitive flexibility and task-related heart rate

- variability in children with ADHD and healthy controls. *Journal of Attention Disorders*, 24(5), 693–703. <https://doi.org/10.1177/1087054718757647>
- Magnus, W., Nazir, S., Anilkumar, A. C., & Shaban, K. (2022). Attention Deficit Hyperactivity Disorder. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441838/>
- Mahdi, S., Viljoen, M., Massuti, R., Selb, M., Almodayfer, O., Karande, S., de Vries, P. J., Rohde, L., & Bölte, S. (2017). An international qualitative study of ability and disability in ADHD using the WHO-ICF framework. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 26(10), 1219–1231. <https://doi.org/10.1007/s00787-017-0983-1>
- Marron, T. R., Lerner, Y., Berant, E., Kinreich, S., Shapira-Lichter, I., Hendler, T., & Faust, M. (2018). Chain free association, creativity, and the default mode network. *Neuropsychologia*, 118(Pt A), 40–58. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.03.018>
- Marsh, R. L., Ward, T. B., & Landau, J. D. (1999). The inadvertent use of prior knowledge in a generative cognitive task. *Memory & Cognition*, 27(1), 94–105. <https://doi.org/10.3758/BF03201216>
- Mayer, C.-H., & Kelley, J. L. (2021). The emperor of fashion's new starts: Creativity and meaning in life in Karl Lagerfeld. *Europe's Journal of Psychology*, 17(3), 152–163. <https://doi.org/10.5964/ejop.4521>
- Mednick, S. A. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, 69(3), 220–232. <https://doi.org/10.1037/h0048850>
- Mednick, S. A. (1968). The remote associates test. *The Journal of Creative Behavior*, 2(3), 213–214. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.1968.tb00104.x>
- Menon, V., & Uddin, L. Q. (2010). Saliency, switching, attention and control: A network model of insula function. *Brain Structure & Function*, 214(5–6), 655–667. <https://doi.org/10.1007/s00429-010-0262-0>
- Mowinckel, A. M., Alnæs, D., Pedersen, M. L., Ziegler, S., Fredriksen, M., Kaufmann, T., Sonuga-Barke, E., Endestad, T., Westlye, L. T., & Biele, G. (2017). Increased default-mode variability is related to reduced task-performance and is evident in adults with ADHD. *NeuroImage: Clinical*, 16, 369–382. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2017.03.008>

- Mueller, K. L., & Tomblin, J. B. (2012). Examining the comorbidity of language impairment and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Topics in Language Disorders, 32*(3), 228. <https://doi.org/10.1097/TLD.0b013e318262010d>
- Mumford, M. D., Mobley, M. I., Reiter-Palmon, R., Uhlman, C. E., & Doares, L. M. (1991). Process analytic models of creative capacities. *Creativity Research Journal, 4*(2), 91–122. <https://doi.org/10.1080/10400419109534380>
- Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology, 9*(3), 353–383. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(77\)90012-3](https://doi.org/10.1016/0010-0285(77)90012-3)
- Nigg, J. T., Willcutt, E. G., Doyle, A. E., & Sonuga-Barke, E. J. S. (2005). Causal heterogeneity in attention-deficit/hyperactivity disorder: Do we need neuropsychologically impaired subtypes? *Biological Psychiatry, 57*(11), 1224–1230. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2004.08.025>
- Oak, J. N., Oldenhof, J., & Van Tol, H. H. (2000). The dopamine D(4) receptor: One decade of research. *European Journal of Pharmacology, 405*(1–3), 303–327. [https://doi.org/10.1016/s0014-2999\(00\)00562-8](https://doi.org/10.1016/s0014-2999(00)00562-8)
- Organisciak, P., Acar, S., Dumas, D., & Berthiaume, K. (2022). Beyond semantic distance: Automated scoring of divergent thinking greatly improves with large language models. *Thinking Skills and Creativity, 49*, 101356. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101356>
- Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination* (pp. xvi, 317). Scribner's.
- Palmiero, M., Fusi, G., Crepaldi, M., Borsa, V. M., & Rusconi, M. L. (2022). Divergent thinking and the core executive functions: A state-of-the-art review. *Cognitive Processing, 23*(3), 341–366. <https://doi.org/10.1007/s10339-022-01091-4>
- Pennisi, P., Giallongo, L., Milintenda, G., & Cannarozzo, M. (2021). Autism, autistic traits and creativity: A systematic review and meta-analysis. *Cognitive Processing, 22*(1), 1–36. <https://doi.org/10.1007/s10339-020-00992-6>
- Perroud, N., Hasler, R., Golay, N., Zimmermann, J., Prada, P., Nicastro, R., Aubry, J.-M., Ardu, S., Herrmann, F. R., Giannakopoulos, P., & Baud, P. (2016). Personality profiles in adults with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *BMC Psychiatry, 16*, 199. <https://doi.org/10.1186/s12888-016-0906-6>

- Plucker, J. A. (2001). Introduction to the Special Issue: Commemorating Guilford's 1950 Presidential Address. *Creativity Research Journal*, 13(3–4), 247–247. https://doi.org/10.1207/S15326934CRJ1334_02
- Plucker, J. A. (2004). Generalization of creativity across domains: Examination of the method effect hypothesis. *The Journal of Creative Behavior*, 38(1), 1–12. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2004.tb01228.x>
- Plucker, J. A., Beghetto, R., & Dow, G. (2004). Why Isn't creativity more important to educational psychologists? Potentials, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educational Psychologist*, 39, 83–96. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3902_1
- Plucker, J. A., Qian, M., & Schmalensee, S. (2014). Is what you see what you really get? Comparison of scoring techniques in the assessment of real-world divergent thinking. *Creativity Research Journal*, 26, 135–143. <https://doi.org/10.1080/10400419.2014.901023>
- Plucker, J. A., Qian, M., & Wang, S. (2011). Is originality in the eye of the beholder? Comparison of scoring techniques in the assessment of divergent thinking. *The Journal of Creative Behavior*, 45(1), 1–22. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2011.tb01081.x>
- Polanczyk, G., de Lima, M. S., Horta, B. L., Biederman, J., & Rohde, L. A. (2007). The worldwide prevalence of ADHD: A systematic review and metaregression analysis. *The American Journal of Psychiatry*, 164(6), 942–948. <https://doi.org/10.1176/ajp.2007.164.6.942>
- Postal, K., & Armstrong, K. (2013). *Feedback that sticks: The art of effectively communicating neuropsychological assessment results* (pp. xxxiii, 300). Oxford University Press.
- Raichle, M. E. (2015). The Brain's Default Mode Network. *Annual Review of Neuroscience*, 38(1), 433–447. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-071013-014030>
- Reinders, J., Stainton, T., & Parmenter, T. R. (2019). The quiet progress of the new eugenics. Ending the lives of persons with intellectual and developmental disabilities for reasons of presumed poor quality of life. *Journal of Policy and Practice in Intellectual Disabilities*, 16(2), 99–112. <https://doi.org/10.1111/jppi.12298>

- Reiter-Palmon, R., Forthmann, B., & Barbot, B. (2019). Scoring divergent thinking tests: A review and systematic framework. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 13*, 144–152. <https://doi.org/10.1037/aca0000227>
- Reiter-Palmon, R., Illies, M. Y., Kobe Cross, L., Buboltz, C., & Nimps, T. (2009). Creativity and domain specificity: The effect of task type on multiple indexes of creative problem-solving. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 3*(2), 73–80. <https://doi.org/10.1037/a0013410>
- Rhodes, M. (1961). An Analysis of Creativity. *The Phi Delta Kappan, 42*(7), 305–310.
- Rietzschel, E. F., Nijstad, B. A., & Stroebe, W. (2007). Relative accessibility of domain knowledge and creativity: The effects of knowledge activation on the quantity and originality of generated ideas. *Journal of Experimental Social Psychology, 43*(6), 933–946. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2006.10.014>
- Roose, K. (2022, September 2). An A.I. generated picture won an art prize. Artists aren't happy. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2022/09/02/technology/ai-artificial-intelligence-artists.html>
- Rothenberg, A. (1979). Einstein's creative thinking and the general theory of relativity: A documented report. *The American Journal of Psychiatry, 136*(1), 38–43. <https://doi.org/10.1176/ajp.136.1.38>
- Roussos, P., Giakoumaki, S. G., & Bitsios, P. (2009). Cognitive and emotional processing in high novelty seeking associated with the L-DRD4 genotype. *Neuropsychologia, 47*(7), 1654–1659. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.02.005>
- Rubia, K. (2013). Functional brain imaging across development. *European Child & Adolescent Psychiatry, 22*(12), 719–731. <https://doi.org/10.1007/s00787-012-0291-8>
- Rubia, K. (2018). Cognitive neuroscience of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and its clinical translation. *Frontiers in Human Neuroscience, 12*, 100. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00100>
- Rubin, W., Picasso, P., Seckel-Klein, H., Cousins, J., & Museum of Modern Art (New York, N. Y.). (1994). *Les Femmes d'Alger (O. J. R. M. Version O. J. R. M.)*. Museum of Modern Art : Distributed by Harry N. Abrams, Inc.

- Runco, M. A. (1986). Maximal performance on divergent thinking tests by gifted, talented, and nongifted children. *Psychology in the Schools*, 23(3), 308–315. [https://doi.org/10.1002/1520-6807\(198607\)23:3<308::AID-PITS2310230313>3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/1520-6807(198607)23:3<308::AID-PITS2310230313>3.0.CO;2-V)
- Runco, M. A. (1996). Personal creativity: Definition and developmental issues. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 1996(72), 3–30. <https://doi.org/10.1002/cd.23219967203>
- Runco, M. A. (2008). Commentary: Divergent thinking is not synonymous with creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2, 93–96. <https://doi.org/10.1037/1931-3896.2.2.93>
- Runco, M. A. (2014). “Big C, Little c” Creativity as a false dichotomy: Reality is not categorical. *Creativity Research Journal*, 26(1), 131–132. <https://doi.org/10.1080/10400419.2014.873676>
- Runco, M. A. (2022). *Creativity: Research, development, and practice* (3rd edition). Academic Press.
- Runco, M. A., Abdulla Alabbasi, A., Paek, S. H., Aljasim, F., & Alsuwaidi, H. (2016). Which test of divergent thinking is best? *Creativity Theories – Research – Applications*, 3(1), 4–18. <https://doi.org/10.1515/ctra-2016-0001>
- Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92–96. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092>
- Runco, M. A., & Mraz, W. (1992). Scoring divergent thinking tests using total ideational output and a creativity index. *Educational and Psychological Measurement*, 52, 213–221. <https://doi.org/10.1177/001316449205200126>
- Runco, M. A., Pritzker, S. R., & Pritzker, S. R. (2011). *Encyclopedia of creativity: Two-volume set : Online version*. Elsevier Science & Technology. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/umontreal-ebooks/detail.action?docID=710676>
- Ryhammar, L., & Brodin, C. (1999). Creativity research: Historical considerations and main lines of development. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 43(3), 259–273. <https://doi.org/10.1080/0031383990430303>

- Saad, J. F., Griffiths, K. R., Kohn, M. R., Clarke, S., Williams, L. M., & Korgaonkar, M. S. (2017). Regional brain network organization distinguishes the combined and inattentive subtypes of Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *NeuroImage: Clinical*, *15*, 383–390. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2017.05.016>
- Sadler-Smith, E. (2015). Wallas' four-stage model of the creative process: More than meets the eye? *Creativity Research Journal*, *27*(4), 342–352. <https://doi.org/10.1080/10400419.2015.1087277>
- Said-Metwaly, S., Taylor, C. L., Camarda, A., & Barbot, B. (2022). Divergent thinking and creative achievement—How strong is the link? An updated meta-analysis. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*. <https://doi.org/10.1037/aca0000507>
- Scarpina, F., & Tagini, S. (2017). The Stroop color and word test. *Frontiers in Psychology*, *8*, 557. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00557>
- Schacter, D. L., Benoit, R. G., & Szpunar, K. K. (2017). Episodic future thinking: Mechanisms and functions. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *17*, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.06.002>
- Schoenberg, M. R., & Scott, J. G. (Eds.). (2011). *The little black book of neuropsychology: A syndrome-based approach*. Springer.
- Schweizer, T. S. (2006). The psychology of novelty-seeking, creativity and innovation: Neurocognitive aspects within a work-psychological perspective. *Creativity and Innovation Management*, *15*(2), 164–172. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.2006.00383.x>
- Shaw, G. A. (1992). Hyperactivity and creativity: The tacit dimension. *Bulletin of the Psychonomic Society*, *30*(2), 157–160. <https://doi.org/10.3758/BF03330426>
- Shaw, G. A., & Brown, G. (1990). Laterality and creativity concomitants of attention problems. *Developmental Neuropsychology*, *6*(1), 39–56. <https://doi.org/10.1080/87565649009540448>
- Shaw, G. A., & Brown, G. (1991). Laterality, implicit memory and attention disorder. *Educational Studies*, *17*(1), 15–23. <https://doi.org/10.1080/0305569910170102>

- Sherman, E., Tan, J., & Hrabok, M. (2023). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (Fourth Edition, Fourth Edition). Oxford University Press.
- Shofty, B., Gonen, T., Bergmann, E., Maysel, N., Korn, A., Shamay-Tsoory, S., Grossman, R., Jalón, I., Kahn, I., & Ram, Z. (2022). The default network is causally linked to creative thinking. *Molecular Psychiatry*, 27(3), 1848-1854. <https://doi.org/10.1038/s41380-021-01403-8>
- Silberstein, R. B., Pipingas, A., Farrow, M., Levy, F., & Stough, C. K. (2016). Dopaminergic modulation of default mode network brain functional connectivity in attention deficit hyperactivity disorder. *Brain and Behavior*, 6(12), e00582. <https://doi.org/10.1002/brb3.582>
- Silverstein, M. J., Faraone, S. V., Leon, T. L., Biederman, J., Spencer, T. J., & Adler, L. A. (2020). The relationship between executive function deficits and DSM-5-defined ADHD symptoms. *Journal of Attention Disorders*, 24(1), 41–51. <https://doi.org/10.1177/1087054718804347>
- Silvia, P. J. (2008). Assessing creativity with divergent thinking tasks: Exploring the reliability and validity of new subjective scoring methods. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2(2), 68. <https://doi.org/10.1037/1931-3896.2.2.68>
- Silvia, P. J., Martin, C., & Nusbaum, E. C. (2009). A snapshot of creativity: Evaluating a quick and simple method for assessing divergent thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 4(2), 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2009.06.005>
- Simonton, D. K. (1988). Creativity, leadership, and chance. In *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives* (pp. 386–426). Cambridge University Press.
- Simonton, D. K. (1994). *Greatness: Who makes history and why*. The Guilford Press.
- Simonton, D. K. (2003). Human Creativity: Two Darwinian Analyses. In *Animal Innovation* (Oxford Academic). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198526223.003.0014>
- Smith, S. M., Ward, T. B., & Schumacher, J. S. (1993). Constraining effects of examples in a creative generation task. *Memory & Cognition*, 21(6), 837–845. <https://doi.org/10.3758/BF03202751>

- Solanto, M. V., Wasserstein, J., Marks, D. J., & Mitchell, K. J. (2012). Diagnosis of ADHD in adults: What is the appropriate DSM-5 symptom threshold for hyperactivity-impulsivity? *Journal of Attention Disorders, 16*(8), 631–634. <https://doi.org/10.1177/1087054711416910>
- Sonuga-Barke, E. J. S. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD—a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural Brain Research, 130*(1), 29–36. [https://doi.org/10.1016/S0166-4328\(01\)00432-6](https://doi.org/10.1016/S0166-4328(01)00432-6)
- Sonuga-Barke, E. J. S., Bitsakou, P., & Thompson, M. (2010). Beyond the dual pathway model: Evidence for the dissociation of timing, inhibitory, and delay-related impairments in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 49*(4), 345–355. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2009.12.018>
- Speerforck, S., Stolzenburg, S., Hertel, J., Grabe, H. J., Strauß, M., Carta, M. G., Angermeyer, M. C., & Schomerus, G. (2019). ADHD, stigma and continuum beliefs: A population survey on public attitudes towards children and adults with attention deficit hyperactivity disorder. *Psychiatry Research, 282*, 112570. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.112570>
- Stein, M. I. (1953). Creativity and Culture. *The Journal of Psychology, 36*(2), 311–322. <https://doi.org/10.1080/00223980.1953.9712897>
- Stenning, A., & Bertilsdotter-Rosqvist, H. (2021). Neurodiversity studies: Mapping out possibilities of a new critical paradigm. *Disability & Society, 36*(9), 1532–1537. <https://doi.org/10.1080/09687599.2021.1919503>
- Strauss, E., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (3rd edition). Oxford University Press.
- Surkova, I. (2012). Towards a creativity framework. *Society and Economy, 34*(1), 115–138.
- Surman, C. B. H. (2008). ADHD in adults: What the science says. *The Journal of Nervous and Mental Disease, 196*(11), 857–858. <https://doi.org/10.1097/NMD.0b013e31818b466b>
- Torrance, E. P., Ball, Orlow E., & Safter, H. T. (2008). *Torrance tests of creative thinking: Streamlined scoring guide for figural forms A and B ; to be used in conjunction with the TTCT Norms-Technical Manual*. Scholastic Testing Service.
- Treffinger, D. J. (1995). Creative problem solving: Overview and educational implications. *Educational Psychology Review, 7*(3), 301–312.

- Tsuchimine, S., Yasui-Furukori, N., Kaneda, A., Saito, M., Sugawara, N., & Kaneko, S. (2009). Minor genetic variants of the dopamine D4 receptor (DRD4) polymorphism are associated with novelty seeking in healthy Japanese subjects. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*, *33*(7), 1232–1235. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2009.07.005>
- Vari, S. G. (2016). Creative mind links art and science. *Croatian Medical Journal*, *57*(2), 87–88. <https://doi.org/10.3325/cmj.2016.57.87>
- Vatansever, D., Menon, D. K., & Stamatakis, E. A. (2017). Default mode contributions to automated information processing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *114*(48), 12821–12826. <https://doi.org/10.1073/pnas.1710521114>
- Wallace, A. R. (1870). Hereditary Genius, an Inquiry into its Laws and Consequences. *Nature*, *1*(20), 501-503. <https://doi.org/10.1038/001501a0>
- Wallach, M. A., & Kogan, N. (1965). *Modes of thinking in young children*. New York.
- Wallas, G. (1926). *The art of thought* (p. Pp. 320). London.
- Wang, L., Long, H., Plucker, J. A., Wang, Q., Xu, X., & Pang, W. (2018). High schizotypal individuals are more creative? The mediation roles of overinclusive thinking and cognitive inhibition. *Frontiers in Psychology*, *9*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.01766>
- Ward, T. B. (1994). Structured imagination: The role of category structure in exemplar generation. *Cognitive Psychology*, *27*(1), 1–40. <https://doi.org/10.1006/cogp.1994.1010>
- Weiss, S., Wilhelm, O., & Kyllonen, P. (2021). An improved taxonomy of creativity measures based on salient task attributes. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*. <https://doi.org/10.1037/aca0000434>
- Westmeyer, H. (1998). The social construction and psychological assessment of creativity. *High Ability Studies*, *9*(1), 11–21. <https://doi.org/10.1080/1359813980090102>
- White, H. A., & Shah, P. (2006). Uninhibited imaginations: Creativity in adults with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Personality and Individual Differences*, *40*(6), 1121–1131. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2005.11.007>

- White, H. A., & Shah, P. (2011). Creative style and achievement in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Personality and Individual Differences, 50*(5), 673–677. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.12.015>
- White, H. A., & Shah, P. (2016). Scope of semantic activation and innovative thinking in college students with ADHD. *Creativity Research Journal, 28*(3), 275–282. <https://doi.org/10.1080/10400419.2016.1195655>
- White, H. A., & Shah, P. (2020). ADHD & autism spectrum disorder. In S. Pritzker & M. A. Runco (Eds.), *Encyclopedia of Creativity (Third Edition)* (pp. 6–11). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.23683-3>
- Wilens, T. E., Faraone, S. V., & Biederman, J. (2004). Attention-deficit/hyperactivity disorder in adults. *JAMA, 292*(5), 619–623. <https://doi.org/10.1001/jama.292.5.619>
- Wilson, R. C., Guilford, J. P., & Christensen, P. R. (1953). The measurement of individual differences in originality. *Psychological Bulletin, 50*(5), 362–370. <https://doi.org/10.1037/h0060857>
- Wilson, R. C., Guilford, J. P., Christensen, P. R., & Lewis, D. J. (1954). A factor-analytic study of creative-thinking abilities. *Psychometrika, 19*(4), 297–311. <https://doi.org/10.1007/BF02289230>
- Wu, J., Xiao, H., Sun, H., Zou, L., & Zhu, L.-Q. (2012). Role of dopamine receptors in ADHD: A systematic meta-analysis. *Molecular Neurobiology, 45*(3), 605–620. <https://doi.org/10.1007/s12035-012-8278-5>
- Wu, X., Yang, W., Tong, D., Sun, J., Chen, Q., Wei, D., Zhang, Q., Zhang, M., & Qiu, J. (2015). A meta-analysis of neuroimaging studies on divergent thinking using activation likelihood estimation. *Human Brain Mapping, 36*(7), 2703–2718. <https://doi.org/10.1002/hbm.22801>
- Xie, H. (2013). Strengths-based approach for mental health recovery. *Iranian Journal of Psychiatry and Behavioral Sciences, 7*(2), 5–10.
- Zabelina, D. L. (2018). Attention and creativity. In *The Cambridge handbook of the neuroscience of creativity* (pp. 161–179). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316556238.010>

- Zabelina, D. L., Condon, D., & Beeman, M. (2014). Do dimensional psychopathology measures relate to creative achievement or divergent thinking? *Frontiers in Psychology, 5*, 1029. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01029>
- Zabelina, D. L., Friedman, N. P., & Andrews-Hanna, J. (2019). Unity and diversity of executive functions in creativity. *Consciousness and Cognition, 68*, 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2018.12.005>
- Zabelina, D. L., & Ganis, G. (2018). Creativity and cognitive control: Behavioral and ERP evidence that divergent thinking, but not real-life creative achievement, relates to better cognitive control. *Neuropsychologia, 118*(Pt A), 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.02.014>
- Zabelina, D. L., Saporta, A., & Beeman, M. (2016). Flexible or leaky attention in creative people? Distinct patterns of attention for different types of creative thinking. *Memory & Cognition, 44*(3), 488–498. <https://doi.org/10.3758/s13421-015-0569-4>
- Zhu, Y., Liu, S., Zhang, F., Ren, Y., Zhang, T., Sun, J., Wang, X., Wang, L., & Yang, J. (2023). Response inhibition in children with different subtypes/presentations of attention deficit hyperactivity disorder: A near-infrared spectroscopy study. *Frontiers in Neuroscience, 17*, 1119289.