

NCAACN

Neuropsychologie
clinique et appliquée

Applied and Clinical
Neuropsychology

Rédactrice en chef | Editor in Chief
Janie Mendes, Université de Montréal, Canada

Chef d'édition | Managing Editor
Johémie Boucher, B. Sc., Université de Montréal, Canada

Rédacteurs adjoints séniors | Senior Associate Editors
Élaine de Guise, Ph. D., Université de Montréal, Canada
Bruno Gauthier, Ph. D., Université de Montréal, Canada
Nathalie Gosselin, Ph. D., Université de Montréal, Canada

Rédacteurs adjoints | Associate Editors
Asmae Boulaayoune, Université de Montréal, Canada
Alice Brodu-Géant, Université de Montréal, Canada
Émilie de Repentigny, B. Sc., Université de Montréal, Canada
Stéphanie Duguay, Université de Montréal, Canada
Charlotte Dupont, Université de Montréal, Canada
Anais Lalonde Picard, Université de Montréal, Canada
Stéphanie Langheit, Université de Montréal, Canada
Juliette Laurendeau-Martin, Université de Montréal, Canada
Lyanne Levasseur Faucher, Université de Montréal, Canada
Lina Mehaji, Université de Montréal, Canada

Éditeurs consultants | Consulting Editors
Caroline Dupont, M. Sc., Université de Montréal, Canada
Simon Fortier-St-Pierre, B. A., Université de Montréal, Canada
Solène Fourdain, M. Sc., Université de Montréal, Canada
Olivier Girard Joyal, B. A., Université de Montréal, Canada
Marie Simon, M. Sc., Université de Montréal, Canada

Neuropsychologie Clinique et Appliquée / Applied and Clinical Neuropsychology (NCACN) est une revue scientifique traitant de divers sujets en lien avec la neuropsychologie clinique ou appliquée. Sa mission consiste à permettre aux cliniciens et chercheurs dans le domaine de la neuropsychologie de faire la promotion de leurs idées originales et de partager leurs résultats de recherche, mais également d'offrir aux étudiants du premier cycle une chance unique de prendre part au processus de révision par les pairs.

Neuropsychologie Clinique et Appliquée / Applied and Clinical Neuropsychology (NCACN) is a scientific journal dealing with several topics regarding applied or clinical neuropsychology. Its mission is to allow researchers and clinical neuropsychologists to promote and share their original ideas and research results, but also to offer a unique opportunity to undergraduate students by letting them take part in the peer-review process.

Rédactrice en chef / Editor in Chief

Janie Mendes, Université de Montréal

Chef d'édition / Managing Editor

Johémie Boucher, B. Sc., Université de Montréal

Directrice des communications / Communication Director

Kathleen Bazinet, B. Sc., Université de Montréal

Coordonnatrice des événements / Event Coordinator

Lydia Hébert-Tremblay, B. Sc., Université de Montréal

Trésorière / Treasurer

Stéphanie Duguay, Université de Montréal

Rédacteurs adjoints séniors /

Senior Associate Editors

Élaine de Guise, Ph. D., Université de Montréal

Bruno Gauthier, Ph. D., Université de Montréal

Nathalie Gosselin, Ph. D., Université de Montréal

Rédacteurs adjoints / Associate Editors

Asmae Boulaayoune, Université de Montréal

Alice Brodu-Géant, Université de Montréal

Émilie de Repentigny, B. Sc., Université de Montréal

Stéphanie Duguay, Université de Montréal

Charlotte Dupont, Université de Montréal

Anais Lalonde Picard, Université de Montréal

Stéphanie Langheit, Université de Montréal

Juliette Laurendeau-Martin, Université de Montréal

Lyanne Levasseur Faucher, Université de Montréal

Lina Mehaji, Université de Montréal

Éditeurs consultants / Consulting Editors

Caroline Dupont, M. Sc., Université de Montréal

Simon Fortier-St-Pierre, B. A., Université de Montréal

Solène Fourdain, M. Sc., Université de Montréal

Olivier Girard Joyal, B. A., Université de Montréal

Marie Simon, M. Sc., Université de Montréal

Évaluateurs / Reviewers

André Dias, Universidade Regional de Blumenau

Justine Fortin, Université de Montréal

Joée Guillemette Lafontaine, B. Sc., Université de Montréal

Lara-Kim Huynh, B. Sc., Université de Montréal

Véronique Martel, B. Sc., Université de Montréal

**Évaluateurs—Étudiants des cycles supérieurs /
Reviewers—Graduate Students**

Cindy Beaudoin, B. Sc., Université de Montréal

Jean Bouchard, B. Sc., Université de Montréal

Sarah-Maude Coll, B. A., Université de Montréal

Benjamin Hébert-Seropian, M. Sc., Université de Montréal

Kathya Martel, B. A., Université Laval

Marina Martin, Master 2, Université de Paris Nanterre

Eva Nadon, B. A., Université de Montréal

Antoine Slegers, B. A., B. Sc., Université de Montréal

Un merci spécial à / A special thanks to:

Olivier Girard Joyal, B. A., Université de Montréal

Pour son aide avec le design de la page couverture

Valérie Angers, Université de Montréal

Amina Arab, Université de Montréal

Gabrielle Aubin, Université de Montréal

Audrey Bellemare, Université de Montréal

Marie-Ève Cadieux, Université de Montréal

Sarah Clavet, Université de Montréal

Justine Escot, Université de Montréal

Justine Fortin, Université de Montréal

Maina Leroux, Université de Montréal

Alexia Létourneau, Université de Montréal

Patricia Nadeau, Université de Montréal

Marie-Michèle Paquette, Université de Montréal

Emy Trépanier, Université de Montréal

Pour leur aide lors de la révision et la mise en page des articles

Ana Chirica, Université de Montréal

Jessica Corbeil, Université de Montréal

Catherine Côté, Université de Montréal

Tania Deshaies, Université de Montréal

Eric Doucet-Larivière, B. Sc., Université de Montréal

Alexandre Garilli, Université de Montréal

Geneviève Langevin, Université de Montréal

Maggy Leblond, Université de Montréal

Jérémy Marcotte, Université de Montréal

Amélie Mendes, Université de Montréal

Joëlle Najem, Université de Montréal

Jinny-Ann Potvin, Université de Montréal

Maxime Ritcher, Université de Montréal

Florence Séguin, Université de Montréal

Emy Trépanier, Université de Montréal

Kwaky Zigah, Université de Montréal

Pour leur aide lors de l'évaluation des manuscrits



Neuropsychologie
clinique et appliquée

Applied and Clinical
Neuropsychology

Volume 2
Automne 2018 / Fall 2018

- 4 **Remerciements / Acknowledgments**
- 5 **Éditorial**
Janie Mendes
- 6 **Editorial**
Janie Mendes
- 7 **Lettre des rédacteurs adjoints séniors**
Élaine de Guise, Ph. D., Bruno Gauthier, Ph. D. et Nathalie Gosselin, Ph. D.
- 8 **Letter from the Senior Associate Editors**
Élaine de Guise, Ph. D., Bruno Gauthier, Ph. D., & Nathalie Gosselin, Ph. D.
- 9 **Processus de révision par les pairs / Peer-Review Process**
- 10 **Œuvrer pour la promotion et la défense de la neuropsychologie : exemple de l'OFPN, une association française dynamique !**
Lise Malvy et Julie Stéphan
- 23 **Congenital Mirror Movements: Behavioral, Neural, Genetic, and Clinical Issues**
Jordan R. Gardner & Elizabeth A. Franz
- 34 **Les troubles du sommeil chez l'enfant et l'adolescent atteints de troubles neurodéveloppementaux : une évaluation nécessaire en psychologie**
Héjar El-Khatib, Aubrée Boulet-Craig, Katia Gagnon et Roger Godbout
- 53 **Applicability of Neuropsychological and Psychometric Tests in Autosomal Recessive Spastic Ataxia of Charlevoix-Saguenay (ARSACS)**
Kevin Brassard, Julie Bouchard, Geneviève Forgues, Allexe Boivin-Mercier, & Cynthia Gagnon
- 68 **La capacité à générer des catégories dans le trouble du spectre de l'autisme : critères perceptifs ou conceptuels ?**
Janie Degré-Pelletier, Anne-Marie Nader, Valérie Bouchard et Isabelle Soulières
- 81 **Executive Functions in Relation to Impulsivity Following Traumatic Brain Injury**
Andrea Kocka & Jean Gagnon
- 96 **Normes québécoises pour une version abrégée de l'Échelle de dénomination de Boston à 30 items**
Antoine Slegers, Jessica Cole, Sven Joubert, Frédérique Escudier, Anne G. Seni, Valérie Bédirian, Simon Charbonneau, Carole Denault, Hélène Imbeault, Peter Scherzer, Jean-François Gagnon et Isabelle Rouleau
- 110 **Investigating a Mindfulness-based Intervention as an Attentional Network Training to Improve Cognition in Older Adults with Amnesic Mild Cognitive Impairment: A Randomized-controlled Trial**
Eddy Larouche, Carol Hudon, & Sonia Goulet

Mission

La revue Neuropsychologie Clinique et Appliquée / Applied and Clinical Neuropsychology (NCACN) est une revue scientifique internationale qui aspire à publier annuellement en septembre. La mission du NCACN est de permettre aux étudiants de tous les cycles universitaires, aux cliniciens et aux chercheurs de promouvoir et diffuser leurs idées originales ou résultats de recherche dans le domaine de la neuropsychologie clinique et appliquée. De plus, la mission de la revue est de favoriser les échanges et d'établir des ponts entre les étudiants, les cliniciens et les chercheurs du domaine, en plus de permettre aux étudiants de premier cycle de faire l'expérience complète de la démarche scientifique, de l'écriture d'un article scientifique jusqu'à la diffusion d'un article qui aura préalablement été révisé par les pairs.

Le NCACN publie des articles théoriques ou empiriques dans le domaine de la neuropsychologie clinique et appliquée. Les étudiants de tous les cycles universitaires, les cliniciens et les chercheurs désirant approfondir un thème sont invités à soumettre un manuscrit. Les articles peuvent prendre diverses formes telles que : 1) Recension systématique et critique des études empiriques d'un domaine pertinent avec ou sans méta-analyse; 2) Recension systématique et critique d'un champ théorique pertinent; 3) Analyse critique d'un concept, d'une pratique ou d'une recommandation de pratique, d'une catégorie diagnostique; 4) Étude expérimentale ou quasi expérimentale à cas unique; 5) Étude théorico-empirico-clinique sur un ou plusieurs cas (études de cas classiques); 6) Rapport concernant l'accessibilité et les modalités d'application de la neuropsychologie clinique en lien avec les contextes sociaux, les politiques de santé; 7) Présentation d'un justificatif critique et à jour pour réviser ou proposer un guide de pratique dans un domaine précis d'évaluation, de consultation, ou d'intervention, de formation, de supervision ou de transfert des connaissances; 8) Étude empirique dans le domaine de la neuropsychologie clinique et appliquée.

Processus de révision

Dès leur réception, le rédacteur en chef (étudiant de premier cycle) ainsi que les rédacteurs adjoints seniors de la revue effectuent une première sélection des manuscrits en ne conservant que ceux qui correspondent à la mission du NCACN. Ensuite, le processus d'évaluation par les pairs débute par l'envoi du manuscrit à deux étudiants de premier cycle et deux étudiants des cycles supérieurs.

Le responsable du manuscrit (rédacteur adjoint), accompagné d'un éditeur consultant et d'un rédacteur adjoint senior, rédige ensuite une lettre d'édition destinée à l'auteur, laquelle résume les commentaires des évaluateurs. La lettre

d'édition doit souligner les critiques les plus importantes et rendre la décision concernant la publication de l'article. L'article peut être accepté, accepté avec révisions majeures ou mineures, rejeté avec invitation à soumettre de nouveau ou rejeté. Cette décision est sans appel. L'auteur apporte alors les modifications suggérées par le comité de rédaction. Le processus de révision et de correction se poursuit ainsi jusqu'à ce que le manuscrit soit jugé satisfaisant pour fin de publication.

Consignes pour la soumission d'un manuscrit

Les auteurs sont invités à soumettre leur manuscrit en français ou en anglais. Dans une lettre au rédacteur en chef, l'auteur qui soumet un manuscrit doit confirmer qu'il n'a aucun conflit d'intérêt ou que son article n'a pas déjà été publié ou soumis pour publication dans une autre revue scientifique.

La première page du manuscrit doit contenir le titre de l'article ainsi qu'un titre abrégé de 45 caractères maximum. La deuxième page doit contenir un résumé de l'article de 150 mots en français ou en anglais. De plus, l'auteur doit fournir 5 mots-clés en lien avec les thèmes abordés dans l'article. Le texte doit contenir au maximum 7 500 mots et doit respecter les règles de l'APA.

Pour s'impliquer au sein du NCACN

Les étudiants, chercheurs ou cliniciens qui souhaitent soumettre un manuscrit et les étudiants de tous cycles universitaires qui souhaitent s'impliquer dans le processus de révision sont invités à nous contacter au ncacn.umontreal@gmail.com

Pour de plus amples renseignements, veuillez consulter notre site Internet: www.ncacn.com.

À moins d'indication contraire, les articles publiés dans le NCACN sont libres de droits d'auteur. Quiconque souhaitant reproduire ou diffuser un article est autorisé et encouragé à le faire afin que des spécialistes, des organisations étudiantes ou d'autres personnes intéressées aux domaines de la neuropsychologie clinique et appliquée puissent en bénéficier. Toute reproduction du NCACN en partie ou en totalité est libre de droits d'auteur et ne nécessite aucune permission des éditeurs, à la condition qu'il y ait reconnaissance du NCACN comme source et que les noms des auteurs ainsi que les numéros de pages et de volumes soient cités. Nul ne peut s'approprier les droits d'auteur et toute entorse à ces règles doit être signalée à la rédactrice en chef, Janie Mendes, à l'adresse suivante: ncacn.umontreal@gmail.com

Mission

Neuropsychologie Clinique et Appliquée / Applied and Clinical Neuropsychology (NCACN) is an international scientific journal aspiring to publish annually in September. The NCACN's mission is to allow clinicians, researchers, and university students from any academic year to promote and publish their original ideas and research results in applied and clinical neuropsychology. Furthermore, the journal aims to encourage exchanges and connect students, clinicians, and researchers of the field. The NCACN also offers the opportunity for undergraduate students to experiment with the complete scientific process, from the writing of a scientific article to its distribution by going through peer review.

The NCACN publishes theoretical and empirical articles in the area of clinical and applied neuropsychology. Students from any academic year, clinicians, and researchers who would like to elaborate on a neuropsychological theme are invited to submit their manuscript. The articles may have different forms, such as: 1) Systematic and critical recension of empirical studies of a relevant field, with or without meta-analysis; 2) Systematic and critical recension of a relevant theoretical field; 3) Critical analysis of a concept, a practice or a practical recommendation of a diagnostic category; 4) Experimental or quasi-experimental study of a unique case; 5) Theoretical-empirical-clinical study of one or several cases (classical case study); 6) Report concerning the accessibility and the applications of clinical neuropsychology according to social context, health policy; 7) Introduction of an up-to-date critical supporting document in order to revise or suggest a practical guide in a specific field regarding assessment, consultation, intervention, training, supervision, or transfer of knowledge; or 8) Empirical study regarding clinical and applied neuropsychology.

Review process

Upon reception, the editor-in-chief (an undergraduate student) and the senior associate editors make a first selection of the manuscripts, to preserve those that correspond to the NCACN's mission. Then, the peer review process begins, and the manuscript is sent to two undergraduate students and two graduate students.

The associate editor responsible for the manuscript, supervised by a graduate student and a senior associate editor, will then summarize the reviewers' letters. This summary highlights the main critiques and renders the decision concerning the publication of the article. The

article may be accepted, accepted upon minor or major corrections, rejected with the encouragement of further submission, or rejected. This decision is without appeal. The author then applies the correction suggested by the editorial committee. The review process and the corrections continue until the manuscript satisfies the publication requirements.

Instruction for manuscript submission

Authors are invited to submit their manuscript, in French or in English. In a letter addressed to the editor-in-chief, the author must confirm that there is no conflict of interest and that the article was not already published or submitted for publication to another scientific journal.

The first page of the manuscript must include the title of the article and an abbreviated version of the title containing a maximum of 45 characters. The second page must include a 150 words summary of the article, in French or in English. Also, the author must include five key-words related to the themes discussed in the article. The paper must contain a maximum of 7,500 words and it must observe the APA style.

To participate

Any student, clinician, or researcher interested in submitting a manuscript, or any undergraduate or graduate student interested in taking part in the review process is invited to contact us at the following address: ncacn.umontreal@gmail.com.

For more details, please consult our website at the following address: www.ncacn.com.

Unless otherwise indicated, articles published in the NCACN are not copyrighted. Anyone wishing to copy or distribute a manuscript is authorized and encouraged to do so for the benefit of other scholars, student organizations, or anyone else interested in the field of applied and clinical neuropsychology. Any intent to republish a part of the NCACN, not otherwise copyrighted, requires no permission from the editors as long as such a republication clearly acknowledges the NCACN as its source and clearly indicates the full name of the author(s), pages, and volume number. However, no copyright can be claimed, and prompt notice of such a republication must be sent to the Editor in Chief, Janie Mendes (email: ncacn.umontreal@gmail.ca).

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier notre rédactrice en chef, Janie Mendes, pour son excellent travail, sa rigueur, son initiative, son dynamisme, son sens de l'organisation et son soutien indéfectible. Nous remercions également tous les étudiants et étudiantes de premier cycle et des cycles supérieurs de l'Université de Montréal qui ont formé l'équipe de la revue cette année. C'est grâce à vous que le volume 2 du NCACN voit le jour. Nous aimerions aussi remercier tous les membres du JIRIRI qui nous ont aidés, que ce soit lors de la révision des manuscrits ou lors de la mise en page.

Un énorme merci également au soutien financier du Département de psychologie de l'Université de Montréal, à celui de l'Association québécoise des neuropsychologues, ainsi qu'à vos contributions volontaires, grâce à quoi la diffusion de la revue NCACN est possible. Nous remercions enfin Madame Sophie Dubois du service d'impression de l'Université de Montréal ainsi que Madame Corinne Fioraso, notre conseillère financière.

Acknowledgments

First of all, we would like to thank our editor-in-chief, Janie Mendes, for her excellent work, her rigour, her initiative, her dynamism, her organizational skills and her unfailing support. We also thank all the undergraduate and graduate students from University of Montreal who were part of the editorial team this year. It is thanks to you that the publication of the second volume of the NCACN is possible. We would also like to thank all the JIRIRI members who assisted us with the revision and editing of the manuscripts.

We also wish to express our gratitude to the Department of psychology at the Université de Montréal and the *Association Québécoise des Neuropsychologues* for their financial support, as well as your voluntary contributions, which allowed the distribution of the NCACN journal. Finally, we thank Mrs. Sophie Dubois from the printing services at the Université de Montréal as well as Mrs. Corinne Fioraso, our financial advisor.

Éditorial

Janie Mendes
Université de Montréal



C'est avec beaucoup de fierté que je vous présente le second numéro de la revue *Neuropsychologie Clinique et Appliquée / Applied and Clinical Neuropsychology* (NCACN) ! Pour une deuxième année consécutive, le NCACN témoigne de la motivation, du talent et de l'engagement dont font preuve les étudiants du premier cycle qui forment l'équipe éditoriale. En effet, le NCACN offre une occasion unique aux étudiants du baccalauréat de vivre l'expérience de la publication scientifique. Inspirée de celle du JIRIRI (*Journal sur l'identité, les relations interpersonnelles et les relations intergroupes*), l'approche centrée sur l'étudiant du NCACN se démarque réellement des autres méthodes d'enseignement.

Cette année, l'équipe éditoriale était composée de dix rédacteurs adjoints, de cinq éditeurs consultants, et d'une centaine d'évaluateurs provenant de différentes universités à travers le monde. De plus, un travail de collaboration a été fait avec l'équipe du JIRIRI, dirigé par Julie Zaky, dans le but de faire la promotion des deux revues. Le Gala du JIRIRI et du NCACN, organisé par Lydia Hébert-Tremblay et son équipe, a eu lieu en janvier 2018 afin de célébrer ces deux initiatives étudiantes.

Pour sa deuxième édition, le NCACN a reçu un total de quinze soumissions. De celles-ci, huit manuscrits provenant de six universités différentes ont été acceptés et publiés, ce qui représente un taux de rejet de 47%.

Considérant le très jeune âge du NCACN, beaucoup d'énergie a été consacrée à l'amélioration et à la solidification des bases établies par l'équipe éditoriale du tout premier numéro. Ainsi, le contenu des formations et des documents de soutien offerts à l'équipe a été retravaillé, et le processus d'évaluation a été modifié. En effet, afin d'augmenter la cohérence des évaluations d'un collaborateur à l'autre, le format des évaluations se divise maintenant en deux sections : une grille d'évaluation et une section dédiée aux commentaires. De plus, après avoir été rendue anonyme, chaque lettre d'édition a été envoyée aux collaborateurs ayant participé à l'évaluation de l'article concerné, permettant ainsi une optimisation des apprentissages au moyen d'une rétroaction sur leur travail.

Évidemment, rien n'aurait été possible sans le merveilleux

travail de mon équipe et de nos collaborateurs. Je tiens d'abord et avant tout à souligner le travail exceptionnel de notre chef d'édition, Johémie Boucher. Son professionnalisme, son sens de l'organisation et son grand dévouement ont fait d'elle une chef d'équipe hors pair, et l'avoir à mes côtés tout au long de cette aventure fut un réel plaisir !

De plus, je tiens à remercier chacun des membres de l'équipe du second numéro du NCACN pour leur implication et leur persévérance jusqu'à la toute fin, de même que tous les auteurs de nous avoir accordé leur confiance. Votre contribution demeurera parmi les plus importantes, puisque c'est grâce à votre travail remarquable que la revue *Neuropsychologie Clinique et Appliquée / Applied and Clinical Neuropsychology* se fera connaître et gagnera en notoriété. Je félicite également le travail des responsables : Johémie Boucher (Chef d'édition), Kathleen Bazinet (Directrice des communications), Lydia Hébert-Tremblay (Coordonnatrice des événements) et Stéphanie Duguay (Trésorière), qui ont fait de cette édition un grand succès.

Finalement, je tiens à remercier nos trois rédacteurs adjoints seniors, Bruno Gauthier, Élane de Guise et Nathalie Gosselin, pour avoir cru en moi et en mes idées. Merci pour votre présence et pour vos nombreux conseils, j'apprécie énormément d'avoir eu la chance de travailler avec vous ! Évidemment, je me dois d'offrir mes remerciements à la fondatrice du JIRIRI, Roxane de la Sablonnière, qui nous a aidés à élaborer un projet unique où les étudiants de tous les cycles universitaires, les cliniciens et les chercheurs peuvent promouvoir et diffuser leurs idées ou résultats de recherche dans le domaine de la neuropsychologie clinique et appliquée.

Grâce à chacun d'entre vous, cette expérience a été la plus stimulante et la plus enrichissante de mon parcours universitaire. Je suis très reconnaissante d'avoir fait votre rencontre, que ce soit en personne ou à travers vos mots.

À tous ceux qui nous lisent, je vous dis merci et bonne lecture !

Editorial

Janie Mendes
Université de Montréal



It is with great pride that I present to you the second volume of *Neuropsychologie Clinique et Appliquée / Applied and Clinical Neuropsychology* (NCACN)! For the second year in a row, the NCACN has proven how motivated, talented, and committed undergraduate students can be. In effect, the NCACN offers a unique opportunity for undergraduate students to fully experience the process of scientific publication. Inspired by the JIRIRI (*Journal of Interpersonal Relations, Intergroup Relations and Identity*), the NCACN truly stands out from other teaching methods with an approach that places the student at the center of the learning experience.

This year, the editorial board included ten associate editors, five graduate students, and more than one hundred reviewers from different universities around the world. It is also important to highlight that we worked closely with the members of the JIRIRI, led by Julie Zaky (Editor in Chief) to ensure the visibility and promotion of both journals. In January 2018, the JIRIRI and NCACN's gala was organized by Lydia Hébert-Tremblay and her team to celebrate these two initiatives.

For this second volume, the NCACN received a total of fifteen manuscripts. Of these, eight manuscripts from six different universities were accepted and published, which represents a rejection rate of 47%.

Given the recentness of the NCACN, significant resources have been allocated to improve and solidify the foundations established by the previous – and first – Editorial Board. We therefore worked on improving the content of our trainings and support documents and we changed the evaluation process. To ensure the consistency from one reviewer to another, the format of the evaluation is now divided into two sections: a checklist and a section dedicated to comments. Moreover, each Editor's Letter was sent in an anonymous format to every collaborator who participated in the evaluation of the article in question. This new procedure allowed the collaborators to optimize their learning experience and to benefit from feedback concerning their work.

Needless to say, nothing would have been possible without my amazing team and our collaborators. First and foremost, I need to highlight the exceptional work achieved by our Managing Editor, Johémie Boucher. Her professionalism, dedication, and organizational skills have made her an unparalleled team leader and having her by my side throughout this adventure has been a real pleasure!

Also, I wish to thank every member of the second volume of the NCACN for their commitment and perseverance until the very end, as well as all the authors for their trust. Your contribution will remain among the most important since it is because of your remarkable work that the journal *Neuropsychologie Clinique et Appliquée / Applied and Clinical Neuropsychology* will gain in visibility and notoriety. I also want to congratulate the work of our team leaders: Johémie Boucher (Managing Editor), Kathleen Bazinet (Communications Director), Lydia Hébert-Tremblay (Events Coordinator), and Stéphanie Duguay (Treasurer), who have made this edition a great success.

Finally, I would like to thank our three Senior Associate Editors, Bruno Gauthier, Éline de Guise, and Nathalie Gosselin, for believing in me. Thank you for your dedication and support, I am grateful for having the chance to work with you! Of course, I must express my great thanks to the founder of the JIRIRI, Roxane de la Sablonnière, who helped us develop a unique project in which undergraduate and graduate students, clinicians, and researchers can promote and share their ideas or research results in applied and clinical neuropsychology.

Because of you, this experience has been the most stimulating and rewarding of my undergraduate years! I really enjoyed getting to know each one of you, whether in person or through your words.

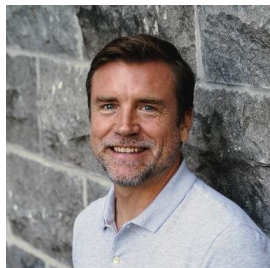
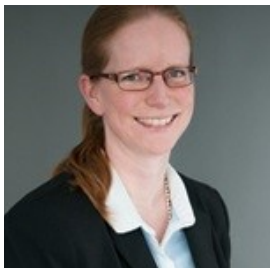
To all who read this volume, I thank you and wish you an insightful reading!



Lettre des rédacteurs adjoints séniors

Élaine de Guise, Ph. D., Bruno Gauthier, Ph. D. et Nathalie Gosselin, Ph. D.

Université de Montréal



Le monde de la publication scientifique est en pleine métamorphose. Les coupures budgétaires combinées à des prix souvent exorbitants font en sorte qu'il est de plus en plus difficile pour les bibliothèques des universités et des établissements de soins de santé de conserver leurs abonnements aux périodiques scientifiques. La publication par libre accès (*open access*), qui permet de consulter en ligne des articles de revues de recherche, est devenue un sujet de discussion à l'international vers un effort global pour un meilleur accès à la science, que ce soit par les archives institutionnelles en Belgique, le Jisc au Royaume-Uni, et plus près de nous au Québec avec le portail Érudit¹ (voir référence 1 ci-dessous pour d'autres exemples d'initiatives pour le libre accès). La publication scientifique est aussi en pleine expansion. Il existe aujourd'hui plus de 24 000 périodiques avec comité de pairs². Le nombre d'articles scientifiques a augmenté de 23 % entre 2008 et 2014, passant de 1 029 471 à 1 270 425³. Le Canada a fait preuve d'une productivité relativement stable durant cette période, demeurant une source majeure de publications scientifiques avec 4,3 % du total mondial en 2014 (versus 4,5 % en 2008). L'absence de croissance (comparativement à d'autres pays comme la Chine, avec 151 %, ou la Malaisie, avec 251 %) relève peut-être en partie d'une tendance au désengagement du secteur public dans la recherche et le développement dans certains pays à haut revenu comme le Canada et les États-Unis³. Le prochain rapport quinquennal de l'UNESCO nous dira si des avancées en termes de publications scientifiques ont été réalisées en parallèle aux changements politiques de ces dernières années. Soyez assurés d'ici-là que nous poursuivrons notre mission de publier de la recherche de qualité.

Comparativement à l'an dernier, nous avons reçu cette année le double de propositions, en provenance de différents endroits sur la planète. Nous avons dû limiter notre choix aux huit excellents articles qui constituent ce second numéro du NCACN. Dans le premier numéro, nous vous avons présenté l'Association québécoise des neuropsychologues (AQNP). Cette année, c'est au tour de L'Organisation française des psychologues spécialisés en neuropsychologie (OFPN) d'ouvrir la revue avec un article qui décrit la place grandissante de la

neuropsychologie en France et les différentes missions de l'OFPN. Nous vous présentons ensuite une série d'articles de différents types, traitant de diverses populations et conditions qui sauront rejoindre un vaste auditoire.

Tout d'abord, Gardner et Franz nous offrent une recension des écrits concernant les mouvements miroirs congénitaux, condition neurologique rare mais de plus en plus connue. El-Khatib et al. nous présentent ensuite une recension accompagnée d'un guide pratique sur les troubles du sommeil dans les troubles neurodéveloppementaux. L'article suivant, de Brassard et al., permet d'outiller les cliniciens et les chercheurs en témoignant de la pertinence de l'évaluation neuropsychologique dans l'ataxie récessive spastique de Charlevoix-Saguenay (ARSACS). Degré-Pelletier et al. nous dévoilent ensuite les résultats de leur étude empirique sur les habiletés de catégorisation chez l'enfant qui présente un trouble du spectre de l'autisme. Dans l'article suivant, qui est également empirique, Kocka et Gagnon nous renseignent sur la relation entre les fonctions exécutives et l'impulsivité suite à un traumatisme craniocérébral. Ensuite, l'article de Slegers et al. porte sur la standardisation et l'étalonnage d'une version abrégée à 30 items du *Boston Naming Test*, offrant des consignes d'administration et des normes pour la population adulte et aînée du Québec. Finalement, ceci est suivi de l'article de Larouche et al., qui présentent les résultats de leur essai clinique randomisé-contrôle d'une intervention basée sur la pleine conscience dans le trouble cognitif léger amnésique.

Encore cette année, nous sommes fiers d'offrir la revue *Neuropsychologie Clinique et Appliquée / Applied and Clinical Neuropsychology* à la communauté de neuropsychologues, aux étudiants, cliniciens et chercheurs, ainsi qu'à tous ceux que la neuropsychologie clinique et appliquée intéresse.

¹Libre accès (édition scientifique) (2018). Repéré à [https://fr.wikipedia.org/wiki/Libre_acc%C3%A8s_\(%C3%A9dition_scientifique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Libre_acc%C3%A8s_(%C3%A9dition_scientifique))

²Tenopir, C. (2004). Online scholarly journals: How many? *Library journal*, 129, 32-32. Repéré à <https://elibrary.ru/>

³UNESCO (2015). UNESCO Science Report: Towards 2030. Paris, France: UNESCO Publishing.

Letter from the Senior Associate Editors

Élaine de Guise, Ph. D., Bruno Gauthier, Ph. D., & Nathalie Gosselin, Ph. D.
Université de Montréal



The world of scientific publishing is in a period of metamorphosis. Budget cuts combined with ever rising top prices makes it more and more difficult for university libraries and health care facilities to keep their subscriptions to scientific periodicals. Open access publication, which allows for online consultation of articles from research journals, has become an international topic of discussion in a global effort towards a better access to science, whether by the institutional archives of Belgium, the Jisc in the United Kingdoms and, closer to us, in Quebec with the Érudit¹ portal (see reference 1 below for more examples of initiatives on open access). Scientific publication is also in full expansion. As of today, there are more than 24 000 periodicals with peer review committees². A 23% growth has been recorded in the number of scientific articles published between 2008 and 2014, going from 1 029 471 to 1 270 425³. Canada has shown a relatively stable productivity during this period, remaining a major source of scientific publication with 4.3% of the global publications in 2014 (against 4.5% in 2008). The lack of growth (compared to other countries like China, with 151%, or Malaysia, with 251%) could be partly due to the tendency of the public sector to disengage from research and development in certain countries with high income like Canada or the United States³. UNESCO's next quinquennial report will tell us if progress was made in terms of scientific publications in parallel with the political changes of these past few years. Be reassured that until then, we will continue our mission to publish quality research.

Compared to last year, we received twice as much propositions from multiple places all around the globe. We had to limit our choice to the eight exceptional articles which constitute this second edition of the NCACN. In the first issue, we presented the *Association québécoise des neuropsychologues* (AQNP). This year, it is time for the *Organisation française des psychologues spécialisés en neuropsychologie* (OFPN) to open the journal with an article describing the growing place that neuropsychology is taking in France and the different missions of the OFPN. We will

introduce you to a series of different articles with different types of populations and conditions, which will reach a large audience.

First, Gardner and Franz offer a literature review on congenital mirror movements, a rare neurologic condition that is becoming more and more known. El-Khatib et al. then present us with a review accompanied by a practical guide on sleep disorders in neurodevelopmental diseases. The following article, from Brassard et al., provides tools to clinicians and researchers by assessing the relevance of neuropsychological evaluations in recessive spastic ataxia of Charlevoix-Saguenay (ARSACS). Degré-Pelletier et al. then reveal the results of their empirical study on the categorization skills of children with autism spectrum disorder. In the next article, which is also empirical, Kocka and Gagnon inform us on the relation between executive functions and impulsivity following craniocerebellar trauma. Afterwards, Slegers et al.'s article covers the standardization and the calibration of a shortened 30 items version of the Boston Naming Test, offering administration rules and norms for the adult and elderly population of Quebec. Finally, this is followed by an article of Larouche et al., which presents the results of their randomized-controlled clinical trials of a mindfulness-based intervention in amnesic mild cognitive impairment.

We are proud to offer, this year again, the *Neuropsychologie Clinique et Appliquée / Applied and Clinical Neuropsychology* journal to the neuropsychologist community, to the students, clinicians, researchers, and to everyone interested in clinical and applied neuropsychology.

¹Libre accès (édition scientifique) (2018). Repéré à [https://fr.wikipedia.org/wiki/Libre_acc%C3%A8s_\(%C3%A9dition_scientifique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Libre_acc%C3%A8s_(%C3%A9dition_scientifique))

²Tenopir, C. (2004). Online scholarly journals: How many? *Library journal*, 129, 32-32. Repéré à <https://elibrary.ru/>

³UNESCO (2015). UNESCO Science Report: Towards 2030. Paris, France: UNESCO Publishing.

Processus de révision par les pairs

Le NCACN s'est basé sur le processus de révision par les pairs mis au point par le JIRIRI, c'est-à-dire un comité de pairs adapté aux étudiants universitaires de premier cycle. Chaque membre de l'équipe éditoriale possède des tâches précises, qui visent l'apprentissage et le développement de compétences liées au domaine de la publication scientifique.

L'équipe éditoriale est guidée par la rédactrice en chef et la chef d'édition, qui assurent le bon déroulement des processus de révision et de publication tout en respectant l'échéancier. Les rédacteurs adjoints sont responsables du processus de révision et de publication des manuscrits soumis, alors que les éditeurs consultants sont des étudiants aux cycles supérieurs qui supervisent les rédacteurs adjoints dans l'ensemble de leur travail.

Le processus de révision des manuscrits se déroule en trois étapes. D'abord, la rédactrice en chef amorce le processus en effectuant une sélection parmi les manuscrits soumis, puis assigne chacun d'eux à un rédacteur adjoint. Ce dernier doit alors rendre le manuscrit anonyme, puis s'assurer qu'il fasse l'objet d'une évaluation par au moins quatre évaluateurs, soient deux étudiants de premier cycle et deux étudiants aux cycles supérieurs.

Peer-Review Process

The NCACN based itself on a peer-review process developed by the JIRIRI, which has been adapted for university undergraduate students. Each member of the NCACN team is responsible for specific tasks that aim at developing important skills in the field of scientific publication.

The editorial board is guided by the Editor in Chief and the Managing Editor, who ensure the smooth progress of the review process while respecting the various deadlines. The Associate Editors are responsible for the review and publication processes of the submitted articles, whereas the Consulting Editors supervise and guide the Associate Editors throughout the reviewing process.

The review process has three parts. First, the Editor in Chief makes a preliminary selection of the manuscripts and assigns one to each Associate Editor. The Associate Editor then makes the manuscript anonymous and ensures that it is reviewed by at least two undergraduate students and two graduate students. Following the reception of the reviews, the Associate Editor, supervised by a Consulting Editor, integrates comments from reviewers

Par la suite, le rédacteur adjoint, supervisé par un éditeur consultant, prend en charge l'intégration des évaluations reçues, afin de fournir à l'auteur une synthèse des commentaires par le biais d'une lettre d'édition. Tout ce travail est effectué sous la supervision des rédacteurs adjoints seniors, Éleine de Guise, Ph. D., Bruno Gauthier, Ph. D., et Nathalie Gosselin, Ph. D., en collaboration avec la rédactrice en chef. Finalement, une fois les commentaires intégrés, l'auteur peut soumettre une nouvelle version de son manuscrit. De nouveaux tours de révision se déroulent ainsi selon le même principe, jusqu'au moment où l'article est jugé convenable pour fin de publication.

Plus le processus de révision avance, plus les modifications exigées deviennent spécifiques et détaillées. Ainsi, le premier tour vise principalement à s'assurer de la contribution scientifique du manuscrit. Puis, les étapes subséquentes visent l'amélioration d'aspects précis tels que la correction des analyses statistiques. Durant la totalité du processus, l'équipe éditoriale s'engage à offrir de l'aide et du soutien aux auteurs. Grâce à la collaboration de tous ces gens, le NCACN peut atteindre ses objectifs et sa mission.

and summarizes the main points in a letter addressed to the author. Everything is performed under the supervision of the Senior Associate Editors, Éleine de Guise, Ph. D., Bruno Gauthier, Ph. D., and Nathalie Gosselin, Ph. D., in collaboration with the Editor in Chief. Finally, once the comments have been addressed, the author can submit a new version of the manuscript. Several rounds of reviews may be undertaken until the manuscript is judged suitable for publication.

As the review process moves from the first to the last round, the comments and modifications required become more specific and detailed. At first, the reviewing process ensures the overall scientific contribution of the paper. Then, subsequent rounds are aimed at improving more precise and detailed aspects, such as statistical analyses. Throughout the entire process, the editorial team is readily available to offer help and support to the authors. Thanks to the collaboration of the entire team as well as the authors, the NCACN has been able to reach its goals and mission.

Œuvrer pour la promotion et la défense de la neuropsychologie : exemple de l'OFPN, une association française dynamique !

Lise Malvy^{1,3} et Julie Stéphan^{2,3}

¹Centre Les Renouillers, Hôpital Louis Mourier, Colombes, France

²Centre de Rééducation Fonctionnelle PASORI, Cosne-Cours-Sur-Loire, France

³Conseil d'administration de l'Organisation Française des Psychologues spécialisés en
Neuropsychologie

L'Organisation Française des Psychologues spécialisés en Neuropsychologie (OFPN) est née d'une démarche initiée il y a plusieurs années. Dès 2008, via un premier rassemblement et le développement de nombreuses associations locales, les professionnels en neuropsychologie avaient à cœur de s'organiser. Officiellement créée en 2014 sur le triple socle d'une plateforme internet riche de ressources, de la revue *Les Cahiers de Neuropsychologie Clinique* et du Congrès National de Neuropsychologie Clinique (CNNC), l'OFPN a comme principales missions de promouvoir la neuropsychologie clinique, de susciter et d'accompagner des travaux d'amélioration de notre pratique ainsi que d'appuyer et de défendre la motivation de nos pairs. Malgré son jeune âge, le dynamisme de l'OFPN rencontre un franc succès auprès des professionnels, mais également auprès des instances de santé publique. Représentante au niveau national et international, l'OFPN se veut porteuse d'un avenir plus structuré et d'une pratique plus cohérente, toujours en perfectionnement.

Mots clés : organisation, regroupement, neuropsychologie, spécialité, projets

The French Organization of Psychologists specialized in Neuropsychology (OFPN) was born from an approach initiated several years ago: from 2008, through a first association and the development of numerous local associations, the professionals of our specialty were committed to organize themselves. Officially created in 2014 on the triple base of an internet platform rich in resources, a journal (*Les Cahiers de Neuropsychologie Clinique*), and a national training congress named the *Congrès National de Neuropsychologie Clinique* (CNNC), the main goals of the OFPN are to promote clinical neuropsychology, to stimulate and support work to improve our practice, and to support and defend the motivation of our peers. Despite its young age, the dynamism of the OFPN is a great success among professionals but also with public health authorities. Representative at the national and international levels, the OFPN intends to provide a more structured future and a more consistent and constantly evolving practice.

Keywords: organization, gathering, neuropsychology, specialty, projects

Nous souhaitons vous proposer, dans cet article, une double présentation : à la fois d'un état des lieux global de la situation de la neuropsychologie en France, de ses problématiques et de ses enjeux actuels, mais également de notre association, l'Organisation Française des Psychologues spécialisés en Neuropsychologie (OFPN), qui œuvre à promouvoir et faire connaître notre spécialité, à défendre une formation de haut niveau ainsi qu'une pratique de qualité.

En France, la neuropsychologie se développe vers la fin du 19^e siècle dans les services hospitaliers accueillant des patients cérébrolésés (en neurologie et neurochirurgie, principalement). Elle prend son essor

autour des travaux de Paul Broca avant de s'étendre à la pratique en gériatrie, dans les années 1980, puis à la psychiatrie depuis les 30 dernières années. Le titre de psychologue, quant à lui, n'est réglementé et reconnu par l'état français qu'en 1985 (Article 44 de la loi n° 85-772; Gouvernement de la République française, 2016), ce qui permet, notamment, une structuration de la formation professionnelle. Le premier Diplôme d'Études Approfondies (DEA; Master à finalité de recherche; cf. Annexe A) de neuropsychologie est créé en 1989 à l'Université de Savoie de Chambéry. Il est suivi, en 1992, d'un Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées (DESS; désormais équivalent à un Master à finalité professionnelle) de psychologie spécialisée en neuropsychologie. Le DEA et le DESS étaient des diplômes nationaux de l'enseignement supérieur de troisième cycle délivrés par les universités. Pour ces deux diplômes, la formation correspondait à un niveau « Bac + 5 » (c.-à-d., cinq ans d'études universitaires après le baccalauréat du cursus secondaire; plus ou moins équivalent au diplôme d'études collégiales

existant au Québec). Il durait une année supplémentaire après la Maîtrise, diplôme de deuxième cycle universitaire. Si le DEA sanctionnait la première année des études doctorales, le DESS avait, quant à lui, une finalité professionnelle. En 2002, la réforme (Décret 2002-482; ministère de l'Éducation nationale, 2013), dite Licence, Master, Doctorat (LMD), est mise en place dans le cadre de l'harmonisation européenne des grades universitaires. Elle a progressivement remplacé les diplômes de DESS et de DEA par des diplômes, dits Master, qui font désormais partie du deuxième cycle universitaire (le troisième cycle étant exclusivement constitué des études doctorales). Les Masters se réalisent en deux ans, dits Master 1 pour la première année et Master 2 pour la seconde, et peuvent être à finalité recherche ou professionnelle. De plus en plus de Masters mixtes se développent avec cette double orientation. Ces éléments sont récapitulés dans l'Annexe A.

Actuellement, la formation française pour les psychologues consiste en la validation d'un cursus de psychologie de niveau Master, figurant sur une liste fixée par décrets en Conseil d'État (c.-à-d., Décret n° 2017-407 du 27 mars 2017 modifiant le Décret n° 2003-1073 du 14 novembre 2003 et Décret n° 90-255 du 22 mars 1990; ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 2017; ministère d'État, ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports, & ministère de la Solidarité, de la Santé et de la Protection sociale, 2005), assorti d'un mémoire de recherche et d'un minimum de 500 heures de stage pratique (Arrêté du 19 mai 2006, article 2; ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 2006). Ces heures sont diversement réparties selon les universités françaises : certaines appliquent cette durée uniquement à l'année de Master 2 et d'autres cumulent ces heures aux stages réalisés au cours des deux années de Master. Les stages professionnels sont généralement réalisés gracieusement en institution publique ou privée, malgré la promulgation d'une loi (Loi n° 2014-788 du 10 juillet 2014; Gouvernement de la République française, 2014) obligeant la gratification des stages au *pro rata temporis* au-delà d'une durée de 280 heures. Ils sont supervisés par un psychologue ayant plus de trois ans de pratique. Parallèlement, alors que le titre de psychologue est protégé par le décret suscité de 1990, le code de déontologie (initialement ratifié par les organisations de psychologues en 1996; Commission nationale consultative de déontologie des psychologues, 2014) n'est toujours pas réglementé et n'a pas de valeur juridique stricte. Les diplômés sont enregistrés auprès de l'Agence Régionale de Santé et se voient attribuer un numéro de référence, dit numéro ADELI.

Selon certaines estimations (il n'existe à l'heure actuelle aucune donnée officielle plus large que nos propres recensements), le nombre de psychologues en France s'élève à environ 50 000. Ceux spécialisés en neuropsychologie étaient estimés à 3 000 en 2012 (Cazin, 2013), puis à 5000 en 2016 (Ponchel, 2016). En effet, dès le début des années 2000, l'offre de formation en neuropsychologie a explosé, tout en offrant un contenu très hétérogène. Conséquence de la jeunesse et de l'expansion de cette discipline, elle se heurte régulièrement à un manque de visibilité auprès du grand public ou des professionnels de la santé. La profession de psychologue est confrontée à des difficultés d'insertion relativement importantes. Entre autres, notre identité professionnelle n'est pas toujours bien définie, que ce soit en raison d'un manque de consensus autour des critères du parcours universitaire qui permet d'être considéré comme clinicien spécialisé en neuropsychologie ou de la dénomination même de notre profession. *Psychologue, neuropsychologue, psychologue-neuropsychologue* et *psychologue clinicien spécialisé en neuropsychologie* sont des termes utilisés parfois indifféremment par plusieurs professionnels. De ce fait, il peut être difficile de faire reconnaître nos activités spécifiques face à certaines professions paramédicales intervenant sur des terrains et dans des champs de compétences similaires (ergothérapeute, orthophoniste, psychomotricien, etc.). Ce manque d'uniformisation contribue également à l'isolement que nous pouvons tous être amenés à ressentir. En France, le besoin de s'organiser, de se rassembler et de donner une visibilité à notre spécificité a naturellement conduit les professionnels à s'engager dans une dynamique de regroupement plus structurée depuis une quinzaine d'années.

Du besoin de se rassembler à la création de l'OFPN

En parallèle avec les réseaux professionnels naturels, Internet est rapidement utilisé comme plateforme d'échange privilégiée. Signe que les neuropsychologues ont à cœur l'amélioration de leur savoir et de leur pratique quotidienne, ces échanges gagnent rapidement en ampleur. En 2005, Dominique Cazin, psychologue spécialisé en neuropsychologie exerçant désormais au Québec, crée un site de partage informel qui deviendra un incontournable dans la profession : le forum *Neuropsychologie.fr*. Malgré des horizons de travail variés, des psychologues spécialisés en neuropsychologie de toute la France y découvrent les problématiques des uns et des autres, des résultats de recherches, y partagent leurs fiches de lecture et s'interrogent ensemble. Le site acquiert le statut d'association en 2009.

Le cheminement naturel mène à se questionner sur la pertinence d'un rassemblement plus concret des

neuropsychologues, encouragé par les participants du forum, les cliniciens, les chercheurs et les responsables de collectifs. Afin de coordonner et de favoriser l'émergence d'une organisation de la profession à l'échelle nationale, l'Association pour le Rassemblement National des Psychologues spécialisés en Neuropsychologie (ARNPN) voit le jour en 2008, sur l'initiative de D. Cazin et de P.Y. Jonin (psychologue spécialisé en neuropsychologie à Rennes). L'association est inspirante et des regroupements locaux et régionaux lui emboîtent le pas.

Neuropsychologie.fr et l'ARNPN ont ainsi permis, au fil des ans, la production de nombreux travaux et de réflexions riches autour du statut et des conditions de travail des psychologues spécialisés en neuropsychologie, mais également au développement de cette spécialité en France.

C'est donc tout naturellement que l'étape supérieure s'enclenche avec la création, en 2012, du premier Congrès National de Neuropsychologie Clinique (CNNC). Comprenant de la formation continue, un partage d'expériences, une mise à jour de connaissances et le développement de thématiques plus spécifiques, ce congrès, sur une période de deux journées, apporte une pierre primordiale à la construction d'un rassemblement de grande ampleur.

Une grande concertation est lancée à cette période, sous la forme d'un comité de pilotage formé de responsables d'associations locales en neuropsychologie et des responsables de l'ARNPN et de *Neuropsychologie.fr*. Les bases sont élaborées ensemble, des mois durant. La décision de dissoudre les deux associations est prise pour permettre l'émergence d'un langage commun autour d'une seule grande organisation. Le socle est posé : en janvier 2014, un appel de candidatures est lancé afin qu'un premier conseil d'administration (CA) insuffle son énergie à ce mouvement national. En juillet de la même année, l'Organisation française des Psychologues spécialisés en Neuropsychologie (OFPN) est officiellement sur les rails.

L'OFPN et ses missions

L'OFPN adopte un statut d'association régie par la Loi du 1^{er} juillet 1901 (Gouvernement de la République française, 2017). En France, ce statut indique notamment qu'elle est à but non lucratif; elle doit avoir « un autre but que de partager des bénéfices » et « l'activité de l'association ne doit pas enrichir directement ou indirectement l'un de ses membres ». De ce fait, tous les membres du bureau et du CA sont bénévoles.

Les objectifs de l'association concernent, en premier lieu, le développement de notre spécialité en favorisant la visibilité des missions et des pratiques des psychologues spécialisés en neuropsychologie auprès des autres professionnels et du grand public. Elle a pour vocation de défendre une pratique clinique de haut niveau en neuropsychologie, condition essentielle à un exercice de qualité et à une reconnaissance de cette profession. Elle promeut notamment une formation théorique et pratique dite supérieure de cinq années d'études universitaires sanctionnée par différents critères (voir plus haut), dont des heures de pratique supervisée sur le terrain et l'étude critique de modèles validés scientifiquement. Pour ce faire, l'association soutient la formation continue et encourage les échanges sur la pratique clinique entre professionnels, mais œuvre également à participer aux réflexions engagées autour de la formation initiale en partenariat avec les universités.

L'OFPN défend les intérêts spécifiques de la pratique en neuropsychologie exercée par les psychologues. En effet, l'association plaide pour le titre unique de psychologue et, aux côtés des organisations professionnelles existantes en France (cf. Tableau 1), contribue à la protection de ce titre tout en promouvant cette spécialité, son développement et sa pérennisation. Sans scinder la profession ou nier les apports d'autres professions à la pratique de la neuropsychologie, l'OFPN permet d'affirmer la spécificité du psychologue dans la diversité des pratiques neuropsychologiques.

Différentes commissions thématiques organisent le travail de développement et de réflexion de l'OFPN en fonction des domaines d'intérêts et de l'expertise de chacun dans l'optique de produire et de présenter des résultats concrets servant la profession et sa spécialité. Si le nombre de commissions peut être amené à évoluer en fonction des besoins, les thématiques principalement retenues à ce jour sont les suivantes : *Formation initiale, Formation continue, Liens avec les associations régionales et internationales, Observatoire de la profession, Réflexions sur les pratiques et la visibilité de la profession, Droits et statuts, Psychométrie et Communication*. La description de chacune de ces commissions ainsi que les adresses de contacts sont rapportées dans le Tableau 2.

Ces commissions sont régulièrement amenées à travailler ensemble et de manière transversale, car de nombreux projets se recoupent et s'entrecroisent. L'attribution d'un groupe de travail à une commission peut donc se faire arbitrairement ou sur des critères spécifiques.

Tableau 1

Les principales organisations professionnelles françaises de psychologie et celles référentes sur les questions de neuropsychologie, hors OFPN

Nom et site internet	Date de création	Mission principale	Membres
FFPP Fédération Française des Psychologues et de Psychologie (http://www.psychologues-psychologie.net/)	2003	Œuvrer à la défense de la psychologie, des spécificités de la profession et du titre unique. Promouvoir la qualification et l'excellence de la discipline, lutter contre les mésusages de la psychologie, défendre la déontologie des psychologues et informer des enjeux concernant la profession.	Psychologues, chercheurs en psychologie, étudiants au moins de niveau Master 1.
GRECO Groupe de Réflexion sur les Evaluations Cognitives (http://www.site-greco.net/)	1993	Contribuer aux activités de recherche, appliquées à tous les domaines de la neuropsychologie. Mener des actions de création, de validation et de diffusion de tests et d'échelles neuropsychologiques.	Société savante composée de professionnels francophones, issus de plusieurs spécialités : gériatrie, neurologie, orthophonie, psychiatrie, psychologie.
SFP Société Française de Psychologie (http://www.sfpsy.org/)	1901	Développer les échanges de connaissances en psychologie et garantir la scientificité des pratiques, auprès des professionnels et du grand public.	Société savante regroupant l'ensemble des champs de la psychologie : psychologues praticiens, universitaires, chercheurs en psychologie.
SNLF Société de Neuropsychologie de Langue Française (http://www.snlf.net/)	1977	Participer à l'étude des relations mutuelles du cerveau, du fonctionnement mental et du comportement chez l'être humain et chez l'animal, au développement d'études cliniques et expérimentales s'inscrivant dans ce cadre et à tout programme thérapeutique permettant de remédier aux perturbations cognitives et comportementales consécutives aux affections du système nerveux central.	Société savante regroupant des professionnels exerçant en neuropsychologie et étant parrainés par au moins deux membres : cliniciens, chercheurs en sciences cognitives, médecins psychologues et orthophonistes, étudiants ayant validé le Master 1.
SNP Syndicat National des Psychologues (http://psychologues.org)	1950	Œuvrer à la reconnaissance de la profession et à la défense des professionnels et du titre, par des actions visant à maintenir la profession de psychologue dans le champ des sciences humaines et hors des professions de santé, par la mobilisation en faveur de la protection du public et par l'engagement dans la légalisation du code de déontologie et la création d'un Haut Conseil des Psychologues.	Syndicat professionnel composé de psychologues, de chercheurs en psychologies, et d'étudiants en Master de psychologie.

En parallèle à ces commissions, actuellement coordonnées par les membres du CA, deux équipes essentielles, également bénévoles, participent à la vie et au développement de l'association : l'Équipe du Portail numérique, qui s'occupe de la gestion des sites et du forum professionnel, et le Comité d'Édition et de Rédaction de la revue *Les Cahiers de Neuropsychologie Clinique* (Les CNC).

Cette revue voit le jour en 2012 avec un premier numéro intitulé *Espace et cognition*. L'objectif de la revue Les CNC est de diffuser des articles sur des thématiques professionnelles et cliniques, rédigés par des cliniciens et des chercheurs, destinés à des psychologues spécialisés en neuropsychologie, afin de participer à la communication sur la spécialité et contribuer à la formation continue. Elle est, tout comme la revue de *Neuropsychologie Clinique et*

Appliquée/Applied and Clinical Neuropsychology (NCACN), organisée avec un comité de lecture qui permet l'évaluation et la validation par les pairs et repose sur un comité d'édition et de rédaction qui gère la revue, définit sa politique éditoriale et assure sa diffusion et son développement. La revue Les CNC a obtenu un numéro e-ISSN auprès de la Bibliothèque Nationale de France qui l'officialise et la référence au niveau national. Elle bénéficie également, depuis 2016, d'une mise en page par l'éditeur De Boeck Supérieur dans le cadre de notre partenariat.

Le portail numérique, quant à lui, regroupe les sites de l'OFPN, de la revue Les CNC et du CNNC, mais également le forum d'échange professionnel. Ce dernier, ouvert depuis 2005, est aujourd'hui fort de plus de 160 750 messages rédigés par 3383 membres depuis la création du forum (dont 1148 sont, ou ont été, adhérents à l'OFPN). Il permet un dialogue serein, bienveillant et professionnel entre collègues parfois isolés d'autres neuropsychologues. En parallèle, notre organisation propose à ses associations partenaires en région une solution dédiée de création et d'hébergement de leurs sites internet, sous un nom de

Tableau 2

Description des commissions de l'OFPN

Commission	Mission(s) principale(s)	Contact
Formation initiale	Établir une réflexion de fond sur la formation initiale en neuropsychologie, en travaillant de concert avec les instances universitaires, en vue de définir et de promouvoir la notion de <i>spécialisation en neuropsychologie</i> selon un haut niveau de formation pour les psychologues.	formation.initiale@ofpn.fr
Formation continue	Contribuer à la réflexion sur l'accès à une formation continue de qualité et au développement des connaissances fondamentales et appliquées en neuropsychologie, notamment par la mise en place de colloques professionnels, l'édition de guides pratiques, de fiches d'information ou encore de toute initiative dans ce sens.	formation.continue@ofpn.fr
Liens avec les associations	Faciliter le lien et le travail de réseau entre les regroupements et les associations locales et internationales; poursuivre, en collaboration étroite, le travail de recensement entrepris en amont de la création de l'OFPN.	liens.associations@ofpn.fr
Observatoire	Participer à un recensement national des psychologues spécialisés en neuropsychologie exerçant en France; recueillir, par des sondages et des enquêtes, des données quantitatives concernant l'exercice professionnel, en lien avec les travaux menés par l'association.	observatoire@ofpn.fr
Réflexions sur les pratiques et visibilité de la spécialité	Défendre et promouvoir la pratique neuropsychologique par les psychologues; augmenter la visibilité et la lisibilité auprès du grand public et des partenaires professionnels et institutionnels; porter la parole des psychologues spécialisés en neuropsychologie, au niveau national et international, auprès des autorités et des instances propres à la profession (SNP, FFPP, SFP) ou référentes dans le domaine de la neuropsychologie (SNLF, GRECO), afin de travailler en lien étroit avec elles.	reflexions.specialite@ofpn.fr
Droits et Statut	Communiquer sur les aspects législatifs de notre profession; contribuer à la diffusion, à l'application et à la défense du code de déontologie des psychologues, ainsi qu'à protéger le public contre les mésusages de la neuropsychologie.	droits.statut@ofpn.fr
Psychométrie	Œuvrer à une utilisation éclairée des outils psychométriques par les psychologues spécialisés en neuropsychologie, par des travaux de synthèse, la rédaction d'articles ou encore la participation à des travaux de normalisation de tests ou de questionnaires; Participer à la réflexion autour de la question de la protection des outils.	psychometrie@ofpn.fr
Communication	Gérer, en transversalité avec l'ensemble des commissions, la transmission et la communication des travaux de l'OFPN (missions de définition de l'identité visuelle, de rédaction, de diffusion et d'animation d'évènements ponctuels).	communication@ofpn.fr

domaine signifiant (nom de l'association. neuropsychologie.pro), permettant ainsi de créer un entrelac de sites associés à une même démarche, rapidement identifiable comme un réseau spécifique de professionnels qualifiés.

Au fil du temps, l'OFPN a également investi les réseaux sociaux, favorisant la publication régulière d'actualités et le renvoi vers des formations et des articles scientifiques d'intérêt. Enfin, des *Newsletters* sont rédigés par les membres du CA et publiés bimestriellement à l'attention des adhérents et de toute personne souhaitant se tenir informée de l'actualité de l'association et de la neuropsychologie.

Composition de l'OFPN

L'OFPN est composée d'un bureau nommé par le CA, lui-même élu tous les trois ans par les membres adhérents de l'association. Les adhésions se font sous forme individuelle. Pour ce faire, les personnes doivent pouvoir justifier de l'obtention du titre de psychologue (ou une inscription en Master 2) et d'une spécialité en neuropsychologie. Bien que l'OFPN ne prétende pas juger de qui est psychologue spécialisé en neuropsychologie et de qui ne l'est pas, elle se propose cependant de promouvoir et de valoriser un haut degré de spécialisation en neuropsychologie en cherchant à établir des référentiels communs en termes de formation initiale et de pratiques professionnelles. Ainsi, elle rassemble des membres professionnels et des membres étudiants (à partir du Master 2), mais également des membres retraités et des membres internationaux afin de permettre aux collègues francophones d'échanger et de bénéficier d'une partie des avantages liés à l'adhésion. Par ailleurs, un statut d'association partenaire a également été créé afin de permettre l'officialisation de partenariats symboliques sans implication financière aux associations de psychologues spécialisés en neuropsychologie qui

possèdent des objectifs compatibles avec ceux de l'OFPN et qui souhaitent travailler en collaboration avec elle.

En 2015, la commission *Observatoire* a mené une enquête auprès de nos adhérents dont nous vous présentons quelques résultats ici (cf. Figures 1 à 3; Ponchel, Wauquiez, & Cauletin-Gillier, 2016). Ce recensement auprès de plus de 700 adhérents-répondants permet d'offrir un premier regard sur la situation professionnelle des psychologues spécialisés en neuropsychologie en France, malgré les biais liés notamment à l'engagement associatif des répondants. L'enquête de Ponchel et al. (2016) retrouve des données équivalentes à celles des autres études nationales menées auprès des psychologues. Près de 88 % des répondants étaient des femmes âgées de 29 ans en moyenne (étendue : 21-63 ans) et près de la moitié des répondants avaient obtenu leur diplôme après 2010.

En France, la situation des psychologues est souvent précaire, du fait d'un nombre particulièrement important de diplômés (estimés à environ 3000 par an par la Fédération Française des Psychologues et de Psychologie [FFPP]) pour un marché du travail saturé, ce qui se retrouve également au sein de la spécialité en neuropsychologie. Seuls 63 % des répondants exerçaient à temps plein sur un seul poste et 31 % exerçaient à temps partiel, dont 8 % cumulaient au moins trois postes. Par contre, seuls 6 % étaient en inactivité ou à la recherche d'un emploi.

Les lieux d'exercice, les populations accueillies et le type d'activités des répondants sont rapportés dans les Figures 1 à 3. Notons que les missions d'évaluation sont les plus largement répandues; il existe encore une méconnaissance de nos champs d'action avec une nette tendance à réduire le rôle des psychologues spécialisés en neuropsychologie à des

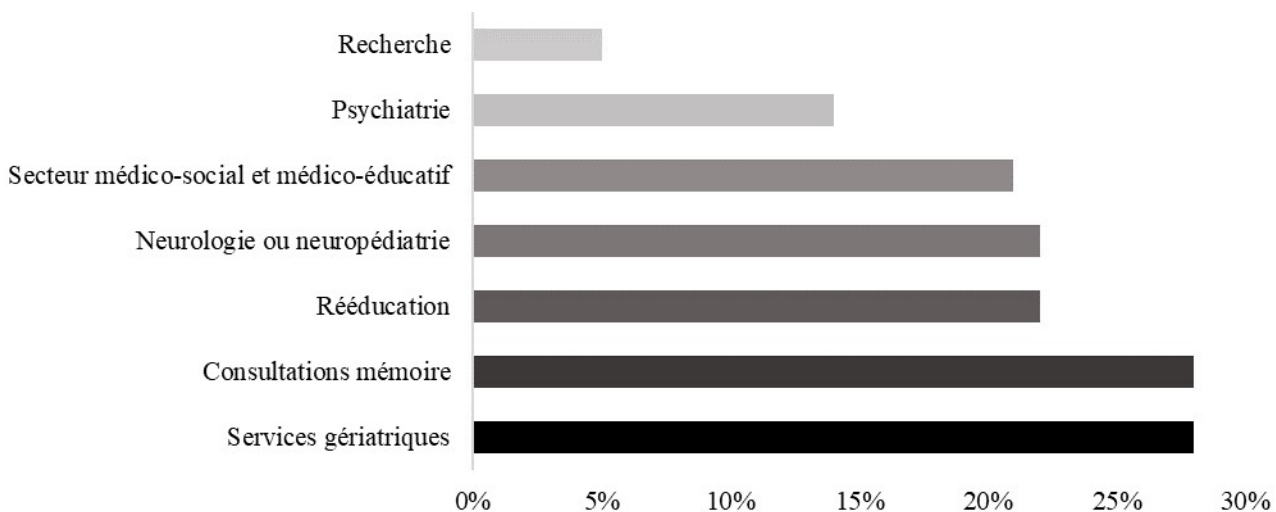


Figure 1. Principaux lieux d'exercice des psychologues spécialisés en neuropsychologie adhérents à l'OFPN.

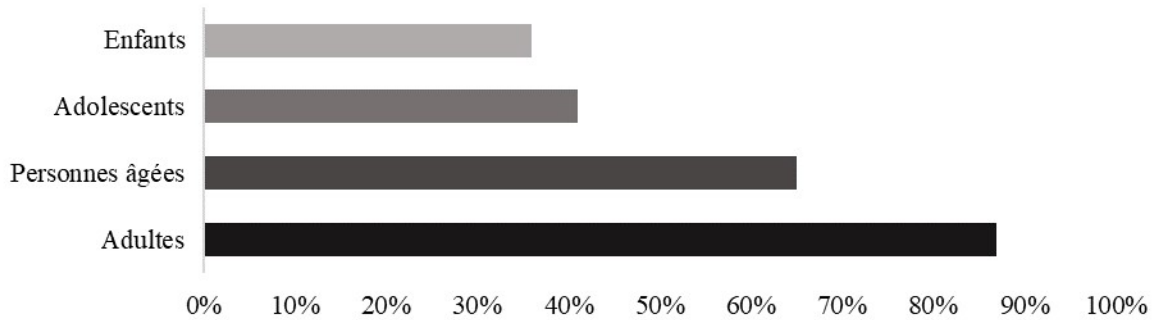


Figure 2. Populations accueillies par les psychologues spécialisés en neuropsychologie adhérents à l'OFPN.

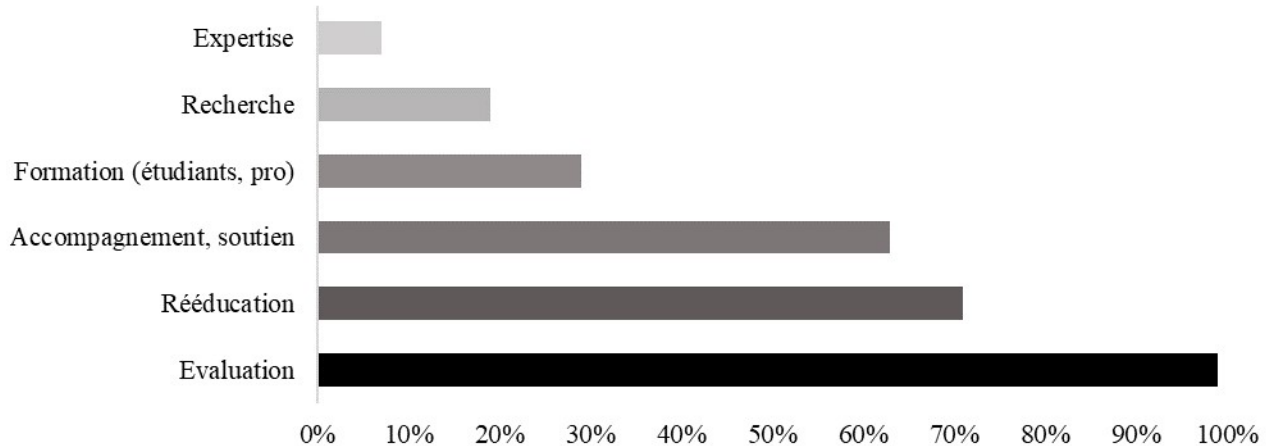


Figure 3. Type d'activités pratiquées par les psychologues spécialisés en neuropsychologie adhérents à l'OFPN.

« psychotechniciens », voire à des « testeurs ». En dépit de ce constat, cette enquête permet d'affirmer l'intérêt grandissant pour la profession avec le développement de postes dédiés dans des domaines d'interventions variés (secteur médico-social et éducatif, services de psychiatrie, d'oncologie ou encore de génétique), mais également par des pratiques plus larges, tel qu'en rééducation, en accompagnement des patients et des aidants, mais aussi pour des missions de formation, de recherche ou, dans une moindre mesure, d'expertise neuropsychologique auprès des tribunaux.

Toujours dans l'enquête de Ponchel et al. (2016), un peu plus de la moitié (59 %) des répondants exerçaient dans le secteur public, contre 42 % dans le privé, et 30 % des répondants exerçaient une activité libérale en cabinet, à temps plein ou à temps partiel. Si le secteur public représentait la plus large part de l'activité salariée des adhérents, seuls 13 % étaient titulaires de la fonction publique (statut de fonctionnaire), contre 30 % de postes précaires (statut de contractuel) à durée déterminée, et 56 % en contrat à durée indéterminée, mais ne bénéficiant pas des avantages liés à la titularisation (p. ex., évolution salariale, primes, cotisations retraite, aide au logement).

Une seconde enquête (Jehel et al., 2018a), diffusée au-delà des adhérents à l'OFPN, auprès de plus de 2000 professionnels en vue de réaliser un état des conditions de travail des psychologues spécialisés en neuropsychologie, retrouve également cette précarité professionnelle cette grande disparité entre les secteurs publics et privés. La majorité des postes sont ainsi représentés par des temps partiels, voire très partiels, par un salaire moyen relativement bas, à hauteur de 1700 € mensuel (soit environ 2700 CAD), tandis que le salaire mensuel moyen tous domaines confondus est de 2500 € (environ 3800 CAD) chez les jeunes diplômés de niveau Bac +5 selon l'Agence pour l'Emploi des Cadres (APEC). Un manque de moyens criant et une faible autonomie professionnelle sont également retrouvés chez les professionnels. Les résultats de cette enquête sont compilés dans l'article de Jehel et al. (2018a) et dans son supplément (Jehel et al., 2018b), ce dernier étant diffusé gracieusement par l'OFPN.

Les productions, projets et reconnaissances de l'OFPN

Si notre association rencontre un aussi vif engouement, c'est en grande partie grâce à l'implication de nos adhérents très motivés à faire avancer nos pratiques, la visibilité de notre spécialité et la formation de nos pairs. Et ils sont prolifiques !

Par l'intermédiaire de groupes de travail semi-privés gérés sur le forum de l'OFPN au sein des différentes commissions, des membres donnent de leur temps et de leurs expériences pour compiler des recherches, écrire des articles, centraliser des ressources et élaborer des guides de bonnes pratiques ou des fiches synoptiques. La majorité de ces productions sont en accès libre sur le site internet de l'organisation, généralement sous licence *Creative Commons* qui permet une utilisation non commerciale et étendue à tous de ces travaux, tout en protégeant nos créations.

Ainsi, depuis 2014, de nombreuses enquêtes ont été créées, diffusées et analysées :

- 1) État des lieux des conditions et pratiques des stages en neuropsychologie (Ponchel, Amendola, & Radiguer, 2014), démontrant notamment la disparité des formations pratiques concernant le nombre d'heures de stages allouées, les possibilités d'accueil en fonction des lieux de travail des psychologues encadrants (public vs. privé, type de structures, etc.) et de la gratification des stagiaires.
- 2) Place de la neuropsychologie dans les Maisons Départementales des Personnes Handicapées (MDPH) coordonnée par M. Muneaux (psychologue spécialisée en neuropsychologie et docteur en psychologie dans les Alpes de Haute Provence). Cette étude a mis en évidence que certaines de ces structures font déjà appel aux neuropsychologues pour réaliser des bilans et des prises en charge, tandis que d'autres méconnaissent partiellement ou totalement cette profession, avec une répartition très inégale sur le territoire français. Des liens avec les départements territoriaux ont été créés à la suite de cette enquête, notamment par la diffusion d'une synthèse aussi disponible sur le site internet de l'OFPN.
- 3) Rôle des neuropsychologues auprès des patients en état de conscience altérée : un groupe d'adhérents professionnels s'est réuni autour du constat que cette population particulière était encore peu abordée en formation initiale et que, dans notre pays, il semblait y avoir peu de neuropsychologues dans les services dédiés. L'état des lieux en France (Stéphan, Radiguer, Martial, Franconie, Laureys, & Wauquier, 2017) a confirmé ces impressions, alors que nos compétences croisées semblent apporter une réelle plus-value à l'accompagnement et au diagnostic, comme le confirme le Pr. S. Laureys, neurologue dirigeant le *Coma Science Group* de Liège (Belgique). Après l'étude princeps menée auprès de plusieurs régions francophones (France, Belgique, Suisse et

Québec), une nouvelle enquête est actuellement diffusée à l'international.

- 4) Fin 2017, l'OFPN a également participé, grâce à son large réseau de cliniciens français, à une enquête internationale de grande ampleur sur nos pratiques et notre métier, en collaboration avec J.C. Arango-Lasprilla, PhD en psychologie et en réhabilitation neuropsychologique en Argentine et coordinateur de cette enquête auprès de 17 pays d'Amérique Latine (Arango-Lasprilla, Stevens, Morlett-Paredes, Ardila, & Rivera, 2017). Les données sont actuellement en cours d'analyse.

Améliorer notre visibilité par et pour nos pairs reste une mission phare de l'OFPN. Aussi, différentes plaquettes sous forme de dépliants à trois volets ont été produites afin de présenter le rôle du neuropsychologue 1) en consultation mémoire; 2) en service de médecine physique et de réadaptation; 3) en psychiatrie, et ce, à destination des médecins, des collègues paramédicaux et du grand public. D'autres plaquettes sont en cours d'élaboration pour des secteurs d'intervention supplémentaires, notamment sur le rôle du neuropsychologue en établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (EHPAD), en service d'accompagnement médico-social pour adulte handicapé (SAMSAH) et en centre médico-psycho-pédagogique (CMPP), ou encore sur l'apport de la neuropsychologie lors de l'évaluation de l'aptitude à la reprise de la conduite automobile dans le cadre du handicap invisible.

Une fiche d'informations sur la certification EuroPsy (certification européenne en psychologie qui soutient la reconnaissance transfrontalière des compétences et des connaissances des psychologues), en partenariat avec la FFPP (cf. Tableau 1), a également vu le jour. Ce type de collaboration permet de souligner les liens que peuvent entretenir les associations qui défendent notre profession, quelles que soient les spécialités concernées. Également, afin d'enrichir la réflexion autour du statut législatif de la profession qui anime actuellement les psychologues français, un état des lieux sur la réglementation du code de déontologie, réalisé avec nos adhérents, a été mis à disposition sur notre site.

Travailler avec les organisations nationales est essentiel, mais le partage avec les associations locales est aussi particulièrement important. Dans ce contexte, un système de mutualisation de travaux a été créé, permettant aux associations de saisir des thèmes déjà abordés par leurs pairs, de faire appel à des formateurs/informateurs qualifiés et d'alimenter ces référentiels communs. De ces premiers travaux est né le Développement NeuroPsychologique Continu, dispositif qui se base sur trois principes : apporter une

aide à l'organisation de manifestations locales, accompagner la recherche d'intervenants et apporter une contribution au financement de ces manifestations et/ou au défraiement des dits intervenants, par une subvention annuelle.

En outre, afin d'améliorer et d'harmoniser nos pratiques, nous avons publié cette année un Index Psychométrique recensant différentes versions du *Trail Making Test* (épreuve d'origine de Reitan et Wolfson [1985] et ses variantes) usitées en France ainsi que leurs normes, leurs distributions et leurs qualités statistiques et psychométriques. Cet outil pratique, accompagné d'une revue de littérature, se veut didactique et évolutif, permettant d'utiliser la version la plus appropriée à la population rencontrée en toute connaissance de cause. Comme la majorité de nos productions, il est téléchargeable sur le site internet de l'OFPN. D'autres index, basés sur le même principe, sont en cours d'élaboration autour des épreuves les plus fréquemment utilisées. Citons pour exemples les très nombreuses versions du test de Stroop (certaines sont plus appropriées à des classes d'âge spécifiques ou prennent en compte le niveau socioculturel; les formats varient également, à trois ou quatre planches, trois ou quatre couleurs, etc.) ou encore les épreuves de fluences verbales dont les normalisations, les tailles et qualités d'échantillonnages ou les subtilités procédurales (consignes, limites temporelles, etc.) sont particulièrement hétérogènes. La finalité d'un Index Psychométrique est d'aider les praticiens à s'ajuster aux besoins et aux particularités de chaque patient, tout en leur permettant de s'interroger sur les outils utilisés au quotidien.

Enfin, la deuxième édition de notre congrès national, le CNNC, a pu être organisée et s'est tenue en octobre 2016 à Nîmes. Elle a rassemblé près de 400 collègues et a permis de proposer 28 communications orales et 22 communications affichées, dont nous proposons également les captations vidéo sur le site dédié (www.cnnc.fr). Cet événement nous tient particulièrement à cœur pour le partage, la multiplicité des pratiques et cette occasion unique d'approfondir et d'actualiser les connaissances, dans un objectif perpétuel d'amélioration des prises en soins et des accompagnements proposés aux patients et à leurs proches. La prochaine édition est d'ailleurs en cours d'élaboration, portée par l'OFPN, le laboratoire CRP-CPO (EA7273; Centre de Recherche en Psychologie : Cognition, Psychisme, Organisations) de l'Université de Picardie Jules Verne et l'A2PSN, une association locale partenaire, pour un rendez-vous qui aura lieu en octobre 2018 à Amiens.

Outre nos propres productions, l'OFPN est dorénavant reconnue sur la scène publique comme un

acteur à prendre en compte : depuis 2014, l'association a en effet été sollicitée par plusieurs instances de santé publique, par des groupes de référence et par le ministère de la Santé. Parmi les travaux engagés, on citera, par exemple, notre participation à la Consultation Médéric Alzheimer, qui questionne la place du psychologue spécialisé en neuropsychologie auprès de personnes âgées présentant des difficultés cognitives, de leurs aidants, mais également auprès des équipes soignantes. Il en découle bien évidemment de nouvelles problématiques autour de leurs missions et des expérimentations de terrain à mettre en œuvre dans leur accompagnement.

Des consultations menées par la Haute Autorité de Santé, autorité publique indépendante contribuant à la régulation du système de santé par la qualité, ont aussi permis de nombreuses réflexions productives autour de « Recommandations de Bonnes Pratiques » concernant la reprise de la conduite automobile après lésion cérébrale acquise ou encore sur le domaine du Trouble de déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). Dernièrement, l'OFPN a été sollicitée par le ministère des Affaires Sociales et de la Santé, concernant le *Plan Maladies Neuro-Dégénératives 2014-2019*, ce qui a permis de constituer de nouveaux groupes de réflexion. L'organisation travaille également de manière active avec la Caisse Nationale d'Assurance Maladie (administration nationale qui pilote les organismes chargés de mettre en œuvre la Sécurité Sociale et permet, notamment, la prise en charge des frais de santé des usagers), avec des associations de médecins et des organisations nationales de professionnels et de patients (Réseau Mémoire Aloïs; Association France Alzheimer). Les thématiques abordées sont notamment liées au parcours diagnostic précoce en ville, en vue de réduire les coûts liés aux hospitalisations, aux retards de diagnostics et à l'augmentation de la dépendance.

Et à l'international ?

Sur le plan international, depuis l'été 2017, en collaboration avec la FFPP, A. Ponchel (vice-présidente de l'OFPN, membre de la FFPP, psychologue spécialisée en neuropsychologie et docteur en neurosciences) a intégré le *Standing Committee on Clinical Neuropsychology* de l'*European Federation of Psychologists Association*. Elle y représente la France auprès des 31 pays de ce regroupement, en vue de mieux délimiter le statut de la neuropsychologie dans le champ de la santé, de tendre vers une homogénéisation transfrontalière des pratiques, mais également de permettre une amélioration de la qualité des prises en soins proposées par un nivellement vers le haut des compétences communes. Dans cette même optique,

l'OFPN est d'ores et déjà en contact avec l'Association Belge des Psychologues spécialisés en Neuropsychologie, l'Association Suisse des Neuropsychologues, mais également l'Association Québécoise des Neuropsychologues afin de développer, nous l'espérons, un grand nombre de projets communs.

Un autre de nos objectifs à plus long terme est de renforcer et de développer les liens entre les professionnels de terrain, les chercheurs et les universitaires afin de permettre, notamment, une meilleure cohésion et une meilleure compréhension entre recherche fondamentale et application(s) en pratique clinique. Nos futurs collègues sont en effet formés par ce trio indissociable et nécessaire à leur construction, tant sur le plan théorique que celui de la pratique clinique.

Les enquêtes menées par l'OFPN depuis sa création objectivent une grande hétérogénéité des pratiques et des formations initiales des psychologues spécialisés en neuropsychologie. Des écarts importants sont aussi constatés par l'Association des Enseignant-Chercheurs en Psychologie des Universités (AEPU; Camus, Clément, Evrolle, & Guérin, 1999) concernant la formation des psychologues, toutes disciplines confondues. Ces disparités nécessitent d'engager un travail de fond avec la communauté universitaire pour permettre une reconnaissance plus juste du haut niveau de nos compétences et de notre formation initiale. Cela pose également la question d'un éventuel allongement de la formation par l'ajout d'une sixième année dédiée à la pratique (Caron & Le Maléfan, 1999) ou à un niveau doctoral (Le Maléfan, 2014). De telles perspectives engendrent de nombreuses interrogations, tant au niveau des modalités pratiques d'application (difficultés de recherches de lieux d'accueil de stagiaires, gratification des stages, etc.) que de la reconnaissance professionnelle (p. ex., actuellement la rémunération des psychologues contractuels est équivalente, dans la Fonction Publique, pour les détenteurs d'un Master 2 ou d'un Doctorat en dépit des trois années d'études supplémentaires).

Ces réflexions vont également de pair avec d'autres travaux et échanges tout aussi importants actuellement en cours avec les responsables universitaires français, autour des stages et de la formation initiale, mais qui demandent beaucoup de prudence en raison des enjeux qu'ils impliquent.

Conclusion

Cet article vise à donner un aperçu non exhaustif de la situation des psychologues spécialisés en neuropsychologie en France et des productions et domaines d'investigation saisis par nos adhérents. Il

nous est apparu essentiel de souligner l'intérêt et la nécessité de travailler ensemble, dans une volonté de partenariat et de collaboration, pour partager les énergies et les compétences.

La profession de psychologue spécialisé en neuropsychologie est en perpétuelle évolution. De nouvelles approches se développent naturellement : des approches centrées sur la personne telle que la méthode Montessori auprès des personnes âgées atteintes de troubles neuro-dégénératifs (voir les travaux de Cameron Camp, aux États-Unis, ou de Jérôme Erkès, en France), mais également des approches plus techniques comme l'*Evidence-Based Practice* appliquée à la neuropsychologie. Il est nécessaire que notre profession se les approprie, afin de favoriser une prise en charge personnalisée qui tienne compte à la fois des preuves scientifiques, des expériences, des besoins et des préférences des patients, tout en promouvant les expériences cliniques de terrain.

L'OFPN se positionne dans la défense de notre identité commune de psychologue auprès des autres organisations françaises mais surtout dans la protection et la mise en lumière de notre spécialité, de nos compétences et de notre niveau de formation. Cette représentation de notre profession et de sa spécificité est primordiale afin de prévenir les effets néfastes qui pourraient découler des mésusages des outils et des méthodologies liés à la pratique de la neuropsychologie.

Aujourd'hui encore, le psychologue spécialisé en neuropsychologie est trop souvent réduit à un psychotechnicien ou à un testeur. Si la mission d'évaluation nous paraît essentielle à la pratique de notre spécialité, elle ne peut se défaire d'une sensibilité clinique, acquise par nos connaissances, nos compétences et notre expérience pratique. Ceci nécessite de valoriser notre profession au-delà de ce rôle et de mettre en exergue la valeur ajoutée de nos interventions dans le cadre thérapeutique non-médicamenteux (réhabilitation, réadaptation, métacognition, etc.).

Nos adhérents s'investissent chaque jour davantage dans les groupes de travail, dans les associations partenaires et auprès du grand public. Ils partagent également leurs interrogations, leurs études de cas, leurs découvertes et leurs articles. Grâce à cette formidable émulation, la spécialité de la neuropsychologie s'arme de nouvelles volontés, d'expériences cliniques partagées, de rigueur scientifique et gagne en poids face aux institutions et aux collaborateurs. Les neuropsychologues s'organisent ensemble, afin de faire avancer leurs conditions de travail, la science et la psychologie, mais surtout pour que chaque personne puisse

bénéficiaire d'un accompagnement de qualité, au plus proche de leurs besoins spécifiques.

Références

- Arango-Lasprilla, J. C., Stevens, L., Morlett-Paredes, A., Ardila, A., & Rivera, D. (2017). Profession of neuropsychology in Latin America. *Applied Neuropsychology Adult*, 24, 318-330. <https://doi.org/10.1080/23279095.2016.1185423>
- Camus, J. F., Clément, E., Eyrolle, H., & Guérin, C. (1999). Commission stage A.E.P.U : rapport. *Nouvelles de l'A.E.P.U., Numéro spécial stages*, 4-22. Repéré à <https://aepu.fr/>
- Caron F. & Le Maléfan, P. (1999) Que disent les psychologues à propos des stages ? ou Comment se construit une identité professionnelle de psychologue ? *Bulletin de Psychologie, Tome 52*, 387-392. Repéré à <https://www.cairn.info/>
- Cazin, D. (2013). Regard critique sur la neuropsychologie clinique en France en 2012. *Les Cahiers de Neuropsychologie Clinique*, 2, 27-33. Repéré à <https://www.neuropsychologie.fr/>
- Commission nationale consultative de déontologie des psychologues. (2014). *Code de déontologie des psychologues (France) : 22 mars 1996*. Repéré à <https://www.cncdp.fr/index.php/code-de-deontologie/code-de-deontologie-1996>
- Gouvernement de la République française. (2014). *Loi n°2014-788 du 10 juillet 2014 tendant au développement, à l'encadrement des stages et à l'amélioration du statut des stagiaires*. Repéré à <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000029223331&categorieLien=id>
- Gouvernement de la République française. (2016). *Loi n°85-772 du 25 juillet 1985 portant diverses dispositions d'ordre social - Article 44*. Repéré à <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do?idArticle=LEGIARTI000006756923&cidTexte=JORFTEXT000000317523>
- Gouvernement de la République française. (2017). *Loi du 1^{er} juillet 1901 relative au contrat d'association*. Repéré à <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006069570>.
- Jehel, L., Radiguer, F., Meunier, T., Morvan, L., Arangois, C., Loynard, S., ... Ponchel, A. (2018a). Les conditions de travail des psychologues spécialisés en neuropsychologie. *Le Journal des Psychologues*, 355, 73-77. Repéré à <https://www.cairn.info/>
- Jehel, L., Radiguer, F., Meunier, T., Morvan, L., Arangois, C., Loynard, S., ... Ponchel, A. (2018b). *Les conditions de travail des psychologues spécialisés en neuropsychologie : autonomie, moyens et relations professionnelles - Supplément à l'article paru dans le Journal des Psychologues*. Repéré à <https://ofpn.fr>
- Le Maléfan, P. (2014). Le doctorat professionnel, entre réalités et perspectives. *Le Journal des Psychologues*, 318, 7-12. Repéré à <https://www.jdpsychologues.fr>
- Ministère de l'éducation nationale. (2013). *Décret n° 2002-482 du 8 avril 2002 portant application au système français d'enseignement supérieur de la construction de l'Espace européen de l'enseignement supérieur*. Repéré à <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000771048>
- Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche. (2006). *Arrêté du 19 mai 2006 relatif aux modalités d'organisation et de validation du stage professionnel prévu par le décret n°90-255 du 22 mars 1990 modifié fixant la liste des diplômes permettant de faire usage professionnel du titre de psychologue*. Repéré à <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006053903>
- Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche. (2017). *Décret n°2017-407 du 27 mars 2017 modifiant le décret n°2003-1073 du 14 novembre 2003 relatif aux conditions de délivrance de l'autorisation de faire usage professionnel du titre de psychologue*. Repéré à <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2017/3/27/MENS1635440D/jo/texte>
- Ministère d'État, Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports, & Ministère de la solidarité, de la santé et de la protection sociale. (2005). *Décret n°90-255 du 22 mars 1990 fixant la liste des diplômes permettant de faire usage professionnel du titre de psychologue*. Repéré à <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006075598>.
- Ponchel, A. (2016). *Psychologues spécialisés en neuropsychologie : état des lieux, défis et perspectives*. Communication présentée au Congrès National de Neuropsychologie Clinique, Nîmes. Repéré à <https://www.cnnc.fr/2017/03/06/psychologues-specialises-en-neuropsychologie-etat-des-lieux-defis-et-perspectives/>
- Ponchel, A., Amendola, R., & Radiguer, F. (2014). État des lieux des conditions et pratiques des stages en neuropsychologie en France. *Les Cahiers de Neuropsychologie Clinique*, 3 (Suppl.), S4-S32.
- Ponchel, A., Wauquiez, G., & Cauletin-Gillier, A.-M. (2016). *Un an d'adhésions à l'OFPN : les chiffres 2015*. Repéré à https://ofpn.fr/wp-content/uploads/2016/01/un_an_d_adhesions_a_l_OFPN_Les_chiffres_2015.pdf
- Reitan, R. M. & Wolfson, D. (1985). *The Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery: Therapy*

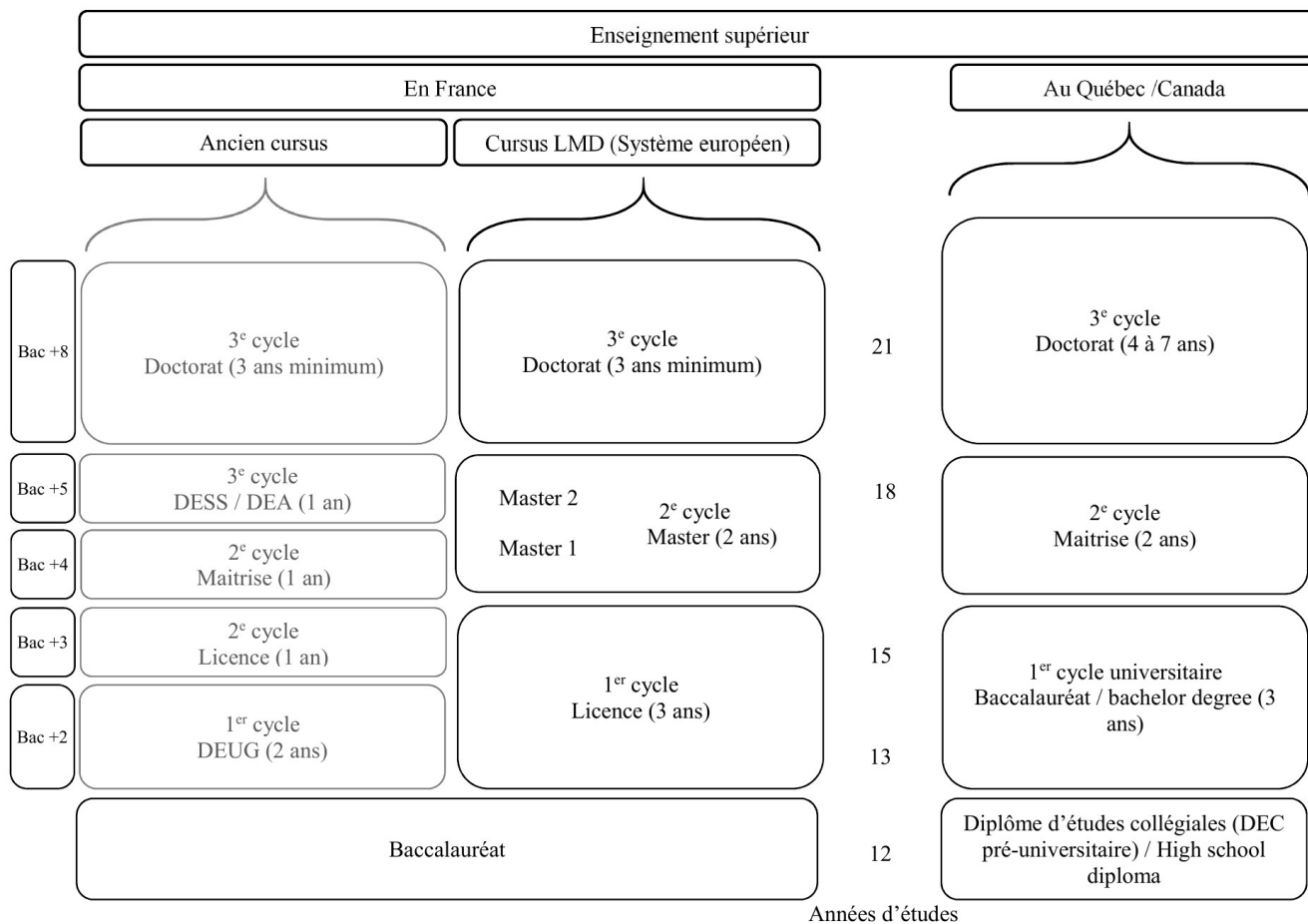
and clinical interpretation. Tucson, AZ:
Neuropsychological Press.

Stéphan, J., Radiguer, F., Martial, C., Franconie, C.,
Laureys, S., & Wauquier, G. (2017). États de
conscience altérée : quel rôle pour les
neuropsychologues ? *Neurologies*, 202, 288-294.
Repéré à <https://neurologies.fr/>

Reçu le 31 janvier 2018
Révision reçue le 11 mai 2018
Accepté le 11 mai 2018 ■

Annexe A

Équivalence des diplômes d'études supérieures en France et au Québec



Congenital Mirror Movements: Behavioral, Neural, Genetic, and Clinical Issues

Jordan R. Gardner & Elizabeth A. Franz
Department of Psychology, University of Otago

Non-syndromic congenital mirror movements (CMM) is a rare neurological condition, either inherited or sporadic, in which affected individuals lack independent dexterity of hand and finger movements. With all volitional movements of the hands and fingers, unintentional mirroring occurs in the opposite-side homologous effectors. A hallmark neural mechanism of CMM is abnormal, active, extra ipsilateral corticospinal tracts. Mutations in four different causal genes have been identified so far. The present review considers the physiology underlying CMM, including its implicated neural mechanisms and clinical relevance. The heterogeneous nature of the condition is highlighted, particularly in terms of the clinical importance of factors associated with the mirroring phenotype or phenotypes. Speculation about the possible effects of CMM on the somatosensory system is also included as a prospective direction for further study. Despite some inconvenience and occasional discomfort associated with CMM, the potential for highly positive life outcomes is illuminated. Lastly, CMM management is discussed as a key goal toward which future research should stride.

Keywords: congenital mirror movements, CMM, movement disorder, bimanual actions, volition

Les mouvements miroirs congénitaux (MMC) non-syndromiques sont une condition neurologique rare, héréditaire ou sporadique, dans laquelle les individus affectés manquent de dextérité indépendante des mouvements des mains et des doigts. Pour tous les mouvements volontaires des mains et des doigts, survient du *mirroring* involontaire dans les effecteurs homologues du côté opposé. Un mécanisme neuronal caractéristique des MMC consiste en des voies cortico-spinales extra-ipsilatérales anormales et actives. À ce jour, des mutations dans quatre gènes responsables ont été identifiées. Cette revue étudie la physiologie sous-tendant les MMC, en incluant les mécanismes neuronaux impliqués et son importance clinique. L'hétérogénéité de la condition est mise en évidence, particulièrement en ce qui concerne l'importance clinique des facteurs associés à son phénotype. Certaines spéculations à propos des effets des MMC sur le système somatosensoriel sont aussi proposées comme pistes prospectives d'études futures. Malgré quelques inconvénients et les inconforts occasionnels associés aux MMC, la possibilité de vivre des expériences de vie positives est soulignée. Finalement, la gestion des MMC est discutée en tant qu'objectif clé auquel les recherches futures devraient s'intéresser.

Mots clés : mouvements miroirs congénitaux non-syndromiques, MMC, trouble du mouvement, actions bimanuelles, volonté

Imagine pointing at something with a finger of the right hand and having the left hand's finger mimic the right hand's movements, or jotting down a note with

your dominant hand while your non-dominant hand produces mirror writing. These are typical examples produced by people with congenital mirror movements (CMM), a rare condition in which involuntary movements of the hands and fingers on one side of the body occur with all intended unimanual movements of homologous effectors (Cohen et al., 1991; Franz, 2003). In addition, mirroring can occur in other effector systems such as the feet or upper arms (Franz et al., 2015; Schott & Wyke, 1981). Instances of the condition can be found in multigenerational families as well as in sporadic cases, with the prevalence estimated to be as low as 1

We thank all participants in our CMM research for their generous time and support. Their zeal for uncovering the nuances of the condition has been an inspiration and we will certainly carry that enthusiasm with us going forward.

Correspondence regarding this article should be addressed to / La correspondance concernant cet article devrait être adressée à : Elizabeth A. Franz, Department of Psychology, University of Otago, Dunedin, New Zealand.

Action, Brain, and Cognition Lab.

Tel.: 64 03 479 5269

Fax: 64 03 479 8335

E-mail: lf Franz@psy.otago.ac.nz

in 1,000,000 people (Orphanet, 2018). However, Méneret, Trouillard, Depienne, and Roze (2015) and Marsh et al. (2018) propose that CMM could be underdiagnosed, particularly among individuals whose symptoms are mild; furthermore, subclinical evidence of mirroring has been reported (Franz et al., 2015).

CMM, as defined herein (and in other studies: Franz et al., 2015; Méneret et al., 2017) refers to the non-syndromic form in that isolated mirroring is the only behavioral symptom (at least, the only one known). However, it is important to point out that other syndromic mirroring conditions that feature mirror movements as a sign or symptom of more encompassing neurological disorders exist (e.g., Klippel-Feil syndrome, Usher's syndrome, agenesis of the corpus callosum [Schott & Wyke, 1981], Kallmann syndrome [Krams et al., 1999], Parkinson's Disease [Li et al., 2007], or following stroke [Nelles, Cramer, Schaechter, Kaplan, & Finklestein, 1998]), and typically pose further consequences for behavior and cognitive functioning.

The severity in which CMM manifests has been shown to vary widely across individuals. For example, CMM may be undetectable upon visual observation, but when present can be measured in movements ranging from the fingertips to the shoulder girdle; it may or may not also be apparent in other effectors such as the toes (Franz et al., 2015). It can vary in extent across affected members of the same family (Fasano et al., 2014; Franz et al., 2015), yet it seems a commonality that mirroring occurs primarily in the distal upper limbs during active movements (i.e., voluntary or intentional, as opposed to passive movements which occur when someone or something else acts on the body). CMM is present during infancy with no apparent progression or regression in intensity throughout life and is not accompanied by other functional deficits as yet known, unless related to a form of disorder as listed above (Schott & Wyke, 1981). Whereas symmetrical bimanual movements are easy to perform by people affected by CMM, bimanual actions requiring distinct movements of the two hands (Franz, 2003; Franz, Zelaznik, & McCabe, 1991; reviewed in Franz, 2012) pose far more difficulty than in neurologically-normal samples. For example, skills such as playing the piano present a great challenge, although can become possible through practice with concerted effort/attention. However, applying effort or attention does not completely eliminate the mirroring (Schott & Wyke, 1981). Mirror movements also tend to be of lesser amplitude than the intended movements they mimic (Franz et al., 2015). Painful contractions of the muscles in the mirroring limb can occur in some individuals with CMM while attempting to suppress

the involuntary movements (Cincotta et al., 2003) but typically, mirroring is linked to embarrassment and clumsiness more so than severe functional difficulties (Schott & Wyke, 1981). However, it is rather surprising that more focus has not been directed toward developing methods of CMM management, particularly in respect to control of unimanual and bimanual actions. At present, therapeutic strategies are largely limited to biofeedback (i.e., gaining awareness of muscle activity using electromyography readings; Schott & Wyke, 1981) and rehabilitative training (i.e., engaging in regular physical and mental practice of unilateral and separate bilateral finger movements; Cincotta et al., 2003), but their long-term effectiveness is questionable (cf. Interventions).

Isolated mirroring, as in CMM, can be quite difficult to detect, even to the trained clinical eye. Attempting to diagnose CMM in young children can be especially complicated given that young children normally demonstrate some mirroring of the distal upper extremities, possibly in association with neurodevelopmental processes such as maturation (including myelination) of the corpus callosum (Mayston, Harrison, & Stephens, 1999; cf. other examples below). Understanding the behavioral phenotype(s) of CMM is a step toward a better understanding of the condition but may also assist in its clinical diagnosis.

While the mirroring present in CMM can be a nuisance and interfere with everyday activities, people with CMM have seemed to cope with the condition quite well in many cases (Franz, 2003). Unfortunately, that is not the case for all affected individuals, some of whom have reported difficulties in work-related tasks, such as writing or typing on computer keys, or with skills that require coordinated movements of the two hands, such as playing musical instruments (Cohen et al., 1991). There are even reports of quite severe pain in the non-dominant arm while writing due to attempts to stifle the mirror movements (Cincotta et al., 2003; Franz et al., 2015). Thus, CMM poses some challenges that can influence well-being and typical daily activities, and can be particularly concerning, especially for parents of a young child who shows mirroring early in life, thus driving the family to seek medical help (Fasano et al., 2014). The present review covers some of the known details of relatively new findings linked to the neuroanatomical mechanisms and genetics underlying CMM, and then provides information more relevant to the clinical eye.

Neurodevelopmental Considerations and Related Neural Correlates

Given that CMM is thought to be present at birth, a number of neurodevelopmental effects have been

considered. Ipsilateral corticospinal tracts (ICSTs) can be observed in neurologically-normal newborns but are expected to withdraw during the first 18 months of life and become vestigial (Eyre, Taylor, Villagra, Smith, & Miller, 2001). However, evidence supporting the presence of ICSTs in adult CMM cases has been well documented. Whether fast-conducting ICSTs among individuals who have CMM are a result of genetic mutations that impact axonal guidance during gestation, or that influence the postnatal withdrawal (i.e., axon or synapse elimination) process, is not yet disentangled. In an initial study, Cohen et al. (1991) tested for motor evoked potentials (MEPs) in the thenar muscles of each hand (found at the base of the thumb) of two individuals with CMM using transcranial electric stimulation and transcranial magnetic stimulation (TMS). For both participants, stimulation by either transcranial electric stimulation or TMS resulted in bilateral thenar muscle responses that occurred at similar latencies. The researchers suggested that interhemispheric connections were not responsible for the bilateral muscle responses because conduction through the corpus callosum would have caused movements to be slightly delayed in the mirroring hand (rather than simultaneous as measured), a finding corroborated by others (e.g., Cincotta et al., 1994). Farmer, Ingram, and Stephens (1990) proposed the interesting alternative possibility that the contralateral corticospinal tracts have abnormal distal branches which connect to the ipsilateral side and might be the cause of mirroring (rather than ICSTs), but their theory has been questioned by others (Cincotta et al., 2003).

Despite Cohen et al.'s (1991) assertion that the production of mirror movements is not due to the transfer of motor signals across the corpus callosum, some evidence is suggestive of bilateral primary motor cortex (M1) activation. Cincotta, Lori, Gangemi, Barontini, and Ragazzoni (1996) assessed this possibility by recording the cortical silent periods of abductor pollicis brevis muscles (part of the thenar eminence) bilaterally using electromyography when an individual with CMM received unilateral TMS to M1. The participant demonstrated a bilateral silent period (as opposed to the typical unilateral) that was significantly shorter than in controls. That outcome led the researchers to propose that the mirror M1 causes early resumption of EMG activity at a lower amplitude once transient interhemispheric inhibition (due to the TMS application in the active M1) ceases. This interhemispheric inhibition refers to a neural process in which motor commands are prevented from spreading beyond the active hemisphere, thereby enabling movements to be performed strictly unilaterally (Cincotta & Ziemann, 2008; Shen & Franz, 2005). Thus, the study of Cincotta et al. (1996) suggests that the production of mirror movements may

be attributable to both ipsilateral corticospinal tracts and bilateral M1 activity.

Gallea et al. (2013) assessed three possible hypotheses aimed at elucidating how mirror movements are produced on the basis of tests for 1) evidence of ipsilateral corticospinal tracts; 2) abnormal interhemispheric inhibition leading to motor commands emanating from bilateral M1; and 3) transfer of motor plans from the secondary motor areas to M1 in each hemisphere. Seven individuals with CMM underwent single-pulse focal TMS methods, which confirmed that contralateral and ipsilateral MEPs occurred in the hand muscles. MEPs measured in the mirror hand were significantly smaller than in the volitional hand, but no differences in latency were detected between hands, corroborating Cohen et al.'s (1991) and Cincotta et al.'s (1994; 1996; 2003) findings that individuals with CMM have functional ipsilateral corticospinal tracts even into adulthood. Additional evidence consistent with the presence of ICSTs was demonstrated by Gallea et al. (2013) using diffusion tractography. The ICSTs were found to be characterized by a higher proportion of fibers than the contralateral tracts for the CMM participants, which goes against expectations given that neurotypical adults should have vestigial ipsilateral corticospinal tracts (Eyre et al., 2001). A similar finding has recently been reported by Méneret et al. (2017).

To test interhemispheric inhibition (i.e., the restriction of motor output to the active hemisphere during performance of unilateral actions), Gallea et al. (2013) calculated fractional anisotropy (FA), an index of water diffusion along axons, which is used as a proxy measure of the density of neuronal fibers. FA values for the portion of the corpus callosum that connects homologous hand motor areas were significantly larger in CMM participants compared to controls. The FA values were interpreted as differences in connection probabilities, which are thought to contribute to abnormal interhemispheric inhibition. The larger the connection probability, the more precise the synchronicity of muscular activity during mirror movements. Such findings are congruous with the view presented in Cincotta et al. (1996; 2002), that both primary motor cortices contribute to the activity of the voluntary and mirroring hands (Gallea et al., 2013).

The supplementary motor area (SMA) has been associated with motor planning, which gave rise to the proposal in Gallea et al. (2013) that abnormalities of the SMA could impact how motor plans are transmitted to the primary motor areas, and as a consequence of such irregularities, mirror movements could result. Consistent with involvement of motor

planning areas, recent findings have revealed abnormal premotor processes in people with CMM (Franz & Fu, 2017; 2018). Furthermore, it has been acknowledged that subcortical processes, such as those comprising thalamo-basal-ganglia circuits, might play a part in SMA activity (cf. Franz & Fu, 2017; 2018, for more details). To test for possible SMA involvement, Gallea et al. (2013) analyzed people with CMM using functional magnetic resonance imaging while they performed sequential finger tapping movements either unilaterally or bilaterally. When tapping with just one hand, a larger than expected neural response was found in the ipsilateral SMA, but contralateral SMA activity was neurotypical. A positive correlation was also identified between mirror movement severity, as measured by EMG, and ipsilateral SMA activity (Gallea et al., 2013).

Connectivity between the primary and supplementary motor regions was another measure investigated by Gallea et al. (2013). In unimanual tapping conditions performed by those with CMM, greater degrees of connectivity between ipsilateral SMA and M1 (regions on the same side of the body as the intentional finger tapping movements) were demonstrated in comparison to connectivity between contralateral SMA and M1 (regions on the opposite side). However, based on structural measures, FA values of the neural pathways between each hemisphere's SMA and M1 were comparable, which suggests no differences in connection probabilities. The findings indicate that functional variations, rather than anatomical ones, are the more probable cause of the atypical neural activity patterns observed in individuals with CMM with respect to supplementary and primary motor areas (Gallea et al., 2013).

Multiple conclusions about CMM can be drawn from the comprehensive study undertaken by Gallea et al. (2013). First, the presence of fast-conducting ipsilateral corticospinal tracts is strongly characteristic of the condition. Secondly, the connection probability of homologous hand motor territories (a reflection of interhemispheric inhibition deficiencies) seems to be especially large in cases of CMM. Gallea et al. (2013) proposed that this enhanced connection probability may be evidence of a compensatory mechanism (i.e., neuronal density is increased in an unsuccessful attempt to strengthen interhemispheric inhibition). Lastly, motor acts have been shown to be initiated by the supplementary motor area when it ceases inhibiting the primary motor cortex (Ball et al., 1991). As more activity was observed between the ipsilateral SMA and M1 than between those regions on the contralateral side, the implication is that the ipsilateral SMA may also play a role in the production of mirror movements. The integrated approach of Gallea et al.

(2013) adds to the discoveries of Cohen et al. (1991) and Cincotta et al. (1994; 1996; 2002; 2003) while also showcasing the breadth of how CMM can impact the motor system.

Genetic Mutations

The intention of the present review is to focus primarily on the behavioral findings and consequences of CMM, and although we work with clinical geneticists, we ourselves are not geneticists. Hence our treatment (below) of genetics and neuroanatomy will be briefer than our treatment of the neurodevelopmental correlates of CMM (cf. Méneret et al. [2017] and Marsh et al. [2018] for more complete treatments of the genetics to date). As a quick overview of the genetics findings, at present, causative variants in three different genes with autosomal dominant inheritance have been discovered: *DCC* (Srouf et al., 2010), *RAD51* (Depienne et al., 2012), and *NTNI* (Méneret et al., 2017); only one copy of the gene would be necessary for the condition to manifest in an offspring. A mutation in *DNAL4*, thought to cause an autosomal recessive form of the disorder, has also been reported (Ahmed et al., 2014): autosomal recessive means that two copies of the gene would be needed to manifest the condition in the child of an affected individual or genetic carrier. Other causal mutations are likely to exist, given that a number of affected people do not have mutations in the known causative genes (Fasano et al., 2014; Franz et al., 2015; Méneret et al., 2014; 2017).

Interestingly, *DCC*, *RAD51*, and *NTNI* all are linked with netrin-1 signaling, which has an important role during early nervous system development. Netrin-1 is notable for playing a part in axon guidance across the body's midline, thereby laying the foundations for the strong contralateral connectivity between the brain's hemispheres and the nerves running throughout the body in the normal nervous system (Serafini et al., 1996). Srouf et al. (2010) studied members of a French-Canadian family and an unrelated Iranian family with CMM. Genetic analysis revealed a frameshift mutation of gene *DCC* and a truncated *DCC* protein. As a result of truncation, the ability of *DCC* to bind to the protein netrin-1 is limited (Srouf et al., 2010). This reduction in netrin-1 binding is relevant because of the protein's role in attracting or repulsing axon populations during development (Keino-Masu et al., 1996; Serafini et al., 1996). The lack of netrin-1 availability is thought to be responsible for altering how the corticospinal tracts form in CMM cases, either because of protein instability or impairments in the secretion of netrin-1. This finding came to light after studying CMM families who have a mutation in *NTNI*, the gene that

specifically codes for the netrin-1 protein (Méneret et al., 2017).

With respect to discoveries of *RAD51*, Depienne et al. (2012) studied a French family with incomplete penetrance of CMM consistent with autosomal dominant heritability and discovered a nonsense mutation of *RAD51*. The researchers also identified a frameshift mutation of *RAD51* in a family from Germany. Both mutations result in haploinsufficiency of *RAD51*, meaning that there is less-than-normal availability of the protein and, consequently, the functionality of cells that rely on *RAD51* may be affected. Depienne et al. (2012) proposed that CMM might occur in people whose functional *RAD51* is lower than some critical level during development of the nervous system (cf. Franz et al., 2015 for details of another multigenerational family with a *RAD51* missense mutation).

In an attempt to better understand possible functional roles of *RAD51*, Depienne et al. (2012) studied the expression of *RAD51* during the development of the mouse cortex. When the mice were two days old, *RAD51* could be observed within the corticospinal axons of the pyramidal decussation, which suggests its involvement in the decussation process (i.e., the crossing of most corticospinal axons from one side of the brain to the opposite side of the body). Consequently, deficiency of the protein could create a situation in which robust ipsilateral corticospinal tracts might develop. Further findings of Glendining et al. (2017), also using a mouse model, suggested a novel function of *RAD51* linked to netrin-1 signaling. Specifically, the findings implicated *RAD51* as a negative regulator of netrin-1-induced axonal branching. Thus, the mutated form of *RAD51* is limited in its ability to regulate the effects of netrin-1 on neuritogenesis (i.e., the projection of an axon or dendrites from the cell body of a neuron).

Although most of the genetic research investigating the basis of CMM has focused on the inherited form, studies have also examined sporadic cases, particularly to corroborate familial cases. In one of the largest genetic studies of CMM, Méneret et al. (2014) managed to identify numerous novel mutations of either *DCC* or *RAD51* in many, but not all, of their participants, suggesting that additional causal genes likely exist. Only mutations that cause *DCC* or *RAD51* truncation had been isolated in families with CMM (Depienne et al., 2012; Srour et al., 2010) when Méneret et al. (2014) conducted their research, but most of the mutations in the study's sporadic cases were missense variants, leading the authors to suggest that mutation type could impact the penetrance of CMM inheritance (i.e., the likelihood that the

condition will actually manifest in individuals who carry the mutated genes).

CMM resulting from *DCC* mutations is thought to have a penetrance rate of 42% (Marsh et al., 2017) and the rate could be as high as 50% in the French and German families with *RAD51* mutations (Depienne et al., 2012). Méneret et al. (2014) proposed that the apparently sporadic cases of CMM linked to missense variants may actually reflect inheritance at a lower penetrance rate than is associated with mutations causing gene truncation. This is because mutated proteins may still be expressed when missense variants occur. The researchers provided the alternative explanation that missense variants are responsible for affecting susceptibility to CMM, but that environmental factors determine if the condition develops.

Genotype-Phenotype Variability

To determine if differences in the phenotypic expression of CMM are present (i.e., how the condition physically manifests in the hands and possibly elsewhere around the body), Franz et al. (2015) recruited five families with CMM-affected individuals. A *RAD51* mutation and a *DCC* mutation were each identified in different families, but some affected individuals in the study were negative for *DCC*, *RAD51*, and *DNAL4* mutations. The researchers analyzed the CMM mirroring phenotype in detail using in-house accelerometer gloves, Dexterity Otago (DexterO, a newly developed package consisting of a device and software that is able to track subtle micro-movements during tasks performed by the hands). A standard tapping task in which participants are asked to tap unimanually through time (30 seconds per trial) was used for the CMM phenotyping. Based on measures of the index fingers, two types of mirroring were found: one referred to as “actual”, in which the mirroring was of a smooth and continuous form that strongly resembled the intentional movements of the non-mirror hand; the other referred to as “fractionated”, in which the mirroring was of a fragmented form, without precise resemblance to the intentional hand's movements (Franz et al., 2015). Although sample sizes were too small to reliably assess possible genotype-phenotype correlations, actual mirroring characterized affected individuals in the *RAD51*-CMM family, whereas fractionated characterized individuals in the *DCC*-CMM family (Franz et al., 2015). Furthermore, there were not clear left-right asymmetries across the sample in terms of the extent of mirroring found in affected members of the families tested, but larger sample sizes should shed important light on that issue. Another potentially revealing finding of Franz et al. (2015) is that in a small portion of the sample of individuals with CMM,

the mirroring could not be detected on the basis of visual inspection but was detected by DexterO. This is, of course, highly relevant to clinical diagnosis, as it might assist in the detection of CMM (in suspected cases including familial relatives with the visually-unobservable phenotype). DexterO is inexpensive, easily transportable, and relatively straightforward to apply. The use of this detection technique, and the subsequent identification of larger sample sizes with CMM, could improve estimates of the penetrance of the inherited version of the condition and of the overall prevalence of CMM.

Phenotypic differences in terms of gender and the penetrance of CMM have been proposed to exist, but again, large enough samples have not been tested to perform conclusive tests. CMM linked to *DCC* mutations was more prevalent among men in the studies of Srour et al. (2009; 2010) and Marsh et al. (2017). In contrast, only the female members of an Italian family were identified by Fasano et al. (2014) to have CMM, and all were negative for mutations involving *DCC* or *RAD51*. Notably, the Italian family experienced higher rates of mirroring in their feet and toes than had been reported in another family (Srour et al., 2009) and the individuals typically failed to notice their mirror movements. The only exceptions were the two oldest females: their mirroring was severe, but they attributed their unintentional actions to clumsiness. Unlike in other reports, which suggest that mirroring does not change with age, more extreme mirroring was found in the oldest members of the sample of Fasano et al. (2014). This again begs the question of whether different mirroring phenotypes exist, given that age-dependent effects have not previously been observed (Gallea et al., 2013). Overall, the findings of Fasano et al. (2014) showcase how diversely CMM can manifest (even within the same family) in terms of how strongly individuals are affected by the condition and in what secondary motor systems the mirroring occurs (in addition to primary mirroring in the hands/fingers).

Somatosensory Irregularities

What little attention the somatosensory system has received in the context of non-syndromic CMM research has revealed no clear evidence of sensory-related developmental anomalies. Schott and Wyke (1981) studied seven individuals with mirror movements, two with CMM (i.e., one inherited and one sporadic) and five whose mirroring was associated with an alternative disorder (e.g., Usher's syndrome). Sensory responses in the hands were assessed and found to be normal, with the exception of one report of an individual with apparent impairments in postural sense of the fingers when they were moved by the experimenter in different directions. Upon further

inspection, however, the proprioceptive abnormalities experienced by that individual could have been due to a cranio-cervical anomaly that was thought to be the cause of the mirroring (Schott & Wyke, 1981).

To measure somatosensory evoked potentials (SEPs), the median nerves in the wrists of two people with CMM were electrically stimulated by Cohen et al. (1991). That study found no significant differences in SEPs between those with CMM and controls. Cincotta et al. (1994) conducted a similar experiment with one individual who had non-syndromic CMM. As in Cohen et al. (1991), SEPs were contralateral to the stimulated nerve and of typical latency, leading the researchers to conclude that CMM does not cause the somatosensory afferent pathways to develop or function abnormally (Cincotta et al., 1994). Capaday, Forget, Fraser, and Lamarre (1991) also stimulated the median nerve (H reflex) and index finger (cutaneous reflex) of three people with non-syndromic CMM, none of whom claimed to have perceived sensations in the hand contralateral to the stimulation. That study found contralateral SEPs, as in the previous studies, indicative of normal sensory function.

Anecdotes suggestive of somatosensory abnormalities have appeared in the CMM research literature, but they have garnered little attention. In 1914, a study by H. Drinkwater (cited in Pratt, 1967) featured a young boy with CMM, perhaps the earliest documented case. In addition to the synchronized bimanual movements typical of CMM, it was also reported that the child perceived some unilateral sensations as being bilateral. However, Pratt (1967) questioned the authenticity of the boy's claim. Guttman, Maclay, and Stokes (1939) documented a family in which some members reportedly experienced passive mirroring (i.e., when mirror movements are initiated by an outside force acting on only one hand of an affected individual) that was of lesser amplitude and slightly delayed in comparison to the movements caused by the researchers. Even more uniquely, one man's passive movements were observed to be parallel, rather than mirrored, under some conditions. For example, when the researchers supinated one hand, the other might pronate instead of supinate. That effect could be produced by either physical or electrical stimulation. Based on their observations, the researchers postulated that passive and active mirroring were likely caused by the same nervous system pathways. Reports by Schott and Wyke (1977; 1981) about an unrelated case of CMM in an otherwise normal teenage boy who also experienced passive and parallel mirroring add further curiosity about the potential of CMM to influence the somatosensory system.

The hypothesis that the somatosensory system is affected in some way by CMM, even to a subclinical degree, is in our view still open to rigorous investigation. If aspects of proprioception, haptic perception, and/or other features related to sense of touch are in any way altered in people with CMM, these abnormalities have either gone unnoticed or have been disregarded in the research literature thus far. Discovering how and why the somatosensory system is impacted in cases of CMM (if so) would likely inform on the physical manifestations of the condition and perhaps subtle somatosensory functions.

Living with Congenital Mirror Movements

In some individuals with CMM, the presence of mirroring has been noted by a parent, caretaker, or professional, by the time the individual has reached one year of age (Ahmed et al., 2014; Cohen et al., 1991; Fasano et al., 2014; Srour et al., 2009). Cohen et al. (1991) reported on an adult male with CMM whose bilaterally synchronized limb movements prevented him from crawling and delayed learning to walk because of balance issues. An adult woman with mirror movements was also studied by Cohen et al. (1991). She was thought to have delayed motor development as a child because of the difficulties caused by her mirror movements. Although CMM is typically considered a stable condition across the lifespan (i.e., the severity of the mirror movements does not change with time; Gallea et al., 2013; Schott & Wyke, 1981; Fasano et al., 2014), mirroring may become more obvious as early development progresses, due to an increased dependence on skilled bimanual actions, particularly those requiring strong grasps and fine motor control (e.g., buttoning a shirt). Evidence of a struggle with bimanual actions might make the mirroring seem more noticeable and disruptive over time (Cohen et al., 1991).

Although the majority of people in our own CMM cohort have suggested that the mirroring is of no real consequence to their happiness or ability to achieve success in work and family life, a number have commented on the challenges that the mirroring can pose. This is particularly the case with learning new skills using hands, such as typing, playing a musical instrument, and even tying shoes (for those who remember learning that skill, as the majority of our cohort has interacted with us only during their adult lives). The man with CMM featured in Cohen et al.'s (1991) study reportedly could not go up a ladder, struggled with learning the guitar, and could not run until high school due to the challenge of alternating swings of his arms. As a student in medical school, performing percussion during physical examinations (i.e., having to tap body parts with the fingers) was said to be a hurdle and, one can assume, might have

interfered with his ability to adequately do his job later on.

As for the woman with CMM in the study of Cohen et al. (1991), even simple actions, such as opening and closing one hand or tapping a knee, could be enough to induce mirror movements. Although she had no issues with swimming using the breaststroke, it took her four years to learn the crawl because she apparently struggled with moving each arm independently. Like many other individuals with CMM, her mirror movements also interfered when trying to write or type (Cincotta et al., 1994; 2003; Cohen et al., 1991).

While some people with CMM reportedly experience no social or functional impairments due to their condition, other than perhaps clumsiness (Fasano et al., 2014), others face pain (Cincotta et al., 2003), embarrassment (Schott & Wyke, 1981; Srour et al., 2009), or potential limitations in their career prospects (Schott & Wyke, 1981). A young girl claimed that trying to control her mirror movements caused her pain in the muscles in her left shoulder when she wrote using her right hand (Cincotta et al., 2003) and others have also made mention of such pain associated with writing (Franz et al., 2015). A teenage boy mentioned being highly self-conscious at school when he mirrored while writing, and there was some worry over his ability to become a diamond cutter in the future. When stressed and anxious, an adult male with inherited CMM stated that his mirroring seemed to become enhanced. However, he still claimed that, overall, the mirror movements did not negatively impact his daily activities (Schott & Wyke, 1981).

Interventions

Although mirroring can make performing unimanual and bimanual tasks especially difficult, some people with CMM are able to overcome certain bimanual hurdles if they engage in concentrated effort and practice of those skills. Franz (2003) made mention of two individuals within a CMM family, one of whom could ride a motorcycle even though separate hand movements are necessary to operate the throttle and the brake. The other was talented at playing a twelve-string guitar, a feat that would be impressive even without the mirror movements. Srour et al. (2009) pointed out that CMM has not prevented two members of a French-Canadian family from becoming an electrician and a secretary, professions that both require dexterous skills of the hands and fingers. Clearly, having CMM does not guarantee that an individual will be held back from successfully pursuing their wants in life (and the talented sample of people we work with further emphasizes that fact).

While CMM is largely tolerated by the individuals who have it, that in no way negates the need to further explore the more practical consequences of the condition. If children who experience mirroring are embarrassed by their involuntary movements, they may be teased at school or otherwise fail to thrive in some way, which may have long-term implications for their personal and educational achievement. The same could be said for adults in the workplace and their potential for upward mobility, assuming they are even able to pursue their desired careers given the interference of mirror movements in their hands. There is also the issue of everyday hindrances, such as the possible difficulty of engaging in recreational activities like playing instruments or participating in sports. Struggling with an act as commonplace as typing on a computer keyboard may have rather severe social consequences in this modern era, which again points to the need to develop accurate diagnoses and further seek solutions for those with CMM.

In terms of managing CMM, some individuals with CMM reported a perceived ability to exercise a measure of control over their mirroring (Schott & Wyke, 1981; Srouf et al., 2009) and a couple of methods for training to overcome mirroring have been encouraging. For example, Schott and Wyke (1981) worked with an individual with CMM by collecting EMG biofeedback from his forearm extensor muscles and playing tones alongside a visual display of a calibrated meter to indicate when muscular activity occurred in the mirroring arm. After training with the auditory and visual feedback for sessions lasting up to twenty minutes, mirroring could be suppressed in both hands for a few minutes, but the suppression was not permanent or even long-lasting. The young girl featured in the study of Cincotta et al. (2003), who suffered from shoulder pain while writing, went through seven months of rehabilitative training in an attempt to produce unilateral finger movements. For fifteen to twenty minutes per day, she performed symmetrical finger movements, then non-symmetrical finger movements that were designed to increase in difficulty over time, and lastly, she engaged in mental imagery of her finger movements occurring unilaterally. After completing all of the training, she mirrored less frequently while making unilateral finger movements. In addition, the painful muscle contractions no longer affected her left shoulder. However, her abductor pollicis brevis muscles, which were not included in the training, were unchanged in their mirroring frequency. As suggested by those results, rehabilitative training can be helpful, but the effects do not appear to generalize to untrained muscles. Unfortunately, whether the benefits persisted after training ceased is unknown (Cincotta et al., 2003). Further exploration by the research community of both biofeedback and rehabilitative training as

possible methods of CMM management could prove beneficial, but, given the lack of knowledge about long-term potential, we caution that neither method should be viewed as a way of treating or reversing the condition.

Future Studies

As discussed earlier, EMG biofeedback (Schott & Wyke, 1981) and rehabilitation training of the distal upper limb muscles (Cincotta et al., 2003) have shown moderate success in reducing the incidence of mirroring in the immediate/short-term, but there is a lack of follow-up studies. The mirroring community might benefit from an increased awareness of the condition and most people we have worked with are eager to learn more about the possible management of CMM, but access to people with CMM for experimental purposes can be extremely limited. However, researchers may be able to investigate involuntary movement control by working with young children who display associated (i.e., extraneous) movements of one part of the body while exerting effort with the homologous muscles of the opposite side (e.g., a twitch of the right eyelid while trying to wink with the left), a minor and commonplace effect that declines with age and may be suggestive of nervous system maturity (Connolly & Stratton, 1968). Perhaps studying the manner in which their naturally-occurring mirroring changes through development, and testing methods to actively decrease the prevalence of it, will inform on potential strategies for suppressing abnormal forms of mirroring such as CMM. Lazarus and Todor (1991) studied young boys with associated movements and demonstrated that audio feedback could significantly reduce the incidence of the movements in the childrens' hands by simply using a tone to call attention to the hand that is meant to remain stationary (should any unintentional muscular activity occur). Even after the tones were removed, fewer associated hand movements were observed. If those methods could be expanded and evaluated for their long-term potential, they could prove helpful to individuals who have CMM, perhaps more if such people were to begin feedback training while still young. Clearly, learning and attention are viable intervention options for reducing non-volitional movements.

A more widespread use of objective and quantifiable measures, such as those based on the use of accelerometer gloves (Franz et al., 2015), might assist in the earliest possible identification of mirroring in individuals. That might pave the way for the development of interventions aimed at minimizing interfering movements, which could then be introduced when the affected individuals are young and have nervous systems that are still highly

malleable. We have no doubt that the multidisciplinary scope of present investigations will continue to progress and lead to a better understanding of CMM and methods to approach management of the condition.

Conclusion

As a condition, CMM is far from being well understood. However, great strides have been made in recent decades to expand the knowledge base for its understanding by researchers, diagnosticians, clinicians, and most importantly, the people who experience mirror movements every day. The range of subtle central nervous system irregularities attributable to CMM has been thoroughly documented as including the ipsilateral corticospinal tracts (e.g., Cohen et al., 1991), connections between primary motor cortices (e.g., Cincotta et al., 1996), and circuitry of the supplementary motor areas (Gallea et al., 2013), but more certainly remains to be uncovered, and the somatosensory system offers nearly untrodden ground. Since 2010, mutations in four different genes have been isolated and suggested to lead to the development of CMM (Ahmed et al., 2014; Depienne et al., 2012; Méneret et al., 2017; Srour et al., 2010), opening the door to numerous other questions related to whether specific genotypes are related to distinct phenotypes (Franz et al., 2015). If there are indeed distinct phenotypes, clinicians could gain from not only being more cognizant of the condition in general, but also from knowing which signs to look for according to phenotypes. The development of better diagnostic tools, such as DexterO, the accelerometer gloves used by Franz et al. (2015), could be of additional aid toward that aim. Perhaps with greater understanding of how each individual with CMM is uniquely affected by having the condition, new CMM management strategies might be designed, and existing ones improved, to allow for broader application and effectiveness beyond the short-term (Cincotta et al., 2003; Schott & Wyke, 1981). CMM is relatively rare, and therefore the community with CMM is small, but the impressive resilience displayed by people with CMM and their generosity and openness to participate and learn about research, is inspiring. We hope that their patience will continue to be rewarded.

References

- Ahmed, I., Mittal, K., Sheikh, T. I., Vasli, N., Rafiq, M. A., Mikhailov, A., . . . Ayub, M. (2014). Identification of a homozygous splice site mutation in the dynein axonemal light chain 4 gene on 22q13.1 in a large consanguineous family from Pakistan with congenital mirror movement disorder. *Human Genetics, 133*, 1419-1429. <https://doi.org/10.1007/s00439-014-1475-8>
- Ball, T., Schreiber, A., Feige, B., Wagner, M., Lücking, C. H., & Kristeva-Feige, R. (1999). The role of higher-order motor areas in voluntary movement as revealed by high-resolution EEG and fMRI. *Neuroimage, 10*, 682-694. <https://doi.org/10.1006/nimg.1999.0507>
- Capaday, C., Forget, R., Fraser, R., & Lamarre, Y. (1991). Evidence for a contribution of the motor cortex to the long-latency stretch reflex of the human thumb. *The Journal of Physiology, 440*, 243-255. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1991.sp018706>
- Cincotta, M., Borgheresi, A., Boffi, P., Vigliano, P., Ragazzoni, A., Zaccara, G., & Ziemann, U. (2002). Bilateral motor cortex output with intended unimanual contraction in congenital mirror movements. *Neurology, 58*, 1290-1293. <https://doi.org/10.1212/WNL.58.8.1290>
- Cincotta, M., Borgheresi, A., Balzini, L., Vannucchi, L., Zeloni, G., Ragazzoni, A., . . . Ziemann, U. (2003). Separate ipsilateral and contralateral corticospinal projections in congenital mirror movements: Neurophysiological evidence and significance for motor rehabilitation. *Movement Disorders, 18*, 1294-1300. <https://doi.org/10.1002/mds.10545>
- Cincotta, M., Lori, S., Gangemi, P. F., Barontini, F., & Ragazzoni, A. (1996). Hand motor cortex activation in a patient with congenital mirror movements: A study of the silent period following focal transcranial magnetic stimulation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 101*, 240-246. [https://doi.org/10.1016/0924-980X\(96\)95621-0](https://doi.org/10.1016/0924-980X(96)95621-0)
- Cincotta, M., Ragazzoni, A., De Scisciolo, G., Pinto, F., Maurri, S., & Barontini, F. (1994). Abnormal projection of corticospinal tracts in a patient with congenital mirror movements. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology, 24*, 427-434. [https://doi.org/10.1016/S0987-7053\(05\)80075-9](https://doi.org/10.1016/S0987-7053(05)80075-9)
- Cincotta, M. & Ziemann, U. (2008). Neurophysiology of unimanual motor control and mirror movements. *Clinical Neurophysiology, 119*, 744-762. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.11.047>
- Cohen, L. G., Meer, J., Tarkka, I., Bierner, S., Leiderman, D. B., Dubinsky, R. M., . . . Hallett, M. (1991). Congenital mirror movements: Abnormal organization of motor pathways in two patients. *Brain, 114*, 381-403. <https://doi.org/10.1093/brain/114.1.381>
- Connolly, K. & Stratton, P. (1968). Developmental changes in associated movements. *Developmental Medicine & Child Neurology, 10*, 49-56. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1968.tb02837.x>
- Depienne, C., Bouteiller, D., Méneret, A., Billot, S., Groppa, S., Klebe, S., . . . Bhatia, K. (2012). RAD51 haploinsufficiency causes congenital

- mirror movements in humans. *The American Journal of Human Genetics*, *90*, 301-307. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2011.12.002>
- Eyre, J. A., Taylor, J. P., Villagra, F., Smith, M., & Miller, S. (2001). Evidence of activity-dependent withdrawal of corticospinal projections during human development. *Neurology*, *57*, 1543-1554. <https://doi.org/10.1212/WNL.57.9.1543>
- Familial congenital mirror movements. (2018). In *Orphanet encyclopedia*. Retrieved from https://www.orpha.net/consor/cgi-bin/OC_Exp.php?Lng=EN&Expert=238722
- Farmer, S. F., Ingram, D. A., & Stephens, J. A. (1990). Mirror movements studied in a patient with Klippel-Feil syndrome. *The Journal of Physiology*, *428*, 467-484. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1990.sp018222>
- Fasano, A., Bologna, M., Iezzi, E., Pavone, L., Srour, M., Di Biasio, F., . . . Colonnese, C. (2014). Congenital mirror movements in a new Italian family. *Movement Disorders Clinical Practice*, *1*, 180-187. <https://doi.org/10.1002/mdc3.12066>
- Franz, E. A. (2003). Bimanual action representation: A window to human evolution. In S. Johnston-Frey (Ed.), *Taking action: Cognitive neuroscience perspectives on the problem of intentional acts* (pp. 259-288). Cambridge, UK: The MIT Press.
- Franz, E. A. (2012). The allocation of attention to learning of goal-directed actions: A cognitive neuroscience framework focusing on the basal ganglia. *Frontiers in Psychology*, *3*, 535. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00535>
- Franz, E. A., Chiaroni-Clarke, R., Woodrow, S., Glendining, K. A., Jasoni, C. L., Robertson, S. P., . . . Markie, D. (2015). Congenital mirror movements: Phenotypes associated with DCC and RAD51 mutations. *Journal of the Neurological Sciences*, *351*, 140-145. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2015.03.006>
- Franz, E. A. & Fu, Y. (2017). Pre-movement planning processes in people with congenital mirror movements. *Clinical Neurophysiology*, *128*, 1985-1993. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2017.07.412>
- Franz, E. A. & Fu, Y. (2018). Reply to "Movement-related neural processing in people with congenital mirror movements beyond the (cortical) surface." *Clinical Neurophysiology*, *129*, 709-710. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2017.12.036>
- Franz, E. A., Zelaznik, H. N., & McCabe, G. (1991). Spatial topological constraints in a bimanual task. *Acta Psychologica*, *77*, 137-151. [https://dx.doi.org/10.1016/0001-6918\(91\)90028-X](https://dx.doi.org/10.1016/0001-6918(91)90028-X)
- Gallea, C., Popa, T., Hubsch, C., Valabregue, R., Brochard, V., Kundu, P., . . . Alexandre, N. (2013). RAD51 deficiency disrupts the corticospinal lateralization of motor control. *Brain*, *136*, 3333-3346. <https://doi.org/10.1093/brain/awt258>
- Glendining, K. A., Markie, D., Gardner, R. J. M., Franz, E. A., Robertson, S. P., & Jasoni, C. L. (2017). A novel role for the DNA repair gene rad51 in netrin-1 signaling. *Scientific Reports*, *7*, 1-9. <https://doi.org/10.1038/srep39823>
- Guttmann, E., Maclay, W. S., & Stokes, A. B. (1939). Persistent mirror-movements as a heredo-familial disorder. *Journal of Neurology and Psychiatry*, *2*, 13-24. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Keino-Masu, K., Masu, M., Hinck, L., Leonardo, E. D., Chan, S. S. Y., Culotti, J. G., & Tessier-Lavigne, M. (1996). Deleted in colorectal cancer (DCC) encodes a netrin receptor. *Cell*, *87*, 175-185. [https://doi.org/10.1016/S0092-8674\(00\)81336-7](https://doi.org/10.1016/S0092-8674(00)81336-7)
- Krams, M., Quinton, R., Ashburner, J., Friston, K. J., Frackowiak, R. S. J., Bouloux, P. M., & Passingham, R. E. (1999). Kallmann's syndrome: Mirror movements associated with bilateral corticospinal tract hypertrophy. *Neurology*, *52*, 816-816. <https://doi.org/10.1212/WNL.52.4.816>
- Lazarus, J. A. C. & Todor, J. I. (1991). The role of attention in the regulation of associated movement in children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *33*, 32-39. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1991.tb14783.x>
- Li, J. Y., Espay, A. J., Gunraj, C. A., Pal, P. K., Cunic, D. I., Lang, A. E., & Chen, R. (2007). Interhemispheric and ipsilateral connections in Parkinson's disease: Relation to mirror movements. *Movement Disorders*, *22*, 813-821. <https://doi.org/10.1002/mds.21386>
- Marsh, A. P., Edwards, T. J., Galea, C., Cooper, H. M., Engle, E. C., Jamuar, S. S., . . . Robinson, G. (2018). DCC mutation update: Congenital mirror movements, isolated agenesis of the corpus callosum, and developmental split brain syndrome. *Human Mutation*, *39*, 23-39. <https://doi.org/10.1002/humu.23361>
- Marsh, A. P., Heron, D., Edwards, T. J., Quartier, A., Galea, C., Nava, C., . . . Bunt, J. (2017). Mutations in DCC cause isolated agenesis of the corpus callosum with incomplete penetrance. *Nature Genetics*, *49*, 511-514. <https://doi.org/10.1038/ng.3794>
- Mayston, M. J., Harrison, L. M., & Stephens, J. A. (1999). A neurophysiological study of mirror movements in adults and children. *Annals of Neurology*, *45*, 583-594. [https://doi.org/10.1002/1531-8249\(199905\)45:5<583::AID-ANA6>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/1531-8249(199905)45:5<583::AID-ANA6>3.0.CO;2-W)
- Méneret, A., Depienne, C., Riant, F., Trouillard, O., Bouteiller, D., Cincotta, M., . . . Borgheresi, A. (2014). Congenital mirror movements mutational analysis of RAD51 and DCC in 26 cases. *Neurology*, *82*, 1999-2002. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000000477>

- Méneret, A., Franz, E. A., Trouillard, O., Oliver, T. C., Zagar, Y., Robertson, S. P., . . . Depienne, C. (2017). Mutations in the netrin-1 gene cause congenital mirror movements. *The Journal of Clinical Investigation*, *127*, 3923-3936. <https://doi.org/10.1172/JCI95442>
- Méneret, A., Trouillard, O., Depienne, C., & Roze, E. (2015). Congenital mirror movements. *GeneReviews*. Retrieved from www.ncbi.nlm.nih.gov
- Nelles, G., Cramer, S. C., Schaechter, J. D., Kaplan, J. D., & Finklestein, S. P. (1998). Quantitative assessment of mirror movements after stroke. *Stroke*, *29*, 1182-1187. <https://doi.org/10.1161/str.29.6.1182>
- Pratt, R. T. C. (1967). *The genetics of neurological disorders*. London, UK: Oxford University Press.
- Schott, G. D. & Wyke, M. A. (1977). Obligatory bimanual associated movements: Report of a non-familial case in an otherwise normal left-handed boy. *Journal of the Neurological Sciences*, *33*, 301-312. [https://doi.org/10.1016/0022-510X\(77\)90127-7](https://doi.org/10.1016/0022-510X(77)90127-7)
- Schott, G. D. & Wyke, M. A. (1981). Congenital mirror movements. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *44*, 586-599. <https://dx.doi.org/10.1136/jnnp.44.7.586>
- Serafini, T., Colamarino, S. A., Leonardo, E. D., Wang, H., Beddington, R., Skarnes, W. C., & Tessier-Lavigne, M. (1996). Netrin-1 is required for commissural axon guidance in the developing vertebrate nervous system. *Cell*, *87*, 1001-1014. [https://doi.org/10.1016/S0092-8674\(00\)81795-X](https://doi.org/10.1016/S0092-8674(00)81795-X)
- Shen, Y. C. & Franz, E. A. (2005). Hemispheric competition in left-handers on bimanual reaction time tasks. *Journal of Motor Behavior*, *37*, 3-9. <https://doi.org/10.3200/JMBR.37.1.3-9>
- Srouf, M., Philibert, M., Dion, M. H., Duquette, A., Richer, F., Rouleau, G. A., & Chouinard, S. (2009). Familial congenital mirror movements: Report of a large 4-generation family. *Neurology*, *73*, 729-731. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181b59bda>
- Srouf, M., Rivière, J. B., Pham, J. M., Dubé, M. P., Girard, S., Morin, S., . . . Diab, S. (2010). Mutations in DCC cause congenital mirror movements. *Science*, *328*, 592. <https://doi.org/10.1126/science.1186463>

Received January 22, 2018
Revision received June 18, 2018
Accepted June 25, 2018 ■

Les troubles du sommeil chez l'enfant et l'adolescent atteints de troubles neurodéveloppementaux : une évaluation nécessaire en neuropsychologie

Héjar El-Khatib^{1,2}, Aubrée Boulet-Craig^{1,2}, Katia Gagnon^{2,3} et Roger Godbout^{2,4}

¹Université de Montréal, Département de psychologie

²Laboratoire et Clinique du sommeil, Hôpital Rivière-des-Prairies, CIUSSS du Nord de l'île de Montréal

³Université du Québec à Montréal, Département de psychologie

⁴Université de Montréal, Département de psychiatrie

Le sommeil joue un rôle fondamental dans la santé physique, mentale et cognitive des enfants. Malheureusement, les difficultés de sommeil sont très fréquentes dans la population pédiatrique (0-17 ans) et la prévalence est particulièrement élevée chez les enfants et adolescents atteints de troubles neurodéveloppementaux. Les troubles du sommeil nuisent au fonctionnement cognitif, à la capacité à réguler les émotions et aggravent de façon générale le portrait clinique. Il devient alors essentiel de documenter la présence de problèmes de sommeil dans le cadre de l'évaluation neuropsychologique. Le présent article propose ainsi une description du sommeil typique chez les jeunes, des problèmes de sommeil fréquemment associés aux troubles neurodéveloppementaux et des éléments clés à considérer dans la démarche d'évaluation neuropsychologique. L'objectif est d'outiller les neuropsychologues pour qu'ils soient en mesure d'identifier les problèmes de sommeil, les facteurs de risques et de protection, ainsi que de proposer des recommandations adaptées.

Mots clés : troubles du sommeil, troubles neurodéveloppementaux, pédopsychiatrie, neuropsychologie, recommandations

Sleep plays a fundamental role in the physical, mental, and cognitive health of children. Unfortunately, sleep difficulties are frequent in the pediatric population (0-17 years old) and are particularly common in children and adolescents with neurodevelopmental disorders. Sleep disorders interfere with cognitive functioning and emotion regulation, generally worsening their clinical profile. Thus, it is essential to document the presence of sleep problems as part of the neuropsychological evaluation. The present article proposes a description of typical sleep in youth, sleep difficulties frequently associated with neurodevelopmental disorders, and key elements to consider in the neuropsychological evaluation process. The aim is to present evaluation tools to neuropsychologists so they can identify sleep problems, as well as risk and protective factors, and suggest appropriate recommendations.

Keywords: sleep disorders, neurodevelopmental disorders, child psychiatry, neuropsychology, recommendations

L'influence du sommeil sur le fonctionnement cognitif, psychologique et comportemental de l'enfant est aujourd'hui établie par de nombreuses études. Chez l'enfant au développement typique, une réduction de la quantité du sommeil de seulement une heure peut être suffisante pour avoir un impact négatif sur les fonctions attentionnelles et exécutives, mais aussi sur le comportement et la régulation des émotions (Fallone, Acebo, Seifer, & Carskadon, 2005; Gregory

& Sadeh, 2012; Sadeh, Gruber, & Raviv, 2003). Par ailleurs, des études longitudinales indiquent que le manque de sommeil chez l'enfant en bas âge constitue un facteur de risque pour le développement de problèmes cognitifs, affectifs et comportementaux au cours de l'enfance et de l'adolescence (Dionne et al., 2011; Wang et al., 2016). À l'inverse, un sommeil de bonne qualité et quantité favorise les performances cognitives (Henderson, Weighall, Born, & Gareth-Gaskell, 2012; Tessier et al., 2015) et la réussite scolaire (Dewald, Meijer, Oort, Kerkhof, & Bögels, 2010; Hale & Guan, 2015). Ces associations ne sont pas surprenantes dans la mesure où le sommeil est fondamental pour le développement cognitif et la maturité cérébrale (Diekelmann & Born, 2010; Wilhelm, Prehn-Kristensen, & Born, 2012), et cela en particulier chez l'enfant (Wilhelm et al., 2013).

La correspondance concernant cet article devrait être adressée à /
Correspondence regarding this article should be addressed to :
Roger Godbout, Ph.D., Département de psychiatrie, Université de
Montréal. Laboratoire et clinique du sommeil, Hôpital en santé
mentale Rivière-des-Prairies, CIUSSS du Nord-de-l'Île de Mon-
tréal.

7070, Boul. Perras,
Montréal, QC, Canada, H1E 1A4
Courriel : roger.godbout@umontreal.ca

Chez les enfants souffrant de troubles neurodéveloppementaux (TND), le lien entre le sommeil et le fonctionnement diurne est d'autant plus important et suscite un intérêt majeur au sein de la communauté scientifique. Alors que la fréquence des troubles du sommeil dans la population pédiatrique générale varie entre 10 et 35 %, elle se situe entre 30 et 95 % chez la clientèle pédopsychiatrique, incluant les personnes atteintes de TND (Mindell & Owens, 2015; Owens, 2008). Les difficultés de sommeil interfèrent de manière importante sur le fonctionnement des enfants atteints d'un TND, notamment en aggravant de façon générale le portrait clinique chez ces derniers (Tietze et al., 2012). De plus, la présence de troubles du sommeil peut réduire l'efficacité des interventions mises en place pour traiter les difficultés associées aux différents TND (Tietze et al., 2012).

L'évaluation neuropsychologique étant un pivot central dans la démarche diagnostique et de prise en charge des enfants atteints de TND, il est essentiel de considérer l'impact des troubles du sommeil sur le fonctionnement cognitif. Toutefois, il n'existe pas de guide ou de normes officielles pour aider les neuropsychologues à identifier les troubles du sommeil dans le cadre de leur pratique. Cette revue vise ainsi à outiller les neuropsychologues pour qu'ils puissent être en mesure de documenter les difficultés de sommeil concomitantes aux TND, dans le but de formuler des hypothèses diagnostiques et des recommandations appropriées. Dans cette optique, les généralités sur le sommeil de l'enfant, les troubles du sommeil chez les enfants atteints de TND, les outils d'évaluation et les pistes de recommandations axées sur le sommeil que le neuropsychologue pourra utiliser, ainsi que des exemples cliniques concrets seront traités dans le présent article.

Le sommeil de l'enfant

Le sommeil est un état réversible caractérisé par un détachement perceptuel de l'environnement (Carskadon & Dement, 2005). Pour y parvenir, l'endormissement requiert une baisse des fonctions vigiles, tant psychologiques (p. ex., pensées intrusives) que physiologiques (p. ex., activité autonome sympathique; Carskadon & Dement, 2005). Il existe deux mécanismes principaux qui font en sorte qu'une personne s'endort et reste endormie, soit l'horloge biologique circadienne (*circa* en latin veut dire *à peu près*, et *die* signifie *journée*) et la dette de sommeil (Brown, Basheer, McKenna, Strecker, & McCarley, 2012; Dumont, 2003).

L'horloge biologique circadienne loge dans le noyau suprachiasmatique (c.-à-d., dans l'hypothalamus antérieur; Brown et al., 2012; Dumont, 2003). C'est une structure du cerveau qui donne l'heure au corps afin de bien synchroniser diverses activités phy-

siques et psychologiques au cours d'une journée (p. ex., agencer l'endormissement au début de la nuit avec une baisse de la température corporelle, une baisse de cortisol [hormone du stress], une baisse de la vigilance et un ralentissement du métabolisme). Le sommeil occupe habituellement une seule période consolidée pendant la nuit sous l'influence de la mélatonine, l'hormone de la noirceur, sécrétée par la glande pinéale selon un rythme dicté par l'horloge circadienne. Une mauvaise synchronisation du cycle veille-sommeil avec l'alternance jour-nuit cause un décalage nuisible des horaires, comme c'est souvent le cas chez les adolescents et les jeunes adultes (Godbout, Huynh, & Martello, 2010). Le glissement de l'horaire vers des heures plus tardives pendant les fins de semaine engendre un décalage qui doit être abruptement renversé le lundi matin, comme si la personne revenait à chaque fois d'un voyage au-delà de plusieurs fuseaux horaires.

Une fois le sommeil engagé, deux phases principales composeront la nuit de sommeil : le sommeil lent et le sommeil paradoxal (Godbout, 2016). Leur nom vient du fait que, pendant la première phase, la respiration et le pouls sont réguliers, mais plus lents qu'à l'éveil, la température corporelle a chuté et les ondes cérébrales montrent un rythme ample et lent. Le sommeil paradoxal, quant à lui, affiche le portrait inverse : la respiration et le pouls sont irréguliers et en moyenne plus rapides qu'en sommeil lent, la température corporelle varie selon la température ambiante et les ondes cérébrales sont de fréquence presque aussi rapide qu'à l'éveil, alors que l'enfant dort aussi profondément qu'en sommeil lent, ce qui semble « paradoxal ».

Le sommeil lent et le sommeil paradoxal sont responsables de fonctions distinctes, mais complémentaires (Godbout, 2016). Le sommeil lent participe surtout à la santé physique en corrigeant les déficits encourus lors des heures d'éveil qui l'ont précédé. Entre autres choses, il permet la sécrétion d'un pic de l'hormone de croissance, participe à la réparation des tissus lésés, contribue à la lutte immunitaire en cas d'infection bactérienne ou virale et rééquilibre les pertes d'énergie. Le sommeil paradoxal, pour sa part, joue un rôle déterminant au niveau psychologique et du développement du système nerveux. Grâce à l'activation cérébrale qui prédomine pendant le sommeil paradoxal, cette phase participe à la maturation du système nerveux et à la mise en mémoire à long terme des apprentissages réalisés pendant la journée (Born & Wilhelm, 2012; Wilhelm et al., 2013). C'est également pendant le sommeil paradoxal que sont produits les rêves typiques (c.-à-d., hallucinatoires), grâce à l'activation coordonnée du cortex, du système limbique et des amygdales cérébrales, du désengagement du cortex préfrontal dorsolatéral et de l'absence de gestuelle

par l'inhibition du tonus des muscles posturaux (Godbout, 2016). Le sommeil est donc loin d'être un état passif; il est plutôt un état actif tout aussi important que l'éveil, avec son rôle propre.

Au cours d'une nuit de sommeil, une personne alterne cycliquement entre sommeil lent et sommeil paradoxal, avec un court réveil à la fin de chaque cycle. Chez l'enfant, ces cycles peuvent durer entre 75 et 120 minutes selon l'âge (Kahn, Dan, Groswasser, Franco, & Sottiaux, 1996). Le premier cycle contient beaucoup de sommeil lent et peu de sommeil paradoxal, et les proportions s'inversent progressivement à mesure que la nuit avance. Ainsi, la première moitié de la nuit contient une majorité de sommeil lent, alors que la majorité du sommeil paradoxal se déroule en fin de nuit. Ceci montre bien que tout le sommeil est important, peu importe l'heure de la nuit. La Figure 1 illustre l'organisation des cycles selon l'âge de façon schématique. À la puberté, les cycles se présentent comme chez le jeune adulte.

La Figure 1 montre aussi que les réveils nocturnes peuvent s'allonger d'un cycle à l'autre, jusqu'au matin. Ce qui devrait être un très bref réveil peut devenir un réveil prolongé lorsque l'horloge circadienne fait défaut, comme c'est souvent le cas chez les enfants autistes (cf. Troubles du sommeil dans la population pédopsychiatrique). Des éléments perturbateurs, qu'ils soient de sources exogènes (p. ex., bruit, température ambiante) ou endogènes (p. ex., douleur, envie d'uriner), peuvent également interrompre le sommeil et faciliter de longs réveils nocturnes (Godbout, 2016). Le somnambulisme et les terreurs nocturnes, qui se produisent en sommeil lent au début de la nuit, et les cauchemars, qui se produisent en sommeil paradoxal surtout en fin de nuit, sont d'autres exemples de perturbateurs endogènes.

Il existe plusieurs publications qui proposent des normes pour la durée du sommeil selon l'âge. Le Tableau 1 rend compte de la proposition de la *National Sleep Foundation* américaine (Hirshkowitz et al., 2015), avec des valeurs presque identiques à celles

proposées par l'*American Academy of Sleep Medicine* (Sateia, 2014) en collaboration avec l'*American Academy of Pediatrics* (Paruthi et al., 2016).

Il faut toutefois rappeler que la durée et l'organisation du sommeil peuvent varier grandement selon le besoin en sommeil propre à chacun. Il y a ainsi des courts et des longs dormeurs qui vont présenter une quantité de sommeil supérieure ou inférieure à la moyenne de leur groupe d'âge (Hirshkowitz et al., 2015). Il existe également deux types de chronotype, du soir et du matin, qui indiquent le moment où une personne est la plus active. Le type du soir consiste en une heure de lever et de coucher plus tardive et un niveau d'éveil à son maximum en soirée, alors que pour le type du matin, l'heure de lever et de coucher est hâtive et la vigilance plus élevée en début de journée (Werner, Lebourgeois, Geiger, & Jenni, 2009). Il n'y a pas de règle absolue et toutes les combinaisons sont possibles : court dormeur/type du matin, court dormeur/type du soir, etc. Par exemple, les habitudes de sommeil et l'heure du coucher peuvent varier selon des facteurs culturels (Jenni & O'Connor, 2005). L'heure absolue du coucher joue peu sur l'architecture et les fonctions du sommeil, tant qu'il ne s'agit pas d'une privation de sommeil (Institute of Medicine, 2006). La règle d'or est qu'on considère qu'un enfant obtient la bonne quantité de sommeil s'il se réveille reposé. La meilleure façon de déterminer les préférences de sommeil d'un enfant ou d'un adolescent est d'utiliser un journal de sommeil (cf. Recommandations pour le sommeil).

La période consacrée au sommeil chez l'enfant représente 40 % d'une journée entière (Mindell & Meltzer, 2008), voire même plus (cf. Tableau 1).

Il n'est donc pas surprenant de constater qu'une mauvaise nuit chez un enfant ou un adolescent est suivie d'une journée difficile et que, inversement, il peut avoir du mal à trouver un bon sommeil après une journée difficile. Ces interactions sont encore plus marquées chez les enfants atteints de TND.

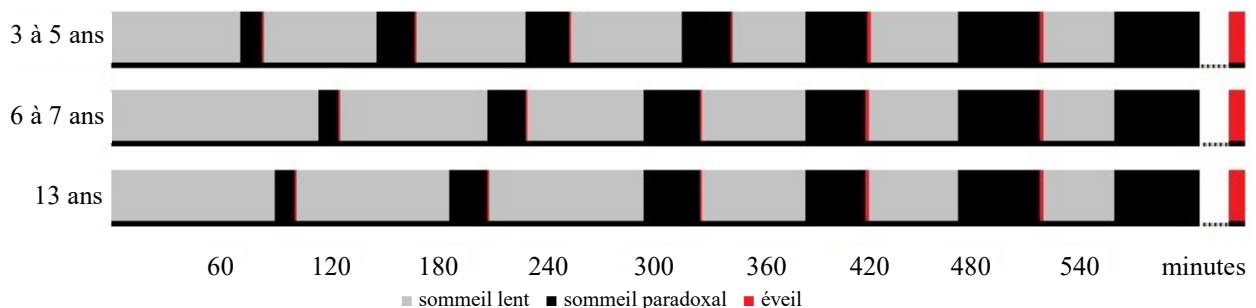


Figure 1. Cycles de sommeil selon l'âge des enfants.

Tableau 1

Durée du sommeil selon l'âge d'après la National Sleep Foundation

Âge	Durée du sommeil
1-2 ans	11 à 14 heures
3-5 ans	10 à 13 heures
6-13 ans	9 à 11 heures ^a
14-17 ans	8 à 10 heures
18-25 ans	7 à 9 heures

Note. ^a9 à 12 heures pour l'*Academy of Sleep Medicine*.

Troubles du sommeil dans la population pédo-psychiatrique

Le neuropsychologue spécialisé en pédiatrie est susceptible d'évaluer différentes problématiques neurodéveloppementales, notamment le trouble du déficit de l'attention/hyperactivité (TDA/H), les troubles d'apprentissage spécifiques, le trouble du spectre de l'autisme, la déficience intellectuelle et le syndrome de Gilles de la Tourette. La majeure partie des enfants avec un TND vivent des difficultés de sommeil et de plus en plus d'études suggèrent qu'un mauvais sommeil a un impact sur leur santé physique et psychosociale (Beebe, 2011; Gregory & Sadeh, 2012; Ivanenko & Gururaj, 2009; Stores, 2001). Par ailleurs, un mauvais sommeil chez l'enfant peut perturber l'entourage (p. ex., parents, fratrie) en raison de l'exacerbation des symptômes liés au TND (Beebe, 2011; Gregory & Sadeh, 2012; Ivanenko & Gururaj, 2009; Stores, 2001). Le Tableau 2 présente la fréquence des troubles du sommeil dans plusieurs diagnostics psychiatriques.

L'étiologie des difficultés de sommeil chez les enfants souffrant de TND est multifactorielle et complexe, ce qui contribue à augmenter la prévalence des

troubles du sommeil au sein de cette population. Certains auteurs suggèrent que les troubles du sommeil seraient en partie liés à une immaturité ou à un développement atypique des réseaux cérébraux impliqués dans les stades de sommeil (Ameis et al., 2016; Zhang et al., 2016). En ce sens, plusieurs études ont montré que les enfants ayant un TND présentent des différences sur le plan de l'activité cérébrale durant leur sommeil (mesurée à partir de l'électroencéphalographie) comparativement aux enfants ayant un développement typique (Baglioni et al., 2016; Hollway & Aman, 2011). Des études ont également montré une sécrétion irrégulière de la mélatonine sur 24 heures chez les enfants atteints de TND (Tordjman et al., 2012; Van der Heidjen, Smits, Someran, & Boudewijn-Gunning, 2005). En plus des particularités neurologiques, les troubles psycho-affectifs et comportementaux chez les enfants avec un TND contribuent à perturber la bonne mise en œuvre des processus sous-jacents au sommeil (Ameis et al., 2016; Kahn, Sheppes, & Sadeh, 2013; Zhang et al., 2016). En effet, les difficultés cognitives, sensorielles et d'adaptation associées aux TND constituent des obstacles majeurs pouvant empêcher de détecter de manière adéquate les signaux environnementaux (p. ex., alternance jour et nuit, horaire) et physiologiques (p. ex., libération des hormones de sommeil) nécessaires à la régulation du sommeil (Godbout, 2015; Martello, 2015). Des facteurs environnementaux (p. ex., aménagement de la chambre à coucher) et psycho-sociaux (p. ex., insécurité et anxiété parentale) ont également été identifiés comme facteurs de risque de troubles du sommeil chez les enfants atteints d'un TND (Tietze et al., 2012).

Trois systèmes principaux de classification des troubles du sommeil sont reconnus internationalement : l'*International Classification of Sleep Disorders—third edition* (ICSD-3; American Academy of Sleep Medicine, 2014), la Classification Internationale des troubles Mentaux (CIM-10; Organisation Mon-

Tableau 2

Fréquence des diagnostics psychiatriques et de la cooccurrence des troubles du sommeil chez les enfants et les adolescents (adapté de Godbout, 2015)

	Diagnosics psychiatriques (%)	Troubles du sommeil (%)
TDA/H	8 - 9	30 - 45
Tourette	0.3 - 3.8	20 - 50
Autisme	0.66 - 1	44 - 83
Déficience intellectuelle	1 - 3	25 - 86
Troubles anxieux	10 - 20	50 - 95
Dépression	7 - 15	75
Population générale	--	10 - 35

diale de la Santé, 1993), ainsi que celui proposé dans le *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders—fifth edition* (DSM-5; American Psychiatric Association, 2013). Ces trois systèmes de classification diffèrent dans la façon de répertorier les troubles du sommeil. Pour faciliter la démarche du clinicien, nous allons présenter ici les troubles du sommeil selon les quatre grandes catégories de plaintes : 1) l'insomnie (c.-à-d., ne pas dormir assez); 2) l'hypersomnie (c.-à-d., trop dormir); 3) les parasomnies (c.-à-d., présenter des comportements anormaux durant la nuit); 4) les troubles du rythme circadien (c.-à-d., avoir un horaire atypique de sommeil). Ces plaintes peuvent être secondaires à un trouble psychologique ou médical comorbide ou être liées à un diagnostic primaire de trouble du sommeil (p. ex., l'apnée du sommeil; DSM-5, 2013). Pour une définition plus approfondie et complète des troubles du sommeil mentionnés dans les sections suivantes, le neuropsychologue pourra se référer au DSM-5 (2013; cf. Tableau 3 pour la liste des 18 diagnostics selon le DSM-5).

Tableau 3

<i>Troubles du sommeil selon le DSM-5</i>
Insomnie
Hypersomnolence
Narcolepsie
Apnées obstructives du sommeil
Apnées centrales du sommeil
Hypoventilation liée au sommeil
Trouble de l'alternance veille-sommeil lié au rythme circadien
Parasomnies : Troubles de l'éveil en sommeil non paradoxal (sommambulisme, terreur nocturne)
Cauchemars
Troubles du comportement en sommeil paradoxal (Parkinson, synucléopathie)
Syndrome des jambes sans repos
Trouble du sommeil induit par des substances / médicaments
Autre insomnie spécifiée
Insomnie non spécifiée
Autre hypersomnolence spécifiée (Kleine-Levin)
Hypersomnolence non spécifiée
Autre trouble veille-sommeil spécifié
Trouble de l'alternance veille-sommeil non spécifié

L'insomnie

L'insomnie est la forme de trouble du sommeil la plus fréquemment rencontrée chez les enfants atteints

de TND, avec une prévalence allant de 50 à 95 % (Tietze et al., 2012). L'insomnie pédiatrique se définit par une difficulté répétée avec l'initiation du sommeil, sa durée, sa consolidation ou sa qualité, qui survient bien que l'heure et l'occasion de s'endormir soient adaptées à l'âge de l'enfant, et qui conduit à son affaiblissement fonctionnel ou à celui de sa famille (Mindell et al., 2006). Concrètement, l'enfant ne parvient pas à s'endormir sans un objet (p. ex., la présence d'un parent) ou une activité (p. ex., regarder la télévision) qui permet la transition vers le sommeil (Jan et al., 2008). Ainsi, comme chez l'adulte, il n'est pas rare de voir se développer de mauvaises associations ou des habitudes de sommeil qui entretiennent les difficultés de sommeil. Les plaintes rapportées par les parents comprennent : une résistance au coucher, des problèmes d'endormissement, des éveils nocturnes prolongés, une incapacité à se rendormir seul et de la somnolence diurne. Notons que la somnolence (c.-à-d., une incapacité à maintenir l'éveil), en particulier dans des situations peu stimulantes, se distingue de la fatigue, qui apparaît à la suite d'un effort physique ou mental (Blunden, Hoban, & Chervin, 2006).

Dans plus de 90 % des cas, l'insomnie est associée à la présence d'anxiété, qui est très courante chez les enfants présentant des enjeux affectifs, d'adaptation et d'apprentissage (Marmorstein, 2007; McMakin & Alfano, 2015; Tramonte & Willms, 2010). À l'éveil, mais aussi au cours du sommeil, l'anxiété occasionne une grande réactivité aux stimuli environnants (Alfano, Pina, Zerr, & Villalta, 2010). Les inquiétudes excessives et l'hypervigilance réduiraient le contrôle cognitif, perturbant la transition d'un état d'éveil vers le sommeil. Chez l'enfant d'âge scolaire, l'angoisse de séparation pourrait faire en sorte que l'enfant redoute un moment de grande solitude au coucher. Chez l'adolescent, l'insomnie concomitante à la présence d'anxiété se manifeste sous la forme de couchers significativement plus tardifs que les jeunes non anxieux, une quantité de sommeil réduite pendant la semaine comparativement à la fin de semaine et des durées de sommeil variables affectant le fonctionnement diurne (Ivanenko, Crabtree, O'Brien, & Gozal, 2006).

Le syndrome des jambes sans repos (SJSR), dont le symptôme dominant est l'agitation motrice, peut également être associé à des symptômes d'insomnie. Le SJSR est un trouble sensori-moteur caractérisé par une envie irrésistible de bouger les jambes, accompagnée de sensations pénibles qui sont calmées par le mouvement (DSM-5, 2013). Ces phénomènes moteurs sont susceptibles de se répéter de façon automatique et rythmique en particulier le soir, au coucher et au cours du sommeil, provoquant une résistance à l'initiation et au maintien du sommeil. La prévalence du SJSR est faible dans la population pédiatrique générale (autour de 2 %), mais toucherait plus de 40 % des enfants por-

teurs d'un diagnostic de TDA/H (Konofal, Lecendreux, & Cortese, 2010). Plusieurs études recommandent que le SJSR soit systématiquement évalué chez les enfants présentant un TDA/H et suggèrent que la présence d'un historique familial de SJSR constitue un facteur de risque (Konofal et al., 2010; Trenkwalder & Paulus, 2010).

L'hypersomnie

L'hypersomnie se définit par une incapacité à maintenir un état de vigilance optimal au cours de la journée, qui peut être accompagnée d'une quantité excessive de sommeil (DSM-5, 2013). Chez l'enfant, un temps de sommeil supérieur de deux à trois heures à la durée moyenne attendue pour l'âge, une persistance ou une réapparition des siestes après l'âge de six ans, un accès de sommeil dans des moments inhabituels (p. ex., jeux, repas), des réveils difficiles et une baisse inexplicée des résultats scolaires par rapport au rendement antérieur sont des signes d'hypersomnie (Challamel & Franco, 2008). L'hypersomnie est exceptionnelle dans la population pédiatrique générale et/ou atteinte de TND. Lorsque les plaintes d'hypersomnie sont présentes, elles sont, dans la majorité des cas, associées à de la narcolepsie ou à de l'apnée obstructive du sommeil.

La narcolepsie, qui se caractérise par un besoin irrépressible de sommeil, se déclare habituellement durant l'adolescence, mais demeure rare (< 1 %; DSM-5, 2013). La somnolence diurne excessive, qui occasionne une envie soudaine de dormir au courant de la journée, en constitue le symptôme central. Lorsque la narcolepsie se déclare durant l'enfance, l'apparition est brutale et la symptomatologie est plus sévère (p. ex., présence de cataplexie; DSM-5, 2013). Un changement sur le plan du comportement au quotidien et à l'école est alors observable par rapport au fonctionnement antérieur. Les premiers signes de narcolepsie en bas âge sont parfois atypiques et incluent de l'inattention, de l'instabilité émotionnelle et de l'hyperactivité. Ils peuvent parfois être confondus avec les symptômes du TDA/H (Nevsimalova, 2014). À notre connaissance, il n'y a pas de publication traitant de la prévalence de la narcolepsie dans les TND.

L'apnée obstructive du sommeil (AOS) se caractérise par la présence d'épisodes d'obstruction complète (c.-à-d., apnées) ou partielle (c.-à-d., hypopnées) des voies aériennes supérieures pendant le sommeil (DSM-5, 2013). Les événements respiratoires entraînent des micro-éveils qui fragmentent le sommeil, diminuant la qualité et la profondeur du sommeil (DSM-5, 2013). Ce changement se solde par de la difficulté à se lever le matin, de la fatigue et de la somnolence au cours de la journée. Il est alors très fréquent que les parents rapportent que leur enfant ait besoin de faire des siestes au cours de la journée, malgré une durée de

sommeil nocturne prolongée. La prévalence estimée de l'AOS chez l'enfant se situe entre 1 et 3 % (Kohler et al., 2009). Cela dit, cette condition est de quatre à six fois plus fréquente chez les enfants qui ont des troubles du comportement (Perfect, Archbold, Goodwin, Levine-Donnerstein, & Quan, 2013). Il est ainsi fréquent de constater des difficultés respiratoires au cours du sommeil chez les enfants et adolescents porteurs d'un diagnostic de TDA/H (Silvestri et al., 2009; Yoon, Jain, & Shapiro, 2012; cf. Annexe A, Vignette clinique 1). La recherche de symptômes s'apparentant à l'AOS, tels que la respiration difficile ou le ronflement pendant le sommeil, de même que l'hypertrophie des amygdales, l'obésité, ainsi que l'historique familial d'AOS, peut aider le clinicien à y voir plus clair et à formuler des recommandations adéquates.

L'hypersomnie peut aussi être secondaire à des facteurs environnementaux, tels que la privation chronique de sommeil, qu'il faudra surtout investiguer auprès des adolescents (Godbout et al., 2010), et à la prise de médicaments fréquente chez les enfants porteurs d'un diagnostic de TND (cf. Autres facteurs associés aux troubles du sommeil). Elle peut aussi s'inscrire dans une problématique psycho-affective, notamment un syndrome dépressif ou de l'évitement en lien avec une phobie scolaire (Liu et al., 2007).

Finalement, le neuropsychologue doit être conscient que la somnolence, un symptôme central de l'hypersomnie, s'exprime différemment chez l'enfant que chez l'adulte, avec de l'agitation, de l'irritabilité et de l'impulsivité qui peuvent parfois rappeler le comportement d'enfants avec un TDA/H (Blunden et al., 2006; cf. Annexe A, Vignette clinique 1).

Les parasomnies

Les parasomnies réfèrent quant à elles à des événements comportementaux anormaux qui se produisent lors de réveils partiels (DSM-5, 2013). Elles incluent le somnambulisme, les terreurs nocturnes (c.-à-d., éveils partiels avec cris), la somniloquie (c.-à-d., parler durant le sommeil), l'énurésie, le bruxisme (c.-à-d., grincement des dents) et les rythmies nocturnes (c.-à-d., mouvements répétés). Jusqu'à 90 % des enfants neurotypiques font l'expérience d'une parasomnie entre l'âge de deux et huit ans et ces dernières tendent à disparaître en grandissant (Laberge, Tremblay, Vitaro, & Montplaisir, 2000). Par exemple, les terreurs nocturnes apparaissent habituellement tôt dans la petite enfance et disparaissent après quatre ans. Le bruxisme et le somnambulisme se manifestent plus tard, après six ans, et augmentent avec l'âge jusqu'à l'adolescence.

De nombreuses études ont soulevé la forte prévalence des parasomnies chez les enfants anxieux et dépressifs, notamment du somnambulisme et des somni-

loquies chez les adolescents et de l'énurésie et des terreurs nocturnes chez les plus jeunes (Alfano et al., 2010; Verduin & Kendall, 2003). À notre connaissance, de telles études n'ont pas été menées spécifiquement auprès des enfants avec TND. Toutefois, l'association fréquente entre les TND et l'anxiété pourrait laisser supposer un risque élevé de parasomnies chez ces enfants.

Les troubles du rythme circadien

Le rythme veille-sommeil des enfants ayant un TND peut être irrégulier, c'est-à-dire que les heures de coucher et de lever sont variables et qu'il est difficile de régler les heures de sommeil à des moments adaptés. Ceci est particulièrement vrai chez les enfants autistes, mais pourrait également être observé chez les enfants porteurs d'un TDA/H (Richdale & Schreck, 2009; Yoon et al., 2012). Une avance de phase, avec un coucher trop tôt en soirée et des réveils précoces le matin, est également observée chez les enfants présentant une déficience intellectuelle (Sajith & Clarke, 2007). Il est alors fréquent que les parents rapportent une somnolence au cours de la journée et un besoin de faire des siestes chez leur enfant.

Autres facteurs associés aux troubles du sommeil

Les enfants atteints de TND peuvent présenter des problèmes médicaux qui perturbent grandement le sommeil. Des facteurs génétiques associés aux TND (p. ex., autisme, déficience intellectuelle) peuvent donner lieu à des malformations cardiaques, maxillo-faciales ou des voies respiratoires causant des troubles du sommeil (Kotagal, 2015). Des problèmes gastriques, notamment les reflux gastro-œsophagiens, qui sont particulièrement incommodes en position couchée, sont également fréquents (Böhmer, Klinkenberg-Knol, Niezen de Boer, & Meuwissen, 2000). L'épilepsie, qui peut être comorbide aux TND, est susceptible de donner lieu à des crises au cours de la nuit. Celles-ci peuvent se manifester par des comportements inhabituels comme des mouvements anormaux, des bruits de gorge, des cris et de l'agitation sans réveil (Berg, Caplan, & Hesdorffer, 2011), pouvant être confondus avec des parasomnies.

Les TND coexistent également souvent avec d'autres conditions comme le trouble obsessionnel-compulsif (TOC), les troubles du comportement (p. ex., crise de colère, opposition, provocation), ainsi que l'anxiété (Robertson, 2006). Ces comorbidités aggravent les troubles du sommeil rencontrés dans la population d'enfants et d'adolescents avec un TND (Ghosh et al., 2014; Storch et al., 2009; Wong, Leonard, Jacoby, Ellaway, & Downs, 2015).

Le recours à un traitement pharmacologique dans la population pédopsychiatrique est aujourd'hui cou-

rant et privilégié pour intervenir rapidement (Alavi & Calleja, 2012; Valiquette et al., 2015). Or, les classes de médicaments les plus largement prescrites sont majoritairement des psychotropes (c.-à-d., constituées de molécules capables de traverser la barrière hémato-encéphalique et d'agir sur les substrats neurologiques liés au sommeil; Schweitzer & Randazzo, 2017). Les résultats des études concernant l'impact de l'utilisation des psychostimulants sur le sommeil des enfants et adolescents porteurs d'un TDA/H sont mitigés (Konofal et al., 2010). Une méta-analyse récente regroupant neuf études avec un total de 246 enfants a montré que l'endormissement et le maintien du sommeil des jeunes atteints de TDA/H sont plus difficiles lorsqu'ils sont sous psychostimulants (Kidwell, Van Dyk, Lundahl, & Nelson, 2015). Toutefois, ces conclusions sont controversées, car plusieurs études suggèrent que la sévérité du TDA/H et la présence de comorbidités perturbent davantage le sommeil que l'utilisation des psychostimulants (Mayes, Calhoun, Chase, Mink, & Stagg, 2009; Moreau, Rouleau, & Morin, 2014; Stein, Weiss, & Hlavaty, 2012). Il est donc primordial de prendre en compte l'ensemble de ces facteurs lors de l'évaluation des effets du psychostimulant sur le sommeil. Concernant l'utilisation d'autres types de psychotropes (p. ex., antidépresseur, anxiolytique, antipsychotique), les études sont principalement réalisées chez l'adulte (Schweitzer & Randazzo, 2017), limitant ainsi les connaissances au sein de la population pédiatrique. Globalement, des difficultés d'endormissement, une agitation motrice au cours de la nuit et de la somnolence au cours de la journée sont des effets secondaires possibles rencontrés à la suite de l'utilisation de psychotropes chez l'adulte (Schweitzer & Randazzo, 2017). Le neuropsychologue devra alors être attentif à la prise de médicaments psychoactifs et à leurs effets sur le sommeil ainsi que sur le fonctionnement diurne des enfants évalués.

Évaluer les troubles du sommeil dans le cadre de l'évaluation neuropsychologique

L'ampleur des difficultés comportementales diurnes associées aux TND ainsi que la détresse familiale font en sorte que les troubles du sommeil peuvent facilement être relayés au second rang. Pourtant, le traitement des troubles du sommeil pourrait améliorer, du moins partiellement, le fonctionnement cognitif et la régulation émotionnelle de l'enfant ou de l'adolescent atteint de TND, favorisant ainsi sa disponibilité cognitive et émotionnelle face aux interventions comportementales effectuées pendant la journée (Fallone et al., 2005; Gregory & Sadeh, 2012).

Dans le cadre de l'évaluation neuropsychologique, l'entrevue d'anamnèse est le moment propice pour s'informer sur les habitudes et la qualité du sommeil

du client. L'échelle de dépistage pour enfant (2 à 18 ans) Hibou (cf. Annexe B, développée par l'équipe de la clinique du sommeil de l'Hôpital en santé mentale Rivière-des-Prairies du CIUSSS du Nord-de-l'Île-de-Montréal), comprend cinq questions clés permettant aux répondants d'identifier différentes catégories de troubles du sommeil (insomnie, hypersomnie, parasomnie, troubles du rythme) sur la base d'observations comportementales (agitation motrice, obstruction des voies aériennes, ultra-vigilance/anxiété). L'administration de ce questionnaire ne demande que quelques minutes du temps d'anamnèse, et un système de cotation indiquera au professionnel s'il doit poursuivre l'investigation (cf. Annexe A). Ce questionnaire peut être téléchargé gratuitement sur le site Internet de l'Hôpital en santé mentale Rivière-des-Prairies (<https://hrdp.qc.ca/fr>).

D'autres questionnaires validés chez l'enfant et spécifiques à différents aspects du sommeil et de ses troubles peuvent également être trouvés dans la revue de littérature de Spruyt et Gozal (2011). Les principaux sont le *Children Sleep Habit Questionnaire*, pour les habitudes de sommeil (Owens, Spirito, & McGuinn, 2000), le *Pediatric Daytime Sleepiness Scale* pour la somnolence diurne chez les enfants (Drake et al., 2003) et le *Children's ChronoType Questionnaire* pour le chronotype des enfants (Werner et al., 2009). Des traductions françaises sont présentes

sur Internet.

Les plaintes de sommeil seront considérées significatives lorsque l'insatisfaction liée à la qualité du sommeil perdue depuis plus de trois mois dans le temps et qu'une altération significative du fonctionnement de l'enfant et de son entourage en résulte (DSM-5, 2013). Le neuropsychologue devra approfondir son investigation au même titre qu'il le fait en cas de plaintes psycho-affectives. Le Tableau 4, tiré de Godbout (2015), énumère les sphères à explorer pour pouvoir identifier les facteurs associés aux troubles du sommeil et orienter ses recommandations. Notons que plusieurs des questions du Tableau 4 font généralement partie intégrante de l'anamnèse du neuropsychologue. Par ailleurs, le neuropsychologue doit considérer les aspects socio-culturels lors de l'évaluation de la qualité du sommeil et des habitudes liées au coucher. En effet, des différences socio-culturelles quant aux pratiques liées au sommeil existent (p. ex., partage du lit, siestes au-delà de six ans) et peuvent venir biaiser les interprétations (Jenni & O'Connor, 2005; Mindell, Sadeh, Wiegand, How, & Goh, 2010).

Dans l'éventualité où des troubles du sommeil importants sont rapportés et que les résultats de l'évaluation neuropsychologique sont compatibles avec la présence d'un TND, il est possible de retenir un diagnostic provisoire de TND et de demander une évaluation

Tableau 4

L'entrevue clinique du sommeil (Godbout, 2015)

Thèmes	Questions
Histoire médicale générale et du sommeil	<p>Quelle est la plainte principale à propos du sommeil ?</p> <p>Comment le problème a-t-il débuté ?</p> <p>De qui vient la plainte ?</p> <p>Quelles tentatives ont été faites pour régler le problème ?</p> <p>Histoire familiale des troubles du sommeil.</p> <p>Quelle est la situation présente du sommeil; quels sont les facteurs aggravants, améliorants ?</p> <p>Quelles en sont les conséquences diurnes (physiques et psychologiques) ?</p> <p>Mouvements au cours du sommeil (p. ex., SJSR, agitation, somnambulisme).</p> <p>Respiration difficile (par la bouche), ronflement, apnées.</p> <p>Bilan médical : allergies et intolérances, reflux, brûlures d'estomac et autres troubles gastro-intestinaux, mise à jour de la médication actuelle.</p>
Environnement et comportement	<p>Routine de fin de journée.</p> <p>Du retour du travail/de l'école au souper.</p> <p>La soirée.</p> <p>La routine du coucher.</p> <p>Localisation et aménagement de la chambre à coucher (dessin sommaire).</p> <p>Température, bruit dans la chambre à coucher.</p> <p>Utilisation d'équipement électronique.</p> <p>Chambre partagée, animaux de compagnie.</p>

et/ou une intervention pour traiter les troubles du sommeil relevés. Le diagnostic de TND pourra être réévalué ultérieurement à la prise en charge du trouble du sommeil (cf. Annexe A, Vignette clinique 1).

À qui se référer?

Si les difficultés de sommeil observées semblent reliées à des problèmes médicaux (p. ex., reflux, allergies), à des effets secondaires liés à la prise de médicaments, ou encore à un ronflement important rapporté, une investigation médicale est nécessaire. Il faut expliquer aux parents que la pose du diagnostic d'un trouble du sommeil d'origine primaire nécessite parfois des mesures objectives pour valider les plaintes rapportées. Un enregistrement polysomnographique de la nuit du sommeil sera alors demandé en cas de suspicion d'un syndrome d'apnée du sommeil, de narcolepsie ou encore d'un syndrome des jambes sans repos. De plus, une prise en charge pharmacologique est souvent nécessaire pour ces conditions.

Si les difficultés de sommeil semblent être associées à de mauvaises habitudes de sommeil (p. ex., horaires irréguliers de sommeil et privation de sommeil) ou secondaires à de l'anxiété (p. ex., angoisses au moment du coucher), une référence à un psychologue spécialisé est à prioriser. En effet, les aménagements proposés pour améliorer la qualité du sommeil peuvent créer du stress chez les enfants porteurs d'un diagnostic de TND et il est préférable que l'intervention soit faite par un psychologue clinicien ou tout autre professionnel de la santé expérimenté, afin de donner le support nécessaire pendant les semaines que durera le traitement.

Le neuropsychologue pourra tout de même intervenir et proposer des recommandations primaires sur les bonnes habitudes de sommeil.

Recommandations pour le sommeil

L'approche comportementale est une stratégie de choix afin de traiter les problèmes de sommeil (Zhou & Owens, 2016). Les principaux objectifs de cette intervention sont de favoriser une bonne hygiène de sommeil permettant d'augmenter le contraste entre le jour et la nuit, d'éliminer les habitudes néfastes au sommeil, de réduire l'activation cognitive et physiologique lors du coucher et de corriger les croyances erronées sur le sommeil (Zhou & Owens, 2016). L'approche comportementale peut être employée chez l'enfant au développement typique, mais aussi être adaptée aux enjeux et aux besoins rencontrés par les enfants atteints de TND (Bériault et al., 2018; Jan et al., 2008). Chez les enfants présentant un TND, les recommandations proposées vont cibler notamment la présence d'une rigidité lors des transitions veille-sommeil, d'une agitation et d'une impulsivité pertur-

bant la détection des signaux indiquant la venue du coucher et des associations au sommeil inadéquates (p. ex., besoin du bruit de la télévision pour dormir).

Les personnes intéressées trouveront de l'information supplémentaire sur la routine du soir, l'environnement de la chambre à coucher et les stratégies d'interventions dans Godbout et al. (2010), Gruber (2016), Martello (2015) ainsi que Martello et Godbout (2012).

Agenda de sommeil

La meilleure façon de déterminer les préférences de sommeil d'un enfant ou d'un adulte est d'utiliser un journal de sommeil dont plusieurs modèles sont disponibles sur Internet. Il faut remplir le journal tous les jours, le matin, pendant au moins deux semaines avec au moins deux fins de semaine, car les habitudes de sommeil peuvent varier d'une journée à l'autre et ne sont souvent pas les mêmes la semaine et la fin de semaine. Il faut remplir le journal chaque matin sans attendre au lendemain, car on oublie facilement certains détails. Une fois rempli, ce journal mettra en évidence l'organisation du sommeil d'une nuit à l'autre et d'une semaine à l'autre. On pourra peut-être conclure sur les conditions qui accompagnent les meilleures et les moins bonnes nuits.

Routine

L'instauration d'une routine stable et prévisible est un incontournable pour remédier aux difficultés de sommeil. La routine doit viser à augmenter le contraste entre le jour et la nuit. Ainsi, il faut réaliser les activités plus stimulantes en début de soirée, puis terminer avec les activités plus calmes. Il faut éviter d'effectuer des activités intenses, comme du sport, au moins 60 minutes avant d'aller au lit. De plus, il faut éviter la consommation de stimulants (p. ex., caféine, médicaments et drogues) et d'aliments lourds en soirée, car ceux-ci perturbent l'horloge circadienne. Comme la routine doit être stable, il est nécessaire d'établir des heures fixes de lever et de coucher, avec un écart d'au maximum 90 minutes entre l'heure de réveil des matins de semaine et des matins de fin de semaine.

L'exposition aux écrans moins de 60 minutes avant d'aller au lit peut perturber le sommeil. Non seulement les écrans génèrent une lumière bleue qui inhibe la sécrétion de la mélatonine, mais le contenu visionné peut également être stimulant et interférer avec l'endormissement.

Les soins d'hygiène devraient être effectués juste avant le coucher. Ainsi, le bain ou la douche devrait être pris en dernier, juste avant d'aller dans la chambre à coucher, dans une atmosphère calme. Les lumières peuvent être tamisées et l'enfant ne devrait pas avoir

plus qu'un ou deux jouets dans le bain. Le bain ou la douche entraînent une diminution de la température du corps et de la pression artérielle, ce qui procure de la détente et prépare le corps au sommeil.

On recommande de limiter les échanges verbaux, même agréables, avec l'enfant ou l'adolescent dans les 45 minutes précédant l'heure d'aller au lit, pour ne pas stimuler le cerveau avec du matériel associé à la journée. Les interactions verbales doivent donc se limiter à de l'échange d'information factuelle et il ne faut surtout pas planifier les activités du lendemain.

Environnement

Des ajustements peuvent être réalisés dans l'environnement de la chambre à coucher afin de favoriser un sommeil de bonne qualité. La chambre à coucher de l'enfant ou de l'adolescent insomniaque doit être réservée au sommeil ou pour se soigner lors d'une maladie. Elle doit être dépourvue d'objets associés aux activités stimulantes diurnes, comme un téléviseur ou un ordinateur. Dans le cas où de tels équipements doivent s'y trouver parce que l'enfant ou l'adolescent doit, par exemple, y faire ses devoirs, la routine inclura de ranger ou de recouvrir ces éléments d'une housse de son choix.

Voici d'autres recommandations pour l'environnement :

- 1) La chambre à coucher doit être parfaitement sombre. Si l'enfant ne tolère pas bien l'obscurité, une veilleuse d'au plus 15 watts peut être installée en évitant la lumière bleue (qui inhibe la mélatonine) et l'éclairage direct du visage;
- 2) La température de la chambre devrait être fraîche, environ 20 °C, et le taux d'humidité devrait être entre 30 % et 40 %;
- 3) Si possible, le lit sera installé en coin, sur le long d'un mur ou bordé de coussins de corps, ce qui représente un contact physique rassurant;
- 4) L'utilisation d'une couverture lourde comme une catalogne peut être utile, car son poids offre une sensation enveloppante et un contact rassurant, et calme l'agitation nocturne;
- 5) Les animaux de compagnie ne devraient pas être permis dans la chambre à coucher, car ils perturbent le sommeil, à moins qu'il ne s'agisse d'un chien d'assistance dressé en conséquence.

Anxiété lors du coucher

Si l'enfant ou l'adolescent est anxieux et présente des difficultés à s'endormir ou à rester endormi, il faut éviter qu'un réveille-matin soit visible, car il peut aug-

menter l'anxiété et les symptômes d'insomnie. De plus, un bruit de fond réduira le dérangement causé par les bruits extérieurs. Une musique douce, des sons de la nature ou un ventilateur sur pied ou de table peuvent être utilisés.

D'autres interventions comportementales plus spécifiques existent, telles que sortir du lit après plus de 30 minutes sans dormir, le sevrage de la présence parentale pour l'endormissement et le partage du lit. Celles-ci requièrent toutefois le support d'un psychologue clinicien ou tout autre professionnel de la santé expérimenté.

Efficacité des traitements comportementaux

L'efficacité des traitements comportementaux pour les troubles du sommeil a été clairement démontrée. Plusieurs études ont mis en évidence que les interventions comportementales sont les plus efficaces dans le traitement de la résistance au coucher, des réveils nocturnes fréquents, des troubles du rythme circadien et des parasomnies (Heussler, 2005; Hoban, 2010). D'ailleurs, Mindell et Owens (2015) suggèrent que l'approche comportementale est plus efficace que l'approche pharmacologique à long terme. Un ensemble de facteurs doit être présent pour maximiser l'efficacité de ces traitements. D'abord, il est important d'inclure l'enfant ou l'adolescent dans le processus de modification de la routine et de l'environnement ou dans les interventions. Ainsi, il s'appropriera la démarche et sera plus susceptible d'y participer activement. Il a aussi été montré que les traitements comportementaux chez les jeunes sont plus efficaces lorsqu'ils sont combinés avec l'éducation des parents sur la prévention des troubles du sommeil (Hoban, 2010).

Conclusion

L'objectif principal de cet article était de sensibiliser le neuropsychologue aux troubles du sommeil fréquemment rencontrés dans la population pédiatrique atteinte de TND. Il visait également à donner des outils au neuropsychologue pour lui permettre de procéder à l'évaluation brève du sommeil dans le cadre de l'évaluation neuropsychologique et d'émettre des recommandations simples permettant de favoriser un sommeil de qualité. Effectivement, comme la population atteinte de TND est susceptible d'être évaluée par un neuropsychologue, le contexte de l'évaluation neuropsychologique est idéal pour dépister d'éventuelles difficultés de sommeil et recommander une évaluation formelle en clinique de sommeil lorsque nécessaire. Les troubles du sommeil entraînent des répercussions néfastes sur le fonctionnement diurne en contribuant, par exemple, à augmenter les symptômes du TND. Mais encore, les troubles du sommeil chez l'enfant et

l'adolescent risquent de se chroniciser s'ils ne sont pas pris en charge. Ainsi, une détection précoce des troubles du sommeil chez l'enfant et l'adolescent souffrant de TND permettra d'instaurer un traitement rapidement et ainsi, d'éviter le développement de difficultés significatives à long terme. Enfin, le neuropsychologue ne doit pas hésiter à procéder à l'évaluation cognitive même s'il suspecte un trouble du sommeil, puisque ce dernier n'exclut pas la possibilité qu'il y ait également un TND. L'évaluation neuropsychologique permettra de documenter le fonctionnement diurne de l'enfant et pourra faciliter la prise de décision des professionnels qui seront éventuellement consultés.

Références

- Alavi, Z. & Calleja, N. G. (2012). Understanding the use of psychotropic medications in the child welfare system: Causes, consequences, and proposed solutions. *Child Welfare, 91*, 77-94. Repéré à <https://web.a.ebscohost.com>
- Alfano, C. A., Pina, A. A., Zerr, A. A., & Villalta, I. K. (2010). Pre-sleep arousal and sleep problems of anxiety-disordered youth. *Child Psychiatry Human Development, 41*, 156-167. <https://doi.org/10.1007/s10578-009-0158-5>
- Ameis, S. H., Lerch, J. P., Taylor, M. J., Lee, W., Viviano, J. D., Pipitone, J., . . . Anagnostou, E. (2016). A diffusion tensor imaging study in children with ADHD, Autism Spectrum Disorder, OCD, and matched controls: Distinct and non-distinct white matter disruption and dimensional brain-behavior relationships. *American Journal of Psychiatry, 173*, 1213-1222. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2016.15111435>
- American Academy of Sleep Medicine. (2014). *International classification of sleep disorder* (3^e ed.). Darien, IL: American Academy of Sleep Medicine.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5^e ed.). Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Baglioni, C., Nanovska, S., Regen, W., Spiegelhalter, K., Feige, B., Nissen, C., . . . Riemann, D. (2016). Sleep and mental disorders: A meta-analysis of polysomnographic research. *Psychological Bulletin, 142*, 969. <https://doi.org/10.1037/bul0000053>
- Beebe, D. W. (2011). Cognitive, behavioral, and functional consequences of inadequate sleep in children and adolescents. *Pediatric Clinics, 58*, 649-665. <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2011.03.002>
- Berg, A. T., Caplan, R., & Hesdorffer, D. C. (2011). Psychiatric and neurodevelopmental disorders in childhood-onset epilepsy. *Epilepsy and Behavior, 20*, 550-555. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2010.12.038>
- Bériault, M., Turgeon, L., Labrosse, M., Berthiaume, C., Verreault, M., Berthiaume, C., & Godbout, R. (2018). Comorbidity of ADHD and anxiety disorders in school-age children: impact on sleep and response to a cognitive-behavioral treatment. *Journal of Attention Disorders, 22*, 414-424. <https://doi.org/10.1177/1087054715605914>
- Blunden, S., Hoban, T. F., & Chervin, R. D. (2006). Sleepiness in children. *Sleep Medicine Clinics, 1*, 105-118. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2005.11.006>
- Böhmer, C., Klinkenberg-Knol, E., Niezen-de Boer, M., & Meuwissen, S. (2000). Gastroesophageal reflux disease in intellectually disabled individuals: How often, how serious, how manageable? *The American Journal of Gastroenterology, 95*, 1868-1872. <https://doi.org/10.1111/j.1572-0241.2000.02238.x>
- Born, J. & Wilhelm, I. (2012). System consolidation of memory during sleep. *Psychological Research, 76*, 192-203. <https://doi.org/10.1177/074873099129000894>
- Brown, R. E., Basheer, R., McKenna, J. T., Strecker, R. E., & McCarley, R. W. (2012). Control of sleep and wakefulness. *Physiological Reviews, 92*, 1087-1187. <https://doi.org/10.1152/physrev.00032.2011>
- Carskadon, M. A. & Dement, W. C. (2005). Normal human sleep: An overview. *Principles and Practice of Sleep Medicine, 4*, 13-23. Repéré à <https://apsychoserver.psych.arizona.edu>
- Challamel, M. & Franco, P. (2008). *Le sommeil de l'enfant*. Issy-les-Moulineaux, France: Elsevier Masson.
- Dewald, J. F., Meijer, A. M., Oort, F. J., Kerkhof, G. A., & Bögels, S. M. (2010). The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review. *Sleep Medicine Reviews, 14*, 179-189. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2009.10.004>
- Dickelmann, S. & Born, J. (2010). The memory function of sleep. *Nature Reviews Neuroscience, 11*, 114-126. <https://doi.org/10.1038/nrn2762>
- Dionne, G., Touchette, E., Forget-Dubois, N., Petit, D., Tremblay, R. E., Montplaisir, J. Y., & Boivin, M. (2011). Associations between sleep-wake consolidation and language development in early childhood: A longitudinal twin study. *Sleep, 34*, 987-995. <https://doi.org/10.5665/SLEEP.1148>
- Drake, C., Nickel, C., Burduvali, E., Roth, T., Jefferson, C., & Badia, P. (2003). The pediatric daytime sleepiness scale (PDSS): Sleep habits and school outcomes in middle-school children. *Sleep, 26*, 455-458. <https://doi.org/10.1093/sleep/26.4.455>
- Dumont, M. (2003). Rythmes circadiens et cycle veille-sommeil. Dans G. Labrecque & M. Sirois-Labrecque (dir.), *Chronopharmacologie. Rythmes biologiques et administration des médicaments*. (pp. 17-35). Montréal, Québec: Presses de l'Université de Montréal.

- Fallone, G., Acebo, C., Seifer, R., & Carskadon, M. A. (2005). Experimental restriction of sleep opportunity in children: Effects on teacher ratings. *Sleep, 28*, 1561-1567. <https://doi.org/10.1093/sleep/28.12.1561>
- Ghosh, D., Rajan, P. V., Das, D., Datta, P., Rothner, A. D., & Erenberg, G. (2014). Sleep disorders in children with Tourette syndrome. *Pediatric neurology, 51*, 31-35. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2014.03.017>
- Godbout, R. (2015). Le développement d'une approche clinique pour les troubles du sommeil en pédopsychiatrie. *Santé mentale au Québec, 40*, 257-274. <https://doi.org/10.7202/1033055ar>
- Godbout, R. (2016). Troubles du sommeil et de la vigilance. Dans P. Lalonde & G. F. Pinard (dir.), *Psychiatrie clinique : Approche bio-psycho-sociale* (4^e ed.). Montréal, Canada: Chenelière Éducation.
- Godbout, R., Huynh, C., & Martello, E. (2010). Le sommeil et les adolescents. *Revue québécoise de psychologie, 31*, 133-148. Repéré à <https://enfantedors.com>
- Gregory, A. M. & Sadeh, A. (2012). Sleep, emotional and behavioral difficulties in children and adolescents. *Sleep Medicine Reviews, 16*, 129-136. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2011.03.007>
- Gruber, R. (2016). Pediatric sleep disorders in youth with psychiatric disorders. *Annals of Psychiatry and Mental Health, 4*, 1056-1061. Repéré à <https://www.jscimedcentral.com>
- Hale, L. & Guan, S. (2015). Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: A systematic literature review. *Sleep Medicine Reviews, 21*, 50-58. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2014.07.007>
- Henderson, L. M., Weighall, A. R., Brown, H., & Gareth Gaskell, M. (2012). Consolidation of vocabulary is associated with sleep in children. *Developmental Science, 15*, 674-687. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2012.01172.x>
- Heussler, H. S. (2005). Common causes of sleep disruption and daytime sleepiness: Childhood sleep disorders II. *Medical Journal of Australia, 182*, 484-489. Repéré à <https://www.mja.com.au>
- Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., . . . Adams Hillard, P. J. (2015). National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: Methodology and results summary. *Sleep Health, 1*, 40-43. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2014.12.010>
- Hoban, T. F. (2010). Sleep disorders in children. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1184*, 1-14. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05112.x>
- Hollway, J. A. & Aman, M. G. (2011). Sleep correlates of pervasive developmental disorders: A review of the literature. *Research in Developmental Disabilities, 32*, 1399-1421. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.04.001>
- Ivanenko, A., Crabtree, V., O'Brien, L. M., & Gozal, D. (2006). Sleep complaints and psychiatric symptoms in children evaluated at a pediatric mental health clinic. *Journal of Clinical Sleep Medicine, 2*, 42-48. <https://doi.org/10.1177/1359104517718366>
- Ivanenko, A. & Gururaj, B. R. (2009). Classification and epidemiology of sleep disorders. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics, 18*, 839-848. <https://doi.org/10.1016/j.chc.2009.04.005>
- Institute of Medicine. (2006). *Sleep disorders and sleep deprivation: An unmet public health problem*. Washington, DC: National Academies Press.
- Jan, J. E., Owens, J. A., Weiss, M. D., Johnson, K. P., Wasdell, M. B., Freeman, R. D., & Ipsiroglu, O. S. (2008). Sleep hygiene for children with neurodevelopmental disabilities. *Pediatrics, 122*, 1343-1350. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-3308>
- Jenni, O. G. & O'Connor, B. B. (2005). Children's sleep: An interplay between culture and biology. *Pediatrics, 115*, 204-216. <https://doi.org/10.1542/peds.2004-0815B>
- Kahn, A., Dan, B., Groswasser, J., Franco, P., & Sottiaux, M. (1996). Normal sleep architecture in infants and children. *Journal of Clinical Neurophysiology, 13*, 184-197. <https://doi.org/10.1097/00004691-199605000-00002>
- Kahn, M., Sheppes, G., & Sadeh, A. (2013). Sleep and emotions: Bidirectional links and underlying mechanisms. *International Journal of Psychophysiology, 89*, 218-228. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2013.05.010>
- Kidwell, K. M., Van Dyk, T. R., Lundahl, A., & Nelson, T. D. (2015). Stimulant medications and sleep for youth with ADHD: A meta-analysis. *Pediatrics, 136*, 1144-1153. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-1708>
- Kohler, M. J., Lushington, K., van den Heuvel, C. J., Martin, J., Pamula, Y., & Kennedy, D. (2009). Adenotonsillectomy and neurocognitive deficits in children with sleep disordered breathing. *PLoS one, 4*, e7343. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007343>
- Konofal, E., Lecendreux, M., & Cortese, S. (2010). Sleep and ADHD. *Sleep Medicine, 11*, 652-658. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2010.02.012>
- Kotagal, S. (2015). Sleep in neurodevelopmental and neurodegenerative disorders. *Seminars in Pediatric Neurology, 22*, 126-129. <https://doi.org/10.1016/j.spen.2015.03.003>
- Laberge, L., Tremblay, R. E., Vitaro, F., & Montplaisir, J. (2000). Development of parasomnias from childhood to early adolescence. *Pediatrics, 106*, 67-74. Repéré à <https://pediatrics.aappublications.org>
- Liu, X., Buysse, D. J., Gentzler, A. L., Kiss, E., Mayer, L., Kapornai, K., . . . Kovacs, M. (2007). Insom-

- nia and hypersomnia associated with depressive phenomenology and comorbidity in childhood depression. *Sleep*, 30, 83-90. Repéré à <https://scinapse.io>
- Marmorstein, N. R. (2007). Relationships between anxiety and externalizing disorders in youth: The influences of age and gender. *Journal of Anxiety Disorders*, 21, 420-432. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2006.06.004>
- Martello, É. (2015). *Enfin je dors... et mes parents aussi* (2^e ed.). Montréal, Canada: Éditions du CHU Sainte-Justine.
- Martello, É. & Godbout, R. (2012). Le traitement cognitivo-comportemental des troubles de sommeil chez les enfants et les adolescents. Dans L. Turgeon & S. Parent (dir.), *Intervention cognitivo-comportementale auprès des enfants et des adolescents : Troubles intériorisés* (pp. 207-230). Québec, Canada: Presses de l'Université du Québec.
- Mayes, S. D., Calhoun, S. L., Chase, G. A., Mink, D. M., & Stagg, R. E. (2009). ADHD subtypes and co-occurring anxiety, depression, and oppositional-defiant disorder: Differences in Gordon diagnostic system and Wechsler working memory and processing speed index scores. *Journal of Attention Disorders*, 12, 540-550. <https://doi.org/10.1177/1087054708320402>
- McMakin, D. L. & Alfano, C. A. (2015). Sleep and anxiety in late childhood and early adolescence. *Current Opinion Psychiatry*, 28, 483-489. <https://doi.org/10.1097/YCO.0000000000000204>
- Mindell, J. A., Emslie, G., Blumer, J., Genel, M., Glaze, D., Ivanenko, A., ... Banas, B. (2006). Pharmacologic management of insomnia in children and adolescents: Consensus statement. *Pediatrics*, 117, e1223-e1232. <https://doi.org/10.1542/peds.2005-1693>
- Mindell, J. A. & Meltzer, L. J. (2008). Behavioural sleep disorders in children and adolescents. *Annals Academy of Medicine*, 37, 722-728. Repéré à <https://www.annals.edu.sg>
- Mindell, J. A. & Owens, J. A. (2015). *A clinical guide to pediatric sleep: Diagnosis and management of sleep problems*. Hagerstown, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
- Mindell, J. A., Sadeh, A., Wiegand, B., How, T. H., & Goh, D. Y. (2010). Cross-cultural differences in infant and toddler sleep. *Sleep Medicine*, 11, 274-280. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2009.04.012>
- Moreau, V., Rouleau, N., & Morin, C. M. (2014). Sleep of children with attention deficit hyperactivity disorder: Actigraphic and parental reports. *Behavioral Sleep Medicine*, 12, 69-83. <https://doi.org/10.1080/15402002.2013.764526>
- Nevsimalova, S. (2014). The diagnosis and treatment of pediatric narcolepsy. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 14, 469. <https://doi.org/10.1007/s11910-014-0469-1>
- Organisation Mondiale de la Santé. (1993). *CIM 10—Classification Internationale des troubles Mentaux et des troubles du comportement : descriptions cliniques et directives pour le diagnostic*. Paris, France: Masson.
- Owens, J. (2008). Classification and epidemiology of childhood sleep disorders. *Primary Care: Clinics in Office Practice*, 35, 533-546. <https://doi.org/10.1016/j.pop.2008.06.003>
- Owens, J., Spirito, A., & McGuinn, M. (2000). The Children's Sleep Habits Questionnaire (CSHQ): psychometric properties of a survey instrument for school-aged children. *Sleep*, 23, 1043-1052. Repéré à <https://pdfs.semanticscholar.org/>
- Paruthi, S., Brooks, L. J., D'Ambrosio, C., Hall, W. A., Kotagal, S., Lloyd, R. M., . . . Wise, M. S. (2016). Recommended amount of sleep for pediatric populations: A consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 12, 785-786. <https://doi.org/10.5664/jcs.5866>
- Perfect, M. M., Archbold, K., Goodwin, J. L., Levine-Donnerstein, D., & Quan, S. F. (2013). Risk of behavioral and adaptive functioning difficulties in youth with previous and current sleep disordered breathing. *Sleep*, 36, 517-525. <https://doi.org/10.5665/sleep.2536>
- Richdale, A. L. & Schreck, K. A. (2009). Sleep problems in autism spectrum disorders: Prevalence, nature, & possible biopsychosocial aetiologies. *Sleep Medicine Reviews*, 13, 403-411. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2009.02.003>
- Robertson, M. M. (2006). Mood disorders and Gilles de la Tourette's syndrome: An update on prevalence, etiology, comorbidity, clinical associations, and implications. *Journal of Psychosomatic Research*, 61, 349-358. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2006.07.019>
- Sadeh, A., Gruber, R., & Raviv, A. (2003). The effects of sleep restriction and extension on school-age children: What a difference an hour makes. *Child Development*, 74, 444-455. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.7402008>
- Sajith, S. & Clarke, D. (2007). Melatonin and sleep disorders associated with intellectual disability: A clinical review. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51, 2-13. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2006.00893.x>
- Sateia, M. J. (2014). International classification of sleep disorders. *Chest*, 146, 1387-1394. <https://doi.org/10.1378/chest.14-0970>
- Schweitzer, P. K. & Randazzo, A. C. (2017). Drugs that disturb sleep and wakefulness. *Principles and Practice of Sleep Medicine*, 480-498. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-24288-2.00045-3>

- Silvestri, R., Gagliano, A., Aricò, I., Calarese, T., Cedro, C., Bruni, O., . . . Siracusano, R. (2009). Sleep disorders in children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) recorded overnight by video-polysomnography. *Sleep Medicine*, *10*, 1132-1138. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2009.04.003>
- Spruyt, K. & Gozal, D. (2011). Pediatric sleep questionnaires as diagnostic or epidemiological tools: A review of currently available instruments. *Sleep Medicine Reviews*, *15*, 19-32. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2010.07.005>
- Stein, M. A., Weiss, M., & Hlavaty, L. (2012). ADHD treatments, sleep, and sleep problems: complex associations. *Neurotherapeutics*, *9*, 509-517. <https://doi.org/10.1007/s13311-012-0130-0>
- Storch, E. A., Milsom, V., Lack, C. W., Pence, S. L., Geffken, G. R., Jacob, M. L., . . . Murphy, T. K. (2009). Sleep-related problems in youth with Tourette's syndrome and chronic tic disorder. *Child and Adolescent Mental Health*, *14*, 97-103. <https://doi.org/10.1007/s10578-014-0496-9>
- Stores, G. (2001). Sleep-wake function in children with neurodevelopmental and psychiatric disorders. *Seminars in Pediatric Neurology*, *8*, 188-197. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3148.1996.tb00105.x>
- Tessier, S., Lambert, A., Chicoine, M., Scherzer, P., Soulieres, I., & Godbout, R. (2015). Intelligence measures and stage 2 sleep in typically-developing and autistic children. *International Journal of Psychophysiology*, *97*, 58-65. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.05.003>
- Tietze, A. L., Blankenburg, M., Hechler, T., Michel, E., Koh, M., Schlüter, B., & Zernikow, B. (2012). Sleep disturbances in children with multiple disabilities. *Sleep Medicine Reviews*, *16*, 117-127. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2011.03.006>
- Tordjman, S., Anderson, G. M., Bellissant, E., Botbol, M., Charbuy, H., Camus, F., . . . Touitou, Y. (2012). Day and nighttime excretion of 6-sulphatoxymelatonin in adolescents and young adults with autistic disorder. *Psychoneuroendocrinology*, *37*, 1990-1997. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2012.04.013>
- Tramonte, L. & Willms, D. (2010). The prevalence of anxiety among middle and secondary school students in Canada. *Canadian Journal of Public Health/Revue Canadienne de Santé Publique*, *101*, S19-S22. <https://doi.org/10.17269/cjph.101.2127>
- Trenkwalder, C. & Paulus, W. (2010). Restless legs syndrome: Pathophysiology, clinical presentation and management. *Nature Reviews Neurology*, *6*, 337-346. <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2010.55>
- Valiquette, J. R., Lemay, G., Nguon, D., Paquette, E., Wen, K. J., & Rousseau, L. (2015). L'usage hors indication des médicaments en pédopsychiatrie : un phénomène d'une ampleur insoupçonnée. *Pharmactuel*, *47*, 196-203. Repéré à <https://www.pharmactuel.com/>
- Van der Heijden, K. B., Smits, M. G., Someren, E. J. V., & Boudewijn-Gunning, W. (2005). Idiopathic chronic sleep onset insomnia in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A circadian rhythm sleep disorder. *Chronobiology International*, *22*, 559-570. <https://doi.org/10.1081/CBI-200062410>
- Verduin, T. L. & Kendall, P. C. (2003). Differential occurrence of comorbidity within childhood anxiety disorders. *Journal of Clinical Children & Adolescent Psychology*, *32*, 290-295. https://doi.org/10.1207/S15374424JCCP3202_15
- Wang, B., Isensee, C., Becker, A., Wong, J., Eastwood, P. R., Huang, R. C., . . . Rothenberger, A. (2016). Developmental trajectories of sleep problems from childhood to adolescence both predict and are predicted by emotional and behavioral problems. *Frontiers in Psychology*, *7*, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01874>
- Werner, H., Lebourgeois, M. K., Geiger, A., & Jenni, O. G. (2009). Assessment of chronotype in four to eleven-year-old children: Reliability and validity of the Children's Chronotype Questionnaire (CCTQ). *Chronobiology International*, *26*, 992-1014. <https://doi.org/10.1080/07420520903044505>
- Wilhelm, I., Prehn-Kristensen, A., & Born, J. (2012). Sleep-dependent memory consolidation-what can be learnt from children? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *36*, 1718-1728. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.03.002>
- Wilhelm, I., Rose, M., Imhof, K. I., Rasch, B., Büchel, C., & Born, J. (2013). The sleeping child outplays the adult's capacity to convert implicit into explicit knowledge. *Nature Neuroscience*, *16*, 391. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.09.004>
- Wong, K., Leonard, H., Jacoby, P., Ellaway, C., & Downs, J. (2015). The trajectories of sleep disturbances in Rett syndrome. *Journal of Sleep Research*, *24*, 223-233. <https://doi.org/10.1111/jsr.12240>
- Yoon, S. Y. R., Jain, U., & Shapiro, C. (2012). Sleep in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in children and adults: Past, present, and future. *Sleep Medicine Reviews*, *16*, 371-388. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2011.07.001>
- Zhang, J., Cheng, W., Liu, Z., Zhang, K., Lei, X., Yao, Y., . . . Feng, J. (2016). Neural, electrophysiological and anatomical basis of brain-network variability and its characteristic changes in mental disorders. *Brain*, *139*, 2307-2321. <https://doi.org/10.1093/brain/aww143>
- Zhou, E. S. & Owens, J. (2016). Behavioral treatments for pediatric insomnia. *Current Sleep Medicine Reports*, *2*, 127-135. <https://doi.org/10.1007/s40675-016-0053-0>

Reçu le 31 janvier 2018
Révision reçue le 12 juillet 2018
Accepté le 19 juillet 2018 ■

Annexe A

Vignettes cliniques

La première vignette est un exemple concret de cas clinique pouvant être rencontré en évaluation neuropsychologique. Elle vise à orienter le neuropsychologue sur les possibles recommandations visant à améliorer le sommeil en fonction d'une problématique particulière. La deuxième vignette vise à donner un aperçu d'une intervention typique en clinique de sommeil. Le neuropsychologue aura ainsi une meilleure connaissance de ce qui est traité dans ce type d'intervention, dans le but de mieux estimer la pertinence d'une telle recommandation, mais aussi d'être en mesure d'informer sa clientèle.

Vignette clinique 1 : le trouble du déficit de l'attention et l'apnée obstructive du sommeil

Jade est une fille âgée de cinq ans sept mois qui habite avec ses parents et sa sœur de huit ans. La fillette serait très agitée au moment du coucher et aurait du mal à s'endormir (latence >30 minutes). Elle aurait peur du noir et refuserait de se coucher sans la présence d'un parent. Elle dormirait en moyenne 10 heures par nuit, mais serait somnolente et fatiguée pendant la journée. Trois à quatre fois par semaine, Jade aurait des éveils nocturnes de plus de 20 minutes deux fois par nuit, et rejoindrait ses parents dans leur lit la nuit. De plus, chaque nuit, Jade ronflerait très fort et aurait des pauses respiratoires pendant son sommeil. Afin d'améliorer son sommeil, Jade prend 3 mg de mélatonine au coucher. Des antécédents de difficultés d'apprentissage, de trouble déficitaire de l'attention, ainsi que de troubles anxieux sont présents dans la famille.

Jade fréquente une garderie en milieu familial et débutera la maternelle l'année suivante. La fillette aurait du mal à se concentrer sur les bricolages, à partager les jouets, de même qu'à négocier les activités. Les parents et l'éducatrice la décrivent comme une enfant qui interrompt les autres ou impose sa présence. Elle aurait de la difficulté à attendre son tour, répondrait avant la fin de la question, aurait du mal à organiser ses travaux, serait excitable lors des jeux et se tortillerait sur sa chaise. Elle serait également facilement distraite, aurait de la difficulté à soutenir son attention dans les jeux et ne semblerait pas écouter lorsqu'on s'adresse à elle.

Impressions cliniques

Les résultats de l'évaluation neuropsychologique effectuée avec Jade, combinés à l'histoire développementale et comportementale, sont compatibles avec une hypothèse de trouble du déficit de l'attention avec hyperactivité/impulsivité (TDA/H). Le profil comportemental et socioaffectif met en évidence un problème d'inattention et d'impulsivité/hyperactivité. Au cours de l'évaluation, Jade a du mal à demeurer longuement centrée sur les tâches à accomplir, et elle montre des signes comportementaux d'hyperactivité motrice et d'impulsivité. Le profil cognitif affiche des lacunes importantes au sein des fonctions attentionnelles et exécutives. Les fonctions perceptuelles, motrices et langagières semblent intègres, mais les résultats ne sont pas toujours au rendez-vous puisque Jade effectue les épreuves de manière très impulsive et désorganisée. Elle peut facilement commencer avant de savoir ce qu'elle doit faire, perdre le but de l'épreuve ou sauter des items. Les fonctions mnésiques sont adéquates, de même que les capacités de raisonnement.

À ce jour, l'évaluation neuropsychologique nous permet d'émettre une hypothèse de TDA/H. Toutefois, plusieurs éléments suggèrent une hypothèse de trouble du sommeil (insomnie) et/ou de trouble du sommeil lié à la respiration (apnée du sommeil) qui pourrait expliquer certains des problèmes cognitifs et comportementaux de Jade. Il est donc important d'évaluer la présence d'un trouble du sommeil avant de statuer définitivement sur le diagnostic de TDA/H. Dans l'éventualité où un diagnostic de trouble du sommeil est retenu et qu'un traitement est mis en place, une révision de l'hypothèse de TDA/H pourra être réalisée par le médecin traitant ou le neuropsychologue si le portrait clinique demeure incertain. À noter que la présence d'un trouble du sommeil lié à la respiration n'exclut pas la possibilité que Jade ait conjointement un TDA/H.

Recommandations spécifiques en lien avec les difficultés de sommeil relevées

Une consultation médicale afin de vérifier l'hypothèse de trouble du sommeil lié à la respiration est fortement recommandée. Rappelons que le ronflement, chez l'enfant, est considéré comme un facteur de risque de difficultés cognitives et comportementales. Il est donc important d'en déterminer la cause afin d'éviter les effets néfastes sur la qualité du sommeil et le fonctionnement diurne.

Une consultation en psychologie est recommandée afin de prendre en charge les symptômes s'apparentant à l'insomnie. À cette occasion, le psychologue pourra identifier les difficultés de sommeil spécifiques de l'enfant, ainsi que les facteurs psychologiques et comportementaux qui nuisent au sommeil. Ce professionnel pourra soutenir le parent lors de la mise en place d'une routine favorisant un sommeil adapté aux besoins de l'enfant.

Notons que le fonctionnement attentionnel et exécutif de Jade pourrait compromettre la mise en place d'une nouvelle routine du soir. Nous suggérons que cette dernière soit structurée de manière claire, à partir de supports et d'indices permettant à Jade de prédire les activités du soir. Voici ce qui peut être proposé :

- Adopter un horaire du souper, de coucher et de lever qui soit le plus régulier possible, d'une journée à l'autre. Un horaire stable contribuera à aider Jade à intégrer et adopter des comportements en lien avec la routine du coucher et du lever plus facilement.
- Le manque de flexibilité cognitive pourrait faire en sorte que Jade refuse activement ce qui est proposé par l'adulte en autorité si elle n'est pas préparée aux changements dans son quotidien. Une explication détaillée du nouvel horaire, à l'aide d'un support visuel, pourrait améliorer la collaboration de l'enfant. À ce moment, Jade pourrait participer à l'élaboration de l'horaire et une pratique pourrait être réalisée avec elle afin d'en établir l'ordre. Cet horaire doit être explicite et l'enfant doit pouvoir s'y référer en cas de besoin.
- Le fonctionnement actuel de Jade ne lui permet pas d'intégrer des consignes multiples comportant plusieurs étapes. L'utilisation de pictogrammes pourrait être indiquée afin d'illustrer chaque étape de la routine du soir. De cette manière, l'enfant peut s'y référer en cas d'oubli et cet outil lui permettrait d'apprendre sa routine progressivement. De plus, les pictogrammes peuvent être facilement intégrés à un système de renforcement du comportement.
- Rappelons que les difficultés attentionnelles et l'impulsivité pourraient faire en sorte que Jade soit facilement distraite par un objet ou ses pensées et qu'elle cesse d'entreprendre sa routine du soir au profit d'une autre activité. Un encadrement plus serré serait donc nécessaire lors de la mise en place de la routine.
- Les lacunes au niveau de l'inhibition peuvent entraîner des difficultés à calmer les pensées lors du coucher et pourraient aussi contribuer à augmenter l'anxiété. Environ 30 minutes avant le coucher, nous suggérons de diminuer les interactions verbales, même agréables, car elles stimulent le cerveau avec du matériel associé à la vie de jour. S'il faut planifier les activités du lendemain, le faire avant cette heure.
- Puisque Jade est facilement distraite par les stimuli qui l'entourent, l'utilisation d'un bruit de fond dès le coucher et tout au long de la nuit de sommeil, tel un ventilateur orienté vers le mur, pourrait contribuer à calmer Jade et diminuer sa sensibilité aux distracteurs (les pensées, les bruits externes).
- Enfin, l'utilisation d'une couverture lourde est sécurisante et pourrait également aider à diminuer l'agitation motrice.

Vignette clinique 2 : Exemple d'intervention spécialisée pour un problème de sommeil chez un enfant autiste

Mathieu est un fils unique de 11 ans porteur d'un diagnostic de trouble du spectre de l'autisme, sans déficience intellectuelle. Il dort mal « depuis qu'il est né ». Il présente de la résistance au coucher et un réveil matinal pré-

coce. Par ailleurs, Mathieu est très sensible à la texture des aliments et à la lumière; il a des habitudes strictes. Ses parents sont séparés, il changera d'école en septembre prochain et il est stressé. Une demande de consultation a donc été demandée au psychologue clinicien dans le but d'adresser les problèmes de sommeil de Mathieu.

Avant la première rencontre, les parents ont fait parvenir leurs réponses aux questionnaires qu'ils avaient reçus de la part du psychologue, y compris un journal de sommeil. Un résumé du dossier de santé est également accessible au psychologue. Celui-ci note les éléments suivants : ordonnance d'un psychostimulant à longue durée d'action pris le matin pour un TDA/H possible, ajout d'oméga-3, de probiotiques et de multivitamines à une diète sans gluten. Le psychologue constate que Mathieu est suivi au CLSC par une psychoéducatrice, laquelle fait parfois des visites à la maison. La première rencontre se fait avec les deux parents et Mathieu. La plainte de sommeil n'a pas changé. Mathieu ne participe pas aux échanges et est concentré sur la collection de figurines mise à sa disposition. De temps en temps, il dit très fort « papa » ou « maman » en les regardant ou non, puis reprend ses jeux; les parents réagissent le plus souvent en discordance : l'un se lève, l'autre l'ignore.

La démarche initiale est d'établir un objectif réaliste : dans ce cas-ci, ce sera d'améliorer l'heure du réveil final. Le psychologue vérifie auprès des deux parents s'il y a des hésitations sur la présente démarche et s'assure d'avoir une implication entière et coordonnée des deux parents. Le psychologue prend note de ce que les parents ont tenté pour améliorer la situation du sommeil, ce qui a le mieux fonctionné et ce qui n'a pas fonctionné. Il avise les parents qu'il contactera la psychoéducatrice afin de coordonner les plans d'intervention.

En deuxième lieu, le psychologue révise avec les parents la séquence des événements lors de la routine du soir : Mathieu soupe, joue avec sa tablette ou écoute la télé, prend un bain puis une collation, joue avec ses lego, se met en pyjama, se brosse les dents, prend de la mélatonine s'il est plus excité ce soir-là (efficacité variable) et va au lit. Puis, maman lui fait un massage et papa feuillette plutôt des livres d'animaux avec Mathieu. Il y a un retour sur la journée et les plans pour demain, bisous, lumières et dodo.

Lors de l'entrevue, le psychologue explique également les grands principes qui règlent le sommeil : l'horloge biologique et la dette de sommeil (cf. Le sommeil de l'enfant). À partir de ces informations le psychologue ajuste avec les parents la séquence des événements de la routine du soir afin de respecter deux principes complémentaires : 1) augmenter les signes de contraste entre le jour et la nuit; 2) placer les activités les plus stimulantes en début de routine et les plus calmes à la fin. La séquence devient : retour sur la journée et les plans pour demain, tablette ou télé, collation, lego, mélatonine (cf. Annexe B), soins dentaires, bain, en lumière tamisée (effet calmant et favorise la baisse de température corporelle), pyjama, chambre à coucher, massage ou livres d'animaux, bisous, lumières et dodo. Il s'assure par ailleurs que l'environnement de la chambre à coucher est propice au sommeil : température plus fraîche que chaude et obscurité totale (veilleuse à éclairage indirect, pas de lumière bleue). D'autres mesures environnementales peuvent également s'appliquer (Martello, 2015).

Un résumé écrit des aménagements sur lesquels le psychologue s'est entendu avec les parents leur sera transmis au cours des prochains jours, ainsi qu'à la psychoéducatrice pour coordonner les plans d'intervention. Une rencontre dans six à huit semaines est planifiée d'avance, mais les parents peuvent contacter le psychologue d'ici là pour des ajustements ou si des problèmes apparaissent.

Le sommeil de Mathieu s'est effectivement amélioré, bien qu'encore imparfait : il a fallu procéder très progressivement dans l'aménagement de la routine afin de pallier la rigidité comportementale de Mathieu (et un peu celle du père). De plus, un problème d'attachement a surgi avec la mère, car le temps de contact avec elle une fois que Mathieu était au lit avait maintenant raccourci. Du soutien en psychoéducation et deux sessions avec un psychologue clinicien ont grandement aidé la situation.

Annexe B

Échelle HIBOU de dépistage des troubles du sommeil pédiatriques.

**HIBOU****Échelle de dépistage des troubles de sommeil pédiatriques (2-17 ans)**Légende : **0** = jamais ; **1** = 1-2 x/ semaine ; **2** = 3-4 x/ semaine ; **3** = 5-7 x /semaine**H : Horaire irrégulier, hypersomnolence diurne**

- Levé/couché trop tôt/trop tard, écart semaine/ fin de semaine de plus de 2 heures 0 1 2 3
- Somnolent le jour 0 1 2 3

I : Insomnie

- S'endort en plus de 30 minutes 0 1 2 3
- Incapable de s'endormir seul, présence des parents nécessaire 0 1 2 3

B : Bouge dans son sommeil

- Comportement ou mouvements inhabituels la nuit 0 1 2 3

O : Obstruction

- Ronflement, bruits ou pauses respiratoires pendant le sommeil 0 1 2 3
- Respiration buccale 0 1 2 3

U : Ultra vigilance

- Réveils nocturnes de plus de 20 minutes, plus de 2 fois par nuit 0 1 2 3
- Rejoint les parents dans leur lit la nuit 0 1 2 3

Score : - de 16 à 27 : Référence à la clinique-de 10 à 15 : À surveiller (surtout si 3 dans questions **I** et **U**)

- 9 ou moins : Ne pas référer, dépliant sur hygiène de sommeil

Applicability of Neuropsychological and Psychometric Tests in Autosomal Recessive Spastic Ataxia of Charlevoix-Saguenay (ARSACS)

Kevin Brassard¹, Julie Bouchard^{1,2}, Geneviève Forgues¹, Alexe Boivin-Mercier¹, & Cynthia Gagnon^{2,3}

¹Université du Québec à Chicoutimi

²Groupe de recherche interdisciplinaire sur les maladies neuromusculaires, CIUSSS du Saguenay-Lac-St-Jean

³Faculté de médecine et des sciences de la santé, Université de Sherbrooke, Site Saguenay - Centre de recherche Charles-Le-Moyne

Autosomal Recessive Spastic Ataxia of Charlevoix-Saguenay (ARSACS) is a degenerative spinocerebellar disease with pyramidal, cerebellar, and neuropathic impairments. Recent studies highlight possible deficits in cognitive functions like language. Psychometric tests selection implies careful consideration due to upper limbs incoordination and dysarthria. The objective of this study is to document the applicability of 37 neuropsychological and 2 psychological tests in 8 individuals with ARSACS aged between 20 and 60 years. All tests were rated on 4 applicability criteria using a 3-level rating scale: *A* for *excellent*; *B* for *acceptable*; *C* for *reconsider*. Most tests posed few or no applicability limits with ARSACS patients. However, certain tests (e.g., Leiter-3 and Raven's Standard Progressive Matrices) are not recommended due to significant issues related to applicability. These results may help clinicians and researchers working with this population to select evaluations and tests applicable in this population.

Keywords: Autosomal Recessive Spastic Ataxia of Charlevoix-Saguenay, metrological properties, test administration, cognition, personality

L'ataxie récessive spastique autosomique de Charlevoix-Saguenay (ARSACS) est une maladie neurodégénérative spinocérébelleuse impliquant des atteintes pyramidales, cérébelleuses et neuropathiques et de possibles déficits dans certaines fonctions cognitives comme le langage. La sélection des tests psychométriques appropriés implique certaines précautions liées à la présence d'incoordination des membres supérieurs et de dysarthrie. L'objectif de cette étude consiste à documenter l'applicabilité de 37 tests neuropsychologiques et de 2 tests psychologiques chez 8 individus atteints d'ARSACS (20-60 ans). Les tests ont été évalués en fonction de 4 critères d'applicabilité en utilisant une échelle à 3 niveaux : *A* pour *excellent*; *B* pour *acceptable*; *C* pour *reconsidérer*. La plupart des tests ont posé peu ou pas de limites liées à l'applicabilité chez les patients atteints d'ARSACS. Cela dit, certains tests (c.-à-d., le Leiter-3 et les Matrices Progressives de Raven) ne sont pas recommandés en raison de problèmes liés à leur applicabilité. Ces résultats pourront venir en aide aux cliniciens et chercheurs qui travaillent auprès de cette population en vue de la sélection d'évaluations et de tests.

Mots clés : Ataxie spastique autosomique de Charlevoix-Saguenay, propriétés métrologiques, administration de test, cognition, personnalité

Autosomal Recessive Spastic Ataxia of Charlevoix-Saguenay (ARSACS) is a rare neuromuscular genetic disease with the highest prevalence in the province of Quebec, Canada.

This research was supported by the Groupe de recherche interdisciplinaire sur les maladies neuromusculaires (GRIMN) affiliated to the CIUSSS du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Financial support was provided by the Ataxia Charlevoix-Saguenay Foundation. Special thanks are extended to Janie Gauthier-Boudreau and Stéphane Bergeron for their assistance.

Correspondence regarding this article should be addressed to / La correspondance concernant cet article devrait être adressée à : Kevin Brassard, Université du Québec à Chicoutimi.

555, Boulevard de l'Université,
Chicoutimi, QC, Canada, G7H 2B1
Tel.: 418-720-2092
E-mail: kevin.brassard1@uqac.ca

Following the recent description of more than 140 known mutations worldwide, it is now described as one of the most common forms of recessive spastic ataxia (Synofzik et al., 2013; Thiffault et al., 2013). Approximately 93% of the affected individuals from Quebec are homozygous for one of the two founder variants of the mutation (i.e., c.8844delT; Vermeer, Van de Warrenburg, & Kamsteeg, 2003). It is a degenerative spinocerebellar disease with a slow progression. The first symptoms are noticed at walking onset: family members report problems with balance and frequent falls (Bouchard, Barbeau, Bouchard, & Bouchard, 1978; Bouchard et al., 1998). The evolution of the disease is obvious in the late teens and early twenties. It is characterized by

pyramidal (spasticity and weakness), cerebellar (ataxia), and distal neuropathic (amyotrophy and distal weakness) signs of variable intensity and progression (Bouchard et al., 1978; Bouchard et al., 1998; Gazulla, Mayayo-Sinués, Benavente, Modrego, & Berciano, 2014; Vermeer, Van de Warrenburg, & Kamsteeg, 2003). Besides that, cerebral imagery shows atrophy of the superior cerebellar vermis (Bouchard et al., 1978; Bouchard et al., 1998; Mignarri et al., 2014; Pilliod et al., 2015) and cerebellar hemispheres (Martin, Bouchard, Sylvain, St-Onge, & Truchon, 2007; Pilliod et al., 2015; Vermeer et al., 2003). A thickening of inferior cerebellar vermis is also noticed as well as a progressive cortico-cerebellar atrophy (Bouchard et al., 1998). Generally, cerebellar infringements are known to cause perturbations of sensory-motor functions (Rae-Grant & Parsons, 2014), but increasing evidences suggest they may contribute to cognitive function deficits in tasks where motor skills are not involved (Fancellu et al., 2013; Pinel, 2007; Schmahmann, 2004). However, in order to ensure validity of measurement, selection of psychometric tests for neuropsychological and psychological evaluation with this population should be done with particular attention to upper limbs incoordination, spasticity, ataxia, and neuropathic signs, as they may bias tests interpretation.

Cognitive Functions and Personality in ARSACS

Since its first description in 1978, few studies have investigated cognitive functioning in ARSACS. Bouchard et al. (1978) were the firsts to gather information on intellectual functioning in adults with ARSACS. More than 20 years later, studies were conducted with children and adolescents to explore specific cognitive domains such as visuoperceptive functions, planification abilities, and visual attention (Drolet, 2002; Lévesque, 2004). In this regard, these authors suggested preservation of the first two functions but significant difficulties with visual attention. Drolet (2002) also discusses indicators of decreased processing speed and deficits with visual sequential memory and auditivo-verbal learning. More recently, three collaborative multiple case studies (Boivin-Mercier, n.d.; Boucher, 2017; Desmeules, 2017) were conducted with eight ARSACS patients aged between 20 and 60 years. These studies aimed to explore ARSACS cognitive and personality profiles. Concerning the cognitive profile, Boivin-Mercier (n.d.) evaluated four participants aged between 20 and 39 years. Results from this part of the collaborative studies are not available at this time. For her part, Boucher (2017) investigated cognitive profiles in four participants aged between 40 and 60 years old. Results indicated four affected cognitive functions: processing speed, sustained attention, language, and visual logical

reasoning. For other cognitive functions investigated, the author reported inconsistent results between participants. For instance, performances on working memory tasks diverged significantly depending on sensory modality. Indeed, normative results were noted in visual modality, but deficits were observed in auditory modality. Regarding personality, there seems to have no homogeneous profile among the eight participants (Desmeules, 2017). However, results revealed a tendency regarding the openness trait according to the Five-Factor Model of Personality (Costa & Widiger, 1994). The authors observed a low openness usually reflecting a rigidity of thinking, a low openness to new or different values and ideas, a difficulty in recognizing the emotions of others, and a tendency to pragmatism.

These exploratory studies on cognitive and personality profile in ARSACS thus gave preliminary insights on this matter. Even if validity and fidelity of psychometric tests used in these studies have been demonstrated, practical considerations must be addressed to ensure feasibility of their use in future clinical and research contexts (e.g., administration time, utility of clinical information gathered, adaptation to ARSACS patient's characteristic). Before going into larger studies to describe central nervous involvement, a careful selection of neuropsychological tests is necessary as they require motor or verbal responses (Seron & Van der Linden, 2014) that may be influenced by the presence of incoordination and dysarthria. It is critical in order to minimize interpretative bias and optimize reliability of the measure. When selecting psychological and neuropsychological psychometric tests most adapted to evaluation needs and patients' features, researchers' and clinicians' expertise with ARSACS patients is an important source of information. However, an objective evaluation guided by specific empirical applicability criteria would allow the establishment of selection indicators for psychometric tests used with ARSACS patients.

Applicability of Measurement Tools

The pragmatic and psychometric properties must be considered in the selection of the most appropriate measurement tools in a given context (Andresen, 2000; Auger et al., 2007). Beyond the importance of verifying their validity, Wade (2004) insists on their practical aspects (e.g., time taken, need for training, acceptability to patients). In a literature search on operational criteria used for this purpose, Auger, Demers, and Swaine (2006) proposed the term "applicability" to englobe a panel of pragmatic qualities such as clinical utility, sensibility, feasibility, acceptability, and practicability. In 2007, Auger et al. tested this conceptual framework to assess the

applicability of a multidimensional toolkit for geriatric rehabilitation outcomes. Seedat, James, and Rose (2014) also exploited this model to evaluate 19 tests intended for populations with muscle diseases. The model proposes four major criteria comprising sub-criteria to evaluate the applicability of a measurement tool (cf. Appendix A). *Respondent burden* corresponds to invasiveness (physical or emotional), global effort required, security, refusal, and acceptability from the respondent's point of view. *Examiner burden* comprises different components (administration time, need for training, simplicity of administration, scoring and interpretation, availability, etc.) to be considered as qualities or limitations in the application of the measurement tool. *Score distribution* refers to how appropriate is a scale to represent the diversity of behaviours, opinions, or performance levels in a sample (i.e., normal curve and floor/ceiling effect). Finally, *format compatibility* is defined by the consistency between population specific characteristics and assessment format in order to avoid age, gender, cultural, or disability biases (Andresen, 2000). The present study proposes this conceptual framework to evaluate applicability of psychometric tests used with ARSACS patients. Added to validity and fidelity, data on psychometric tests applicability will increase clinicians' and researchers' confidence in choosing the most suitable neuropsychological and personality tests with this population.

Objectives

The present study is closely attached to the exploratory multiple case studies on cognitive and personality profiles in individuals with ARSACS (Boivin-Mercier, n.d.; Boucher, 2017; Desmeules, 2017). In these studies, a wide variety of psychometric instruments have been used to provide a first extensive picture of cognitive and personality features in individuals with the disease. The objective of this paper is to document the applicability of the instruments used in the context of these exploratory multiple case studies with this specific population for clinical and research purposes. To our knowledge, the present study is the first to assess applicability of neuropsychological and personality tests in a specific population. This will facilitate the selection by the clinicians of the most adapted tests for patients with ARSACS.

Method

Sample

Eight patients with ARSACS were selected from three ongoing collaborative studies (Boivin-Mercier, n.d.; Boucher, 2017; Desmeules, 2017) that recruited twenty patients among a larger subset of people listed

at the Neuromuscular Clinic of the *Centre Intégré Universitaire de Santé et de Services Sociaux (CIUSSS) du Saguenay-Lac-Saint-Jean* (Quebec, Canada). The recruitment was done according to a stratified sample by age and gender to get a more complete picture of the cognitive functions considering the progression of the disease. Thus, one man and one woman were selected in each of the four age categories (21–30; 31–40; 41–50; 51–60). Table 1 presents participants' sociodemographic characteristics (e.g., age, education, occupation, mobility).

Procedure

The present research assessed the exact same tests used in the above-mentioned exploratory multiple case studies. Consequently, initial tests selection depended on the research designs and objectives of these studies. Tests assessed in the present study come from two sources. First, as presented in Table 2, specific subtests included in four psychometric batteries were selected and administered to participants. For instance, 10 of the 15 Wechsler Adult Intelligence Scale – Fourth Edition (WAIS-IV, one of the four batteries) subtests were initially selected in the exploratory multiple case studies. Thereby, a total of 28 subtests from either one or the other of the four batteries were chosen. Second, 11 individual tests (i.e., not included in a psychometric battery, such as Rey Tangled Lines Test or Hooper Visual Organization Test) were used. Consequently, a total of 39 psychometric tests were administered to the participants during the summer of 2014 by a doctoral student in clinical neuropsychology who was previously trained to their use. Globally, original administration instructions were followed. However, some specific tests required adaptations from the examiner, especially concerning the nonverbal measures (e.g., Leiter-3) or the personality tests, where instructions were read to some participants. Deviations to original instructions were considered in applicability analysis. All participants were assessed at the Neuromuscular Clinic. Considering the number of tests to be administered, the evaluation was spread over three or four half-days, generally over three weeks. The administration order was sometimes adapted depending on completion time, exhaustion, and difficulty level. When required, participants could take breaks to minimize the impacts of fatigue and decrease in motivation.

Description of the Tools

Wechsler Adult Intelligence Scale–Fourth edition (WAIS-IV). The WAIS-IV (Psychological Corporation, 2008) measures general intelligence through the administration of numerous subtests. Ten out of fifteen subtests were used in the present research (Block Design, Digit Span, Matrix

Reasoning, Arithmetic, Symbol Search, Visual Puzzles, Coding, Figure Weights, Cancellation, and Picture Completion) to gather an overview of intellectual functioning according to three of the four specific cognitive domains: Perceptual Reasoning Index (PRI), Working Memory Index, and Processing Speed Index (PSI; Weiss, Saklofske, Coalson, & Raiford, 2010).

Neuropsychological Assessment Battery (NAB).

The NAB is a battery of neuropsychological tests developed for the assessment of a wide array of cognitive skills and cognitive functions in adults (White & Stern, 2003). Six subtests of the NAB (French home translation of the instructions) were used in this research: Dots, Auditory Comprehension, Naming, Shape Learning, Visual Discrimination, and Judgement.

Leiter-3. The Leiter-3 (Roid, Miller, Pomplun, & Koch, 2013) provides a nonverbal measure of intellectual functioning. It measures the cognitive, attentional, and neuropsychological abilities through the exclusive use of nonverbal means of communication. The instructions are delivered using gestures and pantomime. The battery was specifically developed for populations with communication

disorders, hearing and motor impairments, traumatic brain injuries, attentional problems, and learning disabilities (Tsatsanis et al., 2003). Nine subtests were used in the present study: Figure Ground, Form Completion, Classification/Analogies, Sequential Order, Visual Patterns, Forward Memory, Attention Sustained, Reverse Memory, and Nonverbal Stroop.

Delis-Kaplan Executif Function System (D-KEFS). The D-KEFS (Delis, Kaplan, & Kramer, 2001) is a battery of tests used to evaluate executive functions such as reaction time, planning of oculomotor actions, selective attention, cognitive flexibility, and inhibition abilities (Mattioli et al., 2014). In this study, three subtests were administered: the Trail Making Test (TMT), the Tower of London Test (TLT), and the Color-Word Interference Test (CWIT).

Praxis Test of Jason Brown (PTJB). This test evaluates praxis through four parts: intransitive gestures, transitive gestures, whole body gestures, and bimanual coordination. It includes a list of actions the participants must execute (e.g., brushing their hair, cutting paper). Observations as well as clinical judgment of the evaluator are used to determine the level of capacity of the participant (Brown, 1972).

Table 1

Sociodemographic Characteristics of Participants

Participants	1	2	3	4	5	6	7	8
Gender	Male	Female	Male	Female	Female	Male	Female	Male
Age (years)	27	23	33	32	45	49	52	56
Education (years)	8	12-13	14	12-13	9	10	14	12
Marital status	Single	Single	Single	Common-law relationship	Single	Single	Single	Single
Occupation	Part-time worker and student	Part-time worker	At home	Full-time student	At home	At home	At home	At home
Type of house	House	House	House	Semi-detached house	House	Adapted apartment (> six unit)	House	Adapted apartment (> six unit)
Inside mobility	Unaided	Unaided	Unaided	With a walker	With a walker	Wheel-chair	Wheel-chair	Wheel-chair
Outside mobility	Cane	Unaided	With a walker	With a walker	With a walker	Mobility scooter	Wheel-chair	Mobility scooter
Autonomy level	Independent	Independent	Independent	Independent	Partial assistance required	Independent (with 24h assistance available)	Partial assistance required	Complete assistance required
Perception of physical health	Sufficient	Sufficient	Good	Good	Sufficient	Good	Good	Sufficient

Motor-Free Visual Perception Test—Third edition (MVPT-3). The MVPT-3 (Colarusso & Hammill, 2002) assesses an individual's visual perceptual ability without involving motor response. Visual perceptual tasks included in this test are spatial relations, visual discrimination, figure-ground, visual closure, and visual memory. The test provides a single score representing general visual perceptual abilities (Colarusso & Hammill, 1972).

Table 2

Subtests Included in the Four Batteries

Batteries	Subtests
WAIS-IV	Block Design Digit Span Matrix Reasoning Arithmetic Symbol Search Visual Puzzles Coding Figure Weights Cancellation Picture Completion
NAB	Dots Auditory Comprehension Naming Shape Learning Visual Discrimination Judgement
Leiter-3	Figure Ground Form Completion Classification and Analogies Sequential Order Visual Patterns Forward Memory Sustained Attention Reverse Memory Nonverbal Stroop
D-KEFS	Trail Making Test Tower of London Test Color-Word Interference Test

Rey Tangled Lines Test (RTL). Designed by André Rey in 1956, this test measures oculomotor ability. Respondents are required to visually track a line from one side of the page to the other. The line courses following a random trajectory against a field of other lines, some of which constitute further trials of the test (Senior, Kelly, & Salzman, 1999).

Raven's Standard Progressive Matrices (RSPM). The aim of RSPM test (Raven, Raven, & Court, 2000) is to assess visual reasoning. Tasks, ordered by increasing difficulty, are completed using logical reasoning, which evaluates fluid intelligence

(Verguts, De Boeck, & Maris, 1999). The items require participants to analyze graphic elements in a matrix in order to select the correct solution out of eight alternative responses (Loesche, Wiley, & Hasselhorn, 2015).

Conners' Continuous Performance Test II (CPT-II). The CPT-II (Conners, 1994) is a computerized test measuring sustained attention, reaction time, and motor impulsivity (Lange et al., 2013). Targets (letters) appear at inconsistent occurrences. The participant has to press the space bar when a target appears, except when it is an "X".

Hooper Visual Organization Test (HVOT). The HVOT (Hooper, 1958) is a brief screening tool measuring the ability to organize visual stimuli. This test is also used to assess brain dysfunction. It consists in a number of cut up pictures of an object that the participant must mentally rearrange in order to name it precisely (Lopez, Lazar, & Oh, 2003).

Benton Facial Recognition Test (BFRT). The BFRT (Benton, Sivan, Hamsher, Varney, & Spreen, 1983) assesses facial recognition skills using black and white photographs. In the first part of the test, participants must identify a target face out of six options. In the second part of the test, participants have to identify three out of six photographs corresponding to the target face (Schretlen, Pearlson, Anthony, & Yates, 2001).

Wisconsin Card Sorting Test (WCST). The WCST (Heaton, Chelune, Talley, Kay, & Curtiss, 1993) was developed as a measure of executive function, specifically conceptual deduction abilities. It also provides an overview of the capacity to apply a strategy and to adapt behaviour in context of changing conditions (Eling, Derckx, & Maes, 2008). In this test, the respondent has to pair stimuli cards with one of the four basic cards according to a rule known only by the examiner, who can only tell the participant if the match is good or not. The respondent's ability to use environmental feedback and cognitive flexibility are essential to achieve the task (Heaton, 1993).

Continuous Visual Memory Test (CVMT). The CVMT (Larrabee, Trahan, & Curtiss, 1992) measures the ability to learn and remember visually presented information without the use of motor skills. The test is a recognition task that was developed in response to the difficulties that have been identified with many of the traditional visual memory measures (Strong & Donders, 2008).

The Symptom Checklist-90-R (SCL-90-R). The SCL-90-R (Derogatis, 1994) is a screening tool used to detect self-reported psychological distress and psychopathological symptoms (Derogatis & Savitz,

2000). The test consists of three global indices and nine subscales covering clinically relevant psychiatric and psychosomatic symptoms (Derogatis & Melisaratos, 1983). Among other things, the SCL-90 assesses obsessive-compulsive disorder, anxiety, depression, paranoid ideation, and phobic anxiety.

NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI). The NEO-FFI is the short version of the NEO Personality Inventory (Costa & McCrae, 1989; McCrae & Costa, 2010). It is a self-reported questionnaire measuring the Five-Factor Model (FFM) through 60 items consisting of short sentences based upon specific traits known to be related to the five following factors: Neuroticism, Extraversion, Openness to Experience, Agreeableness, and Conscientiousness (McCrae & Costa, 2007).

Applicability Criteria Scoring

The examiner scored applicability with the measurement tool-scoring sheet (cf. Appendix A) while reviewing video of the testing sessions. The scoring sheet consists of a three-level rating scale: *A* for *excellent*, *B* for *acceptable*, or *C* for *reconsider*, which allows the test administrator to assign a score for each of the 15 sub-criteria of the four applicability criteria described earlier: respondent burden, examiner burden, score distribution and format compatibility. An *A* means that the tool fully meets the applicability criterion, while a *C* means failure to meet the requirements. When some difficulties are observed and some adaptations may be recommended to improve measurement tool applicability, an *acceptable* score (i.e., *B*) is attributed (Andresen, 2000; Auger et al., 2007). The scoring sheet was a French translation (cf. Appendix A) of the original one proposed by Auger et al. (2006; cf. Appendix B).

Specific indications for scoring are described for each sub-criterion of the main applicability criterion to support the examiner. For the 11 individual tests, the examiner attributed one score for each of the 15 applicability sub-criteria. The 28 sub-tests included in the 4 batteries were assessed following the same method. However, to simplify presentation of the results and make them more operational, only one score per sub-criterion per battery (the most frequent score assigned to the subtests of a given battery) has been retained for final analysis, for a total of 15 tests (11 individual tests and 4 batteries).

Criteria Analysis for Final Recommendations

Final recommendations from tests applicability assessment were formulated according to the following procedures. First, each test was individually analysed to verify scores (*A*, *B* or *C*) assigned to the 15 sub-criteria. A systematic qualitative analysis was manually performed to assess the nature and extent of eventual applicability limits according to these scores. The 15 tests were then classified into three categories based on the following general guidelines: 1) when no limits were identified, or had few or no real impact on general applicability, tests were *recommended*; 2) when identified limits had a potential negative impact on general applicability, but could easily be minimized or compensated (e.g., equivalent test, adaptations), tests were *recommended with caution*; 3) tests with serious applicability limits, impacts on interpretation, scoring, acceptability, or other parameters that could not be conveniently overcome were classified as *not recommended*.

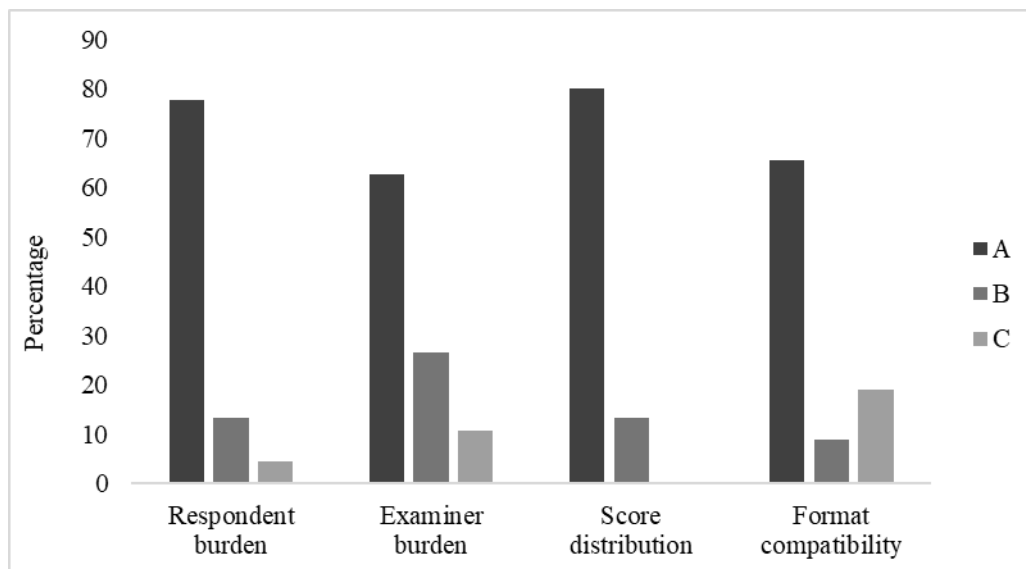


Figure 1. Distribution of the 15 tests' mean percentages of scores per applicability criterion.

Results

Results are presented in two parts. First, a general description of the psychometric battery is provided according to the four main applicability criteria. Secondly, a more specific analysis is presented to describe applicability of tests taken individually.

Scores on Applicability Criteria

Respondent burden. As seen in Figure 1, 77.78% of the tests are rated *A* for sub-criteria of the respondent burden criterion. For the majority of tests, the sub-criteria invasiveness and security of the tests were rated *A*. The PTJB was respectively rated *C* and *B* for these aspects considering motor disabilities and physical requirements of the test. Movements involving lower limbs were hence not assessed to prevent tumble and injury. Five tests were rated *B* on the acceptability sub-criterion (RSPM, CPT-II, Leiter-3, CVMT, and WCST) due to relatively long (but not inappropriate) administration time.

Examiner burden. Overall, 62.67% of the tests receive *A* among the 5 sub-criteria for this applicability criterion (cf. Figure 1). Quality of instructions is excellent for all tests. Complexity of training (93.33%) as well as administration, scoring, and interpretation burden (86.67%) is also excellent for most of the tests. However, Leiter-3 receives *C* on these aspects due to significant difficulties identified by the examiner in the assimilation of the instrument's functioning. The WCST is rated *B* on complexity of administration, scoring, and interpretation considering the scoring system's sophistication. Regarding availability, RTLTL and PTJB are rated *excellent*. Otherwise, availability is considered *acceptable* (i.e., *B*) for almost all tests (80.00%) due to material cost, existence of copyright or environmental requirements for administration. Leiter-3 and WCST are rated *C* due to substantial acquisition costs. Administration time is under 10 minutes (which corresponds to *A* in the rating scale) with only 20.00% of the tests (PTJB, MVPT-3 as well as WAIS-IV, NAB, and D-KEFS subtests taken individually). To finish, 46.67% of the tests are rated *B* on this matter whilst the remaining 33.33% are rated *C* (above 20 minutes): WCST, CVMT, Leiter-3, RSPM, and NEO-FFI.

Score distribution. For this criterion, participants' results in standard deviations (*z* scores) were visually examined for each test. When the score's distribution clearly represented an array of behaviours (that is, significant clinical differences could easily be seen between participants), an *A* was attributed. When some differences could be observed with a moderate ceiling or floor effect, the examiner attributed *B*, whereas the absence of differences was scored *C*. In the present case, 80.00% of the tests are rated *A* (cf.

Figure 1). Only two tests get *B* (Leiter-3 and WCST) while data is incompatible with this type of analysis for the PTJB.

Format compatibility. Tests are rated *A* on 65.56% of the 6 sub-criteria on the format compatibility applicability criterion (cf. Figure 1). Adaptation to age, gender, and culture is *excellent* for all tests. However, none of these provide alternative formats (e.g., language, assistance, answer cards) which is why they all obtain *C* on this matter. Format adaptability is rated *A* for most tests, respondents being able to follow original instructions without adaptations except for Leiter-3 where some of them needed further explanations. Physical requirements are generally slight. Obviously, PTJB necessitates excessive physical involvement due to motor disabilities and is thus rated *C*. Only four (26.67%) tests (HVOT, BFRT, PTJB, and NAB) are considered adapted to level of education in terms of cognitive requirements. Seven (46.67%) tests are rated *B*, administration manuals providing no specification in this sense (NEO-FFI, SCL-90-R, CPT-II, Leiter-3, RTLTL, D-KEFS, and WAIS-IV). It was not possible to compile data for the other (26.67%) tests for this sub-criterion as administration manuals and corresponding norms were not available anymore at the time of data collection. Finally, difficulty threshold is not an issue for the psychometric tests used in this study (rated *A*) except for PTJB which was too hard for the participants without significant adaptations.

Tests' applicability

Taken as a whole, the 15 tests used in this study get 68.00% of *A*'s, 16.00% of *B*'s, and 12.00% of *C*'s on the 15 applicability sub-criteria. Grades could not be assigned in 4.00% of cases, due to various reasons (e.g., video recording's unavailability, information not available in test's administration manuals). Tests' applicability is presented in three parts according to the distribution for each test (cf. Table 3 for distribution of scores for each test taken individually).

Taken individually, HVOT, BFRT, D-KEFS, and NAB each get 80.00% of *A*'s and 13.33% of *B*'s on applicability sub-criteria.

Eight tests obtain between 66.67% and 73.33% of *A*'s on applicability sub-criteria: RSPM, CPT-II, CVMT, MVPT-3, RTLTL, and WAIS-IV. These tests also get 13.33% of *B*'s except for the following: SCL-90-R (20.00%), CPT-II (26.00%), MVPT-3 (6.67% of *B*'s and 6.67% of *C*'s), and WAIS-IV (20.00%).

Finally, three tests individually get between 40.00% and 60.00% of *A*'s on applicability sub-criteria: Leiter-3 (26.67% of *B*'s and 33.33% of *C*'s),

Table 3

Distribution of Applicability Scores by Psychometric Test

Tests	A (%)	B (%)	C (%)	Missing data (%)
HVOT	12 (80.00)	2 (13.33)	1 (6.67)	0 (0.00)
NEO-FFI	10 (66.67)	2 (13.33)	2 (13.33)	1 (6.67)
SCL-90-R	10 (66.67)	3 (20.00)	1 (6.67)	1 (6.67)
RSPM	10 (66.67)	2 (13.33)	2 (13.33)	1 (6.67)
CPT-II	10 (66.67)	4 (26.67)	1 (6.67)	0 (0.00)
Leiter-3	6 (40.00)	4 (26.67)	5 (33.33)	0 (0.00)
BFRT	12 (80.00)	2 (13.33)	1 (6.67)	0 (0.00)
CVMT	10 (66.67)	2 (13.33)	2 (13.33)	1 (6.67)
MVPT-3	11 (73.33)	1 (6.67)	1 (6.67)	2 (13.33)
RTLTL	11 (73.33)	2 (13.33)	1 (6.67)	1 (6.67)
PTJB	9 (60.00)	1 (6.67)	4 (26.67)	1 (6.67)
WCST	7 (46.67)	4 (26.67)	3 (20.00)	1 (6.67)
D-KEFS	12 (80.00)	2 (13.33)	1 (6.67)	0 (0.00)
WAIS-IV	11 (73.33)	3 (20.00)	1 (6.67)	0 (0.00)
NAB	12 (80.00)	2 (13.33)	1 (6.67)	0 (0.00)

PTJB (6.67% of *B*'s and 26.67% of *C*'s), and WCST (26.67% of *B*'s and 20.00% of *C*'s).

Discussion

The objective of this study was to assess the applicability of a psychometric battery for individuals with ARSACS. In the present study, all fifteen tests are rated with a majority (over 60%) of *excellent* scores for applicability sub-criteria. These results are encouraging, some tests having few or no significant applicability limits in individuals with ARSACS. However, other tests present challenges in this regard. In addition to giving a description of these tests regarding their applicability, the present analysis provides specific recommendations concerning whether they should be used or not in the future with this population. Influence of spasticity, upper limbs incoordination, and dysarthria were noted as limiting factors in the selection of neuropsychological and psychological tests in ARSACS (Boivin-Mercier, n.d.; Bouchard et al., 1978; Boucher, 2017; Drolet, 2002). The need to select appropriate outcome measures is directly related to ongoing international efforts to document disease evolution and eventual clinical trial effectiveness according to the U.S. Food and Drug Administration (FDA) drugs development and approval process (U.S. Food and Drug Administration, 2016).

General Observations

As expected, administration time (a sub-criterion implying both respondent's and examiner's burden) is an issue for a number of tests. Indeed, RSPM, Leiter-3's subtests, CVMT, WCST, NEO-FFI, and CPT-II are considered relatively long (10 to 20 minutes). One should note that psychometric tests (particularly neuropsychological and personality tests) are known to have a somehow long administration time (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). For example, CPT-II is a computerized test evaluating sustained attention, among other things. Obviously, evaluation of this function requires prolonged exposure to stimuli in a particular setting. Similarly, CVMT aims to evaluate long-term visual memory and includes a 30 minutes delay (during which other tests involving minimal visual reasoning can be administered). However, administration time for RSPM was over 45 minutes for some subjects over 40 years of age. This represents an unusually long administration time for this test and thus calls into question its use in individuals with ARSACS. Matrix Reasoning (WAIS-IV), a subtest evaluating similar functions, does not present this limit and should be preferred in situations where time is a constraint.

The following considerations concerning examiner's burden are based on the premise that considerable time and efforts are required to harness

administration, scoring, and interpretation procedures for several psychometric tests. It should be noted that showing great knowledge of these aspects is a fundamental pre-requisite for anyone interested in their administration. The great majority of the tests used in the present study include clear instructions and have relatively simple administration, scoring, and interpretation procedures. Leiter-3 and WCST pose specific challenges in this matter and are discussed below. Otherwise, material availability is generally qualified as acceptable due to frequent existence of copyright and relatively high acquisition costs.

As stated above, tests raw scores results were converted into z scores using most appropriate normative sample. In their studies, Boivin-Mercier (n.d.), Boucher (2017), and Desmeules (2017) employed categories based upon deviation's magnitude and cut-off used in clinical setting. This procedure makes it possible to classify the results into five categories: normal, vulnerability, mild deficit, moderate deficit, and severe deficit. Accordingly, most of the tests used in this study allowed discrimination of patient's performance in terms of function's preservation or infringement.

Regarding format compatibility, tests used in this study are considered adapted to age, gender, and culture. However, there is few present alternative formats. For example, NAB is an interesting battery for the evaluation of cognitive functions but no validated French translation is available neither for instructions nor normalisation samples. Although verbal tests were not used, it is impossible to exclude language bias. Despite growing desire to develop local norms and fill that gap, this issue is frequently encountered in Quebec considering its differences (e.g., language, culture) when compared to the rest of North America. Furthermore, most tests have acceptable adaptation to level of education in terms of cognitive requirements. This outcome originates from the nature of the tests and instructions provided in the applicability scoring table: score attributed for this sub-criterion is based on whether or not a given test contains adaptations allowing administration in subjects with lower education or communication levels. Since neuropsychological tests often aim to evaluate cognitive functions directly or indirectly correlated with these features, adaptations in this regard are uncommon. Test items are often presented in increasing order of complexity, a structure that precisely allows the differentiation of preserved and affected functions (Institute of Medicine, 2015). In the present study, four tests (HVOT, BFRT, PTJB, and NAB's subtests) present normative data taking into account education level and are considered excellent in this regard.

Table 4

Recommended Tests According to Applicability Evaluation

Recommendation	Psychometric tests
Recommended	WAIS-IV ^a
	CPT-II
	MVPT-3
	NEO-FFI
	HVOT
	CVMT
	BFRT
	SCL-90-R
	RTLT
	Recommended with caution
WCST	
CWIT subtest (D-KEFS)	
TLT subtest (D-KEFS)	
Not recommended	RSPM
	PTJB
	TMT subtest (D-KEFS)
	Leiter-3

Note. ^aDespite generally good applicability, Block Design, Symbol Search, Coding, and Cancellation subtests from the WAIS-IV involve motor abilities and should thus be considered with caution.

Recommendations

Table 4 presents recommendations from the present study regarding applicability evaluation for the 15 tests used. More details on this matter are presented in the following section. It should be noted that clinicians and researchers must always consider specific objectives (e.g., differential diagnosis, external reference) and environmental constraints (e.g., time allowed, subject's physical state) when it comes to choosing appropriate instruments.

Globally, WAIS-IV has acceptable applicability with differences depending on the subtests. Digit Span, Matrix Reasoning, Arithmetic, Visual Puzzles, Figure Weights, and Picture Completion present no significant issues. On the other hand, subtests involving motor abilities (Block Design, Symbol Search, Coding, and Cancellation) should be treated with great caution. Block Design's items have time limits: results from individuals with ARSACS must not only be considered in terms of final score, but also in terms of success or failure regardless of completion time. For this subtest, clinical judgement and

observations may help refine comprehension (e.g., extent of upper limbs incoordination prevents completion of the task). Evaluation of perceptual reasoning should rely more heavily on subtests like Matrix Reasoning and Visual Puzzles. Subtests measuring processing speed (Symbol Search, Coding, and Cancellation) also imply motor abilities. Their use in ARSACS presents major limits, time limit also being the principal scoring criterion. In her study, Boucher (2017) reports interpretation limits in tests measuring processing speed as they imply motor abilities and hand-eye coordination in a time-limited context, suggesting addressing this limit when choosing psychometric tests in future studies with ARSACS patients. Digit Symbol's subtest from WAIS-R as a Neuropsychological Instrument (WAIS-R-NI; Kaplan, 1991) constitutes an alternative, allowing the establishment of a baseline for direct graphic copy speed. The examiner can then modulate interpretation of processing speed results according to motor difficulties. Despite relatively long administration time, CPT-II is recommended considering simplicity of administration and scoring, good acceptability for patients, and contribution of the results for cognitive processes understanding. CVMT is also an interesting alternative to other visual memory tests such as Rey Complex Figure Test, which strongly involves motor abilities. Regarding HVOT, BFRT, MVPT-3, RTL, SCL-90-R, and NEO-FFI, no significant applicability limits are noted and their use is thus recommended with ARSACS population.

Other tests present mixed results on applicability criteria. As discussed above, WCST's scoring and interpretation system is quite complex, specifically concerning the rating of perseverative responses. This significantly extends required time to analyse and interpret the results and use of this test should consider these features. Future examiner might consider the computerized version of this test, which provides automatic scoring. The use of a keyboard and computer mouse could potentially increase applicability of the test considering motor difficulties in ARSACS. On the other hand, NAB proved to be an interesting instrument: most tests can be administered in ten to twenty minutes and are easy to harness. As stated above, its principal limit is the absence of validated French translation. Its use with ARSACS individuals from Quebec province thus requires a great deal of caution. CWIT and TLT from D-KEFS battery generally present acceptable applicability. Indeed, the former implies minimal motor response, but the examiner should consider potential influence of dysarthria on execution time and take a close look on contrast scores to properly interpret the results. For its part, TLT requires great caution due to possible slowdown related to motor difficulties. Consequently,

deficit in realization time does not necessarily imply a deficit in the evaluated cognitive function (planification and cognitive flexibility).

Finally, results show significant applicability limits with ARSACS individuals in four tests. As discussed above, other tests (e.g., Matrix Reasoning subtest from WAIS-IV) should be preferred to RSPM considering excessive administration time, problems with acceptability, and relatively old normative data. PTJB is the only other test having acceptability issues, physical requirements being too high for some patients who could not complete it. TMT from D-KEFS battery presents similar problems: patients can complete the task, but coordination and motor difficulties are too great, biasing results interpretation. For its part, Leiter-3 was selected to gather cognitive functioning data, since the examiner does not use language to provide instructions with the initial objective to minimize potential bias related to dysarthria and education level. However, in addition to having considerable administration time and to be difficult to harness, certain patients could hardly understand instructions (presented as gestures). Therefore, the use of these four tests is not recommended in individuals with ARSACS.

These results should be interpreted with caution considering some limitations. First, applicability criteria's scoring was completed by the examiner only. In future studies, the use of an inter-judge rating system for the measurement tool-scoring sheet should be considered in order to increase applicability score's objectivity and, therefore, validity (Hogan, 2012). A second limitation is related to the criteria scoring context. As stated above, the measurement tool-scoring sheet was scored by the examiner while reviewing video of the testing session. A scoring in real time during the testing sessions may have led to different results. For instance, acceptability from the respondent's perspective or cognitive requirements as evaluated by the examiner could have been assessed by direct questions after test administration. This supplementary information might have added to the understanding of psychometric tests' general applicability in individuals with ARSACS. One way to address simultaneously the two precedent suggestions would be to ask the examiner to evaluate in real time the applicability with patients using the measurement tool-scoring sheet after test administration, then to ask an independent qualified judge to score the same applicability criteria while reviewing video of the sessions including patients' commentaries. Besides, the present study evaluated subtests included in psychometric batteries on each applicability sub-criterion. For a given battery, only one score (the most frequent among batteries' subtests) was considered to interpret results and

simplify their presentation. In their study, Auger et al. (2007) used a distinct measurement tool-scoring sheet to assess entire batteries including several subtests. Criteria presented in this tool could have been used in the present study to increase consistency of scoring. It is also important to note that tests selection process in Boivin-Mercier (n.d.), Boucher (2017), and Desmeules (2017) had resulted in the exclusion of psychometric tests evaluating language or verbal concepts formation (e.g., WAIS-IV Verbal Comprehension subtests) due to anticipated impact of dysarthria, mainly to avoid interpretative bias and excessive confrontation for patients. Insights from the present study suggest that these tests could be used in future studies involving individuals with ARSACS. Finally, the small sample size (eight participants) may have limited variety of observations on the applicability tool-scoring sheet. Although this number may seem small, it represents about 10% of the patients listed at the Neuromuscular Clinic of the CIUSSS du Saguenay-Lac-Saint-Jean (Quebec, Canada). This is considered a relatively high sample size in the rare neuromuscular disease research field. It would be interesting to re-evaluate psychometric tests applicability in forthcoming studies on cognitive and personality profiles in ARSACS as they should include more participants.

Conclusion

The selection process of measurement tools must consider psychometric properties such as validity, fidelity, and existence of appropriate normative samples. In the same line as Auger et al. (2007), this study supports the relevance to address practical aspects like applicability when choosing most appropriate psychometric tests, particularly with populations presenting specific characteristics that may limit their interpretation. Insights from this study can sustain ongoing research efforts aiming to document cognitive functions in a large sample of individuals with ARSACS. Recommendations may also help clinicians and researchers working with individuals with ARSACS and other ataxias presenting upper limbs involvement and speech disturbances. In all cases, psychological and neuropsychological evaluations should always consider information gathered from other sources like health care professionals (e.g., physicians, audiologists, ophthalmologist, physiotherapist) to exclude eventual influence of other functions deficits in performance on cognitive tests.

References

- Andresen, E. M. (2000). Criteria for assessing the tools of disability outcomes research. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 81*, S15-S20. <https://doi.org/10.1053/apmr.2000.20619>
- Auger, C., Demers, L., Desrosiers, J., Giroux, F., Ska, B., & Wolfson, C. (2007). Applicability of a toolkit for geriatric rehabilitation outcomes. *Disability & Rehabilitation, 29*, 97-109. <https://doi.org/10.1080/09638280600731540>
- Auger, C., Demers, L., & Swaine, B. (2006). Making sense of pragmatic criteria for the selection of geriatric rehabilitation measurement tools. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 43*, 65-83. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2005.09.004>
- Benton, A. L., Sivan, A. B., Hamsher, K. D., Varney, Nils R., & Spreen, O. (1983). *Contributions to neuropsychological assessment: A clinical manual*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Boivin-Mercier, A. (n.d.). *Étude exploratoire des fonctions cognitives chez les individus âgés de 20 à 40 ans atteints d'ataxie récessive spastique de Charlevoix-Saguenay (ARSCS)* (Unpublished doctoral dissertation). Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, Canada.
- Bouchard, J. P., Barbeau, A., Bouchard, R., & Bouchard, R. W. (1978). Autosomal recessive spastic ataxia of Charlevoix-Saguenay. *The Canadian Journal of Neurological Sciences, 5*, 61-69. <https://doi.org/10.1017/S0317167100024793>
- Bouchard, J. P., Richter, A., Mathieu, J., Brunet, D., Hudson, T. J., Morgan, K., & Melançon, S. B. (1998). Autosomal recessive spastic ataxia of Charlevoix-Saguenay. *Neuromuscular Disorders, 8*, 474-479. [https://doi.org/10.1016/S0960-8966\(98\)00055-8](https://doi.org/10.1016/S0960-8966(98)00055-8)
- Boucher, A. (2017). *Étude exploratoire des fonctions cognitives chez les individus âgés de 41 à 60 ans atteints d'ataxie récessive spastique de Charlevoix-Saguenay (ARSCS)* (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://constellation.uqac.ca/4150/>
- Brown, J. W. (1972). *Aphasia, apraxia, and agnosia: Clinical and theoretical aspects*. Springfield, IL: Charles C. Thomas.
- Colarusso, R. P. & Hammill, D. D. (1972). *Motor-free Visual Perception Test*. Novato, CA: Academic Therapy Pub.
- Colarusso, R. & Hammill, D. (2002). *Motor-Free Visual Perception Test (MVPT-3)* (3rd ed.). Austin, TX: Pro-Ed.
- Conners, C. K. (1994). *Conners' continuous performance test computer program 3.0 user's manual*. Toronto, Canada: Multi-Health Systems, Inc.
- Costa, P. T. Jr. & McCrae, R. R. (1989). *The NEO-PI/NEO-FFI manual supplement*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Costa, P. T. Jr. & Widiger, T. A. (1994). *Personality disorders and the five-factor model of personality*. Washington, DC: American Psychological Association.

- Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001). *Delis-Kaplan Executive Function System*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Derogatis, L. R. (1994). *SCL-90-R: Symptom Checklist-90-R: Administration, scoring, and procedures manual* (3rd ed.). Minneapolis, MN: NCS Pearson.
- Derogatis, L. R. & Melisaratos, N. (1983). The brief symptom inventory: An introductory report. *Psychological medicine*, *13*, 595-605. <https://doi.org/10.1017/S0033291700048017>
- Derogatis, L. R. & Savitz, K. L. (2000). The SCL-90-R and Brief Symptom Inventory (BSI) in primary care. *Handbook of psychological assessment in primary care settings*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Desmeules, A. (2017). *Étude exploratoire de la personnalité et du profil psychologique chez les individus ayant l'ataxie récessive spastique de Charlevoix-Saguenay (ARSCS)* (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://constellation.uqac.ca/4241/>
- Drolet, M. (2002). *Étude des fonctions neuropsychologiques des enfants et adolescents atteints de l'ataxie récessive spastique de Charlevoix-Saguenay (ARSCS)* (Master's thesis). Retrieved from <https://constellation.uqac.ca/874/>.
- Eling, P., Derckx, K., & Maes, R. (2008). On the historical and conceptual background of the Wisconsin Card Sorting Test. *Brain and Cognition*, *67*, 247-253. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.01.006>
- Fancellu, R., Paridi, D., Tomasello, C., Panzeri, M., Castaldo, A., Genitrini, S., ... Girotti, F. (2013). Longitudinal study of cognitive and psychiatric functions in spinocerebellar ataxia types 1 and 2. *Journal Of Neurology*, *260*, 3134-3143. <https://doi.org/10.1007/s00415-013-7138-1>
- Gazulla, J., Mayayo-Sinués, E., Benavente, I., Modrego, P. J., & Berciano, J. (2014). Ataxia of Charlevoix-Saguenay: MR and clinical results in lower-limb musculature. *The Canadian Journal of Neurological Sciences/Le Journal Canadien des Sciences Neurologiques*, *41*, 37-41. <https://doi.org/10.1017/S0317167100016231>
- Heaton, R. K., Chelune, G. J., Talley, J. L., Kay, G. G., & Curtiss, G. (1993). *Wisconsin Card Sorting Test Manual: Revised and expanded*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Heaton, R. K. (1993). *Wisconsin Card Sorting Test: Computer version 2.0*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Hogan, T. P. (2012). *Introduction à la psychométrie*. Montréal, Canada: Chenelière Éducation.
- Hooper, H. E. (1958). *The Hooper Visual Organization Test: Manual*. Beverly Hills, CA: Western Psychological Services.
- Institute of Medicine. (2015). *Psychological Testing in the Service of Disability Determination*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Kaplan, E. (1991). *WAIS-R as a Neuropsychological Instrument (WAIS-R-NI)*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Lange, R. T., Iverson, G. L., Brickell, T. A., Staver, T., Pancholi, S., Bhagwat, A., & French, L. M. (2013). Clinical utility of the Conners' Continuous Performance Test-II to detect poor effort in U.S. Military personnel following traumatic brain injury. *Psychological Assessment*, *25*, 339-352. <https://dx.doi.org/10.1037/a0030915>
- Larrabee, G. J., Trahan, D. E., & Curtiss, G. (1992). Construct validity of the Continuous Visual Memory Test. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *7*, 395-405. <https://doi.org/10.1093/arclin/7.5.395>
- Lévesque, K. (2004). *Relation entre les troubles affectifs et les difficultés scolaires chez les jeunes atteints d'ataxie récessive spastique de Charlevoix-Saguenay et ayant un quotient intellectuel normal* (Master's thesis). Retrieved from <https://constellation.uqac.ca/681/>
- Loesche, P., Wiley, J., & Hasselhorn, M. (2015). How knowing the rules affects solving the Raven Advanced Progressive Matrices Test. *Intelligence*, *48*, 58-75. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.10.004>
- Lopez, N. M., Lazar, M. D., & Oh, S. (2003). Psychometric properties of the Hooper Visual Organization Test. *Assessment*, *10*, 66-70. <https://doi.org/10.1177/1073191102250183>
- Martin, M. H., Bouchard, J. P., Sylvain, M., St-Onge, O., & Truchon, S. (2007). Autosomal recessive spastic ataxia of Charlevoix-Saguenay: a report of MR imaging in 5 patients. *American Journal of Neuroradiology*, *28*, 1606-1608. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A0603>
- Mattioli, F., Stampatori, C., Bellomi, F., Scarpazza, C., Galli, P., Guarneri, C., ... Capra, R. (2014). Assessing executive function with the D-KEFS sorting test: normative data for a sample of the Italian adult population. *Neurological Sciences*, *35*, 1895-1902. <https://doi.org/10.1007/s10072-014-1857-7>
- McCrae, R. R. & Costa P. T. Jr. (2007). Brief versions of the NEO-PI-3. *Journal of Individual Differences*, *28*, 116-128. <https://doi.org/10.1027/1614-0001.28.3.116>
- Mignarri, A., Tessa, A., Carluccio, M. A., Rufa, A., Storti, E., Bonelli, G., . . . Dotti, M. T. (2014). Cerebellum and neuropsychiatric disorders: Insights from ARSACS. *Neurological Sciences*, *35*, 95-97. <https://doi.org/10.1007/s10072-013-1592-5>
- Pilliod, J., Moutton, S., Lavie, J., Maurat, E., Hubert, C., Bellance, N., . . . Coupry, I. (2015). New

- practical definitions for the diagnosis of autosomal recessive spastic ataxia of Charlevoix-Saguenay. *Annals of Neurology*, 78, 871-886. <https://doi.org/10.1002/ana.24509>
- Pinel, J. P. J. (2007). *Biopsychologie* (6th ed.). Paris, France: Pearson Education.
- Psychological Corporation (2008). *WAIS-IV technical and interpretation manual*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Rae-Grant, A. & Parsons, M. W. (2014). Neuropsychology in the clinical setting: conceptual and practical issues. In M. W. Parsons & T. A. Hammeke (Eds.), *Clinical neuropsychology: A pocket handbook for assessment* (3rd ed., pp. 9-30). Washington, DC: American Psychological Association.
- Raven, J., Raven, J. C., & Court, H. H. (2000). *Raven manual: Section 3, Standard Progressive Matrices*. Oxford, England: Oxford Psychologists Press Limited.
- Roid, G. H., Miller, L. J., Pomplun, M., & Koch, C. (2013). *Leiter International Performance Scale* (3rd ed.). Los Angeles, CA: Western Psychological Services.
- Schmahmann, J. D. (2004). Disorders of the cerebellum: Ataxia, dysmetria of thought, and the cerebellar cognitive affective syndrome. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 16, 367-378. <https://doi.org/10.1176/jnp.16.3.367>
- Schretlen, D. J., Pearlson, G. D., Anthony, J. C., & Yates, K. O. (2001). Determinants of Benton Facial Recognition Test performance in normal adults. *Neuropsychology*, 15, 405-410. <https://dx.doi.org/10.1037/0894-4105.15.3.405>
- Seedat, F., James, M. K., & Rose, M. R. (2014). Activity rating scales in adult muscle disease: How well do they actually measure? *Muscle Nerve*, 50, 24-33. <https://doi.org/10.1002/mus.24090>
- Senior, G., Kelly, M., & Salzman, L. (1999). Clinical utility of the Rey tangled lines test. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 14, 719.
- Seron, X. & Van der Linden, M. (2014). L'anamnèse et l'examen neuropsychologique de base. In X. Seron & M. Van der Linden (Eds.), *Traité de neuropsychologie clinique de l'adulte : Tome 1, Évaluation* (2nd ed., pp. 113-130). Paris, France: De Boeck/Solal.
- Strauss, E., Sherman, E. M., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (3rd ed.). New-York, NY: Oxford University Press.
- Strong, C.-A. H. & Donders, J. (2008). Validity of the Continuous Visual Memory Test (CVMT) after traumatic brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 30, 885-891. <https://doi.org/10.1080/13803390701858224>
- Synofzik, M., Soehn, A. S., Gburek-Augustat, J., Schicks, J., Karle, K. N., Schule, R., . . . Schols, L. (2013). Autosomal recessive spastic ataxia of Charlevoix-Saguenay (ARSACS): Expanding the genetic, clinical and imaging spectrum. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 8, 41. <https://doi.org/10.1186/1750-1172-8-41>
- Thiffault, I., Dicaire, M. J., Tetreault, M., Huang, K. N., Demers-Lamarche, J., Bernard, G., . . . Brais, B. (2013). Diversity of ARSACS mutations in French-Canadians. *The Canadian Journal of Neurological Sciences/Le Journal Canadien des Sciences Neurologiques*, 40, 61-66. <https://doi.org/10.1017/S0317167100012968>
- Tsatsanis, K. D., Dartnall, N., Cicchetti, D., Sparrow, S. S., Klin, A., & Volkmar, F. R. (2003). Concurrent validity and classification accuracy of the Leiter and Leiter-R in low-functioning children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 33, 23-30. <https://doi.org/10.1023/A:1022274219808>
- U.S. Food and Drug Administration. (2016). *Clinical outcome assessment qualification program*. Retrieved from <https://www.fda.gov/Drugs/DevelopmentApprovalProcess/DrugDevelopmentToolsQualificationProgram/ucm284077.htm>
- Verguts, T., De Boeck, P., & Maris, E. (1999). Generation speed in Raven's progressive matrices test. *Intelligence*, 27, 329-345. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(99\)00023-9](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(99)00023-9)
- Vermeer, S., Van de Warrenburg, B. P., & Kamsteeg, E. J. (2003). ARSACS. *GeneReviews*. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1255/>
- Wade, D. T. (2004). Assessment, measurement and data collection tools. *Clinical Rehabilitation*, 18, 233-237. <https://doi.org/10.1191/0269215504cr183ed>
- Weiss, L. G., Saklofske, D. H., Coalson, D., & Raiford, S. E. (2010). *WAIS-IV clinical use and interpretation: Scientist-practitioner perspectives*. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Academic Press.
- White, T. & Stern, R. A. (2003). *Neuropsychological Assessment Battery: Psychometric and technical manual*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.

Received January 19, 2018

Revision received May 26, 2018

Accepted June 22, 2018 ■

Appendix A

Applicability Criteria Measurement Scoring Table Sheet Translation

Critère	Sous-critère	A	B	C
Fardeau du répondant	Caractère invasif	L'instrument n'est pas invasif		L'instrument est invasif
	Sécurité	Aucun risque de blessure physique	Risque faible de blessure physique	Risque important de blessure physique
	Acceptabilité	Court (≤ 15 min.) ET acceptable ($< 5\%$ de refus)	Long (mais de manière appropriée) OU problèmes d'acceptabilité ($< 15\%$ de refus ou quelques plaintes)	Long ET inacceptable ($> 15\%$ de refus; $> 50\%$ de plaintes; difficultés notées par l'examineur)
Fardeau de l'examineur	Temps d'administration	1-10 min.	10-20 min.	> 20 min.
	Qualité des instructions	Instructions complètes, claires, pertinentes, faciles d'accès et faciles à consulter	Instructions disponibles mais incomplètes, questions sans réponse	Instructions minimales
	Entraînement	Aucun ou entraînement simple/court	Spécifique à un professionnel, entraînement court et simple	Spécifique à un professionnel et entraînement long et complexe
	Simplicité de mesure (administration, cotation et interprétation)	Simple d'administration et cotation facile Résultats pertinents et interprétables	Simple d'administration et cotation nécessitant une consultation fréquente du manuel (pour calcul) Interprétation obscure des résultats	Complexe à administrer, ou difficultés de cotation ou interprétation des résultats complexes
	Disponibilité	Coût du matériel minimale Pas de droit d'auteur Paramètres environnementaux simples	Si deux critères ou plus sont répondus	Si un critère est répondu
	Résultats	Normalité de distribution et effets plafond et plancher	Pas de biais de distribution ou pas d'effet plafond/plancher du score total; 0 – 20%	Biais de distribution modéré ou effet plafond/plancher du score total $> 20\%$ -50%
Compatibilité du format	Âge, genre, culture	Preuve d'applicabilité générale pour les sous-groupes d'âge /genre/culture	Preuve d'administration avec des sous-groupes, certains problèmes soulevés (p.ex., aucune adaptation proposée)	Aucune administration avec un sous-groupe
	Format alternatif	Oui (p.ex., langage, Braille, âge)		Non
	Adaptabilité du format	Instructions originales suivies par tous les sujets	$\geq 90\%$ des sujets réalisent le test avec les instructions originales et le reste des participants réalisent le test avec des instructions adaptées	Les instructions originales ne peuvent être suivies ou le matériel ne peut être adapté
	Exigences physiques	Exigence physique minimale		Exigence physique nécessaire pour exécuter le test ou résultats influencés par des difficultés physiques
	Exigences cognitives (humeur, intelligence, communication)	Adapté pour les niveaux d'éducation faibles	Pas de spécification sur le niveau d'éducation	Haut niveau d'éducation requis ou résultats influencés par le niveau cognitif
	Données manquantes dues au seuil de difficulté	$< 10\%$ de données manquantes parce que l'instrument est trop difficile	10 – 15% de données manquantes parce que l'instrument est trop difficile	$> 15\%$ de données manquantes parce que l'instrument est trop difficile

Appendix B

Applicability Criteria Measurement Scoring Table Sheet Original Version

Criteria	Sub-criteria	A	B	C
Respondent burden	Invasiveness	Instrument is not invasive		Invasiveness is an issue
	Safety	No risk of physical injury	Low risk of physical injury	Important risk of physical injury
	Acceptability	Brief (≤ 15 min.) AND acceptable ($< 5\%$ of refusal)	Longer (but appropriately so) OR problems of acceptability ($< 15\%$ of refusals or some complaints)	Long AND unacceptable ($> 15\%$ of refusals; $> 50\%$ of complaints; difficulties noted by the examiner)
Examiner burden	Administration time	1-10 min.	10-20 min.	> 20 min.
	Quality of instruction	Instruction complete, clear, relevant, easy to access and consult	Instruction available but incomplete, questions unanswered	Minimal instruction
	Training	No or simple/short training	Specific professional and simple/short training	Specific professional and complex/long training
	Simplicity of measurement (administration, scoring, interpretability)	Simplicity of administration and easy scoring Results relevant and interpretable	Simplicity of administration and scoring necessitate frequent consultation of manual/calculating Obscure interpretation of results	Complex to administrate, or scoring difficulties, or complex interpretation of results
	Availability	Minimal cost / material No copyrights Light environmental settings	If one criterion meets	If two or more criteria meet
Score	No distribution bias or no ceiling-floor effect of total score; 0 – 20%	Moderate distribution bias or ceiling-floor effect of total score $> 20\%$ - 50%	Severe distribution bias or ceiling-floor effect of total score $> 50\%$	No distribution bias or no ceiling-floor effect of total score; 0 – 20%
Format compatibility	Age, gender, cultural	Evidence of broad applicability for cultural/age/gender subgroups	Evidence of testing with subgroups, some problems underlined (e.g., no adaptation proposed)	No test on any subgroups
	Alternate format	Yes (e.g., language, Braille, age)		No
	Adaptability of format	Original instructions followed for all subjects	$\geq 90\%$ of subjects performed the test with original instructions and the rest performed with adapted instructions	Original instructions could not be followed or material could not be adapted
	Physical Requirement	Minimal physical requirement		Physical requirement necessary to perform test or results influenced by physical impairment
	Cognitive Requirement (mood, intelligence, communication)	Adapted for lower educational level	No specification about educational level	High educational level required or results influenced by cognitive impairment
	Missing data due to difficulty of threshold	$< 10\%$ missing because instrument is too difficult	$10 - 15\%$ missing because instrument is too difficult	$> 15\%$ missing because instrument is too difficult

La capacité à générer des catégories dans le trouble du spectre de l'autisme : critères perceptifs ou conceptuels?

Janie Degré-Pelletier^{1,2}, Anne-Marie Nader^{1,2}, Valérie Bouchard^{1,2} et Isabelle Soulières^{1,2}

¹Département de psychologie, Université du Québec à Montréal

²Centre de recherche, Hôpital Rivière-des-Prairies, CIUSSS Nord de l'île de Montréal

Regrouper les informations en catégories permet de simplifier l'analyse de notre environnement, et de faire des apprentissages. Plusieurs études suggèrent que les enfants présentant un trouble du spectre de l'autisme (TSA) utilisent des processus différents des enfants au développement typique (DT) pour catégoriser l'information, possiblement en se basant davantage sur des critères perceptifs plutôt que conceptuels. L'objectif de cette étude était de comparer la capacité d'enfants TSA et DT âgés de 7 à 14 ans à générer des regroupements par catégories, ainsi que le type de catégories générées dans chaque groupe, à l'aide du test de Catégorisation d'animaux du NEPSY-II. Les 37 enfants TSA inclus dans cette étude ont généré moins de catégories que les 35 enfants DT, mais le type de catégories générées ne différait pas entre les groupes, les deux produisant davantage de catégories perceptives que conceptuelles. Les catégorisations de type perceptif semblent ainsi être plus saillantes à l'âge scolaire, tant chez les enfants autistes que typiques.

Mots clés : trouble du spectre de l'autisme, catégorisation, perception, développement, fonctions exécutives

Grouping information into categories simplifies the analysis of our environment and allows learning. Several studies suggest that children with Autism Spectrum Disorder (ASD) use different processes from typically developing children (TD) to categorize information, possibly relying more on perceptual rather than conceptual criteria. The aim of this study was to compare the ability of ASD vs TD children aged between 7 and 14 years old to generate groupings by category as well as the type of categories generated in each group, using the Animal Sorting Test of NEPSY-II. The 37 ASD children included in this study generated fewer categories than the 35 TD children, but the type of categories generated did not differ between groups, both producing more perceptual than conceptual categories. Perceptual categorization seems to be more prominent at school age in both autistic and typical children.

Keywords: autism spectrum disorder, categorization, perception, development, executive functions

Le trouble du spectre de l'autisme (TSA) est une condition neurodéveloppementale comportant des difficultés de communication sociale et des comportements et intérêts restreints, répétitifs ou stéréotypés (American Psychiatric Association, 2013). La dernière version du Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (DSM-5) accorde maintenant une importance à la présence de particularités perceptives et d'hétérogénéité intra-individuelle et interindividuelle sur le plan cognitif dans le TSA (American Psychiatric Association, 2013). En ce qui concerne l'hétérogénéité intra-individuelle, les personnes autistes présentent un profil cognitif hétérogène aux échelles d'intelligence de Wechsler, caractérisé par des « pics d'habiletés » aux sous-tests non verbaux, tels les Blocs et les Matrices, et par des « creux d'habiletés » au sous-test verbal

Compréhension (Nader, Jelenic, & Soulières, 2015). Une grande proportion des individus autistes présente ainsi des forces sur le plan visuospatial (Barbaro & Dissanayake, 2012; Caron, Mottron, Berthiaume, & Dawson, 2006; Nader et al., 2015; Shah & Frith, 1993). Dans leur quotidien, les personnes autistes semblent accorder davantage d'attention aux détails et aux informations perceptives de l'environnement visuel et auditif (p. ex., les couleurs et les formes des objets, les bruits de fond plutôt que la conversation en cours) que ne le font les individus au développement typique (DT), et ce, dès leur plus jeune âge (Mottron & Dawson, 2013; Pierce, Conant, Hazin, Stoner, & Desmond, 2011). Le traitement atypique de l'information dont font preuve les personnes autistes influence leur performance à certains tests ainsi que leurs apprentissages. Ce traitement doit être pris en compte lors de l'évaluation cognitive et lors des interventions afin d'avoir accès à leur potentiel réel.

La correspondance concernant cet article devrait être adressée à /
Correspondence regarding this article should be addressed to:
Isabelle Soulières, Ph.D., Département de psychologie, Université
du Québec à Montréal
CP 8888, Succ. Centre-ville
Montréal, QC, Canada, H3C 3P8
Courriel : soulières.isabelle@uqam.ca

Particularités perceptives dans le trouble du spectre de l'autisme

Trois modèles théoriques ont tenté d'expliquer la provenance de ces particularités perceptives en autisme.

Le premier modèle, basé sur la diminution de la perception des similarités (*reduced perceptual similarity*), propose que la capacité à former des concepts chez les personnes présentant un TSA interfère avec la perception des similarités. Les individus autistes ont tendance à percevoir les stimuli comme étant davantage différents que similaires, ce qui réduit leur capacité à regrouper des éléments ensemble pour former une catégorie (Plaisted, O'Riordan, & Baron-Cohen, 1998; Plaisted, 2001). Par exemple, si pour un enfant autiste les différences entre les oiseaux (p. ex., la couleur, la grosseur, la capacité à voler ou non) sont plus saillantes que pour un autre enfant, l'enfant autiste risque d'avoir de la difficulté à se concentrer sur les ressemblances que possèdent tous les types d'oiseaux pour les classer dans une même catégorie (p. ex., les oiseaux ont tous deux pattes et des plumes).

Le deuxième modèle, celui de la cohérence centrale réduite (*weak central coherence*), propose que les individus autistes utilisent quasi exclusivement un traitement local de l'information, axé sur les détails des stimuli, et que leur traitement plus global de l'information (c.-à-d., un processus descendant et une intégration des informations) s'avère déficitaire (Happé & Frith, 2006).

Le troisième modèle, basé sur le surfonctionnement perceptif (*enhanced perceptual functioning*), suggère que le traitement de l'information chez les personnes avec TSA s'oriente autour d'une supériorité du traitement perceptif local (c.-à-d., orienté vers les détails) et d'une moindre influence du traitement global. Contrairement au modèle précédent, le modèle du surfonctionnement perceptif sous-entend que les individus autistes sont en mesure d'utiliser un traitement de l'information global, mais qu'ils priorisent le traitement local en perception visuelle et auditive. Cette tendance vers les traitements locaux influence les processus cognitifs des individus autistes, ce qui s'observe, entre autres, dans leur performance aux tests d'intelligence (Mottron, Dawson, Soulières, Hubert, & Burack, 2006). Chacun de ces modèles avance que les individus autistes accordent davantage d'attention aux détails que ne le font les individus typiques, mais un peu moins à l'intégration des informations en un tout. Ces trois modèles prédisent donc des difficultés chez les personnes autistes à regrouper les informations selon leurs similarités, puisque les différences entre les

stimuli sont mieux perçues et leur apparaissent plus saillantes comparativement aux personnes typiques.

La catégorisation dans le trouble du spectre de l'autisme

La catégorisation consiste à former des catégories à partir de regroupements d'informations sur des concepts qui partagent des similitudes conceptuelles (p. ex., l'appartenance à des catégories d'animaux) et/ou perceptives (p. ex., la couleur ou la forme). Ces regroupements facilitent le traitement de l'information et organisent les connaissances acquises en mémoire, ce qui est essentiel pour l'apprentissage de nouvelles connaissances et habiletés. Ainsi, lorsqu'un nouveau stimulus est reconnu comme faisant partie d'une catégorie connue, les connaissances associées à cette catégorie sont attribuées à ce nouveau stimulus (p. ex., son caractère dangereux ou sécuritaire, sa fonction, ou encore le fait qu'il soit apprécié ou non). Le principe de « ressemblance familiale » permet d'expliquer en partie le processus derrière la catégorisation (Rosch, 1978). Ce principe se base sur le nombre d'attributs qu'un item partage avec les autres items d'une même catégorie. Ainsi, plus un item partage d'attributs avec les autres membres de sa catégorie, plus il est typique de celle-ci. Une catégorie est ainsi représentée par la moyenne de ses membres, qui constitue le prototype de la catégorie (Klinger & Dawson, 1995, 2001). En se basant sur ce principe, la catégorisation peut être étudiée de différentes façons. Des recherches ont tenté de documenter cette habileté chez les personnes autistes en utilisant diverses tâches, soit : 1) l'apprentissage de nouvelles catégories; 2) le classement d'items dans des catégories connues; 3) la génération de regroupements.

Apprentissage de nouvelles catégories

Tout d'abord, les processus de catégorisation peuvent être étudiés en évaluant la capacité à apprendre de nouvelles catégories. Dans ce type de tâche, on présente du matériel inconnu au participant (p. ex., des animaux imaginaires, des formes abstraites) qui doit apprendre, avec la rétroaction reçue, à le catégoriser (p. ex., en deux familles d'animaux). On teste ensuite si le participant a bien appris les catégories en lui demandant de classer de nouveaux items, cette fois, sans rétroaction. Les personnes présentant un TSA sont en mesure d'extraire le prototype d'une catégorie et ainsi d'offrir une performance équivalente à celle des personnes typiques dans des tâches d'apprentissage (Bott, Brock, Brockdorff, Boucher, & Lamberts, 2006; Molesworth, Bowler, & Hampton, 2008; Soulières, Mottron, Giguère, & Larochelle, 2011). Malgré des performances équivalentes à celles des personnes typiques, l'apprentissage des personnes autistes se fait

souvent plus lentement, les stratégies d'apprentissage pouvant être plus implicites (c.-à-d., moins conscientes et systématiques, surtout en début d'apprentissage), et la nature des stimuli (c.-à-d., simples, concrets, complexes ou abstraits) pouvant jouer un rôle dans leur réussite (Bott et al., 2006; Ropar & Peebles, 2007; Soulières et al., 2011).

Tâches de classement

Certaines études utilisent des tâches de classement (*sorting test*) pour évaluer la capacité à déterminer à quelle catégorie les items présentés sont associés (Alderson-Day & McGonigle-Chalmers, 2011; Shulman, Yirmiya, & Greenbaum, 1995). Dans ces tâches, un item (p. ex., un chien) est présenté au participant et celui-ci doit déterminer à quelle catégorie il l'associe (p. ex., des animaux, des sports). Les résultats de ces études suggèrent que les personnes autistes ont la capacité d'organiser l'information et de classer des items selon des critères concrets et perceptifs tels que la couleur ou la forme d'un item (Alderson-Day & McGonigle-Chalmers, 2011; Shulman et al., 1995). Toutefois, elles semblent éprouver plus de difficulté à classer les items (c.-à-d., elles produisent moins de bonnes réponses) lorsque des critères plus conceptuels, comme la catégorie d'appartenance (p. ex., les arbres, les visages, les animaux), doivent être utilisés (Alderson-Day & McGonigle-Chalmers, 2011; Shulman, Yirmiya, & Greenbaum, 1995).

Génération de regroupements

Finalement, la capacité à générer des catégories est étudiée en demandant aux participants de générer des regroupements d'items à partir de matériel connu. À l'aide d'une tâche de regroupement de livres, Ropar et Peebles (2007) ont évalué cette capacité chez des enfants autistes. Leur tâche consiste à présenter 24 livres à l'enfant sur lesquels est représenté un jeu (p. ex., un jeu d'échecs, un jeu de Scrabble) ou un sport (p. ex., le tennis, le football). L'enfant doit classer les livres dans deux boîtes de carton afin d'obtenir 12 livres dans chaque boîte, l'enfant choisissant le critère de regroupement. Les enfants peuvent ainsi se baser sur le type d'activité (c.-à-d., jeu ou sport), la couleur du livre (c.-à-d., vert ou orange), la taille du livre (c.-à-d., petit ou grand), la présence d'une personne sur l'image (c.-à-d., une personne ou aucune personne) ou l'endroit où se pratique l'activité (c.-à-d., intérieur ou extérieur) pour regrouper les livres. Les résultats de cette étude concordent avec les études précédentes suggérant que, même dans la génération de regroupements d'items, les enfants autistes utilisent davantage des critères perceptifs et concrets (p. ex., la couleur des livres) que conceptuels (p. ex., le type d'activité). Ainsi, lorsqu'ils doivent classer des items qui comportent à la fois des informations concrètes et

abstraites (p. ex., la catégorie d'activité), les enfants autistes vont spontanément se baser davantage sur les informations concrètes pour les regrouper (Ropar & Peebles, 2007).

Ces résultats peuvent être expliqués par une diminution de l'influence du traitement dit de haut niveau (c.-à-d., l'influence descendante du contexte et des connaissances antérieures) dans les processus de catégorisation des individus autistes, expliquant leur tendance à apprendre plus lentement de nouvelles catégories (Soulières et al., 2007). En effet, ces individus vont moins utiliser leurs connaissances antérieures ou le contexte entourant l'item pour faciliter l'apprentissage de nouvelles catégories. Il semble également que le traitement atypique de l'information des personnes autistes, caractérisé par une supériorité du traitement perceptif, influence leur performance. Contrairement aux personnes typiques, qui utilisent davantage des critères conceptuels et abstraits, les individus autistes présentent une tendance marquée à regrouper et à classer des items selon des critères perceptifs et concrets (Alderson-Day & McGonigle-Chalmers, 2011; Ropar & Peebles, 2007; Shulman et al., 1995). Ces résultats suggèrent que la perception influence les stratégies qu'utilisent les individus autistes en catégorisation. En lien avec ce constat, le contexte et la façon de présenter l'information semblent avoir un impact considérable sur leurs apprentissages et peuvent certainement être utilisés comme pistes d'intervention en autisme.

Le test de Catégorisation d'animaux (*Animal Sorting*) du NEPSY-II (Korkman, Kirk, & Kemp, 2007) permet d'évaluer certaines fonctions exécutives, telles que la flexibilité cognitive et l'initiative, en plus de mesurer la capacité des enfants à générer des regroupements d'items en catégories (Brooks, Sherman, & Strauss, 2010). Ce test, qui s'apparente à la tâche de génération de regroupements de Ropar et Peebles (2007), consiste à présenter huit cartes représentant des animaux et à demander à l'enfant de les regrouper de différentes façons en deux familles de quatre cartes chacune. En plus d'être un des rares tests permettant d'évaluer la génération de regroupements à l'enfance, il s'insère dans une batterie de tests neuropsychologiques (NEPSY-II) qui est fréquemment utilisée dans le milieu clinique. À ce jour, seulement deux études ont utilisé ce test auprès d'une population autistique (Akbar, Loomis, & Paul, 2013; Narzisi, Muratori, Calderoni, Fabbro, & Urgesi, 2012). L'étude de Narzisi et al. (2012) vise à déterminer le profil neuropsychologique d'enfants TSA. D'après leurs résultats, les enfants autistes génèrent significativement moins de catégories que les enfants du groupe typique au test de Catégorisation d'animaux (Narzisi et al., 2012). Cette étude s'est toutefois limitée à un petit échantillon d'enfants

présentant un TSA ($n = 22$), ce qui ne permet pas la généralisation des résultats à l'ensemble du spectre autistique. De plus, les chercheurs ne rapportent pas l'ensemble des résultats du test, soit le nombre de catégories répétées et le nombre de catégories inédites. L'objectif de la seconde étude d'Akbar et al. (2013) est d'évaluer la relation entre les compétences langagières et les fonctions exécutives d'enfants présentant un TSA. La performance des enfants autistes au test de Catégorisation d'animaux corrèle avec leur niveau de fonctionnement sur le plan non verbal (Akbar et al., 2013), alors que, dans l'étude de normalisation du test basée sur des participants au DT, celui-ci corrèle avec la cognition verbale (Brooks et al., 2010). De plus, la portée de leurs résultats demeure limitée vu l'absence de groupe contrôle.

Ces deux études n'ont pas rapporté les résultats associés au nombre de catégories répétées et inédites, bien que ces mesures soient d'intérêt pour bien comprendre la performance des enfants autistes. En effet, certaines difficultés exécutives de ces enfants, notamment la flexibilité cognitive (p. ex., les erreurs de persévération), la planification et la formation de concepts (Craig et al., 2016), sont très impliquées dans le test de Catégorisation d'animaux. Ces difficultés sont susceptibles d'être reflétées par une tendance à générer moins de bonnes catégories, plus de catégories erronées ou inédites et plus de catégories répétées (c.-à-d., l'équivalent des erreurs de persévération). Les études exploratoires qui ont utilisé le test de Catégorisation d'animaux ne se concentraient pas sur le test en soi et n'ont pas analysé toutes ses composantes, dont les catégories répétées et inédites. Il serait donc pertinent d'explorer et de comparer la performance d'enfants autistes et typiques, en fonction des catégories répétées et inédites, dans le but de déterminer si leurs performances au test de Catégorisation d'animaux concordent avec les études portant sur les fonctions exécutives (Craig et al., 2016).

En résumé, une préférence marquée pour l'utilisation de critères perceptifs et concrets en catégorisation est retrouvée chez les personnes autistes. Les études précédentes supportent la présence d'un traitement atypique de l'information chez les individus autistes et appuient l'hypothèse selon laquelle ces particularités perceptives semblent jouer un rôle dans les processus de catégorisation. Le test de Catégorisation d'animaux du NEPSY-II se révèle être un bon outil pour mieux cerner l'influence des particularités perceptives dans la génération de catégories chez les enfants autistes. À ce jour, peu de recherches ont évalué la génération de catégories chez des enfants autistes (Ropar & Peebles, 2007) et seulement deux études ont utilisé le test de Catégorisation d'animaux dans une population

autistique (Akbar et al., 2013; Narzisi et al., 2012). Comparativement à l'utilisation d'une tâche expérimentale, l'analyse du test standardisé de Catégorisation d'animaux dans une population autistique s'avère plus intéressante pour mesurer les habiletés de catégorisation, compte-tenu des retombées cliniques que cela pourrait impliquer dans l'évaluation des enfants autistes.

Objectifs et hypothèses

La présente étude a comme objectifs : 1) de documenter, à l'aide du test de Catégorisation d'animaux, la capacité à générer des catégories chez les enfants autistes; 2) de vérifier leur propension à privilégier des stratégies de regroupement perceptives plutôt que conceptuelles; 3) de déterminer s'il y a des associations entre les habiletés de catégorisation, le niveau intellectuel et l'âge des participants. En nous basant sur les résultats des études ayant utilisé le test de Catégorisation d'animaux chez des enfants autistes (Akbar et al., 2013; Narzisi et al., 2012) et sur la méta-analyse des fonctions exécutives de Craig et al. (2016), nous émettons les hypothèses suivantes : 1.1) les enfants autistes généreront moins de bonnes catégories que les enfants typiques; 1.2) les enfants autistes généreront plus de catégories répétées (c.-à-d., pouvant être considérées comme l'équivalent des erreurs de persévération dans les tests de flexibilité cognitive) que les enfants typiques.

De plus, sachant que les enfants autistes ont une plus grande propension à traiter l'information perceptive, nous émettons également les hypothèses suivantes : 2.1) les enfants autistes feront davantage de catégories en se basant sur des critères perceptifs (p. ex., couleurs, type de contour) que sur des critères conceptuels (p. ex., type d'animaux); 2.2) en concordance avec les résultats de l'étude de Ropar et Peebles (2007), les enfants autistes généreront plus de catégories selon des critères perceptifs que les enfants typiques qui, eux, généreront plus de catégories basées sur des critères conceptuels que les enfants autistes.

Finalement, sachant qu'Akbar et al. (2013) et Brooks et al. (2010) ont trouvé que le score au test de Catégorisation d'animaux est prédit par la cognition non verbale chez les enfants autistes et par la cognition verbale chez les enfants typiques, nous posons également l'hypothèse suivante : 3) la performance des enfants autistes à ce test sera corrélée à la cognition non verbale mesurée par l'indice de raisonnement perceptif et la performance des enfants typiques sera corrélée à la cognition verbale mesurée par l'indice de compréhension verbale. À noter qu'aucune corrélation ne sera effectuée avec le niveau de fonctionnement intellectuel global (c.-à-d., le quotient intellectuel [QI] global), étant donné que, d'après les études dans ce domaine (Nader et al.,

2015) et ce qui peut être observé dans l'échantillon de la présente étude (cf. Tableau 1), le score de QI tend à sous-estimer le fonctionnement cognitif des individus TSA.

Méthode

Participants

Un total de 37 enfants autistes et 35 enfants au DT, âgés de 7 à 14 ans, ont été recrutés à partir de la base de données et de participants Autisme-HRDP (Hôpital Rivière-des-Prairies) et à partir de la Commission scolaire des Patriotes située dans la région de la Montérégie (qui a formellement autorisé ce projet). Tous les enfants autistes avaient préalablement reçu un diagnostic de TSA par une équipe multidisciplinaire, suite à la passation d'outils d'évaluation diagnostique, soit le *Autism Diagnosis Interview-Revised* (ADI-R; Lord, Rutter, & Le Couteur, 1994) et/ou le *Autism Diagnosis Observation Schedule* (ADOS-G; Lord et al., 2000).

Pour faire partie de la recherche, les participants des deux groupes devaient : 1) être âgés de 7 à 14 ans; 2) avoir un QI non verbal dans la moyenne (entre 80 et 120). Les deux groupes ne diffèrent pas en termes d'âge ($p = .079$) et de QI non verbal ($p = .155$), mais une tendance statistique pour une différence de ratio garçons : filles est observée ($p = .068$; cf. Tableau 1). Les critères d'inclusion spécifiques au groupe TSA étaient : 1) avoir rempli les critères établis par le DSM-IV pour un diagnostic de trouble envahissant du développement ou avoir rempli les critères établis par le DSM-5 pour un diagnostic de TSA; 2) avoir obtenu des scores positifs (supérieurs au seuil clinique) aux outils standardisés (ADI-R et/ou ADOS-G) correspondant à un diagnostic de TSA. Pour participer à l'étude, les enfants du groupe TSA et du groupe typique ne devaient pas présenter de trouble ou de comorbidités d'ordre neurologique (p. ex., une altération génétique), psychiatrique (p. ex., le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité) ou de trouble d'apprentissage. Les critères d'exclusion spécifiques au groupe typique étaient : 1) avoir une histoire de maladie ou de traitement pour des troubles psychiatriques ou d'apprentissage, que ce soit une histoire personnelle ou familiale (1^{er} degré); 2) être sous médication qui pourrait affecter le fonctionnement cognitif. Cette étude a été approuvée par le comité d'éthique de la recherche de l'Hôpital Rivière-des-Prairies.

Mesures

Mesure du fonctionnement cognitif et intellectuel. La 4^e édition de la version canadienne francophone du *Wechsler Intelligence Scale for Children* (WISC-IV) a été utilisée afin d'évaluer le

niveau cognitif des participants (WISC-IV; Wechsler, 2003). La majorité des participants ont complété l'ensemble des indices du WISC-IV. Dans certains cas, la passation de l'indice de raisonnement perceptif a été priorisée par rapport aux autres indices en raison de contraintes de temps (cf. Tableau 2 pour les valeurs manquantes).

Mesure de la catégorisation. Un des sous-tests du Bilan neuropsychologique de l'enfant - 2^e édition (NEPSY-II; Korkman et al., 2007), soit le test de Catégorisation d'animaux (*Animal Sorting Test*), a été administré à chaque participant. Il permet d'évaluer la capacité à former des concepts, à transposer des concepts en action (c.-à-d., trier en catégories), à générer des catégories et à passer d'un concept à un autre. Dans l'ensemble, ce test mesure les fonctions exécutives d'initiative et de flexibilité cognitive et la capacité d'auto-vérification (*self-monitoring*; Brooks et al., 2010). Concrètement, le test se compose de huit cartes représentant différents animaux dans un paysage extérieur. L'expérimentateur demande à l'enfant de classer de différentes façons les huit cartes en deux familles (quatre vs quatre) et lui donne un exemple de regroupement (petits vs grands animaux), afin de s'assurer que l'enfant comprend bien ce qu'on attend de lui. Les enfants proposent ensuite eux-mêmes les

Tableau 1

Statistiques descriptives de l'échantillon

Groupes	TSA	DT	<i>p</i>
<i>n</i>	37	35	-
Sexe (G : F)	32 : 5	24 : 11	.068
Âge			
<i>M</i>	10:6	9:10	.079
(Min-Max)	(7:6-14:3)	(7:2-12:2)	
QI non verbal ^a			
<i>M</i>	105.05	108.51	.155
(Min-Max)	(85-120)	(87-120)	
QI verbal			
<i>M</i>	89.63	108.18	.000
(Min-Max)	(47-126)	(85-140)	
QIG ^b			
<i>M</i>	89.70	106.94	.000
(Min-Max)	(64-120)	(86-125)	

Note. ^aQI non verbal calculé avec l'indice de raisonnement perceptif du WISC-IV; ^bQIG calculé pour 23 TSA et 34 DT; WISC = *Wechsler Intelligence Scale for Children*; TSA = trouble de spectre de l'autisme; DT = développement typique; QIG = QI global.

critères de classement. Le but est de générer le plus de regroupements en catégorie en six minutes. Ce test est destiné aux enfants et aux adolescents âgés de 7 à 16 ans. Pour l'analyse des résultats, trois scores peuvent être rapportés selon le manuel du NEPSY-II, soit : le total de bonnes réponses (c.-à-d., bons regroupements par catégories, selon les douze regroupements en catégories répertoriés; cf. Tableau 3), le total de catégories répétées et le total de catégories inédites (c.-à-d., les catégories qui n'ont pas été répertoriées lors de la création et de la normalisation du test). Les scores bruts du nombre de bonnes catégories générées sont convertis en scores pondérés selon l'âge ($M = 10$; $É.-T. = 3$), alors que les scores bruts du nombre de catégories inédites et répétées sont convertis en rangs centiles. L'étude de normalisation de ce test se base sur un échantillon de 1200 participants âgés de 3 à 16 ans, demeurant aux États-Unis. Ce test possède une bonne fidélité interne ($r = .73$) et une bonne fidélité test-retest ($r = .73$; Brooks et al., 2010). Chez des enfants typiques, le test de Catégorisation d'animaux du NEPSY-II corrèle avec le QI verbal (c.-à-d., indice de compréhension verbale; $r = .41$; Brooks et al., 2010).

Tableau 2

Nombre de participants ayant complété les indices du WISC-IV

Indices	TSA	DT
Indice de compréhension verbale	27	34
Indice de raisonnement perceptif	37	35
Indice de mémoire de travail	25	34
Indice de vitesse de traitement	24	35
Indice global du fonctionnement	23	34

Note. WISC = Wechsler Intelligence Scale for Children; TSA = trouble de spectre de l'autisme; DT = développement typique.

Dans le but d'étudier la capacité des enfants autistes à générer des catégories selon des critères perceptifs et conceptuels, l'ensemble des catégories de classement déterminées par le manuel du NEPSY-II a été divisé en deux, selon qu'elles soient générées à partir de critères perceptifs ou conceptuels. Le regroupement de ces catégories s'est fait en se basant sur la question suivante : Est-ce qu'il est possible de générer cette catégorie de façon perceptive ? Si la réponse était oui et qu'aucun traitement dit de haut niveau ou conceptuel n'était absolument requis pour générer cette catégorie, elle était jugée « perceptive ». Si les informations perceptives n'étaient pas suffisantes pour permettre à l'enfant de générer cette catégorie, elle était alors jugée « conceptuelle ». Parmi quatre évaluateurs, un accord de 100 % a été obtenu

pour huit catégories (tous les évaluateurs ayant assigné le même critère à chaque catégorie, soit *conceptuel* ou *perceptif*) et de 75 % pour les quatre autres catégories (trois évaluateurs ont assigné *conceptuel* et un évaluateur a assigné *perceptif* à une catégorie, ou vice versa). Pour ces quatre catégories, un consensus a été obtenu après discussion (cf. Tableau 4 pour les catégories perceptives vs conceptuelles retenues).

Procédure

Les participants ont été rencontrés directement à leur école ou à l'Hôpital Rivière-des-Prairies, chaque fois dans un petit local d'évaluation. Le WISC-IV était administré à l'enfant lors de la première rencontre, d'une durée d'environ une heure et demie. Le test de Catégorisation d'animaux du NEPSY-II était administré lors d'une seconde rencontre avec l'enfant, comprenant également les tâches d'une autre étude. Cette rencontre durait environ quinze minutes, incluant l'organisation du matériel, les consignes données à l'enfant et la passation du test. Des pauses ont été prises selon les besoins de l'enfant. Les tests de l'étude ont été administrés dans un ordre contrebalancé prédéfini.

Tableau 3

Regroupement des catégories de classement du NEPSY-II

Critères perceptifs	Critères conceptuels
Animaux avec rayures / sans rayures noires	Animaux sauvages / communs
Présence de soleil / pluie	Présence / absence d'eau
Nombres d'animaux (1 / 2)	Présence / absence d'arbre
Cartes avec / sans bordures noires	Animaux avec fourrure / sans fourrure
Cartes bleues / jaunes	Animaux en mouvement / à l'arrêt
Direction des animaux (droite / gauche)	Élévation du paysage / absence d'élévation

Résultats

Les données de cette étude ont été analysées avec le logiciel SPSS 24.0 (IBM, 2016), en utilisant un seuil de significativité de $p < .05$. Les analyses ont été effectuées après corrections de normalité et avec corrections de Bonferroni lorsque nécessaire. Pour l'ensemble des analyses de variance, les tailles d'effet sont rapportées avec l'éta-carré semi-partiel.

Comparaison de la performance au test de Catégorisation d'animaux du NEPSY-II

Afin de vérifier l'hypothèse 1, selon laquelle les enfants autistes ont tendance à générer moins de bonnes catégories et plus de catégories répétées que les enfants typiques, et afin d'explorer la performance

Tableau 4

Explications du regroupement de chaque catégorie de classement du NEPSY-II

Types de regroupements	Explication
Perceptifs / Concrets	
Animaux avec rayures / sans rayures noires	Les animaux qui ont des rayures sur les cartes ne sont pas tous des animaux qui ont à la base comme caractéristique d'avoir des rayures (p. ex., zèbre vs poissons). Donc, le regroupement des cartes selon ce critère se base sur la présence visible ou non de rayures, qui est une information perceptive de la carte.
Cartes bleues / jaunes	Cette catégorie se base seulement sur une information perceptive.
Nombres d'animaux (1 / 2)	Le nombre d'animaux sur la carte représente une information perceptive; l'enfant n'a pas besoin d'avoir des connaissances conceptuelles pour générer cette catégorie.
Cartes avec / sans bordures noires	Cette catégorie se base seulement sur une information perceptive.
Direction des animaux (droite / gauche)	Cette catégorie est perceptive, car l'enfant peut seulement se baser sur les informations perceptives (p. ex., orientation des animaux) pour générer cette catégorie.
Présence de soleil / pluie	La présence de soleil ou de pluie peut être réussit par un enfant en se basant que sur des informations perceptives (c.-à-d., présence d'une forme de soleil sur 4 cartes et présence de petites lignes de pluie sur les 4 autres cartes).
Conceptuels / Abstraites	
Animaux sauvages / domestiques	Ce classement de cartes ne peut en aucun cas être fait par un traitement d'information perceptive seulement; l'enfant doit traiter l'information et avoir la connaissance les différents types d'animaux.
Animaux en mouvement / à l'arrêt	Cette catégorie se base sur des informations conceptuelles, car l'enfant doit comprendre que les poissons sont constamment en mouvement dans l'eau et que lorsque les ailes d'un oiseau sont dans les airs, c'est qu'il est en mouvement. Il n'y a aucune information perceptive récurrente qui se retrouve entre les cartes pour réussir ce classement, l'enfant doit interpréter les scènes.
Présence / absence d'arbre	Ce critère de classement se base sur des informations conceptuelles, car les arbres sont tous différents sur les cartes. L'enfant doit donc connaître le concept d'arbre et le regroupement de plusieurs types d'arbre (p. ex., palmiers, sapins) pour générer cette catégorie.
Animaux avec fourrure / sans fourrure	Il n'y a pas d'informations perceptives sur les animaux pour pouvoir regrouper les cartes selon la présence ou non de fourrure. L'enfant doit connaître les informations conceptuelles des animaux (p. ex., un ours a de la fourrure versus un poisson a des écailles) pour faire ce regroupement.
Présence / absence d'eau	Pour faire ce classement de cartes, l'enfant doit se baser davantage sur une interprétation de la scène que sur des informations perceptives. En se basant que sur les informations perceptives, il ne pourrait différencier la présence d'eau sur les cartes (c.-à-d., qui est représenté par des petites lignes qui forment un courant) et l'arbre sur la carte de l'oiseau (c.-à-d., qui a les mêmes petites lignes pour donner l'effet de l'arbre). Ce classement est donc plus abstrait.
Élévation du paysage / absence d'élévation	Cette catégorie peut être réussie en se basant seulement sur les informations conceptuelles, l'enfant doit connaître en quelque sorte la notion de perspective et de ligne d'horizon pour comprendre qu'il y a une élévation du terrain qui constitue la montagne (p. ex., sur la carte des oies, il semble y avoir une ligne qui représente une élévation du paysage, mais ce n'est pas une montagne).

Tableau 5

Moyennes et écart-types des scores bruts et pondérés au test de Catégorisation d'animaux du NEPSY-II

Scores au test de Catégorisation	TSA (n = 37)	DT (n = 35)	p	η^2
	M (É.-T.)	M (É.-T.)		
Bonnes catégories				
Scores bruts	4.41 (1.95)	5.97 (1.93)	.001	.143
Scores pondérés	8.05 (2.85)	10.74 (2.72)	.000	.193
Catégories répétées				
Scores bruts	1.19 (1.27)	1.43 (0.88)	.358	.012
Rangs centiles	49.19 (29.42)	44.24 (25.23)	.447	.008
Catégories inédites				
Scores bruts	0.59 (0.96)	0.80 (1.08)	.395	.010
Rangs centiles	48.30 (20.28)	43.74 (22.54)	.370	.012

des enfants autistes et typiques en fonction des catégories inédites, des ANOVA à un facteur ont été effectuées sur le nombre de bonnes catégories, le nombre de catégories répétées et le nombre de catégories inédites. Dans ces analyses, les scores pondérés ont été utilisés comme variable dépendante et le groupe (TSA et typique) a été utilisé comme variable indépendante. Pour le nombre de bonnes réponses, l'ANOVA montre un effet significatif du groupe, $F(1, 70) = 16.78$, $p < .001$, $\eta^2 = .19$. Les enfants TSA font significativement moins de bonnes catégories (M score pondéré = 8.05, $É.-T.$ = 2.85) que les enfants typiques (M score pondéré = 10.74, $É.-T.$ = 2.72). Le nombre de catégories répétées ne diffère toutefois pas significativement entre les groupes, $F(1, 70) = 0.59$, $p = .447$ (M rangs centiles enfants TSA =

49.19, $É.-T.$ = 29.42; M rangs centiles enfants typiques = 44.24, $É.-T.$ = 25.23). Finalement, les enfants TSA ne diffèrent pas des enfants typiques quant au nombre de catégories inédites, $F(1, 70) = 0.81$, $p = .370$ (M rangs centiles respectivement 48.30 et 43.74, $É.-T.$ respectivement 20.28 et 22.54). Le même profil de résultats a été retrouvé avec les scores bruts du test (cf. Figure 1 et Tableau 5). Ces analyses ont également été effectuées avec l'âge comme covariable et les mêmes résultats ont été obtenus.

Comparaison de la performance entre les types de critères de catégorisation

Pour répondre à l'hypothèse 2, selon laquelle les enfants autistes ont tendance à faire davantage de catégories en se basant sur des critères perceptifs

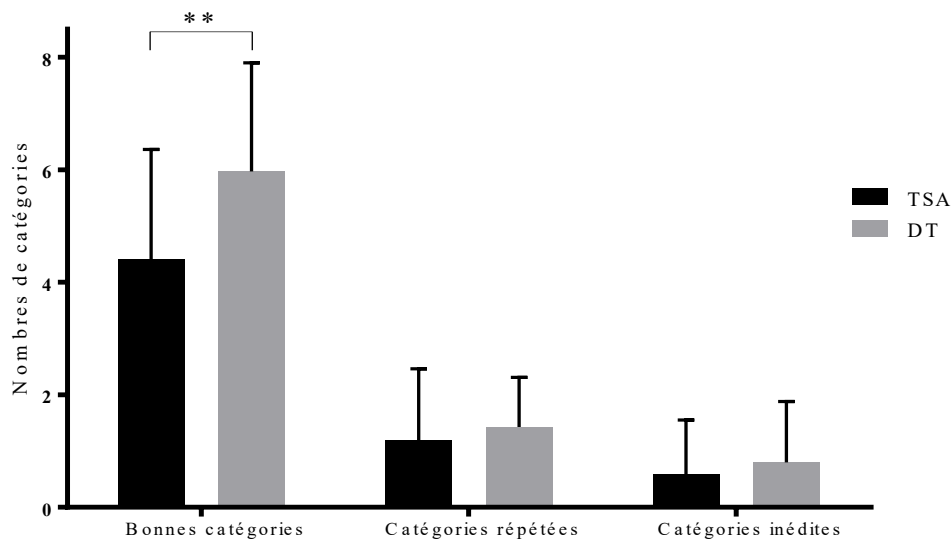


Figure 1. Performance (en scores bruts) au test de Catégorisation d'animaux des enfants du groupe TSA et du groupe DT.
Note. ** $p < 0.01$.

plutôt que conceptuels et davantage de catégories perceptives que les enfants typiques, une ANOVA factorielle mixte, avec le nombre de catégories générées comme variable dépendante, le type de critère de catégorisation (*perceptif* et *conceptuel*) comme variable intra-sujet et le groupe (TSA et typique) comme variable inter-sujet (cf. Figure 2), a été effectuée. Cette analyse montre un effet principal significatif du type de critères de catégorisation, $F(1, 70) = 24.99, p < .001, \eta^2 = .26$ et du groupe, $F(1, 70) = 11.70, p < .01, \eta^2 = .14$. Il n'y a aucune interaction significative entre le type de critères de catégorisation et le groupe, $F(1, 70) = 0.34, p = .565$. Pour l'ensemble des participants, le nombre de catégories générées se basant sur un critère perceptif (M score brut = 3.06, $\acute{E}.T.$ = 1.30) est significativement plus élevé que le nombre de catégories générées se basant sur un critère conceptuel (M score brut = 2.11, $\acute{E}.T.$ = 1.33). Par ailleurs, le nombre de catégories générées est significativement inférieur dans le groupe autiste (M score brut = 4.41, $\acute{E}.T.$ = 1.95) comparativement au groupe typique (M score brut = 5.97, $\acute{E}.T.$ = 1.93), tel que cela avait été montré dans l'analyse principale. Puisque les deux groupes tendent à être différents en termes de ratio garçon : fille, l'ANOVA a également été effectuée en prenant seulement les garçons de l'échantillon et les mêmes résultats ont été obtenus. De plus, lorsque l'âge est pris en compte comme covariable dans l'analyse, le même patron de résultats est obtenu.

Corrélations avec l'âge et le quotient intellectuel

Afin d'examiner la nature des relations entre la performance au test de Catégorisation d'animaux (c.-à-d., les scores pondérés pour le nombre de bonnes

Tableau 6

Corrélations entre la performance au test de Catégorisation d'animaux, l'âge et les sous-échelles du WISC-IV pour les participants du groupe autiste

	Bonnes catégories	Catégories perceptives	Catégories conceptuelles
Âge ($n = 37$)	-0.16	-0.09	0.40*
ICV ($n = 27$)	0.13	0.11	0.22
IRP ($n = 37$)	0.26	0.25	0.15

Note. * $p < 0.05$ (Corrélations non significatives après corrections de Bonferroni); WISC = *Wechsler Intelligence Scale for Children*; ICV = Indice de compréhension verbale; IRP = Indice de raisonnement perceptif.

Tableau 7

Corrélations entre la performance au test de Catégorisation d'animaux, l'âge et les sous-échelles du WISC-IV pour les participants du groupe typique

	Bonnes catégories	Catégories perceptives	Catégories conceptuelles
Âge ($n = 35$)	-0.06	0.26	0.35*
ICV ($n = 34$)	0.48**	0.46**	0.26
IRP ($n = 35$)	0.33	0.14	0.33

Note. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ (Corrélations non significatives après corrections de Bonferroni); WISC = *Wechsler Intelligence Scale for Children*; ICV = Indice de compréhension verbale; IRP = Indice de raisonnement perceptif.

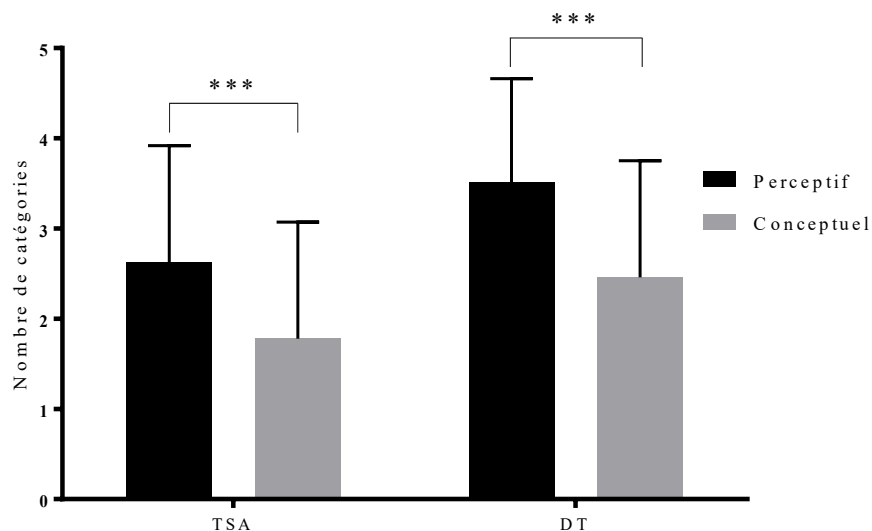


Figure 2. ANOVA avec le type de critères de catégorisation (perceptif, conceptuel) comme facteur intra-sujet et le groupe (TSA ou typique) comme facteur inter-sujet.

Note. *** $p < 0.001$.

catégories, le nombre de catégories perceptives, le nombre de catégories conceptuelles) et les scores aux indices du WISC-IV (c.-à-d., l'indice de compréhension verbale et l'indice de raisonnement perceptif) et l'âge des participants, des corrélations de Pearson entre ces variables ont été réalisées (cf. Tableaux 6 et 7). Notons qu'une partie de ces analyses est exploratoire (c.-à-d., les corrélations avec le nombre de catégories perceptives et conceptuelles et avec l'âge) et que les corrélations rapportées ne sont plus significatives après corrections de Bonferroni (c.-à-d., l'ensemble de nos corrélations sont supérieures à $p = .005$ après la correction).

Pour le groupe d'enfants autistes, la seule corrélation significative trouvée est une relation positive d'intensité modérée entre le nombre de catégories conceptuelles et l'âge des enfants, $r(37) = .40, p < .05$. La même corrélation est trouvée dans le groupe d'enfants typiques : le nombre de catégories conceptuelles générées est lié positivement à l'âge des participants, $r(35) = .35, p < .05$. Ce résultat suggère que plus les enfants autistes et typiques sont âgés, plus ils ont plus tendance à générer des catégories conceptuelles.

Pour le groupe d'enfants typiques, l'analyse corrélationnelle indique que le nombre total de bonnes catégories générées est lié positivement et modérément à leur performance à l'indice de compréhension verbale, $r(34) = .48, p < .01$. Ceci suggère que plus un enfant typique obtient des scores élevés à l'indice de compréhension verbale, plus il génère de bonnes catégories. Pour le nombre de catégories perceptives générées, une corrélation positive d'intensité modérée avec l'indice de compréhension est observée, $r(34) = .46, p < .01$, ce qui suggère que plus les enfants typiques obtiennent un score élevé à l'indice de compréhension verbale, plus ils génèrent de catégories perceptives.

Discussion

Des études suggèrent que la perception autistique (c.-à-d., un traitement de l'information basé sur les détails) interfère avec les habiletés de catégorisation, donnant lieu à des performances axées sur des critères concrets, simples et davantage perceptifs chez les enfants autistes (Alderson-Day & McGonigle-Chalmers, 2011; Ropar & Peebles, 2007; Shulman et al., 1995). Comment cela se traduit-il lorsqu'on leur demande de générer des regroupements par catégories ? La présente étude visait tout d'abord à comparer la performance d'enfants autistes et typiques au test de Catégorisation d'animaux (NEPSY-II) et à explorer sur quel type de critères (c.-à-d., perceptifs ou conceptuels) les enfants autistes et typiques se basent lorsqu'ils génèrent des catégories à ce test. L'étude visait également à déterminer la présence

d'associations entre la performance au test de Catégorisation d'animaux, divers indices du QI et l'âge des enfants autistes et typiques. Les hypothèses associées à chacun de ces objectifs sont partiellement confirmées par les résultats.

En ce qui a trait à la performance générale des enfants autistes et typiques au test de Catégorisation d'animaux, les résultats supportent en partie la première hypothèse, c'est-à-dire que les enfants autistes génèrent un nombre moins élevé de bonnes catégories que les enfants typiques au test, ce qui concorde avec les conclusions de Narzisi et al. (2012). En moyenne, les enfants autistes génèrent une catégorie de moins que les enfants typiques dans le temps alloué, bien que leur performance demeure dans la normale (selon les normes du test). Une difficulté spécifique à générer des idées, la présence de fragilités exécutives plus générales ou encore des temps de réponse plus lents peuvent expliquer cette différence. En effet, les difficultés souvent observées chez les enfants autistes à générer des idées par eux-mêmes, sans être guidés, et à sélectionner les informations pertinentes lorsqu'ils doivent répondre à des questions ouvertes, pourraient expliquer la différence observée entre les deux groupes (Courchesne et al., 2016). Une explication alternative de ce résultat peut provenir de difficultés exécutives sur le plan de la flexibilité cognitive, de l'inhibition et de la planification (Demetriou et al., 2017; Hill, 2004). Il est à noter que, bien que le test de Catégorisation d'animaux permette d'évaluer certaines fonctions exécutives, qui peuvent être problématiques chez les personnes autistes, et qu'il y ait une différence significative entre les performances des enfants autistes et typiques de la présente étude, la performance des enfants autistes demeure dans la moyenne. De plus, il était attendu que les enfants autistes génèrent plus de catégories répétées que les enfants typiques, reflétant une difficulté sur le plan de la flexibilité cognitive, mais les résultats ne confirment pas cette hypothèse. Ainsi, la performance des enfants autistes au test de Catégorisation d'animaux ne permet pas de confirmer la présence d'un déficit des fonctions exécutives. Il se peut que le test de Catégorisation d'animaux ne soit pas assez sensible pour détecter la présence de difficultés exécutives chez cette population ou encore que le test évalue différemment les fonctions exécutives comparativement à d'autres tests existants.

En ce qui a trait aux type de critères utilisés lors de la génération de catégories, l'ensemble des enfants de l'échantillon, tant autistes que typiques, génèrent davantage de catégories en se basant sur des critères perceptifs. Ce résultat va à l'encontre de l'hypothèse initiale selon laquelle les enfants autistes démontreraient une tendance à générer plus de catégories perceptives que les enfants typiques, tel que

prédit par le modèle de surfonctionnement perceptif (c.-à-d., la tendance vers le traitement local, davantage perceptif que conceptuel). Toutefois, contrairement aux résultats d'études précédentes, dans notre échantillon, les enfants typiques comme les enfants TSA avaient davantage tendance à se baser sur des critères perceptifs dans le test de Catégorisation d'animaux (Alderson-Day & McGonigle-Chalmers, 2011; Ropar & Peebles, 2007; Shulman et al., 1995). Il est possible que le matériel utilisé dans ce test favorise les regroupements selon des critères perceptifs. En effet, les tests utilisés dans les études précédentes offrent une information écrite pour chaque item, le mot représentant le stimulus étant inscrit sur l'item, ce qui n'est pas le cas du test de Catégorisation d'animaux, pour lequel seules des informations visuelles (c.-à-d., des illustrations) sont disponibles. Il est ainsi probable que ce soit le matériel utilisé dans la présente étude, caractérisé par des informations perceptives plus saillantes, qui explique que les participants, tant autistes que typiques, aient tendance à générer davantage de catégories en se basant sur des critères perceptifs. Ce résultat peut également être expliqué par le fait que les participants de notre étude sont plus jeunes (âgés de 10 ans en moyenne) que les participants des études précédentes (âgés de 13 ans en moyenne) et que la prépondérance de l'utilisation des critères conceptuels augmente au cours du développement. De fait, les analyses corrélationnelles suggèrent que plus les enfants sont âgés, tant dans le groupe autiste que typique, plus ils ont tendance à générer des catégories conceptuelles. D'après la théorie du changement relationnel (*relational shift*), les jeunes enfants raisonnent en se basant sur les caractéristiques perceptives des stimuli. Avec le développement, leur raisonnement repose davantage sur des caractéristiques relationnelles, c'est-à-dire des caractéristiques qui intègrent plusieurs informations pour former un raisonnement plus complet, ce qui peut expliquer ce résultat (Gentner, 1988).

En ce qui a trait aux relations entre les résultats au test de Catégorisation d'animaux et le QI, des associations sont observées seulement dans le groupe d'enfants typiques. Ainsi, le nombre de bonnes catégories générées et le nombre de catégories générées selon des critères perceptifs sont liés positivement à l'indice de compréhension verbale chez les enfants typiques, ce qui concorde avec les résultats de l'étude de validation du NEPSY-II (Brooks et al., 2010). Cela suggère que les compétences de raisonnement verbal et conceptuel sous-tendent les habiletés de catégorisation et de génération de catégories chez les enfants typiques. Par contre, aucune association significative n'est trouvée entre les compétences intellectuelles et la performance au test de Catégorisation d'animaux dans le groupe

TSA. Une étude précédente avait cependant montré une association positive entre la performance en cognition non verbale (c.-à-d., l'indice de raisonnement perceptif du WISC-IV) et le score au test de Catégorisation d'animaux chez les enfants autistes (Akbar et al., 2013). Tel que mentionné précédemment, les individus autistes présentent de meilleures performances aux tâches non verbales. Il est donc possible que leurs compétences en raisonnement visuospatial, représentant leur force sur le plan cognitif, soient davantage susceptibles de sous-tendre leurs habiletés de catégorisation, bien que cette relation ne soit pas retrouvée dans toutes les études. Dans la présente étude, le fait de ne pas avoir observé cette relation pourrait être expliqué par un manque de puissance statistique dû au petit échantillon d'enfants autistes.

Limites et perspectives

Les principales limites de l'étude sont la taille de l'échantillon, la représentativité du spectre autistique, les valeurs manquantes aux échelles de Wechsler et l'analyse supplémentaire du test. Tout d'abord, certaines analyses ont une portée limitée dû au petit échantillon. De plus, le groupe TSA n'est pas représentatif de l'ensemble du spectre autistique, puisque, pour assurer que les participants comprennent bien la tâche, un seuil minimum de compétences intellectuelles figure parmi les critères d'inclusion de la présente étude. Malgré les limites que cela pourrait engendrer sur le plan de la testabilité, il serait cependant pertinent d'étudier la question de la génération de catégories avec un plus grand échantillon d'enfants autistes, représentant une plus grande étendue de niveau intellectuel. Une troisième limite est la présence de valeurs manquantes à certains indices du WISC (par manque de temps avec certains enfants), qui a pu réduire la puissance statistique de nos analyses corrélationnelles. Cela pourrait en partie expliquer pourquoi certains résultats divergent de la littérature existante. Par ailleurs, le test de Catégorisation d'animaux n'a pas été initialement construit pour analyser les catégorisations perceptives et conceptuelles et la division perceptive/conceptuelle que nous avons opérationnalisée pourrait être discutée. Par exemple, la catégorie *élévation du paysage* peut sembler perceptive à la base, mais, compte tenu des stimuli du test, nous avons jugé qu'elle devait nécessairement utiliser une catégorisation conceptuelle. En effet, la perspective et l'élévation ne sont pas représentées de la même façon sur les différentes cartes, certaines montrant une ligne d'horizon et d'autres non, mais faisant tout de même référence à une élévation du paysage. Cela demande de traiter l'élévation de manière conceptuelle, faisant en sorte qu'une analyse perceptive n'est pas suffisante pour parvenir à générer cette catégorie.

Cette étude améliore notre compréhension de la génération de catégories chez les enfants autistes. L'analyse supplémentaire du test de Catégorisation d'animaux du NEPSY-II, sur la base de regroupements en catégories selon des critères perceptifs ou conceptuels, est ici novatrice. Bien que, dans la présente étude, les deux groupes d'enfants aient privilégié les regroupements perceptifs, d'autres études ont montré que les enfants autistes ont tendance à utiliser davantage les critères perceptifs et concrets lors de la génération de catégories. Compte tenu de l'importance de la catégorisation dans les apprentissages et l'ensemble du traitement de l'information et considérant que les enfants autistes parviennent à catégoriser, mais d'une manière souvent différente, il est primordial de documenter davantage cette habileté dans le TSA. Il serait pertinent d'étudier davantage la génération de catégories et les habiletés de catégorisation des enfants autistes, pour confirmer leur propension à traiter davantage les informations perceptives, dans le but d'adapter la présentation du matériel lors d'interventions et de maximiser leurs apprentissages. De plus, il serait pertinent de se demander si les enfants autistes peuvent reconnaître autant de bons regroupements que les enfants typiques dans le cas où les différentes possibilités de regroupements leur sont présentées, plutôt que de leur demander de les générer par eux-mêmes. Cela constituerait une avenue intéressante en intervention. Les habiletés de génération de catégories des enfants autistes sont-elles liées au développement de leurs fonctions exécutives ? Si tel est le cas, est-il possible d'intervenir à ce sujet ? En comprenant davantage comment ces enfants catégorisent, nous pourrions tenter de leur offrir des outils et des méthodes d'intervention plus adaptés à leurs besoins.

Références

- Akbar, M., Loomis, R., & Paul, R. (2013). The interplay of language on executive functions in children with ASD. *Research in Autism Spectrum Disorders, 7*, 494-501. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2012.09.001>
- Alderson-Day, B. & McGonigle-Chalmers, M. (2011). Is it a bird? Is it a plane? Category use in problem-solving in children with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 41*, 555-565. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-1077-9>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5^e ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Association..
- Barbaro, J. & Dissanayake, C. (2012). Developmental profiles of infants and toddlers with Autism Spectrum Disorders identified prospectively in a community-based setting. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 42*, 1939-1948. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1441-z>
- Bott, L., Brock, J., Brockdorff, N., Boucher, J., & Lamberts, K. (2006). Perceptual similarity in autism. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59*, 1237-1254. <https://doi.org/10.1080/02724980543000196>
- Brooks, B. L., Sherman, E. M. S., & Strauss, E. (2010). NEPSY-II: A developmental neuropsychological assessment (2^e ed.). *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence, 16*, 80-101. <https://doi.org/10.1080/09297040903146966>
- Caron, M., Mottron, L., Berthiaume, C., & Dawson, M. (2006). Cognitive mechanisms, specificity and neural underpinnings of visuospatial peaks in autism. *Brain, 129*, 1789-1802. <https://doi.org/10.1093/brain/awl072>
- Courchesne, V., Nader, A. M., Girard, D., Bouchard, V., Danis, E., & Soulières, I. (2016). Le profil cognitif au service des apprentissages : optimiser le potentiel des enfants sur le spectre de l'autisme. *Revue Québécoise de Psychologie, 37*, 141-173. <https://doi.org/10.7202/1040041ar>
- Craig, F., Margari, F., Legrottaglie, A. R., Palumbi, R., de Giambattista, C., & Margari, L. (2016). A review of executive function deficits in autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychiatric Disease and Treatment, 12*, 1191-1202. <https://doi.org/10.2147/NDT.S104620>
- Demetriou, E., Lampit, A., Quintana, D., Naismith, S., Song, Y., Pye, J., . . . Guastella, A. (2017). Autism spectrum disorders: A meta-analysis of executive function. *Molecular Psychiatry, 0*, 1-7. <https://doi.org/10.1038/mp.2017.75>
- Gentner, D. (1988). Metaphor as structure mapping: The relational shift. *Child Development, 59*, 47-59. <https://doi.org/10.2307/1130388>
- Happé, F. & Frith, U. (2006). The weak coherence account: Detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 36*, 5-25. <https://doi.org/10.1007/s10803-005-0039-0>
- Hill, E. L. (2004). Executive dysfunction in autism. *Trends in Cognitive Sciences, 8*, 26-32. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2003.11.003>
- IBM Corp. (2016). IBM SPSS Statistics, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Klinger, L. G. & Dawson, G. (1995). A fresh look at categorization abilities in persons with autism. Dans E. Schopler & G.B Mesibov (dir.), *Learning and cognition in autism* (pp. 119-136). New York, NY: Plenum Press.
- Klinger, L. G. & Dawson, G. (2001). Prototype formation in autism. *Development and*

- Psychopathology*, 13, 111-124. <https://doi.org/10.1017/S0954579401001080>
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. (2007). *NEPSY-II: A developmental neuropsychological assessment*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Lord, C., Risi, S., Lambrecht, L., Cook, E. H., Leventhal, B. L., Dilavore, P. C., . . . Rutter, M. (2000). The Autism Diagnostic Observation Schedule-Generic: A standard measure of social and communication deficits associated with the spectrum of autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 30, 205-223. <https://doi.org/10.1023/A:1005592401947>
- Lord, C., Rutter, M., & Le Couteur, A. (1994). Autism Diagnostic Interview-revised: A revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 24, 659-685. <https://doi.org/10.1007/BF02172145>
- Molesworth, C. J., Bowler, D. M., & Hampton, J. A. (2008). When prototypes are not best: Judgments made by children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38, 1721-1730. <https://doi.org/10.1007/s10803-008-0557-7>
- Mottron, L. & Dawson, M. (2013). The autistic spectrum. *Handbook of Clinical Neurology*, 111, 263-271. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52891-9.00029-4>
- Mottron, L., Dawson, M., Soulières, I., Hubert, B., & Burack, J. (2006). Enhanced perceptual functioning in autism: An update, and eight principles of autistic perception. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36, 27-43. <https://doi.org/10.1007/s10803-005-0040-7>
- Nader, A., Jelenic, P., & Soulières, I. (2015). Discrepancy between WISC-III and WISC-IV cognitive profile in autism spectrum: What does it reveal about autistic cognition? *PLoS ONE*, 10, 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144645>
- Narzisi, A., Muratori, F., Calderoni, S., Fabbro, F., & Urgesi, C. (2012). Neuropsychological profile in high functioning autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43, 1895-1909. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1736-0>
- Pierce, K., Conant, D., Hazin, R., Stoner, R., & Desmond, J. (2011). Preference for geometric patterns early in life as a risk factor for autism. *Archives of General Psychiatry*, 68, 101-109. <https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2010.113>
- Plaisted, K. (2001). Reduced generalization in autism: An alternative to weak central coherence. Dans J. A. Burack, T. Charman, N. Yirmiya, & P. R. Zelazo (dir.), *The development of autism: Perspectives from theories and research* (pp.149-169). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Plaisted, K., O'Riordan, M., & Baron-Cohen, S. (1998). Enhanced visual search for a conjunctive target in autism: A research note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 39, 777-783. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00376>
- Ropar, D. & Peebles, D. (2007). Sorting preference in children with autism: The dominance of concrete features. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37, 270-280. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0166-2>
- Rosch, E. (1978). Principles of Categorization. Dans E. Rosch & B. B. Lloyd (dir.), *Cognition and Categorization* (pp. 27-48). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Shah, A. & Frith, U. (1993). Why do autistic individuals show superior performance on the block design task? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 34, 1351-1364. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1993.tb02095.x>
- Shulman, C., Yirmiya, N., & Greenbaum, C. W. (1995). From categorization to classification: A comparison among individuals with autism, mental retardation, and normal development. *Journal of Abnormal Psychology*, 104, 601-609. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.104.4.601>
- Soulières, I., Mottron, L., Giguère, G., & Laroche, S. (2011). Category induction in autism: Slower, perhaps different, but certainly possible. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 64, 311-327. <https://doi.org/10.1080/17470218.2010.492994>
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler Intelligence Scale for Children WISC-IV* (4^e ed.). Toronto, Canada: Harcourt Assessment.

Reçu le 1^{er} février 2018

Révision reçue le 20 juillet 2018

Accepté le 22 juillet 2018 ■

Executive Functions in Relation to Impulsivity Following Traumatic Brain Injury

Andrea Kocka^{1,2}, Jean Gagnon^{1,2,3}

¹Département de psychologie, Université de Montréal

²Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain (CRIR)

³Centre de recherche en neuropsychologie et cognition (CERNEC)

Impulsivity is a common and debilitating sequela following traumatic brain injury (TBI) and should be assessed during the rehabilitation process. It is now accepted that impulsivity is a multidimensional construct and such a distinction may help in understanding the mechanisms underlying impulsivity and facilitate assessment. The goal of this study is to examine the link between impulsive behaviors and their underlying mechanisms in a TBI sample. Twenty-five TBI patients and twenty-four matched controls were administered performance tasks measuring prepotent response inhibition, resistance to proactive interference, and decision-making. Group comparisons show weaker performance on measures of inhibition and decision-making by the TBI participants. Finally, performance on the Modified Six Elements Task was associated with impulsive behaviors in everyday life as observed by treating clinicians. This study sheds light on the associations between executive functions and impulsivity in an acute rehabilitation setting.

Keywords: traumatic brain injury, impulsivity, inhibition, decision-making, performance task

L'impulsivité est une séquelle fréquente et handicapante qui mérite une évaluation suite à un traumatisme crânio-cérébral (TCC). Il est maintenant reconnu que l'impulsivité est un construit multidimensionnel, ce qui facilite la compréhension de ses mécanismes sous-jacents et son évaluation. L'objectif de cette étude est d'observer les liens entre les comportements impulsifs et les mécanismes sous-jacents auprès de personnes ayant subi un TCC en réadaptation. Vingt-cinq participants TCC et vingt-quatre participants contrôles appariés ont complété des tâches visant à évaluer l'inhibition de la réponse prédominante, la résistance à l'interférence proactive et la prise de décision. Des comparaisons de groupes indiquent une performance moindre chez les TCC aux tâches d'inhibition et de prise de décision. La performance au *Modified Six Elements Task* est associée aux comportements impulsifs dans la vie quotidienne tels qu'observés par les cliniciens. Cette étude permet d'éclairer les liens entre l'impulsivité et les fonctions exécutives dans un contexte de réadaptation aigüe.

Mots clés : traumatisme crânio-cérébral, impulsivité, inhibition, prise de décision, tâche de performance

Impulsivity is a common and debilitating sequela following traumatic brain injury (TBI) which has important consequences on the patients' rehabilitation process, social reintegration, and safety (Votruba et al., 2008). Indeed, impulsive post-TBI patients are more likely to display aggressive (Greve et al., 2001) or socially inappropriate (McDonald, Flanagan, Rollins, & Kinch, 2003) behaviors. They are also more at risk of accidents (Rapport, Hanks, Millis, & Deshpande, 1998). It is therefore generally accepted that the presence and the magnitude of impulsivity deserve to be assessed during the rehabilitation process.

Three different methods can be used to assess impulsivity: questionnaires, performance tasks, and rating scales. Questionnaires allow a subjective assessment of impulsivity in multiple situations but are vulnerable to recall biases. Performance tasks are generally more objective and allow to measure the underlying mechanisms of impulsivity. However, they generally lack specificity and ecological validity since they rarely take into account the unpredictability of everyday life (Cyders & Coskunpinar, 2011). Finally, rating scales are ecologically valid since they are based on observations of actual behaviors but are costly and impossible to adapt to a diversity of situations.

In TBI patients, additional shortcomings can be noted for the methods described. Studies have demonstrated that these patients are often not aware of their difficulties (Bechara & Van der Linden, 2005) and consequently, impulsive behaviors can be underreported in questionnaires. As for informant-

Correspondence regarding this article should be addressed to / La correspondance concernant cet article devrait être adressée à : Andrea Kocka, Département de psychologie, Université de Montréal.

Tel.: +1-514-343-6111 (ext. 5138)

Fax: +1-514-343-2285.

E-mail: andrea.kocka@umontreal.ca

rated questionnaires, they must be completed by someone close enough to be able to observe the patient's impulsivity, which can be a challenge in an inpatient rehabilitation setting. As for performance tasks, as mentioned earlier, they allow the assessment of underlying mechanisms. However, as of yet, those have not been identified in the TBI population.

The goal of the current study is to measure different executive functions in a post-TBI sample using performance tasks and see how these are related to impulsive behaviors. In other words, this study aims to test some underlying mechanisms in relation to impulsivity based on a theoretical model.

Votruba et al.'s (2008) study assessed impulsivity using a multi-modal approach and compared these measures with *in vivo* observations, allowing for an ecological evaluation of impulsivity and different measures. Their findings identified the Trail-Making Test as a sensitive, but not specific, measure to motor impulsivity. However, the authors chose the performance tasks on the basis of frequency; consequently, no model of impulsivity was used in the selection of the measures administered to the participants. We wonder if the selection of measures based on a theoretical orientation and underlying mechanisms could strengthen the links between different means of assessment of impulsivity.

When it comes to a theoretical rationale, a review of the current post-TBI impulsivity literature (Kocka & Gagnon, 2014) showed that definitions vary significantly from one study to another: some definitions are narrow (e.g., choosing smaller immediate gratification instead of larger delayed reinforcers, which is an observable behavioral aspect of impulsivity) and some are broader (encompassing a multitude of dimensions and behaviors). In the current study, impulsivity is considered to be a multi-dimensional construct. Such a conceptualization has gained a significant amount of support in the current literature. Indeed, it is now generally accepted that impulsivity is a multifaceted construct and such a distinction may help in understanding their underlying mechanisms and specific dimensions.

Observing that patients with different lesions (i.e., damage to different areas of the frontal lobe) had different neuropsychological difficulties, Bechara and Van der Linden (2005) identified three different underlying mechanisms that come into play in decision-making and impulse control. The first mechanism, prepotent response inhibition, refers to the ability to voluntarily suppress the dominant response and appears to be linked to the more posterior area of the ventromedial prefrontal cortex. The second mechanism is resistance to proactive interference and it refers to the ability to resist the intrusion of

information that is no longer relevant in the working memory. This mechanism seems to be linked to the lateral orbitofrontal and dorsolateral regions of the prefrontal cortex. The third mechanism is decision-making and it refers to the ability to make a choice after considering the consequences of that choice. This mechanism appears to be linked to the ventromedial prefrontal cortex. Each mechanism can be tested with different performance tasks, and the authors suggested links between them and the urgency, perseverance, and premeditation dimensions of the UPPS model, respectively.

The UPPS model (Whiteside & Lynam, 2001) is gaining a significant amount of support in the literature on impulsivity and is slowly making its way into the post-TBI literature as well. According to this model, there are four distinct dimensions to impulsivity: urgency, lack of perseverance, lack of premeditation, and sensation-seeking. Urgency refers to the tendency to engage in impulsive behaviors in emotional circumstances. Perseverance refers to the tendency to remain focused and the ability to complete a task that may be considered boring or difficult. Premeditation refers to the tendency to think and reflect on the consequences of an action before carrying it out. Sensation-seeking refers to an openness to trying new things that may (or may not) be dangerous and to the tendency to enjoy activities that are exciting. Smith, Cyders, Annus, Spillane, and McCarthy (2007) supported the validity and utility of using these four dimensions and demonstrated that they can not only be distinguished but can also help clarify different aspects of risky behaviors. Whiteside, Lynam, Miller, and Reynolds (2005) also demonstrated the validity of this model by showing that it could differentiate clinical groups (individuals with borderline personality disorders, pathological gamblers, and individuals with alcohol abuse problems) from controls with urgency being the most strongly associated with psychopathology. As for individuals who have suffered a TBI, Rochat, Beni, Annoni, Vuadens, and Van der Linden (2010) not only showed that the multifaceted nature of impulsivity also applies to this population, but also showed an increase in urgency, a lack of perseverance, and a lack of premeditation post-TBI.

Different authors tested and supported Bechara and Van der Linden's (2005) hypotheses amongst non-clinical populations. Indeed, urgency has been linked to prepotent response inhibition as measured by a Go/No-Go (GNG) task in which the participant must withhold a dominant response (Gay, Rochat, Billieux, d'Acremont, & Van der Linden, 2008). Lack of perseverance has been linked to task unrelated thoughts and proactive interference errors as measured by a modified GNG task aiming to generate task

unrelated thoughts (i.e., a slower paced version of the GNG) and a Recent Negatives Task (Gay et al., 2008). Lack of premeditation has been linked to disadvantageous choices on the Iowa Gambling Task among college students (Zermatten, Van der Linden, d'Acremont, Jermann, & Bechara, 2005). The latter is a decision-making task in an ambiguous situation in which the participant is expected to learn which decks are more advantageous. However, other authors demonstrated different links between the UPPS dimensions and these mechanisms. Indeed, Billieux, Gay, Rochat, and Van der Linden (2010) showed an indirect relationship between prepotent response inhibition and urgency. More precisely, this study showed that a difficulty in inhibiting prepotent responses is linked to more disadvantageous choices which in turn is linked to urgency and problematic behaviors. Finally, a meta-analysis conducted by Cyders and Coskunpinar (2011), using the UPPS model and other models of impulsivity, showed that negative urgency, lack of perseverance, and lack of planning are all three related to prepotent response inhibition and that sensation-seeking is linked to delay in response.

As mentioned earlier, few authors have studied the link between impulsivity and these underlying mechanisms as measured by performance tasks amongst a TBI sample. This is surprising, considering that post-TBI impulsivity, as mentioned earlier, is associated with deleterious outcomes, that TBIs are often associated with frontal lesions (McDonald, Hunt, Henry, Dimoska, & Bornhofen, 2010; Meythaler, Peduzzi, Eleftheriou, & Novack, 2001), and that executive functions are mostly supported by the frontal lobe. Furthermore, deficits in inhibition (Picton et al., 2007), planning (Fortin, Godbout, & Braun, 2003), and flexibility (Johnstone, Leach, Hickey, Frank, & Rupright, 1995) have been associated with TBI and all of these can possibly be linked to impulsivity. Similarly, studies have shown that patients with TBI present prepotent response inhibition impairments (Dimoska-Di Marco, McDonald, Kelly, Tate, & Johnstone, 2011; Gagnon, Bouchard, Rainville, Lecours, & St-Amand, 2006; Rochat, Beni, Annoni, Vuadens, & Van der Linden, 2013), proactive interference difficulties (Rochat et al., 2013), and weakened decision-making (Bonatti et al., 2008). Therefore, we believe that there is a gap in the literature as to the study of the link between these underlying mechanisms and post-TBI impulsivity.

In the present study, we aim to compare post-acute TBI survivors to controls on measures of prepotent response inhibition, resistance to proactive interference, and decision-making. We believe that the TBI participants will show weaker performances on

inhibition and decision-making tasks (the GNG task, the Stop-Signal Task, the Iowa Gambling Task, the Nelson Task, the Modified Six Elements Task, the Trail-Making Test, and the Hayling Test) than the matched controls. Furthermore, we believe that these differences will not only be attributable to general cognitive impairment (as measured by the digit span). We will also examine the relations between performance tasks with impulsive behaviors in everyday life in an acute rehabilitation setting as reported by the patients' clinicians and nurses for the TBI survivors in our study. We expect that performance on the tasks will serve as a predictor of the frequency of impulsive behaviors in everyday life in the rehabilitation setting for the TBI participants. Indeed, we believe that if a person has difficulties with inhibition and decision-making skills, they will be reflected in their behaviors in everyday life, thus resulting in an increased frequency of observed impulsive behaviors.

Method

Participants

For the present study, 25 participants (16 males, 9 females; 16 French-speaking, 6 English-speaking, 1 Spanish-speaking, and 2 who have another primary language; 22 Caucasian, 2 African-American, and 1 of Asian descent) who had sustained a TBI were recruited from two rehabilitation centres in the greater Montreal area (Quebec, Canada). All participants were undergoing an intensive rehabilitation program. Table 1 shows sociodemographic information and lesion characteristics for the sample. Participants with Glasgow Coma Scale scores ranging from 13 to 15 had sustained brain injuries severe enough to require inpatient stay and rehabilitation. It should also be noted that injury severity was determined by the patients' physician. Patients were recruited based on the following inclusion criteria: 1) has suffered a traumatic brain injury; 2) at least three weeks post-TBI to ensure a stable medical condition; 3) the TBI occurred after the age of 16; 4) an ability to comprehend and to adhere to instructions; 5) in an acute phase of recovery; 6) undergoing an intensive rehabilitation program; 7) aged between 18 and 80 years. Exclusion criteria included: 1) a lack of functional English or French; 2) a diagnosis of aphasia or agnosia; 3) a diagnosis of hemineglect.

The control group of 24 participants was recruited from the community to match the TBI participants on gender, age, and education. Exclusion criteria included: 1) a history of TBI; 2) a lack of functional English or French.

Table 1

Sociodemographic Information and Injury Characteristics of Participants

ID	Age	Gender	Years of education	Time post injury (days)	Injury severity	GCS	Cause	Injury location
1	31	Male	12	60	Severe	7	MVA	L sylvian SAH, L temporal edema, diffuse cerebral edema, L fronto-temporal + periorbital contusions
2	22	Female	13	73	Severe	6	MVA	Interpeduncular fossa SAH, IVH, R frontal + temporal contusions, DAI
3	23	Male	18	71	Mild complex	14	MVP	L+R temporal contusions, subfalcine SDH
4	22	Male	6	82	Moderate	9	MVA	L sylvian SAH
5	27	Male	18	81	Moderate	15	Fall	R+L SDH, L EDH
6	69	Female	16	109	Mild complex	15	MVA	L parieto-occipital SDH
7	47	Female	16	29	Moderate	14	MVA	R frontal SAH, L fronto-parietal-temporal SAH
8	58	Male	11	86	Moderate	14	As-sault	L+R frontal SDH, L+R frontal hygromas, skull fracture
9	75	Male	16	107	Moderate	15	Fall	L SDH, L+R parietal SAH, diffuse cerebral edema
10	28	Male	18	134	Severe	5	MVA	L+R frontal contusions, DAI
11	18	Male	11	25	Severe	5	MVP	R EDH, R SDH, multiple skull fractures
12	34	Male	16	102	Severe	3	Fall	R SDH, R+L SAH, L temporal skull fracture
13	60	Male	11	49	Moderate	7	MVA	R parietal SAH, R temporal contusions, R+L frontal hygromas, DAI
14	55	Male	11	149	Severe	10	MVA	R parietal SAH, R basal ganglia stroke
15	39	Male	18	59	Mild complex	14	Fall	R temporal contusion, L parietal skull fracture
16	62	Female	12	35	Moderate	14	MVP	R fronto-temporal SAH, interpeduncular fossa SAH, R+L frontal contusions, R temporal contusions, R fronto-temporal SDH, L frontal SDH, interhemispheric cerebral edema
17	35	Female	13	213	Severe	7	MVC	L SDH, L EDH, L temporal contusions, L+R SAH, R temporal skull fracture, brainstem haemorrhage
18	76	Male	16	73	Moderate	13	Fall	R frontal SAH, R frontal contusions
19	68	Female	16	42	Mild complex	14	Fall	L occipital SAH, R frontal IPH, R frontal+ temporal contusions, small contusions on R+L frontal lobes and R temporal lobe, R SDH, R sylvian SAH
20	57	Female	11	85	Severe	5	MVC	Bilateral SDH, Bilateral SAH
21	68	Male	16	100	Moderate	9	Fall	L frontal SDH, L + R SAH, R frontal contusions
22	78	Male	6	103	Mild complex	n/a	Fall	SDH, R+L frontal hygromas
23	51	Female	9	45	Mild complex	10	Explosion	R+L SDH, contusion on L frontal lobe, frontal SAH

ID	Age	Gender	Years of education	Time post injury (days)	Injury severity	GCS	Cause	Injury location
24	62	Male	12	46	Moderate	15	Fall	R+L fronto-temporal SDH, R+L fronto-temporal SAH, multiple contusions
25	79	Male	9	80	Moderate	13	Fall	R+L frontal SAH, R frontal SDH, R+L frontal contusions, L temporal contusions

Note. GCS = Glasgow Coma Scale; MVA = motor vehicle accident; MVP = motor vehicle versus pedestrian; MVC = motor vehicle versus cyclist; L = left; R = right; SDH = subdural haemorrhage; SAH = subarachnoid haemorrhage; EDH = epidural haemorrhage; IPH = intraparenchymal haemorrhage; IVH = intraventricular haemorrhage; DAI = diffuse axonal injury.

Measures

Performance tasks. Performance tasks for the present study were selected based on a theoretical rationale. Indeed, the following tasks were used as a measure of one or the other underlying mechanisms to the urgency, perseverance, and premeditation dimensions as suggested by Bechara and Van der Linden (2005). Exceptionally, the digit span task described below was added as a general measure of cognitive impairment. Indeed, this task implies no inhibition and was simply added to make sure that the TBI group did not differ from the control group on measures that are not related to the underlying mechanisms of interest (i.e., general impairment).

It should be noted that, when possible (i.e., for the GNG and stop signal tasks), coefficients of variation (CoV; Duchek et al., 2009) were obtained for each participant by dividing the standard deviation by the reaction time (RT) for each go trial (SD/M). This allowed us to obtain a measure of intra-individual variability and is considered to be a measure of general cognitive performance related to sustained attention. Indeed, conducting such an analysis allows to determine if fatigue may explain some of the results.

Go/No-Go. The GNG (Robertson, Manly, Andrade, Baddeley, & Yiend, 1997) is a computer task that requires dominant response inhibition. In this task, the participant must respond to one type of stimulus and withhold the response when a rare stimulus appears on the screen. To ensure that the persons who have sustained TBI have sufficient delays to perform this task successfully, a 500 ms inter-stimulus delay was fixed. Mean RTs on successful Go trials and the number of omission and commission errors were measured for the present study.

Emotional Stop-Signal Task. The Stop-Signal Task (SST; Verbruggen & De Houwer, 2007) is a classic response inhibition paradigm. Like the GNG, the SST is a computer task that requires dominant response inhibition. However, in this task the participant has to classify two different types of

stimuli (left or right arrows) and must withhold a response whenever a stop signal (a sound) is presented. Therefore, the participant is required to retract a selective response (Rubia et al., 2001). In this study, we used a modified version of the SST to include emotional stimuli. This also allows to see if the patient's performance is altered in the presence of a more aversive emotional stimulus (e.g., anger). Therefore, each trial was preceded by a fixation cross, followed by a picture of a face which showed either a neutral or an angry emotion, and by the cue "<<" or ">>". In 25% of the trials, the cue was followed by a tone. Participants were asked to determine if the arrows were pointing left (<<) by pressing the *C* key on the keyboard or right (>>) by pressing the *V* key on the keyboard and to withhold their response in trials in which a tone followed the cue. A tracking procedure was used: stop-signal delays (SSDs; i.e., the delay after which the tone is emitted following the cue) began at 250 ms and varied depending on the performance of each subject. More precisely, a successful inhibition is associated with an increase of 50 ms on the next stop trial and an unsuccessful inhibition is associated with a 50 ms decrease. Also, the emotional stimuli were counterbalanced between participants.

Stop-signal reaction times (SSRTs) were measured and used for the analyses in this study. To estimate the SSRTs, we used the integration method because it has been demonstrated as more precise and less susceptible to show between-group differences where there are none. With this method, SSRTs are estimated by taking into account the RT distribution and the probability of responding in stop trials instead of assuming that the SSRT corresponds to the subtraction of the mean stop-signal delay from the mean RT as it is the case with the mean method (for a thorough explanation, refer to Verbruggen, Chambers, & Logan, 2013). We also estimated the SSRTs for each block separately as recommended by Verbruggen et al. (2013) in order to reduce the risk of underestimation due to strategic slowing. Similarly, we excluded the trials in which participants slowed their response by

more than three standard deviations than the mean of the previous trials.

Hayling Test. The Hayling Test (Burgess & Shallice, 1997) is a task of response generation and response suppression, or salient verbal response inhibition. The participant is asked to complete fifteen sentences with the word that is expected and then to complete fifteen different sentences with a word that does not make sense and, consequently, to suppress the dominant word. In the second condition, penalties are given whenever the participant completes the sentence without inhibiting the salient response. The Hayling Test calls for dominant response inhibition. Penalty scores (number of penalties) were used in this study.

Nelson Task. The Nelson Task (Nelson, Reuter-Lorenz, Sylvester, Jonides, & Smith, 2003) is a recent-probes task and calls for the inhibition of proactive interferences in working memory. In this task, a fixation point is presented for 500 ms, followed by a 1500 ms blank, a 500 ms presentation of four lowercase letters followed by a 3 seconds blank before an uppercase letter is presented in the middle of the screen. The participant is asked to determine whether the probe (uppercase letter) was among the lowercase letters presented in the block of stimuli associated to that trial by pressing on either the *C* (positive) or *V* (negative) keys on the keyboard. There are 96 positive trials and 96 negative trials. The negative trials can be divided into four categories: *Unfamiliar*, in which the probe was neither the stimulus nor the probe in the two previous trials; *Familiar*, in which the probe was a stimulus in the previous trial, but not the one before; *Highly Familiar*, in which the probe was a stimulus in both previous trials; and *Response Conflict* in which the probe was a positive probe in the previous trial. To successfully complete the task, the patient must therefore inhibit the proactive interferences of the previous trials. It is expected that the higher the familiarity, the harder it will be to inhibit. Reaction times for the different conditions were assessed for this study.

Iowa Gambling Task. The Iowa Gambling Task (IGT; Bechara, Damasio, Damasio, & Anderson, 1994) is a computer task in which the patient is placed in an ambiguous situation where he/she is asked to select cards from four different decks. Two of those decks offer big pay-offs but even bigger losses. The two other decks offer small pay-offs with smaller losses. Therefore, the strategy to adopt is to opt for small, yet constant gains. There are 100 trials in this task and strategic patients are expected to choose the deck somewhat randomly in the first trials and to choose the decks that offer smaller pay-offs (and smaller losses) in the latter trials. The IGT is a task

that requires decision-making. The number of times the participant chose an advantageous deck minus the number of times the participant chose a disadvantageous deck was used for the analyses. This measure, however, only takes into account the last 40 trials in order to allow participants to have enough time to understand which decks are better than others.

Modified Six Elements Task. The Modified Six Elements Task (SET) is part of the Behavioral Assessment of Dysexecutive Syndrome battery (Wilson, Evans, Alderman, Burgess, & Emslie, 1997). It aims to assess planning and decision-making (Norris & Tate, 2000). In this task, the participant is asked to organize his/her work in order to do at least part of all six subtasks (two arithmetic tasks, two image recognition tasks, and two story-telling tasks) within a ten-minute time frame without doing two subtasks of the same category one after the other. A total profile score is calculated by considering the number of attempted subtasks and the number of broken rules. Points are also deducted if the participant spends more than nine minutes and thirty-one seconds on a single subtask. Therefore, a higher total profile score indicates a better performance. This task calls for planning and decision-making. The total profile score was used for the analyses in this study.

Delis-Kaplan Executive Function Systems Trail-Making Test. The Delis-Kaplan Executive Function Systems Trail-Making Test (DKEFS TMT; Delis, Kaplan, & Kramer, 2001a) is a modified version of Partington's Trail-Making Test (Brown & Partington, 1942). It is a visual-motor sequencing task measuring flexibility of thinking, and it also gives information about impulsivity in a non-verbal task (Swanson, 2005). The DKEFS TMT is composed of five conditions: visual scanning, number sequencing, letter sequencing, number-letter switching, and motor speed. The number-letter switching condition is the one that assesses flexibility of thinking, and the other four conditions allow a better understanding of the results obtained.

Scaled scores are obtained for each condition of the DKEFS TMT based on a normative sample. This test has a good internal consistency and validity (Delis, Kaplan, & Kramer, 2001b). In this study, we used this task as a measure of cognitive flexibility since it was the only measure associated with impulsivity in Votruba's study (Votruba et al., 2008). Scaled scores for the different conditions were used in the analyses below.

Digit Span. This test is part of the Wechsler Adult Intelligence Scale, third edition (WAIS-III; Wechsler, 1997) and is a measure of working memory. There are two conditions to this test: the forward and the

backward digit span. In the forward condition, the participant is asked to repeat the numbers in the same order as the examiner. In the backward condition, the participant is asked to repeat the numbers backwards. A score is obtained for each condition: the longer the sequence, the higher the score is. In the current study, the Digit Span was administered as a general measure of working memory capacity and not as a measure of impulsivity per se. In this sense, the Digit Span was used as a control measure of general cognitive impairment. The score obtained in each condition (forward and backward) was used in this study.

Questionnaire.

Hospital Anxiety and Depression Scale. The Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS; Zigmond & Snaith, 1983) is a 14-item self-report scale used to assess states of anxiety and depression among a medical population which has been validated among TBI survivors (Whelan-Goodinson, Ponsford, & Schönberger, 2009). In the present study, we included this questionnaire in order to ensure that the results obtained are not solely attributable to emotional distress.

Observation Scale.

Impulsive Behavior Rating Scale. In the current study, we used Gagnon and Henry's (2013) French adaptation of the rating scale used by Votruba et al. (2008). The scale, composed of extensive definitions followed by examples for each category of impulsive behaviors, was submitted to several validation studies among clinicians working with TBI participants (Gauthier-Mongeon & Gagnon, 2012; Gauthier-Mongeon & Gagnon, 2011; Gagnon, 2011). A professional, usually a nurse, working closely with the patient was asked to determine retrospectively the frequency (i.e., *never*, *monthly*, *weekly*, or *daily*) of ten types of impulsive acts (e.g., *dangerous*, *aggressive against self*, *aggressive against other*, *immediate gratification*) and seven types of impulsive comments (e.g., *aggressive*, *sexually inappropriate*, *socially inappropriate*, *interruptions*). A total score was obtained for each mode of expression (i.e., motor and verbal) by attributing one point to every monthly behavior, two points to every weekly behavior, and three points to everyday behavior.

Procedure

Every patient qualifying for this study was first approached by an independent clinician in order to ensure an unbiased selection of participants and a fully voluntary consent. If the patient accepted to be contacted for the present project, a member of the research team set up a meeting in which he/she explained the aims and the project. If the patient

accepted to participate, a written consent in accordance with the institutional review board's guidelines was completed and a socio-demographic questionnaire was administered.

The experiment was done in a standard evaluation room with minimal visual and auditory distractions and the participant was seated in a comfortable arm chair. Each assessment was divided in an average of 2.36 sessions (range from 2 to 4) in order to ensure an optimal level of collaboration and alertness from each participant. The tasks and questionnaires were administered in a balanced order and in between each of these, the evaluator asked the participant if he/she felt alert enough to pursue with the next task.

The computer tasks were administered on a 15" personal computer and the participants were instructed to sit in a way that was comfortable for them and that ensured a good view on the computer screen. They were also instructed to use their dominant hand for each task throughout the evaluation. For one subject, an injury resulting from the accident made it difficult or impossible to use his/her dominant hand and was advised to use the other hand.

It should be noted that, for the SST specifically, participants were provided clear instructions and feedback in between each block as to their RTs in order to minimize the use of excessive strategic slowing as recommended by Verbruggen et al. (2013).

Data analysis

The distribution of each variable was examined to ensure normality. Both independent sample *t*-tests and Mann-Whitney *U* analyses were used to compare patients and controls on sociodemographic variables and on their performances on the GNG, the MSET, the Hayling Test, and the Digit Span. To alleviate the text, when the parametric and non-parametric analyses yield the same results, only the priors were reported. Repeated measures ANOVAs were also used to compare patients and controls on their performances on the SST, the Nelson Task, the IGT, and the DKEFS TMT. Finally, correlation analyses were used, both parametric and non-parametric, to examine the relationships between performances on the inhibition tasks and impulsive behaviors observed in everyday life. We also used partial correlations to explore the relationships between various measures of impulsivity while controlling for the influence of states of anxiety and depression as reported in the HADS.

Results

Preliminary analyses

Student's *t*-test for independent samples have shown that there are no significant differences on age

Table 2

Mean, Standard Deviations, Minimum, and Maximum on Performance Tasks for TBI and Control Participants

	TBI Participants (<i>n</i> = 25)				Control Participants (<i>n</i> = 24)				<i>p</i>
	Mean	<i>SD</i>	Min	Max	Mean	<i>SD</i>	Min	Max	
GNG RT (ms)	456.53	98.03	300	709	373.88	60.40	256	531	**
GNG omission errors (%)	4.00	7.23	0	29	.55	.77	0	3	*
GNG commission errors (%)	31.58	20.69	4	81	34.26	19.69	8	85	
Nelson RT (UF)	1606.69	723.19	744	3234	951.59	278.24	654	1605	***
Nelson RT (F)	1660.91	819.68	903	4416	1060.96	292.22	696	1705	**
Nelson RT (HF)	1660.90	655.93	778	2997	1047.82	276.37	677	1659	***
Nelson RT (RC)	1618.74	616.42	824	3317	1084.70	321.59	690	1691	**
SSRT (ms)	448.66	251.07	237	1072	289.83	102.68	74	484	*
SST omission errors (%)	3.21	7.32	0	30	.06	.22	0	.83	
SST commission errors (%)	40.63	19.26	10	85	46.31	11.94	23	65	
MSET total profile score	1.76	1.39	0	4	3.46	.78	2	4	***
Hayling penalties	9.90	6.96	0	29	7.08	4.67	1	23	*
IGT 1 to 40	-4.00	10.41	-40	14	.42	10.23	-22	40	
IGT 61 to 100	2.61	18.17	-26	40	15.58	16.65	-32	40	**
IGT total score	-4.00	27.41	-48	56	21.08	31.60	-62	100	**
DKEFS TMT Visual Scanning	7.53	4.34	1	13	8.75	2.86	1	12	
DKEFS TMT Number Sequencing	6.13	3.70	1	13	10.00	2.19	5	14	**
DKEFS TMT Letter Sequencing	6.73	4.08	1	12	9.29	3.33	1	13	*
DKEFS TMT Number-Letter Switching	5.93	4.12	1	14	10.54	2.26	6	13	**
DKEFS TMT Motor Speed	9.27	2.71	3	13	10.79	1.50	8	13	*
Forward Digit Span	9.76	3.11	5	16	10.21	1.93	6	13	
Backward Digit Span	7.65	3.74	2	15	7.39	2.33	2	11	

Note. **p* < .05, ***p* < .01, ****p* < .001; *SD* = standard deviation; Min = minimum; Max = maximum; GNG = Go/No-Go; RT = reaction time; UF = unfamiliar condition; F = familiar condition; HF = highly familiar condition; RC = response conflict condition; SSRT = Stop-Signal reaction time; SST = Stop-Signal Task; MSET = Modified Six Elements Task; IGT = Iowa Gambling Task.

and years of education between the TBI and control groups ($t(47) = .55, p = .585$ and $t(47) = .86, p = .395$, respectively).

Comparison between patients and controls on the performance tasks

Means, standard deviations, minimal and maximal scores of all performance tasks for both TBI and control participants are listed in Table 2.

GNG. For this task two TBI participants and one control were excluded from analyses because of technical difficulties. Independent *t*-tests were

conducted on mean RTs on successful Go trials, on omission, and on commission errors. Results show that TBI participants are significantly slower than the controls, $t(36.6) = 3.44, p = .001$. Results also reveal that TBI participants made significantly more omission errors (i.e., not pressing the spacebar when they should) than the controls, $t(22.5) = 2.28, p = .030$. The groups did not differ as to the number of commission errors made (i.e., pressing the space bar when they should not), $t(44) = .45, p = .660$.

Independent *t*-tests revealed that the TBI participants' CoVs did not significantly differ from the

controls ($t(44) = 1.34, p = .187$) and therefore, suggesting that the intergroup differences obtained in the GNG task are not attributable to deficits related to sustained attention.

SST. For the analyses of this task, we excluded the participants with a percentage of inhibition errors of 100% (3 TBIs, 0 controls) since it is impossible to accurately estimate stop-signal reaction times (SSRTs) for participants who do not inhibit their responses. Similarly, we excluded participants who obtained negative SSRTs (1 TBI, 0 controls). Also, as mentioned earlier, trials in which participants slowed their response by more than three standard deviations than the mean of the previous trials were eliminated (for the TBI group: min = 41, max = 132, $M = 67.17, SD = 19.59$ trials; for the control group: min = 49, max = 80, $M = 63.26, SD = 7.11$ trials).

A mixed repeated measure ANOVA between TBI participants and controls in the anger and neutral conditions showed a main group effect, $F(1, 37) = 4.83, p = .034, \eta^2_p = .12$. This indicates that the TBI participants had significantly slower SSRTs compared to controls. Results also revealed that there was no significant effect of the condition and no interaction effect ($F_s < 1$).

As for the GNG, CoVs were calculated and compared with an independent t -test which also revealed that the TBI participants' CoVs did not significantly differ from the controls' ($t(43) = 1.34, p = .187$).

Hayling Test. An independent t -test conducted on the number of penalties reveals that the TBI survivors obtained significantly more penalties than the control participants ($t(23.84) = 2.49, p = .020$), thus indicating a weaker performance (i.e., more interference from the dominant word). Results also reveal a significant difference as to the time awarded to the inhibition condition ($t(26.21) = 2.47, p = .020$), indicating that the TBI participants took more time to inhibit the response when compared to the matched controls.

Nelson Task. One control did not complete this task because of a technical difficulty. A mixed repeated measure ANOVA with the groups (TBI and control) as the between subject factor and the levels of interference (i.e., minimal, intermediate, maximal, and response interference) as the repeated measures indicated a main group effect ($F(1, 43) = 19.70, p < .001, \eta^2_p = .31$), which showed that the TBI participants' RTs were significantly longer than those of their matched controls. Results also show a significant effect of the condition ($F(3, 129) = 14.69, p < .001, \eta^2_p = .26$), and a significant interaction effect ($F(3, 129) = 4.62, p = .004, \eta^2_p = .10$).

In order to determine in which way the condition (level of interference) affected the results, paired sample t -tests were conducted for each group. Results revealed that there was no significant difference between the conditions for the TBI sample, which showed that the level of interference did not have an effect on the TBI participants' RTs. Indeed, there were no significant differences between the minimal interference and the intermediate interference conditions ($t(21) = .67, p = .511$), between the minimal and maximal interference conditions ($t(21) = .97, p = .343$) nor between the minimal and response interference conditions ($t(21) = .20, p = .842$). Similarly, no significant differences were found between the intermediate and maximal interference conditions ($t(21) = .00, p = 1.00$), between the intermediate and response interference conditions ($t(21) = .36, p = .722$) nor between the maximal and the response interference conditions ($t(21) = .67, p = .510$).

As for the matched controls, results revealed that the minimal interference condition significantly differed from all three other levels of interference (intermediate: $t(22) = 7.82, p < .001$; maximal: $t(22) = 4.32, p < .001$; response interference: $t(22) = 5.70, p < .001$), which did not significantly differ from each other. Indeed, no significant differences were found between the intermediate and maximal interference conditions ($t(22) = .55, p = .590$), between the intermediate and response interference conditions ($t(22) = .93, p = .37$) nor between the maximal and the response interference conditions ($t(22) = 1.25, p = .222$). Therefore, this task did not allow the discrimination between conditions for the TBI sample.

We also observed the errors committed by each group, but the mean error rate was low for both groups. Indeed, the TBI participants made between 1.2 (minimal interference) and 2.0 (response interference) errors and their matched controls made between 0.2 (minimal interference) and 0.8 (response interference) errors. For this reason, we did not analyse further errors.

Finally, as for the GNG and the SST, a CoV was obtained for each participant and was then compared with an independent t -test. Once again, no significant difference was found between the TBI participants and their matched controls ($t(41) = .18, p = .855$).

IGT. Two TBI participants and three controls did not complete this task because of a technical difficulty. A mixed repeated measure ANOVA between TBI participants and controls on the block trials (1 to 40 and 61 to 100) indicated a main group effect ($F(1, 40) = 10.14, p = .003, \eta^2_p = .20$) which showed that the control participants made less

disadvantageous choices than the TBI survivors. Results also show a significant effect of the condition ($F(1, 40) = 19.02, p < .001, \eta^2_p = .32$) and a significant interaction effect ($F(1, 40) = 4.28, p = .045, \eta^2_p = .10$). Additional analyses reveal a significant difference between the groups on the last experimental block only (trials 61 to 100; $t(40) = 2.92, p = .010$). This indicates that the TBI participants made more disadvantageous choices on the last trials than the controls.

MSET. An independent *t*-test conducted on total profile scores reveals a significant difference between the groups ($t(37.98) = 5.30, p < .001$). Indeed, the TBI participants had significantly lower profile scores than their control counterparts, which indicates weaker planning abilities from the prior.

DKEFS TMT. A mixed repeated measure ANOVA between TBI participants and controls in visual scanning, number sequencing, letter sequencing, number-letter switching, and motor speed conditions showed a main group effect ($F(1, 36) = 9.53, p = .004, \eta^2_p = .21$), which indicated that the TBI participants obtained significantly lower scaled scores than their control counterparts. Results also show a

significant effect of the condition ($F(4, 33) = 5.66, p = .001, \eta^2_p = .41$) and a significant interaction effect ($F(4, 33) = 3.68, p = .014, \eta^2_p = .31$). It should be noted that DKEFS TMT data was not available for eight TBI participants in order not to interfere with their official neuropsychological assessment.

Independent *t*-tests reveal significant differences between the TBI participants and the matched controls on the number sequencing ($t(20.19) = 3.67, p = .002$), the letter sequencing ($t(37) = 2.14, p = .039$), the number-letter switching ($t(17.67) = 3.86, p = .001$), and on the motor speed ($t(37) = 2.27, p = .029$). On each condition, controls perform better than the TBI participants. No significant difference was found for the visual scanning condition ($t(10.22) = 1.48, p = .168$).

Digit Span. Independent *t*-tests on total scores revealed no significant differences between our groups on both forward and backward digit spans, respectively $t_s(27.74) = 1.15, p = .258$ and $t_s(39) = 1.39, p = .171$. It should be noted that DKEFS TMT data was not available for six TBI participants in order not to interfere with their official neuropsychological assessment.

Table 3

Frequency of Motor and Verbal Impulsive Behaviors in TBI Sample

	Daily (%)	Weekly (%)	Monthly (%)	Never (%)
Aggressive act against other or object	0	0	4	96
Aggressive act against self	0	0	4	96
Dangerous act	23	14	4	59
Sexual act	0	0	0	100
Act of immediate gratification	13	9	0	78
Inappropriate act	9	4	0	87
Act of lack of persistence	18	0	0	82
Act of agitation	9	4	9	78
Disorganized act	26	9	4	61
Perseverative act	9	5	0	86
Aggressive comment against other	9	4	4	83
Sexually inappropriate comment	4	9	0	87
Socially inappropriate comment	26	0	9	65
Inappropriate interruption with a comment	9	0	17	74
Comment of lack of persistence	9	0	9	82
Disorganized comment	17	9	4	70
Perseverative comment	22	4	9	65

Relationships between performance tasks and observations

It should be noted that for the following analyses, only the TBI participants' scores and results were considered.

Impulsive Behavior Rating Scale. Table 3 shows the frequency of each behavior for 23 participants of the TBI sample. Analyses were made in order to determine the correlations between the motor (i.e., acts) and verbal (i.e., comments) impulsive behaviors. Results show a very strong correlation ($r(21) = .98, p < .001$) and do not allow us to conclude that these are distinct dimensions ($t(22) = 1.38, p = .182$). Therefore, only the total score obtained for each TBI participant was used for the subsequent analyses.

Performance tasks.

IGT. For the following analyses, only the trials 61 to 100 of the IGT were considered since studies have shown that only the latter trials allow to see if the subject understands that, in the long term, the risky decks have no benefits, which is the conceptual rationale of the task. Indeed, it has been suggested that the trials at the beginning, and the end of the task do

not tap into the same psychological mechanisms (Dunn, 2006) and it therefore becomes imprudent to base conclusions on the total score.

DKEFS TMT. As mentioned earlier, the number-letter switching condition is the one that assesses cognitive flexibility. Therefore, it is the only condition that was considered for the following analyses.

Correlation Analyses. Spearman correlations between the performance tasks and the impulsive behaviors observed by the treating clinicians or nurses in the rehabilitation setting are reported in Table 4. It should be noted that multiple analyses were made thus augmenting the risk of type I errors. However, since the following study is composed of a relatively small sample and is exploratory, we find it important to conduct and present the following analyses nonetheless in order to begin observing the links between dimensions of impulsivity and cognitive mechanisms among a TBI sample.

Impulsive Behavior Rating Scale. The total score on the Impulsive Behavior Rating Scale was correlated to the total profile score on the MSET ($r(21) = -.57, p = .005$). This indicates that a better

Table 4

Spearman Correlations Between Performance Tasks and Impulsive Behaviors

Variables	IBRS Total Score (<i>n</i>)
Age	-.274 (23)
Education	-.392 (23)
TBI severity	.332 (23)
GNG RT	-.063 (21)
GNG omission errors	.263 (21)
SSRT	.111 (18)
Nelson minimal interference	-.153 (20)
Nelson intermediate interference	-.146 (20)
Nelson maximal interference	-.144 (20)
Nelson response interference	-.134 (20)
IGT 61-100	-.298 (21)
MSET profile score	-.567** (23)
Hayling penalties	-.093 (18)
DKEFS Number-Letter Switching	-.186 (13)
HADS Anxiety	-.071 (20)
HADS Depression	.245 (20)

Note. TBI severity as diagnosed by the treating physician; ** $p < .01$; GNG = Go/No-Go; RT = reaction time; SSRT = Stop Signal reaction time; IGT = Iowa Gambling Task; MSET = Modified Six Elements Task; HADS = Hospital Anxiety Depression Scale; IBRS = Impulsive Behavior Rating Scale.

performance on the MSET (i.e., higher profile score) is associated with less observed impulsive acts and impulsive comments. Partial Spearman correlations revealed that this correlation was maintained when controlling for anxiety and depression symptoms ($r(17) = -.62, p = .005$ and $r(17) = -.57, p = .010$, respectively). It should be noted that HADS data was unavailable for two TBI participants.

Discussion

The goal of this study was to compare post-acute TBI survivors to controls on measures of prepotent response inhibition, resistance to proactive interference, and decision-making and to examine the link between impulsive behaviors and these underlying mechanisms. We expected the TBI sample to show weaker performances on the performance tasks than the controls. We also expected the performances on the measures of prepotent response inhibition, resistance to proactive interference, and decision-making to be associated with impulsive behaviors in everyday life as observed by clinicians.

The TBI survivors showed, as expected, worse performance on measures of prepotent response inhibition (i.e., slower RTs and more omission errors on the GNG task, slower SSRTs and more penalties on the Hayling Task), of proactive interference in working memory (i.e., slower RTs on the Nelson Task), and of decision making (i.e., lower profile scores on the MSET and lower scores on the IGT). Furthermore, the only performance task that was associated with the Impulsive Behavior Rating Scale was the MSET which is a task that calls for planning and decision-making and that is sensitive to global neuropsychological deficits. More precisely, the poorer the performance on the MSET, the higher is the probability that the TBI participant displayed impulsive behaviors.

These findings support previous data indicating that patients with TBI present prepotent response inhibition impairments, proactive interference difficulties, and weakened decision-making.

The findings also show that performance on tasks that are specific to the measure of inhibition (whether it is prepotent response inhibition or resistance to proactive interference) do not allow the prediction of impulsive behaviors in everyday life. This result is coherent with Votruba et al. (2008). Unlike the findings in the current study, theirs demonstrated that the TMT was associated with observed impulsive behaviors. However, both the MSET and the TMT are tasks that are sensitive to global neuropsychological deficits. Therefore, both this study and Votruba et al.'s show that these non-specific tasks are sensitive in identifying patients at risk of committing impulsive

behaviors. This may consequently result in a significant number of false-positives and do not allow to accurately predict who is at risk of committing such behaviors.

It should be acknowledged that one limitation in this study is associated with the TBI sample. Indeed, the participants constituted a convenience sample rather than a random one since they were recruited from two specific rehabilitation centers and were not necessarily consecutive admissions. Also, our sample, although it allowed us to detect significant effects, was rather small and only slightly impulsive (i.e., most TBI participants never committed impulsive behaviors as observed by the clinicians; cf. Table 3). Moreover, participants were all undergoing intensive rehabilitation in an acute phase of rehabilitation, this limits the generalizability of the results to other phases of rehabilitation.

Also, we wish to point out that another limitation in this study may relate to the control participants. Indeed, as can be observed in Table 2, some of the controls showed weak performances on certain tasks, namely the Backward Digit Span. However, since they were selected on the basis of matching the TBI group and that the results showed weakened performances from the participants who sustained TBI compared to those controls (results that are consistent with the literature), we believe that this is not a major issue.

Overall, our study shows that TBI participants show impairments on prepotent response inhibition, on proactive response interference, and on decision-making. Finally, our study indicates that only the MSET, which is an ecological task, permits the prediction of impulsive behaviors in an intensive rehabilitation setting. This might indicate that impulsive behaviors in everyday life in an intensive rehabilitation setting are linked to planning and decision-making rather than to inhibition (either prepotent response inhibition or resistance to proactive interference in working memory). These results could also indicate that global ecological tasks are better predictors of impulsivity in everyday life than more specific inhibition related tasks which can hardly be generalized to daily situations.

Moreover, when considering the potential consequences of impulsivity on the patients' and their relatives' well-being, we believe that impulsivity should be assessed systematically in a clinical setting. In that sense, ecological tasks such as the MSET should be used in order to identify patients at risk of committing impulsive behaviors. However, we think that no measure alone can replace adequate clinicians' communication as to their observations of specific impulsive behaviors. In this regard, we believe that the

comments and acts listed in the Impulsive Behavior Rating Scale and reported in Table 3 could orient the discussion. We believe that a combination of performance tasks and clinical dialogue is the best way to assess impulsivity in order to ensure the patient's safety without impinging on his/her autonomy.

In this sense, we believe that the fact that this study combines observations of trained professionals as well as objective measures on a multitude of performance tasks based on a theoretical model is an important and valuable strength.

In a clinical perspective, with the results in the current study showing that planning and decision-making might be linked to impulsive behaviors, we wonder if interventions aiming to help post-TBI patients enhance their planning capabilities might also help in decreasing impulsive behaviors in everyday life.

References

- Arbuthnott, K. & Frank, J. (2000). Trail Making Test, part B as a measure of executive control: Validation using a set-switching paradigm. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *22*, 518-528. [https://doi.org/10.1076/1380-3395\(200008\)22:4;1-0;FT518](https://doi.org/10.1076/1380-3395(200008)22:4;1-0;FT518)
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, *50*, 7-15. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/journal/cognition>
- Bechara, A. & Van der Linden, M. (2005). Decision-making and impulse control after frontal lobe injuries. *Current Opinion in Neurology*, *18*, 734-739. <https://doi.org/10.1097/01.wco.0000194141.56429.3c>
- Billieux, J., Gay, P., Rochat, L., & Van der Linden, M. (2010). The role of urgency and its underlying psychological mechanisms in problematic behaviours. *Behaviour Research and Therapy*, *48*, 1085-1096. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2010.07.008>
- Billieux, J., Rochat, L., Ceschi, G., Carré, A., Offerlin-Meyer, I., Defeldre, C.-A., ... Van Linden, M. (2012). Validation of a short French version of the UPPS-P Impulsive Behavior Scale. *Comprehensive Psychiatry*, *53*, 609-615. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2011.09.001>
- Bonatti, E., Zamarian, L., Wagner, M., Benke, T., Hollosi, P., Strubreither, W., & Delazer, M. (2008). Making decisions and advising decisions in traumatic brain injury. *Cognitive and Behavioral Neurology*, *21*, 164-175. <https://doi.org/10.1097/WNN.0b013e318184e688>
- Brown, R. R. & Partington, J. E. (1942). The intelligence of the narcotic drug addict. *Journal of General Psychology*, *26*, 175-179. [https://doi.org/10.1016/S0887-6177\(01\)00169-X](https://doi.org/10.1016/S0887-6177(01)00169-X)
- Burgess, P. W. & Shallice, T. (1997). *The Hayling and Brixton Tests*. Bury St. Edmunds, UK: Thames Valley Test Company.
- Cyders, M. A. & Coskunpinar, A. (2011). Measurement of constructs using self-report and behavioral lab tasks: Is there overlap in nomothetic span and construct representation for impulsivity? *Clinical Psychology Review*, *31*, 965-982. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2011.06.001>
- Delis, D., Kaplan, E., & Kramer, J. (2001a). *Delis-Kaplan Executive Function System*. San Antonio, TX: Harcourt Brace & Company.
- Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001b). *Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS) technical manual*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Dimoska-Di Marco, A., McDonald, S., Kelly, M., Tate, R., & Johnstone, S. (2011). A meta-analysis of response inhibition and Stroop interference control deficits in adults with traumatic brain injury (TBI). *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *33*, 471-485. <https://doi.org/10.1080/13803395.2010.533158>
- Duchek, J. M., Balota, D. A., Tse, C.-S., Holtzman, D. M., Fagan, A. M., & Goate, A. M. (2009). The utility of intraindividual variability in selective attention tasks as an early marker for Alzheimer's disease. *Neuropsychology*, *23*, 746-758. <https://doi.org/10.1037/a0016583>
- Dunn, B. D., Dalgleish, T., & Lawrence, A. D. (2006). The somatic marker hypothesis: A critical evaluation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *30*, 239-271. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2005.07.001>
- Fortin, S., Godbout, L., & Braun, C. (2003). Cognitive structure of executive deficits in frontally lesioned head trauma patients performing activities of daily living. *Cortex*, *39*, 273-291. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70109-6](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70109-6)
- Gagnon, J. (2011). *Recension des comportements impulsifs dans tous les programmes-secteurs de l'IRGLM*. Presentation presented at Comité de travail sur la formation Intervention non violente en situation de crise, Institut de réadaptation Gingras-Lindsay de Montréal, Montréal, Canada.
- Gagnon, J., Bouchard, M. A., Rainville, C., Lecours, S., & St-Amand, J. (2006). Inhibition and object relations in borderline personality traits after traumatic brain injury. *Brain Injury*, *20*, 67-81. <https://doi.org/10.1080/02699050500309668>
- Gauthier-Mongeon, F. & Gagnon, J. (2012). *Impulsivité post-TCC : comparaison de résultats obtenus avec une grille d'observation et avec un*

- questionnaire destiné aux cliniciens*. Poster session presented at Colloque des étudiants du CRIR, Montréal, Canada.
- Gauthier-Mongeon, F. & Gagnon, J. (2011). *Recension des comportements impulsifs dans tous les programmes-secteurs de l'IRGLM*. Poster session presented at Journée scientifique du consortium pour le développement de la recherche en traumatologie, Montréal, Canada.
- Gay, P., Rochat, L., Billieux, J., d'Acremont, M., & Van der Linden, M. (2008). Heterogeneous inhibition processes involved in different facets of self-reported impulsivity: Evidence from a community sample. *Acta Psychologica, 129*, 332-339. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.08.010>
- Greve, K. W., Sherwin, E., Stanford, M. S., Mathias, C., Love, J., & Ramzinski, P. (2001). Personality and neurocognitive correlates of impulsive aggression in long-term survivors of severe traumatic brain injury. *Brain Injury, 15*, 255-262. <https://doi.org/10.1080/026990501300005695>
- Johnstone, B., Leach, L. R., Hickey, M. L., Frank, R. G., & Rupright, J. (1995). Some objective measurements of frontal lobe deficits following traumatic brain injury. *Applied Neuropsychology, 2*, 24-28. <https://doi.org/10.1017/S1355617707070907>
- Kocka, A. & Gagnon, J. (2014). Definition of impulsivity and related terms following traumatic brain injury: A review of the different concepts and measures used to assess impulsivity, disinhibition and other related concepts. *Behavioral Sciences, 4*, 352-370. <https://doi.org/10.3390/bs4040352>
- McDonald, S., Flanagan, S., Rollins, J., & Kinch, J. (2003). TASIT: A new clinical tool for assessing social perception after traumatic brain injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation, 18*, 219-238. <https://doi.org/10.1097/00001199-200305000-00001>
- McDonald, S., Hunt, C., Henry, J. D., Dimoska, A., & Bornhofen, C. (2010). Angry responses to emotional events: The role of impaired control and drive in people with severe traumatic brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 32*, 855-864. <https://doi.org/10.1080/13803391003596405>
- Meythaler, J. M., Peduzzi, J. D., Eleftheriou, E., & Novack, T. A. (2001). Current concepts: Diffuse axonal injury-associated traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 82*, 1461-1471. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.25137>
- Nelson, J. K., Reuter-Lorenz, P. A., Sylvester, C.-Y. C., Jonides, J., & Smith, E. E. (2003). Dissociable neural mechanisms underlying response-based and familiarity based conflict in working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 100*, 11171-11175. <https://doi.org/10.1073/pnas.1334125100>
- Norris, G. & Tate, R. L. (2000). The behavioural assessment of the dysexecutive syndrome (BADS): Ecological, concurrent and construct validity. *Neuropsychological Rehabilitation: An International Journal, 10*, 33-45. <https://doi.org/10.1080/096020100389282>
- Picton, T. W., Stuss, D. T., Alexander, M. P., Shallice, T., Binns, M. A., & Gillingham, S. (2007). Effects of focal frontal lesions on response inhibition. *Cerebral Cortex, 17*, 826-838. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhk031>
- Port, A., Willmott, C., & Charlton, J. (2002). Self-awareness following traumatic brain injury and implications for rehabilitation. *Brain Injury, 16*, 277-289. <https://doi.org/10.1080/02699050110103274>
- Prigatano, G. P., Borgaro, S., Baker, J., & Wethe, J. (2005). Awareness and distress after traumatic brain injury: a relative's perspective. *Journal of Head Trauma Rehabilitation, 20*, 359-367. <https://doi.org/10.1017/S1355617707070075>
- Rapport, L. J., Hanks, R. A., Millis, S. R., & Deshpande, S. A. (1998). Executive functioning and predictors of falls in the rehabilitation setting. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 79*, 629-633. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(98\)90035-1](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(98)90035-1)
- Robertson, I. H., Manly, T., Andrade, J., Baddeley, B. T., & Yiend, J. (1997). "Oops!": Performance correlates of everyday attentional failures in traumatic brain injured and normal subjects. *Neuropsychologia, 35*, 747-758. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(97\)00015-8](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(97)00015-8)
- Rochat, L., Beni, C., Annoni, J.-M., Vuadens, P., & Van der Linden, M. (2013). How inhibition relates to impulsivity after moderate to severe traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society, 19*, 890-898. <https://doi.org/10.1017/S1355617713000672>
- Rubia, K., Russell, T., Overmeyer, S., Brammer, M. J., Bullmore Edward T., Sharma, T., ... Taylor, E. (2001). Mapping motor inhibition: Conjunctive brain activations across different versions of go/no-go and stop tasks. *NeuroImage, 13*, 250-261. <https://doi.org/10.1006/nimg.2000.0685>
- Smith, G. T., Fischer, S., Cyders, M. A., Annus, A. M., Spillane, N. S., & McCarthy, D. M. (2007). On the validity and utility of discriminating among impulsivity-like traits. *Assessment, 14*, 155-170. <https://doi.org/10.1177/1073191106295527>
- Smith, L. M. & Godfrey, H. P. D. (1995). *Family support programs and rehabilitation: A cognitive-behavioral approach to traumatic brain injury*. New York, NY: Plenum.

- Swanson, J. (2005). The Delis-Kaplan executive function system: A review. *Canadian Journal of School Psychology, 20*, 117-128. <https://doi.org/10.1177/0829573506295469>
- Vanderploeg, R. D., Curtiss, G., & Bélanger, H. G. (2005). Long-term neuropsychological outcomes following mild traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society, 11*, 228-236. <https://doi.org/10.1017/S1355617705050289>
- Verbruggen, F., Chambers, C. D., & Logan, G. D. (2013). Fictitious inhibitory differences: How skewness and slowing distort the estimation of stopping latencies. *Psychological Science, 24*, 352-362. <https://doi.org/10.1177/0956797612457390>
- Verbruggen, F. & De Houwer, J. (2007). Do emotional stimuli interfere with response inhibition? Evidence from the stop signal paradigm. *Cognition and Emotion, 21*, 391-403. <https://doi.org/10.1080/02699930600625081>
- Votruba, K. L., Rapport, L. J., Vangel, S. J. Jr., Hanks, R. A., Lequerica, A., Whitman, R., & Langenecker, S. (2008). Impulsivity and traumatic brain injury: The relations among behavioral observation, performance measures, and rating scales. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation, 23*, 65-73. <https://doi.org/10.1097/01.HTR.0000314525.93381.69>
- Wechsler, D. (1997). *WAIS-III administration and scoring manual*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Whelan-Goodinson, R., Ponsford, J., & Schönberger, M. (2009). Validity of the hospital anxiety and depression scale to assess depression and anxiety following traumatic brain injury as compared with the structured clinical interview for DSM-IV. *Journal of Affective Disorders, 114*, 94-102. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2008.06.007>
- Whiteside, S. P., Lynam, D. R., Miller, J. D., & Reynolds, S. K. (2005). Validation of the UPPS impulsive behaviour scale: A four-factor model of impulsivity. *European Journal of Personality, 19*, 559-574. <https://doi.org/10.1002/per.556>
- Whiteside, S. P. & Lynam, D. R. (2001). The five factor model and impulsivity: Using a structural model of personality to understand impulsivity. *Personality and Individual Differences, 30*, 669-689. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(00\)00064-7](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(00)00064-7)
- Wilson, B. A., Evans, J. J., Alderman, N., Burgess, P. W., & Emslie, H. (1997). Behavioural assessment of the dysexecutive syndrome. *Neuropsychological Rehabilitation, 5*, 662-676. <https://doi.org/10.1080/09602010802622730>
- Zermatten, A., Van der Linden, M., d'Acremont, M., Jermann, F., & Bechara, A. (2005). Impulsivity and decision making. *The Journal of Nervous and Mental Disease, 193*, 647-650. <https://doi.org/10.1097/01.nmd.0000180777.41295.65>
- Zigmond, A. S. & Snaith, R. P. (1983). The Hospital Anxiety and Depression Scale. *Acta Psychiatrica Scandinavica, 67*, 361-370. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.1983.tb09716.x>

Received January 19, 2018
Revision received June 13, 2018
Accepted June 18, 2018 ■

Normes québécoises pour une version abrégée de l'Échelle de Dénomination de Boston à 30 items

Antoine Slegers^{1,2}, Jessica Cole³, Sven Joubert^{1,2}, Frédérique Escudier^{2,4}, Anne G. Seni¹, Valérie Bédirian⁵, Simon Charbonneau⁶, Carole Denault⁶, Hélène Imbeault⁷, Peter Scherzer³, Jean-François Gagnon^{3,4} et Isabelle Rouleau^{3,8}

¹Département de psychologie, Université de Montréal

²Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de l'Université de Montréal

³Département de psychologie, Université du Québec à Montréal

⁴Centre de recherche de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal

⁵Services ambulatoires de psychogériatrie du CSSS du Cœur-de-l'Île

⁶Service de psychologie, Centre hospitalier de l'Université de Montréal

⁷Centre de santé et de services sociaux, Institut universitaire de gériatrie de Sherbrooke

⁸Centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal

L'Échelle de Dénomination de Boston (BNT) est un des tests neuropsychologiques les plus utilisés pour évaluer les capacités de dénomination d'images, en particulier lors du dépistage de démences. À partir de la version originale (60 items), une version abrégée à 30 items (BNT-30) a été élaborée. La présente étude a analysé les réponses produites par 286 participants québécois francophones âgés entre 50 et 93 ans afin d'établir des normes pour cette version abrégée. Les résultats montrent que la performance au BNT-30 est liée à l'âge et au niveau d'éducation. Des consignes d'administration détaillées sont proposées afin d'uniformiser la passation et la cotation du BNT-30.

Mots clés : Échelle de dénomination de Boston, vieillissement, dénomination, données normatives, Québec

The Boston Naming Test (BNT) is one of the most widely used neuropsychological measures of confrontation naming, especially in cases of suspected dementia. A short 30-item version (BNT-30) was derived from the original 60-item test. This study examined the responses provided by 286 French-speaking healthy volunteers (50-93 years of age) in order to establish normative data for this short version. An association was found between BNT-30 results, age, and education. Detailed administration procedures are provided, allowing for standardized administration and scoring of the BNT-30.

Keywords: Boston Naming Test, aging, confrontation naming, normative data, Quebec

Le manque du mot est une plainte répandue chez les personnes âgées en santé (Burke & Shafto, 2004). Ce manque du mot est communément mis en évidence dans des tâches de dénomination d'images d'objets ou d'animaux connus. Dans le vieillissement normal, la difficulté à produire le mot exact à partir d'une image découle généralement de l'accès perturbé à des connaissances lexico-sémantiques intactes stockées en mémoire (Burke & Shafto, 2004). Cependant, dans le vieillissement pathologique, l'incapacité à produire le mot juste à partir d'une image peut aussi refléter une dégradation des connaissances sémantiques ou des déficits visuo-perceptifs (c.-à-d., de reconnaissance

visuelle; Chertkow & Bub, 1990; Hodges, Salmon, & Butters, 1991; Joubert et al., 2010).

Les tests de dénomination sont couramment utilisés dans la pratique clinique en neurologie, en neuropsychologie et en orthophonie. Ils sont aussi fréquemment utilisés en recherche en vue de mieux caractériser le fonctionnement cognitif normal ou afin de préciser certaines atteintes neuropsychologiques. Dans une tâche de dénomination, le sujet doit nommer ce qui lui est présenté (généralement un objet, un végétal ou un animal). Le plus souvent, la dénomination procède à partir d'une image, mais il est possible d'utiliser un objet réel présenté visuellement ou tactilement, une définition, ou un son correspondant au mot-cible. Il est important de souligner que la performance peut être perturbée par une atteinte sensorielle correspondant à la modalité de présentation testée et que celle-ci doit être prise en considération. Par exemple, une faible acuité visuelle peut nuire à la perception adéquate de stimuli

La correspondance concernant cet article devrait être adressée à /
Correspondence regarding this article should be addressed to:

Isabelle Rouleau, Ph.D., Département de psychologie, Université
du Québec à Montréal.

CP 8888, Succ. Centre-ville
Montréal, QC, Canada, H3C 3P8

Tel. : +1 514-987-3000 #8915

Courriel : rouleau.isabelle@uqam.ca

présentés visuellement (Worrall, Yiu, Hickson, & Barnett, 1995). L'intérêt d'utiliser les tests de dénomination d'images est qu'ils permettent d'évaluer à la fois de façon simple et rapide les capacités d'accès lexical (manque du mot) et de reconnaissance visuelle (agnosie visuelle), de même que l'intégrité des connaissances sémantiques (Balthazar, Cendes, & Damasceno, 2008).

Au Canada et aux États-Unis, l'Échelle de Dénomination de Boston, connue sous le nom de *Boston Naming Test* (BNT; Kaplan, Goodglass, & Weintraub, 1983), est le test neuropsychologique le plus utilisé pour évaluer les capacités de dénomination d'images (Rabin, Barr, & Burton, 2005). Dans sa version originale en anglais, le BNT comporte 60 images (BNT-60) à contour simple présentées successivement dans un ordre croissant de difficulté. La tâche consiste à nommer l'objet ou l'animal représenté sur l'image. Brièvement, les procédures d'administration indiquent de commencer à l'item 30. Si une erreur est notée dans les huit premiers items, un retour en arrière est nécessaire jusqu'à l'obtention de huit réussites consécutives. Le critère d'arrêt correspond à l'atteinte de huit erreurs consécutives. Des indices sémantiques (p. ex., l'item n'est pas adéquatement reconnu) ou phonémiques sont fournis si le participant n'arrive pas à répondre correctement de manière spontanée (cf. Tableau 1, pour le détail des indices).

Pour compléter les normes fournies avec l'édition originale du BNT (Goodglass, Kaplan, & Weintraub, 1983), plusieurs études américaines ont proposé des données normatives recueillies auprès de populations nombreuses et variées (cf. Mitrushina, Boone, Razani, & Delia, 2005, pour une revue). Dans plusieurs pays, le BNT est utilisé, adapté ou simplement traduit dans différentes langues. Des données normatives ont été recueillies auprès de populations diverses, notamment : belges néerlandophones (Marien, Mampaey, Vervaeke, Saerens, & De Deyn, 1998), suédoises (Tallberg, 2005), coréennes (Kang, Kim, & Na, 2000; Kim & Na, 1999), néo-zélandaises (Barker-Collo, 2007), australiennes (Elkadi et al., 2006), chinoises (Cheung, Cheung, & Chan, 2004), grecques (Patricacou, Psallida, Pring, & Dipper, 2007), lusophones brésiliennes (Radanovic, Mansur, & Scaff, 2004), hispanophones colombiennes (Rosselli, Ardila, Florez, & Castro, 1990), hispanophones espagnoles (Peña-Casanova et al., 2009; Rami et al., 2008) et japonaises hawaïennes (Ross et al., 1997). Ces différentes études témoignent de l'intérêt d'utiliser des normes correspondant à la langue et la région dans lesquelles le test est administré.

Il existe par ailleurs de nombreuses versions modifiées et abrégées du BNT, dont certaines ont été normalisées dans les études internationales citées plus haut. Les quatre versions parallèles à 15 items de Mack, Freed, Williams et Henderson (1992), dont l'une est fournie avec la dernière version du BNT (Goodglass & Kaplan, 2000), sont parmi les plus citées. Une variété d'autres versions abrégées à 15 items (cf. Kent & Luszcz, 2002, pour une revue) sont utilisées, dont certaines ont été établies de manière empirique. Cependant, les versions à 30 items seraient à privilégier, car elles permettent de raccourcir le test sans nuire à sa sensibilité (Hobson et al., 2011; Tombaugh & Hubiey, 1997). De nombreux exemples de versions normées à 30 items sont disponibles en anglais (Fastenau, Denburg, & Mauer, 1998; Graves, Bezeau, Fogarty, & Blair, 2004; Saxton et al., 2000; Williams, Mack, & Henderson, 1989), mais aucune n'existe en français québécois.

Dans la francophonie, il existe des normes pour une adaptation suisse du BNT-60 (Colombo-Thuillard & Assal, 1992). Des normes provenant d'ailleurs dans le monde francophone ne sont cependant pas adéquates pour évaluer la performance des Québécois. En effet, les régionalismes, la fréquence et l'âge d'acquisition des mots varient et la pertinence culturelle (*cultural relevance*) des items rendent essentiel l'établissement de normes adaptées spécifiquement aux populations visées (Cruice, Worrall, & Hickson, 2000; Ivnik, 2005; Le Dorze & Durocher, 1992; Roberts & Doucet, 2011). Roberts et Doucet (2011) ont établi des normes pour le BNT-60 auprès d'une population québécoise francophone. Toutefois, la petite taille de l'échantillon ($n = 45$) et le faible niveau de scolarité des participants ($M = 8,6$ ans) sont peu représentatifs de la population québécoise. Cette étude a tout de même permis de révéler que de nombreux items étaient problématiques en regard de la cotation puisque qu'ils pouvaient donner lieu à plusieurs réponses acceptables en français (p. ex., la corde à potence, le nœud coulant ou la corde du pendu) et qu'il était nécessaire d'établir des procédures de cotation adaptées à la réalité québécoise étant donné que ce test est fréquemment utilisé par les cliniciens du Québec.

Typiquement, la capacité à nommer spontanément des images décline avec l'âge (Au et al., 1995; Barresi, Nicholas, Connor, Obler, & Albert, 2000; Nicholas, Obler, Albert, & Goodglass, 1985) et augmente avec le niveau de scolarité (Hawkins & Bender, 2002; Neils et al., 1995). En effet, ces études montrent une plus grande variabilité dans les scores au BNT chez les personnes âgées de 60 à 85 ans et chez les personnes ayant moins de 12 ans de scolarité. Des auteurs ont également documenté un effet différentiel du sexe sur la performance globale au test, de même

Tableau 1

Items du BNT-30

Item (avec numéro au BNT-60)	Indice sémantique	Indice phonémique
4. <i>maison</i> (résidence, demeure, cottage)	Sorte d'édifice	Mè
5. <i>sifflet</i>	Pour faire du bruit	Si
6. <i>ciseaux</i>	Pour couper	Ci
11. <i>hélicoptère</i>	Pour voyager dans l'air	Hé
13. <i>pieuvre</i> (poulpe)	Animal marin	Pi
14. <i>champignon</i>	Ça se mange	Ch
17. <i>chameau</i> (dromadaire)	Animal	Ch
18. <i>masque</i>	Partie d'un costume	Ma
21. <i>raquette</i>	Pour un sport	Ra
22. <i>escargot</i> (calimaçon, colimaçon)	Animal	Es
23. <i>volcan</i>	Sorte de montagne	Vo
25. <i>dart/fléchette</i>	Se lance	D
29. <i>castor</i>	Animal	Ca
30. <i>harmonica/musique à bouche</i> (ruine-babine)	Instrument de musique	Ha
31. <i>rhinocéros</i>	Animal	Rhi
32. <i>gland</i>	Vient d'un arbre	Gl
33. <i>igloo</i>	Sorte de maison	I
34. <i>échasses</i>	Pour se grandir	É
35. <i>dominos</i>	Jeu	Do
41. <i>pélican</i>	Oiseau	Pé
42. <i>stéthoscope</i>	Utilisé par les médecins	Sté
43. <i>pyramide</i>	Se trouve en Égypte	Py
44. <i>muselière</i>	Pour les chiens	Mu
46. <i>entonnoir</i>	Pour verser	En
47. <i>accordéon</i>	Instrument de musique	A
49. <i>asperge</i>	Ça se mange	As
50. <i>compas</i>	Pour dessiner	Com
53. <i>parchemin</i> (manuscrit, papyrus)	Document	Pa
54. <i>pince</i> (pincette)	Ustensile	P
58. <i>palette</i>	Utilisée par les artistes	Pa

Note. Entre parenthèses, réponses acceptées, mais moins usitées.

que sur la réussite de certains items (Welch, Doineau, Johnson, & King, 1996). Plus spécifiquement, les hommes avaient obtenu des scores globaux légèrement plus élevés que les femmes et présentaient un pourcentage de réussite plus élevé sur 17 des 19 items. Selon ces auteurs, cette différence s'explique par le fait que ces items relevaient davantage

d'occupations « traditionnellement masculines » pour l'époque (p. ex., *joug*, *rapporteur d'angles*, *compas* et *trépid*).

Chez les personnes en santé, il a été rapporté que les personnes de tous âges bénéficient également de l'indiciage phonémique (Nicholas, Barth, Obler, Au, &

Albert, 1997; Nicholas et al., 1985). Cependant, l'équivalence de ce bénéfice ne fait pas consensus chez les personnes âgées de plus de 70 ans : certains auteurs notent une diminution de la capacité à accéder au mot à partir des deux types d'indices comparativement aux personnes moins âgées (Au et al., 1995). D'autres encore rapportent plutôt une augmentation du bénéfice, mais soulignent que cet effet pourrait être dû à l'effet plafond en dénomination spontanée observé chez les groupes âgés de moins de 70 ans (MacKay, Connor, Albert, & Obler, 2002; Verhaegen & Poncelet, 2013). De manière générale, les moindres performances en dénomination spontanée des personnes âgées saines sont attribuées à des difficultés d'accès au mot-cible, et non à une dégradation sémantique (Burke & Shafto, 2004).

Par ailleurs, lorsque des difficultés de dénomination sont observées au BNT avec des performances s'écartant de la norme, elles peuvent indiquer la présence de fragilités ou d'atteintes des processus sémantiques, visuo-perceptifs et de l'accès lexical sous-jacents (Mitrushina et al., 2005). Dans ces conditions, une analyse qualitative des erreurs commises devrait être effectuée afin de dégager quel processus est en cause (Nicholas, Obler, Au, & Albert, 1996). Cette clarification repose sur la classification des erreurs selon un système (cf. Tableau 2, pour les exemples détaillés) comme celui proposé par Hodges, Salmon et Butters (1991). L'importance de cette analyse complémentaire a d'ailleurs été démontrée à plusieurs reprises dans l'identification de conditions neurologiques, principalement la maladie d'Alzheimer, témoignant à la fois d'une atteinte visuo-perceptive et sémantique (Balthazar et al., 2010; Hodges & Patterson, 1995; Nicholas et al., 1996).

Au fil des années, la disponibilité d'échantillons normatifs adéquats pour le BNT a été régulièrement critiquée (Schoenberg & Scott, 2011). Il est aussi reproché à la version standard du BNT-60 l'ambiguïté du manuel d'administration et de cotation, la distribution asymétrique des scores, le manque de données normatives adaptées aux populations à qui le test est administré, ainsi qu'un biais culturel et linguistique (Bortnik et al., 2013). En outre, des normes francophones établies sur la version complète à 60 items ont révélé que la cotation de certains items était problématique en français québécois, ce qui compromet la fidélité inter-juges (Roberts & Doucet, 2011). D'autres auteurs ont souligné que les consignes originales pour la cotation de la forme standard du BNT étaient sujettes à différentes interprétations qui produisaient des scores différents selon l'interprétation des procédures par le clinicien (Lopez, Arias, Hunter, Charter, & Scott, 2003). Ensuite, les analyses d'items du BNT-60 ont montré que certains items sont systématiquement réussis par presque tous les

participants, alors que d'autres items ne sont réussis que par très peu de participants (Roberts & Doucet, 2011). Ces effets plafonds et planchers diminuent la sensibilité du test et allongent inutilement le temps nécessaire à son administration (Randolph, Lansing, Ivnik, Cullum, & Hermann, 1999). En effet, les études normatives (Saxton et al., 2000; Tombaugh & Hubiey, 1997) portant sur les versions abrégées à 30 items bien ciblés semblent montrer que ces versions peuvent être aussi sensibles et fiables que la version standard à 60 items tout en étant moins longues à administrer.

Objectifs

Relativement à ces différentes faiblesses, l'usage d'une version abrégée à 30 items a l'avantage d'alléger les batteries d'évaluation en réduisant le temps de passation par son nombre d'items réduit et d'ainsi éliminer les ambiguïtés de cotation en retirant les items problématiques. La normalisation du BNT-30 auprès d'un échantillon normatif québécois permettrait d'obtenir des normes spécifiques selon les groupes d'âge et de scolarité, puisque le BNT varie largement en fonction des caractéristiques de l'échantillon, dont l'âge, le niveau de scolarité et l'origine ethnique et culturelle (Schoenberg & Scott, 2011). L'objectif de ce travail est donc : 1) d'uniformiser les procédures d'administration du test et de cotation des réponses d'une version abrégée à 30 items; 2) d'étudier l'effet de l'âge, du sexe et de la scolarité sur les scores d'un échantillon de la population québécoise francophone âgée en santé avec pour but de stratifier les normes obtenues en fonction des variables d'intérêt; 3) d'émettre des recommandations quant à l'utilisation de ces données normatives. Il sera également vérifié si les personnes plus âgées nécessitent plus d'indices phonémiques et si ces indices leur permettent d'accéder à la réponse aussi souvent que les plus jeunes.

Il est attendu que le BNT-30 soit bien réussi sur l'ensemble des items, que les scores soient corrélés négativement avec l'âge et positivement avec le niveau de scolarité et qu'un effet du sexe soit présent avec des scores plus élevés chez les hommes.

Méthodologie

Procédures d'administration et stimuli

Les procédures d'administration détaillées de la version à 30 items sont présentées en Annexe 1. Elles sont inspirées des procédures d'administration révisées pour le BNT-60 de Nicholas, Brookshire, Maclennan, Schumacher et Porrazzo (1989) et ont été adaptées à la population québécoise. Globalement, ces nouvelles procédures ont l'avantage d'être plus simples et moins ambiguës que les normes originales du BNT-60 (cf. Lezak, Howieson, Bigler, & Tranel,

Tableau 2

Taux de réussite des items du BNT-30

Item et fréquence de la réponse (%)	% de réussite spontané	% de réussite total	Erreurs fréquentes
<i>maison</i>	100	100	
résidence (1)			
demeure/cottage (0)			
<i>sifflet</i>	98.6	100	porte-clé (3)
<i>ciseaux</i>	100	100	
<i>hélicoptère</i>	95.4	100	hydravion (8); avion (4)
<i>pieuvre</i>	89.5	96.9	tentacule (4); sangsue (3); méduse (4)
poulpe (1)			
<i>champignon</i>	100	100	
<i>chameau</i>	100	100	
dromadaire (11)			
<i>masque</i>	99.3	100	
<i>raquette</i>	99.7	100	
<i>escargot</i>	88.5	96.5	limace (7); bibitte (2)
colimaçon (16)/calimaçon(5)			
<i>volcan</i>	95.8	99.7	cratère (2); Vésuve (2)
<i>fléchette</i>	86.7	96.9	flèche (29)
dard (23)			
<i>castor</i>	94.4	98.3	rat (5); raton-laveur (4); écureuil (2); taupe (2)
<i>harmonica</i>	98.3	100	
musique à bouche (17)			
ruine-babine (0)			
<i>rhinoceros</i>	86.4	99.0	hippopotame (20)
<i>gland</i>	82.9	92.7	noix (17); noisette (9); fraise (4)
<i>igloo</i>	95.5	99.7	hutte (5)
<i>échasses</i>	80.8	86.4	béquilles (16); échardes (8)
<i>dominos</i>	81.8	97.6	dés (47)
<i>pelican</i>	82.2	94.1	cygogne (11); oiseau (10)
<i>stéthoscope</i>	83.2	94.1	téthoscope (7)
<i>pyramide</i>	91.6	96.9	tente (4)
<i>muselière</i>	78.3	90.2	museau (12); harnais (6)
<i>entonnoir</i>	90.9	97.9	couloir (3)
<i>accordéon</i>	97.9	100	harmonica (3)
<i>asperge</i>	92.0	98.6	légume (6)
<i>compass</i>	83.2	94.1	rapporteur d'angle (3)
<i>parchemin</i>	64.7	91.3	adresse (10); document (6)
manuscrit (6)			
papyrus (4)			
<i>pince</i>	96.9	98.3	
pincette (0)			
<i>palette</i>	60.1	76.9	table/tableau/tablette (11); planche (6); plateau (5)

2012, pour les procédures détaillées). Plus spécifiquement, il est proposé que les 30 items soient administrés en totalité. Contrairement à la version originale, ceci permet d'éliminer la complexité de commencer par les items du milieu et d'effectuer un retour en arrière au besoin, de même que d'utiliser un critère d'arrêt après un certain nombre d'échecs consécutifs. Bien que la fréquence des mots ne soit pas la même en anglais qu'en français, l'ordre de présentation des items respecte l'ordre original. Une reclassification par ordre croissant de difficulté n'était plus nécessaire étant donné que tous les items sont administrés. La sélection des 30 items retenus a été réalisée empiriquement à partir de l'expérience clinique de deux des co-auteurs (C. D. et I. R.). Par consensus d'experts, elles ont donc éliminé les items selon leur fréquence d'utilisation au Québec (p. ex., *heurtoir* est peu utilisé) et ont conservé les items sensibles aux troubles sémantiques (p. ex., les animaux dont *castor* et *chameau*) et perceptivo-visuels (p. ex., *masque*) tout en conservant une variété d'items.

Pour chaque participant, ces procédures génèrent deux scores sur 30 points au BNT-30 : le score spontané et le score total.

Score spontané : le score spontané comprend toutes les bonnes réponses fournies par le sujet avant que l'examineur ne refuse sa réponse ou ne lui fournisse un indice. Un participant qui s'auto-corrige avant que l'examineur ne refuse sa réponse reçoit un point au score spontané (cf. Tableau 3, Multiples réponses).

Score total : le score total regroupe les bonnes réponses fournies par le sujet après le refus de la première réponse par l'examineur ou produites après la présentation d'un indice sémantique ou d'un indice phonémique. Dans le manuel fourni (Kaplan,

Goodglass, Weintraub, Segal, & van Loon-Vervoorn, 2001) ainsi que dans les procédures révisées (Nicholas et al., 1989), les bonnes réponses fournies à l'aide de l'indice phonémique ne sont pas comptabilisées dans le score total. Il a été choisi de les inclure afin que le score total reflète l'intégrité des connaissances sémantiques. Cela permet aux personnes ayant des difficultés d'accès lexical d'obtenir la bonne réponse à l'aide de l'indice phonémique (Lezak et al., 2012) et de confirmer l'intégrité, au moins partielle, de leurs connaissances sémantiques.

À l'inverse, il a été choisi de comptabiliser les déformations phonémiques (p. ex., « téthoscope » pour *stéthoscope*) comme des erreurs phonologiques; il est à noter que Nicholas et al. (1989) les considèrent comme de bonnes réponses lorsqu'à la prononciation de la réponse, un auditeur naïf reconnaîtrait l'item du BNT. Bien qu'elles puissent être générées par des personnes en santé ayant bénéficié de moins d'éducation formelle, il est a été convenu de comptabiliser ces réponses comme des erreurs, car elles peuvent être indicatives, chez des populations cliniques, d'une dysfonction du module de production phonémique (Ellis & Young, 2013).

Selon le critère de De la Plata et al. (2008), chaque item doit idéalement être désigné par le même mot pour au moins 85 % des réponses. Toutefois, dans cette version québécoise et francophone du BNT-30, certains items comportent plus d'une réponse pouvant être acceptée. Il convient de répertorier toutes ces réponses à travers cette étude, de sorte que toute autre réponse donne lieu à une erreur, et de les indiquer sur la feuille de cotation, facilitant ainsi le calcul des scores spontané et total. En ce qui a trait aux réponses acceptées, elles ont toutes été produites au moins une fois par les participants de cette étude ou par ceux de

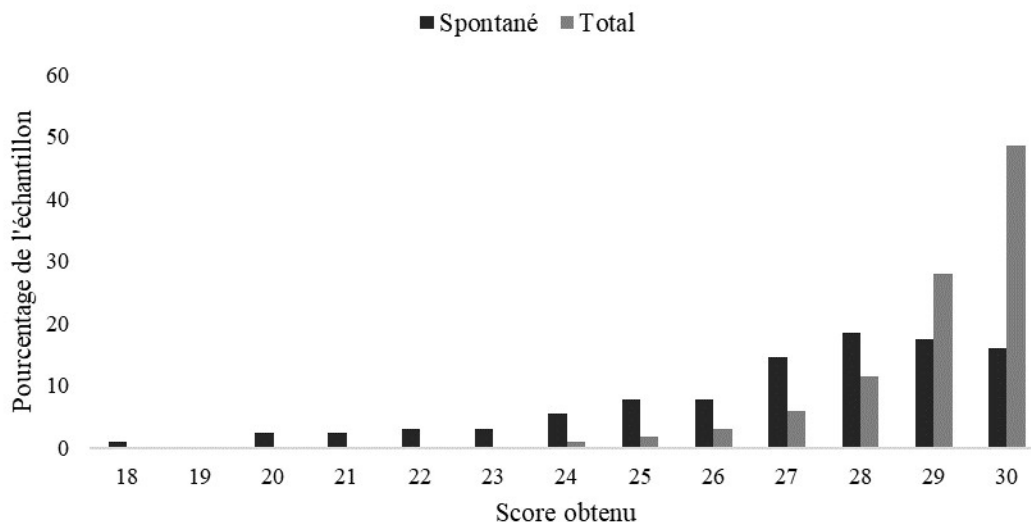


Figure 1. Distribution des scores spontané et total au BNT-30 en pourcentage de l'échantillon.

Tableau 3

Rétroaction pour les réponses et erreurs fréquentes au BNT-30

Réponse	Rétroaction
Bonne réponse	Passer à la planche suivante.
Absence de réponse ou « je ne sais pas »	« Essayez quelque chose ».
Mauvaise partie de l'image dénommée	« Non, ceci » et pointer la bonne partie.
Erreur visuo-perceptive (p.ex., « parapluie » pour <i>champignon</i>)	Donner l'indice sémantique.
Erreur intracatégorielle (p.ex., « canard » pour <i>pélican</i>)	« Ce n'est pas le nom qu'on recherche » et laisser l'occasion de s'autocorriger. Donner l'indice phonémique si non autocorrigé.
Erreur superordonnée (p.ex., « animal » pour <i>rhinocéros</i>)	« Pouvez-vous me donner un nom plus précis pour cela ? »
Erreur phonologique (p.ex., « téthoscope » pour <i>stéthoscope</i>)	« Ce n'est pas tout à fait le nom qu'on cherche. » Donner l'indice phonémique.
Multiples réponses	Si la bonne réponse est la dernière donnée, accorder le point au score spontané. Si la bonne réponse est parmi l'énumération, demander : « dites-moi le <i>meilleur</i> mot ». Donner le point en spontané si la bonne réponse est répétée, sinon donner l'indice phonémique Si la bonne réponse n'est pas parmi les multiples réponses fournies, donner l'indice phonémique.
Non liée à l'image	« Pouvez-vous me nommer ce qui est représenté sur l'image ? »

Roberts et Doucet (2011). Toutes les réponses ont été vérifiées dans des dictionnaires (Antidote, 2009; De Villers, 2015; Robert, 2008) afin de s'assurer que leur usage est attesté en français. Bien que, techniquement, « cottage » pour *maison* et « dard » pour *fléchette* soient de faux-amis, leur emploi répandu au Québec justifie le fait de les accepter comme de bonnes réponses. Les régionalismes comme « musique à bouche » et « ruine-babine » pour *harmonica*, de même que « colimaçon » et « calimaçon » pour *escargot* sont courants en français québécois et sont donc aussi acceptés. Les mots « pincette » pour *pince* et « manuscrit » pour *parchemin* sont cotés comme de bonnes réponses, comme le recommandent Roberts et Doucet (2011). Certaines réponses non répertoriées par ces auteurs sont acceptées, car leur définition correspond effectivement à leur image : « résidence » et « demeure » pour *maison*, « papyrus » pour *parchemin* et « poule » pour *pieuvre*. Il a également été convenu d'accepter « dromadaire » pour *chameau* parce que plusieurs individus confiaient ne pas savoir avec précision lequel du dromadaire ou du chameau avait deux bosses. Par ailleurs, il a été choisi de

refuser, contrairement à l'avis de Roberts et Doucet (2011), les circonlocutions (c.-à-d., l'emploi de plusieurs mots pour décrire l'item cible) comme « planche à peinture » pour désigner la *palette*. La réussite de cet item était largement plus élevée dans la présente étude qu'il ne l'était dans l'étude de Roberts et Doucet (76,9 % vs. 34 %) ce qui s'explique probablement par le faible niveau de scolarité de leur échantillon, tel que discuté précédemment. Le Tableau 1 contient toutes les réponses acceptées et les deux types d'indices à fournir. En bref, les procédures d'administration et de cotation proposées dans cet article visent à simplifier la tâche du clinicien en lui permettant d'identifier de façon fiable et valide les erreurs potentiellement informatives des difficultés de son client.

Participants

La collaboration de trois laboratoires de recherche québécois a permis de recueillir 286 participants témoins via le partage de données anonymisées. Ces participants s'étaient vu administrer la version du BNT-30 dans le cadre de divers projets de recherche

effectués dans la région de Montréal, pour lesquels ils avaient signé un formulaire de consentement. Afin de constituer un échantillon composé de personnes âgées en bonne santé, les critères d'inclusion suivants ont été respectés : absence de dépression (4/15 ou 10/30 maximum au *Geriatric Depression Scale*; Yesavage et al., 1982) et d'antécédents de trouble neurologique. Chaque participant avait complété le *Mini-Mental State Evaluation* (MMSE; Folstein, Folstein, & McHugh, 1975) ou le *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA; Nasreddine et al., 2005) afin de détecter la présence de troubles cognitifs. Les participants devaient obtenir, selon les recommandations d'Hébert et al. (2007), un score supérieur ou égal à 26 au MMSE ou un score se situant au maximum à -1.5 écart-type de la norme au MoCA (Larouche et al., 2016).

Les participants de l'échantillon retenu (58 % de femmes) sont âgés entre 50 et 93 ans ($M = 68.9$, $É.-T. = 8.90$), sont francophones et possèdent de 5 à 23 années d'éducation formelle ($M = 13.3$, $É.-T. = 3.43$). Les hommes et les femmes ne se distinguaient pas statistiquement pour l'âge (hommes : $M = 68.6$, $É.-T. = 9.10$; femmes : $M = 69.2$, $É.-T. = 8.78$; $t(284) = .56$, $p = .57$) ni pour la scolarité (hommes : $M = 13.8$, $É.-T. = 3.35$; femmes : $M = 13.0$, $É.-T. = 3.45$; $t(284) = -1.85$, $p = .052$). La proportion de personnes ayant bénéficié d'une éducation postsecondaire est plus élevée dans cet échantillon que dans la population québécoise générale (48,5 % vs 34,4 %, respectivement), et ce, particulièrement chez les personnes de 70 ans et plus (48,0 % vs 22,8 %, respectivement; Institut de la statistique du Québec, 2001).

Analyses statistiques

En raison de la distribution asymétrique des scores au BNT (cf. Figure 1), les données normatives comportent les moyennes, écarts-types et étendues pour chaque strate, ainsi que des scores-limites (*cutoff*) exprimés en rangs centiles aux seuils de 5 %, 10 %, 15 % et 50 % selon la méthode et la définition de rangs centiles recommandée par Crawford, Garthwaite et Slick (2009). Des corrélations de Pearson ont été utilisées pour identifier les variables influant sur les scores au BNT et les inclure dans la stratification des données normatives. Le taux de réussite moyen des items a été évalué pour les scores spontané et total et les items présentant un taux de succès inférieur à 75 % ont été répertoriés. L'association entre la réussite à ces items et le score au BNT-30 a été évaluée à l'aide d'une corrélation bisériale de point.

Résultats

Les scores au BNT-30 sont corrélés à la performance au MoCA (score spontané : $r(257) = .23$, $p < .01$; score total : $r(257) = .20$, $p < .01$) et au MMSE (score spontané : $r(96) = .34$, $p < .01$; score total : $r(96) = .32$, $p < .01$). La performance en dénomination au BNT-30 est corrélée avec l'âge (score spontané : $r(284) = -.30$, $p < .01$; score total : $r(284) = -.20$, $p < .01$) et le niveau de scolarité (score spontané : $r(284) = .19$, $p = .02$; score total : $r(284) = .22$, $p < .01$), mais pas avec le sexe (score spontané : $r(284) = .08$, $p = .17$; score total : $r(284) = .02$, $p = .80$). Les données normatives ont par conséquent été stratifiées par tranches d'âge et par niveau de scolarité. La division par niveau de scolarité (5-11 ans/12-23

Tableau 4

Normes québécoises au BNT-30 par groupe d'âge et de scolarité

Scolarité		5-11 ans				12-23 ans				Tous
Âge		50-59	60-69	70-79	80-93	50-59	60-69	70-79	80-92	
N		15	37	36	11	31	69	64	23	286
Percentiles (5; 10; 25; 50)	Spontané	23; 23; 24; 28	21; 24; 25; 28	21; 22; 23; 27	18; 19; 20; 24	23; 25; 27; 29	24; 25; 25; 28	20; 22; 22; 27	18; 20; 21; 28	21; 23; 24; 28
	Total	26; 27; 27; 29	27; 27; 28; 29	25; 26; 27; 29	24; 24; 25; 28	26; 28; 28; 30	27; 28; 29; 30	26; 27; 28; 30	25; 26; 27; 29	26; 27; 28; 29
Moyenne	Spontané	27.4	27.1	26.1	24.3	28.2	27.7	26.4	26.4	26.9
	Total	28.7	29.1	28.7	28.0	29.4	29.3	29.1	28.7	29
Écart-type	Spontané	2.29	2.51	2.64	3.00	1.98	1.95	3.11	3.58	2.73
	Total	1.16	1.08	1.52	2.00	1.23	1.05	1.24	1.48	1.29
Étendue	Spontané	23-30	20-30	20-30	18-29	22-30	22-30	18-30	18-30	18-30
	Total	26-30	26-30	24-30	24-30	24-30	25-30	25-30	25-30	24-30

ans) reflète le fait d'avoir entrepris ou non des études post-secondaires. Les quatre tranches d'âge sont divisées par décennie afin de pouvoir observer le possible déclin des scores au BNT après 70 ans (MacKay, Connor, & Storandt, 2005; Zec, Markwell, Burkett, & Larsen, 2005).

Les données normatives stratifiées selon les variables corrélées aux scores spontané et total sont présentées au Tableau 4. En réponse spontanée, les items *parchemin* et *palette* sont les moins bien réussis (cf. Tableau 2), avec plus de 25 % d'erreurs dans l'échantillon. Les coefficients de corrélation (respectivement $r(284) = .22, p < .01$; $r(284) = .23, p < .01$) indiquent toutefois qu'ils sont corrélés au score spontané. La réussite spontanée de l'item *parchemin* est liée à l'âge ($r(284) = -.17, p = .004$), mais pas à la scolarité ($r(284) = .10, p = .08$) ni au sexe ($r(284) = .08, p = .55$). La réussite de l'item *palette* est lié à la scolarité ($r(284) = .16, p < .01$), mais pas à l'âge ($r(284) = -.01, p = .81$) ni au sexe ($r(284) = .10, p = .08$). Au score total, tous les items du BNT-30 présentent un taux d'erreur inférieur à 25 %.

Chez les participants ayant reçu au moins un indice phonémique, le nombre d'indices reçu est corrélé positivement à l'âge ($r(220) = .27, p < .01$) et négativement à la scolarité ($r(220) = -.28, p < .01$). La proportion (c.-à-d., le nombre de bonnes réponses/ nombre d'indices reçus) de bonnes réponses obtenues grâce à l'indication phonémique est corrélée positivement à la scolarité ($r(220) = .15, p = .02$), mais pas à l'âge ($r(220) = -.09, p = .20$). Dans notre échantillon, ces deux mesures ne sont pas liées (respectivement $r(220) = -.07, p = .34$ et $r(220) = .02, p = .79$) au sexe.

Discussion

Cette étude de normalisation a permis de répertorier et d'analyser les réponses pouvant être acceptées au BNT-30 dans la population québécoise francophone. En évitant les items du BNT-60 les plus problématiques mis en évidence dans le travail de Roberts et Doucet (2011), le BNT-30 offre une version courte qui est maintenant dotée d'une liste des réponses acceptées en français québécois facilitant son administration et le calcul des scores spontané et total. Les procédures d'administration présentées dans l'Annexe 1 visent à pallier les ambiguïtés d'interprétation du manuel du BNT-60 qui ont été décrites par Bortnik et al. (2013).

De plus, cette étude offre aux cliniciens des données normatives adaptées à la population québécoise francophone pour le score spontané et le score total après indices du BNT-30, avec une stratification selon l'âge et le niveau de scolarité. L'analyse des données a permis de confirmer que

l'âge et la scolarité sont associés à la performance au BNT. En accord avec la littérature existante, les résultats suggèrent un léger déclin des scores spontanés avec l'avancement en âge, très probablement en raison de difficultés d'accès lexical (Nicholas et al., 1985), alors que les scores totaux demeurent élevés. En effet, le maintien de scores totaux élevés à travers toutes les tranches d'âge et d'éducation confirme la préservation des connaissances lexico-sémantiques dans le vieillissement normal (Burke & Shafto, 2004) contrairement à l'hypothèse d'une atteinte des connaissances sémantiques (Feyereisen, 1997).

De manière corrélationnelle, les résultats de cette étude montrent aussi que le nombre d'indices phonémiques reçus (et donc, par le fait même, un plus faible score spontané) est associé positivement à l'âge et négativement au nombre d'années de scolarité complétées : plus les participants sont âgés et moins ils sont scolarisés, plus le nombre d'indices phonémiques est élevé. En ce qui a trait à la capacité à profiter de cet indice en produisant le mot-cible grâce à lui, les personnes plus scolarisées sont avantagées. En d'autres termes, cela signifie que les personnes les moins scolarisées reçoivent en moyenne plus d'indices phonémiques et ont statistiquement moins de chance d'en bénéficier. Toutefois, les données suggèrent que les personnes de tous âges bénéficient dans la même mesure de l'indication : aucune association entre l'âge et la proportion de bonnes réponses produites grâce à l'indice phonémique n'a été détectée.

Comme d'autres auteurs l'ont souligné, la question du déclin subtil des capacités lexico-sémantiques dans le vieillissement normal s'avère difficile à étudier et à trancher (Au et al., 1995). L'observation de ce possible déclin peut être limitée par un effet plafond (Verhaegen & Poncelet, 2013). Cependant, le fait que le niveau de scolarité soit associé positivement à la capacité de bénéficier de l'indication phonémique peut s'expliquer de la façon suivante : contrairement aux personnes scolarisées chez qui les mots peu fréquents ont déjà été rencontrés (c.-à-d., font partie du stock lexical), mais sont difficilement accessibles, les personnes moins scolarisées n'ont vraisemblablement jamais eu les connaissances lexicales pour désigner les items de basse fréquence (p. ex., *échasses*, *muselière*, *parchemin* ou *palette*).

Concernant les items individuels, les résultats montrent que, conformément à ce qui est attendu d'une population âgée en santé dans une tâche de dénomination d'images, les items sont bien réussis, avec des taux spontanés entre 60 % et 100 % et totaux entre 77 % et 100 % (cf. Tableau 2). Par conséquent,

aucun des 30 items n'a obtenu un taux d'échec suffisamment élevé pour justifier son remplacement.

Il importe de considérer le caractère culturellement spécifique des présentes normes. En effet, ces données proviennent d'une population âgée québécoise francophone; si les caractéristiques telles que la langue maternelle ou le parcours de scolarité de la personne diffèrent de celles représentées dans notre échantillon, les scores-limites doivent être utilisés avec circonspection. Par ailleurs, aucune information concernant le niveau de bilinguisme des participants de notre échantillon n'était accessible dans le cadre rétrospectif de cette étude, bien que cet aspect fasse partie des particularités québécoises.

L'une des faiblesses de notre étude est la surreprésentation des femmes et des personnes bénéficiant d'une éducation postsecondaire par rapport à la démographie québécoise. Dans ce contexte, l'interprétation des résultats des personnes peu scolarisées doit être effectuée avec prudence puisque le risque de faux positif est accru pour cette population.

Dans le même ordre d'idées, cet échantillon n'est pas aléatoire, mais composé de personnes s'étant portées volontaires pour participer à un projet de recherche. De plus, les petits nombres de participants pour certaines strates et la forme des distributions des scores (asymétriques négatives et leptokurtiques) limitent les analyses statistiques qu'il est possible d'effectuer ainsi que les indices adéquats pour présenter les données normatives. Dans ces conditions, l'emploi de scores-limite, comme ceux présentés ici, était donc à privilégier (Crawford et al., 2009).

Une fois diffusées aux cliniciens et aux chercheurs intéressés, ces procédures d'administration et de cotation révisées renforceront la bonne utilisation du BNT-30 au Québec. Appuyé par des scores fiables et une cotation standardisée des erreurs, le BNT-30 pourra être administré à différentes populations cliniques. Outre l'utilisation des scores spontanés et totaux pour les bonnes réponses obtenues, il importe de rappeler que l'analyse qualitative des erreurs commises est particulièrement pertinente en clinique lorsque des troubles cognitifs sont suspectés afin de déterminer quel processus (p. ex., lexical, visuo-perceptif, sémantique ou autre) est à l'origine des difficultés de dénomination (Nicholas et al., 1996).

Références

- Antidote. (2009). Antidote HD. Montréal, Canada: Druide informatique.
- Au, R., Joung, P., Nicholas, M., Obler, L. K., Kass, R., & Albert, M. L. (1995). Naming ability across the adult life span. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 2, 300-311. <https://doi.org/10.1080/13825589508256605>
- Balthazar, M. L. F., Cendes, F., & Damasceno, B. P. (2008). Semantic error patterns on the Boston Naming Test in normal aging, amnesic mild cognitive impairment, and mild Alzheimer's disease: Is there semantic disruption? *Neuropsychology*, 22, 703-709. <https://dx.doi.org/10.1037/a0012919>
- Balthazar, M. L. F., Yasuda, C. L., Pereira, F. R. S., Bergo, F. P. G., Cendes, F., & Damasceno, B. P. (2010). Coordinated and circumlocutory semantic naming errors are related to anterolateral temporal lobes in mild AD, amnesic mild cognitive impairment, and normal aging. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 16, 1099-1107. <https://doi.org/10.1017/S1355617710000998>
- Barker-Collo, S. (2007). Boston naming test performance of older New Zealand adults. *Aphasiology*, 21, 1171-1180. <https://doi.org/10.1080/02687030600821600>
- Barresi, B. A., Nicholas, M., Connor, L. T., Obler, L. K., & Albert, M. L. (2000). Semantic degradation and lexical access in age-related naming failures. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 7, 169-178. [https://doi.org/10.1076/1382-5585\(200009\)7:3;1-Q;FT169](https://doi.org/10.1076/1382-5585(200009)7:3;1-Q;FT169)
- Bortnik, K. E., Boone, K. B., Wen, J., Lu, P., Mitrushina, M., Razani, J., & Maury, T. (2013). Survey results regarding use of the Boston Naming Test: Houston, we have a problem. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 35, 857-866. <https://doi.org/10.1080/13803395.2013.826182>
- Burke, D. M. & Shafto, M. A. (2004). Aging and language production. *Current Directions in Psychological Science*, 13, 21-24. <https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2004.01301006.x>
- Chertkow, H. & Bub, D. (1990). Semantic memory loss in dementia of Alzheimer's type. *Brain*, 113, 397-417. <https://doi.org/10.1093/brain/113.2.397>
- Cheung, R. W., Cheung, M., & Chan, A. S. (2004). Confrontation naming in Chinese patients with left, right or bilateral brain damage. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10, 46-53. <https://doi.org/10.1017/S1355617704101069>
- Colombo-Thuillard, F. & Assal, G. (1992). Boston Naming Test French language adaptation and short forms. *European review of applied psychology - Revue européenne de psychologie appliquée*, 42, 67-73. Repéré à <https://www.journals.elsevier.com/revue-europeenne-de-psychologie-appliquee>
- Crawford, J. R., Garthwaite, P. H., & Slick, D. J. (2009). On percentile norms in neuropsychology: Proposed reporting standards and methods for

- quantifying the uncertainty over the percentile ranks of test scores. *The Clinical Neuropsychologist*, 23, 1173-1195. <https://doi.org/10.1080/13854040902795018>
- Cruice, M. N., Worrall, L. E., & Hickson, L. M. H. (2000). Boston Naming Test results for healthy older Australians: A longitudinal and cross-sectional study. *Aphasiology*, 14, 143-155. <https://doi.org/10.1080/026870300401522>
- De la Plata, C. M., Vicioso, B., Hynan, L., Evans, H. M., Diaz-Arrastia, R., Lacritz, L., & Cullum, C. M. (2008). Development of the Texas Spanish Naming Test: A test for Spanish speakers. *The Clinical Neuropsychologist*, 22, 288-304. <https://doi.org/10.1080/13854040701250470>
- De Villers, M. É. (dir.) (2015). *Le Multidictionnaire de la langue française* (6^e ed.). Montréal, Canada: Québec Amériques.
- Elkadi, S., Clark, M. S., Dennerstein, L., Guthrie, J. R., Bowden, S. C., & Henderson, V. W. (2006). Normative data for Australian midlife women on category fluency and a short form of the Boston Naming Test. *Australian Psychologist*, 41, 37-42. <https://doi.org/10.1080/00050060500421634>
- Ellis, A. W. & Young, A. W. (2013). *Human cognitive neuropsychology: A textbook with readings*. Hove, UK: Psychology Press.
- Fastenau, P. S., Denburg, N. L., & Mauer, B. A. (1998). Parallel short forms for the Boston Naming Test: Psychometric properties and norms for older adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 20, 828-834. <https://doi.org/10.1076/jcen.20.6.828.1105>
- Feyereisen, P. (1997). A meta-analytic procedure shows an age-related decline in Picture Naming: Comments on Goulet, Ska, and Kahn (1994). *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40, 1328-1333. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4006.1328>
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189-198. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)
- Goodglass, H. & Kaplan, E. (2000). *Boston Diagnostic Aphasia Examination: Stimulus cards short form*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Goodglass, H., Kaplan, E., & Weintraub, S. (1983). *Boston naming test*. Philadelphia, PA: Lea & Febiger.
- Graves, R. E., Bezeau, S. C., Fogarty, J., & Blair, R. (2004). Boston naming test short forms: A comparison of previous forms with new item response theory based forms. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 26, 891-902. <https://doi.org/10.1080/13803390490510716>
- Hawkins, K. A. & Bender, S. (2002). Norms and the relationship of Boston Naming Test performance to vocabulary and education: A review. *Aphasiology*, 16, 1143-1153. <https://doi.org/10.1080/02687030244000031>
- Hébert, M., Thibeault, R., Sacolax, N., Tandon, K., Germain, M., Bruneau, P., & Gravel, J. (2007). Utilité clinique de trois outils d'évaluation pour les personnes atteintes de démence. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 74, 102-114. <https://doi.org/10.2182/cjot.06.011x>
- Hobson, V. L., Hall, J. R., Harvey, M., Cullum, C. M., Lacritz, L., Massman, P. J., . . . O'Bryant, S. E. (2011). An examination of the Boston Naming Test: calculation of "estimated" 60-item score from 30- and 15-item scores in a cognitively impaired population. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 26, 351-355. <https://doi.org/10.1002/gps.2533>
- Hodges, J. R. & Patterson, K. (1995). Is semantic memory consistently impaired early in the course of Alzheimer's disease? Neuroanatomical and diagnostic implications. *Neuropsychologia*, 33, 441-459. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(94\)00127-B](https://doi.org/10.1016/0028-3932(94)00127-B)
- Hodges, J. R., Salmon, D. P., & Butters, N. (1991). The nature of the naming deficit in Alzheimer's and Huntington's disease. *Brain*, 114, 1547-1558. <https://doi.org/10.1093/brain/114.4.1547>
- Institut de la statistique du Québec. (2001). *Portrait social du Québec : données et analyses*. Repéré à <https://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/conditions-vie-societe/portrait-social2001.pdf#page=173>.
- Ivnik, R. J. (2005). Normative Psychology: A Professional Obligation. *The Clinical Neuropsychologist*, 19, 159-161. <https://dx.doi.org/10.1080/13854040590945247>
- Joubert, S., Brambati, S. M., Ansado, J., Barbeau, E. J., Felician, O., Didic, M., . . . Kergoat, M. (2010). The cognitive and neural expression of semantic memory impairment in mild cognitive impairment and early Alzheimer's disease. *Neuropsychologia*, 48, 978-988. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.11.019>
- Kang, Y., Kim, H., & Na, D. L. (2000). Parallel short forms for the Korean-Boston naming test (K-BNT). *Journal of the Korean Neurological Association*, 18, 144-150. Repéré à <http://www.jkna.org/>
- Kaplan, E., Goodglass, H., & Weintraub, S. (1983). *The Boston naming test* (2^e ed). Philadelphia, PA: Lea & Febiger.
- Kaplan, E., Goodglass, H., Weintraub, S., Segal, O., & van Loon-Vervoorn, A. (2001). *Boston naming test*. Austin, TX: Pro-Ed.

- Kent, P. S. & Luszcz, M. A. (2002). A review of the Boston Naming Test and multiple-occasion normative data for older adults on 15-item versions. *The Clinical Neuropsychologist*, *16*, 555-574. <https://doi.org/10.1076/clin.16.4.555.13916>
- Kim, H. & Na, D. L. (1999). Normative data on the Korean version of the Boston Naming Test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *21*, 127-133. <https://doi.org/10.1076/jcen.21.1.127.942>
- Larouche, E., Tremblay, M., Potvin, O., Laforest, S., Bergeron, D., Laforce, R., . . . Hudon, C. (2016). Normative data for the Montreal Cognitive Assessment in middle-aged and elderly Quebec-French people. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *31*, 819-826. <https://doi.org/10.1093/arclin/acw076>
- Le Dorze, G. & Durocher, J. (1992). The effects of age, educational level, and stimulus length on naming in normal subjects. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, *16*, 21-29. Repéré à <https://cjslpa.ca/>
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Bigler, E. D., & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological assessment* (5^e ed.). New York, NY: Oxford University Press.
- Lopez, M. N., Arias, G. P., Hunter, M. A., Charter, R. A., & Scott, R. R. (2003). Boston Naming Test: Problems with administration and scoring. *Psychological Reports*, *92*, 468-472. <https://doi.org/10.2466/pr0.2003.92.2.468>
- Mack, W. J., Freed, D. M., Williams, B. W., & Henderson, V. W. (1992). Boston Naming Test: Shortened versions for use in Alzheimer's disease. *Journal of Gerontology*, *47*, 154-158. <https://doi.org/10.1093/geronj/47.3.P154>
- MacKay, A., Connor, L. T., & Storandt, M. (2005). Dementia does not explain correlation between age and scores on Boston Naming Test. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *20*, 129-133. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2004.03.006>
- MacKay, A. J., Connor, L. T., Albert, M. L., & Obler, L. K. (2002). Noun and verb retrieval in healthy aging. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *8*, 764-770. <https://doi.org/10.1017/S1355617702860040>
- Marien, P., Mampaey, E., Vervaeke, A., Saerens, J., & De Deyn, P. P. (1998). Normative data for the Boston Naming Test in native Dutch-speaking Belgian elderly. *Brain and Language*, *65*, 447-467. <https://doi.org/10.1006/brln.1998.2000>
- Mitrushina, M., Boone, K. B., Razani, J., & D'Elia, L. F. (2005). *Handbook of Normative Data for Neuropsychological Assessment*. New York, NY: Oxford University Press.
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., . . . Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, *53*, 695-699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- Neils, J., Baris, J. M., Carter, C., Dell'aira, A. L., Nordloh, S. J., Weiler, E., & Weisiger, B. (1995). Effects of age, education, and living environment on Boston Naming Test performance. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *38*, 1143-1149. <https://doi.org/10.1044/jshr.3805.1143>
- Nicholas, L. E., Brookshire, R. H., MacLennan, D. L., Schumacher, J. G., & Porrazzo, S. A. (1989). Revised administration and scoring procedures for the Boston Naming Test and norms for non-brain-damaged adults. *Aphasiology*, *3*, 569-580. <https://doi.org/10.1080/02687038908249023>
- Nicholas, M., Barth, C., Obler, L. K., Au, R., & Albert, M. L. (1997). Naming in normal aging and dementia of the Alzheimer's type. Dans H. Goodglass & A. Wingfield (dir.), *Anomia: Neuroanatomical and cognitive correlates* (pp.166-188) San Diego, CA: Academic Press.
- Nicholas, M., Obler, L., Albert, M., & Goodglass, H. (1985). Lexical retrieval in healthy aging. *Cortex*, *21*, 595-606. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(58\)80007-6](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(58)80007-6)
- Nicholas, M., Obler, L. K., Au, R., & Albert, M. L. (1996). On the nature of naming errors in aging and dementia: A study of semantic relatedness. *Brain and Language*, *54*, 184-195. <https://dx.doi.org/10.1006/brln.1996.0070>
- Patricacou, A., Psallida, E., Pring, T., & Dipper, L. (2007). The Boston Naming Test in Greek: Normative data and the effects of age and education on naming. *Aphasiology*, *21*, 1157-1170. <https://doi.org/10.1080/02687030600670643>
- Peña-Casanova, J., Quiñones-Úbeda, S., Gramunt-Fombuena, N., Aguilar, M., Casas, L., Molinuevo, J. L., . . . Antúnez, C. (2009). Spanish multicenter normative studies (NEURONORMA Project): Norms for Boston Naming Test and Token Test. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *24*, 343-354. <https://doi.org/10.1093/arclin/acp039>
- Rabin, L. A., Barr, W. B., & Burton, L. A. (2005). Assessment practices of clinical neuropsychologists in the United States and Canada: A survey of INS, NAN, and APA Division 40 members. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *20*, 33-65. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2004.02.005>
- Radanovic, M., Mansur, L. L., & Scaff, M. (2004). Normative data for the Brazilian population in the Boston Diagnostic Aphasia Examination: Influence of schooling. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *37*, 1731-1738. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2004001100019>

- Rami, L., Serradell, M., Bosch, B., Caprile, C., Sekler, A., Villar, A., . . . Molinuevo, J. L. (2008). Normative data for the Boston Naming Test and the Pyramids and Palm Trees Test in the elderly Spanish population. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *30*, 1-6. <https://doi.org/10.1080/13803390701743954>
- Randolph, C., Lansing, A. E., Ivnik, R. J., Cullum, C. M., & Hermann, B. P. (1999). Determinants of confrontation naming performance. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *14*, 489-496. [https://doi.org/10.1016/S0887-6177\(98\)00023-7](https://doi.org/10.1016/S0887-6177(98)00023-7)
- Robert, P. (dir.) (2008). *Le Petit Robert : dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française*. Paris, France: Le Robert.
- Roberts, P. M. & Doucet, N. (2011). Performance of French-speaking Quebec adults on the Boston Naming Test. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology & Audiology*, *35*, 254-267. Repéré à <https://www.cjslpa.ca/>
- Ross, G. W., Abbott, R. D., Petrovitch, H., Masaki, K. H., Murdaugh, C., Trockman, C., . . . White, L. R. (1997). Frequency and characteristics of silent dementia among elderly Japanese-American men: the Honolulu-Asia aging study. *JAMA*, *277*, 800-805. <https://doi.org/10.1001/jama.1997.03540340034029>
- Rosselli, M., Ardila, A., Florez, A., & Castro, C. (1990). Normative data on the Boston Diagnostic Aphasia Examination in a Spanish-speaking population. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *12*, 313-322. <https://doi.org/10.1080/01688639008400977>
- Saxton, J., Ratcliff, G., Munro, C. A., Coffey, E. C., Becker, J. T., Fried, L., & Kuller, L. (2000). Normative data on the Boston Naming Test and two equivalent 30-Item short forms. *The Clinical Neuropsychologist*, *14*, 526-534. <https://doi.org/10.1076/clin.14.4.526.7204>
- Schoenberg, M. R. & Scott, J. G. (2011). *The little black book of neuropsychology: A syndrome-based approach*. New York, NY: Springer Science & Business Media.
- Tallberg, I. M. (2005). The Boston naming test in Swedish: Normative data. *Brain and Language*, *94*, 19-31. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2004.11.004>
- Tombaugh, T. N. & Hubiey, A. M. (1997). The 60-item Boston Naming Test: Norms for cognitively intact adults aged 25 to 88 years. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *19*, 922-932. <https://doi.org/10.1080/01688639708403773>
- Verhaegen, C. & Poncelet, M. (2013). Changes in naming and semantic abilities with aging from 50 to 90 years. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *19*, 119-126. <https://doi.org/10.1017/S1355617712001178>
- Welch, L. W., Doineau, D., Johnson, S., & King, D. (1996). Educational and gender normative data for the Boston Naming Test in a group of older adults. *Brain and Language*, *53*, 260-266. <https://doi.org/10.1006/brln.1996.0047>
- Williams, B. W., Mack, W., & Henderson, V. W. (1989). Boston naming test in Alzheimer's disease. *Neuropsychologia*, *27*, 1073-1079. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(89\)90186-3](https://doi.org/10.1016/0028-3932(89)90186-3)
- Worrall, L. E., Yiu, E. M., Hickson, L. M. H., & Barnett, H. M. (1995). Normative data for the Boston Naming Test for Australian elderly. *Aphasiology*, *9*, 541-551. <https://doi.org/10.1080/02687039508248713>
- Yesavage, J. A., Brink, T. L., Rose, T. L., Lum, O., Huang, V., Adey, M., & Leirer, V. O. (1982). Development and validation of a geriatric depression screening scale: A preliminary report. *Journal of Psychiatric Research*, *17*, 37-49. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(82\)90033-4](https://doi.org/10.1016/0022-3956(82)90033-4)
- Zec, R. F., Markwell, S. J., Burkett, N. R., & Larsen, D. L. (2005). A longitudinal study of confrontation naming in the "normal" elderly. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *11*, 716-726. <https://doi.org/10.1017/S1355617705050897>

Reçu le 12 janvier 2018

Révision reçue le 24 avril 2018

Accepté le 25 mai 2018 ■

Annexe A

Profil d'administration

Consigne : « Je vais vous montrer des images, et j'aimerais que vous les nommiez avec le plus de précision possible ».

La grille comporte trois colonnes : bonnes réponses acceptées, indice sémantique et indice phonémique. Présenter les images une après l'autre dans l'ordre de la grille (de maison à palette) jusqu'à la dernière image, sauf si le sujet manifeste de l'inconfort ou le désir d'interrompre la passation. Noter les réponses erronées verbatim directement sur la feuille de cotation et encercler la bonne réponse fournie lorsque plusieurs sont possibles.

Donner un maximum de 20 secondes au sujet pour répondre à chaque item. Indiquer « ... » pour un délai de trois secondes ou plus. Noter verbatim les réponses erronées, déformées ou non conventionnelles et consigner entre crochets les codes associés aux interventions de l'examineur. Encercler la bonne réponse fournie quand plus d'une est acceptée. Encercler tous les indices donnés. Pour le calcul du score spontané, additionner les bonnes réponses fournies sans qu'un indice sémantique ou phonémique n'ait été donné ni que la réponse ait dû être refusée en raison d'une erreur intracatégorielle, superordonnée ou phonologique (cf. Tableau 4).

Lorsque le sujet démontre qu'il ne reconnaît pas ce qui est représenté sur l'image, donner d'abord l'indice sémantique, puis l'indice phonémique plus tard si toujours nécessaire. Si, par contre, il démontre qu'il reconnaît l'image, mais ignore le mot qui la désigne, donner directement l'indice phonémique.

Investigating a Mindfulness-Based Intervention as an Attentional Network Training to Improve Cognition in Older Adults with Amnesic Mild Cognitive Impairment: A Randomized-controlled Trial

Eddy Larouche^{1,2}, Carol Hudon^{1,2}, & Sonia Goulet^{1,2}
¹École de psychologie, Université Laval
²CERVO Brain Research Centre

Episodic memory deficits, often combined with impaired attention, are typical in older adults with amnesic mild cognitive impairment (aMCI). A Mindfulness-Based Intervention (MBI) could promote cognitive decline prevention or remediation through attentional network training. This randomized-controlled trial examined MBI's effects on objective (tests) and subjective (self-reported) measures of memory and attention, compared to a Psychoeducation-Based Intervention (PBI), in 41 older adults with aMCI. No distinctive benefits of the MBI were observed on objective tests, with both interventions improving attentional control. Moreover, the appreciation of one's cognitive functioning through questionnaires similarly improved for both interventions. Only in semi-structured interviews did a greater proportion of participants report benefits following the MBI compared to the PBI. This study does not provide sufficient support for the implementation of a MBI to enhance objective cognition by means of attentional network training in aMCI. However, it suggests a positive impact of non-pharmacological interventions on perceived cognition.

Keywords: cognitive dysfunction, memory, attention, mindfulness, amnesic mild cognitive impairment

Les déficits de mémoire épisodique, souvent combinés à des problèmes attentionnels, sont des atteintes centrales observées dans le trouble cognitif léger amnésique (TCLa) chez les personnes âgées. Une intervention basée sur la pleine conscience (IBPC) pourrait promouvoir la prévention ou la remédiation de ce déclin cognitif en entraînant les capacités attentionnelles. Cet essai randomisé-contrôle s'est intéressé aux effets d'une IBPC sur des mesures objectives (tâches) et subjectives (auto-rapportées) de l'attention et de la mémoire chez 41 personnes âgées ayant un TCLa, comparativement à une intervention basée sur la psychoéducation (IBP). Aucun bénéfice distinctif de l'IBPC n'a été observé sur les tâches cognitives, les deux interventions améliorant le contrôle attentionnel. De plus, les deux interventions ont permis d'améliorer la perception du fonctionnement cognitif des participants à la fin du questionnaire. Seules les entrevues structurées ont permis d'observer une plus grande proportion d'amélioration de l'attention après une IBPC plutôt qu'après une IBP. Cette étude ne permet pas de soutenir qu'une IBPC permet d'améliorer la cognition objective par l'entraînement du contrôle attentionnel chez des adultes âgés ayant un TCLa. Toutefois, les résultats suggèrent un impact positif d'interventions non-pharmacologiques sur la cognition perçue.

Mots clés : dysfonction cognitive, mémoire, attention, pleine conscience, trouble cognitif léger amnésique

Alzheimer's disease (AD) is a neurodegenerative condition with multiple etiologies that leads to brain

This research was supported by pilot research grants from the *Réseau Québécois de recherche sur le vieillissement* (RQRV) and the *Société Alzheimer de Québec*, and by a charitable donation from the *Caisse Desjardins de Québec*. C. Hudon was supported by a *Chercheur-boursier Senior* salary award from the *Fonds de recherche du Québec - Santé*. E. Larouche was supported by a doctoral scholarship from the Canadian Institutes of Health Research. The authors wish to acknowledge the work of Isabelle Tremblay for recruitment efforts as well as Andréanne Parent, Anne-Marie Chouinard, and Valérie Morin-Alain for the conception and/or facilitation of the Mindfulness-Based Intervention or the Psychoeducation-Based Intervention. The authors also thank undergraduate volunteers involved in the project, in particular Camille Parent and Andréanne Simard. Correspondence regarding this article should be addressed to sonia.goulet@psy.ulaval.ca.

structure and function deterioration, ultimately impairing cognition and autonomy. About one third of AD cases could be explained by modifiable risk factors, including depression and cognitive inactivity. The modifiable risk factors constitute promising clinical targets considering that their reduction by 10 to 20% could prevent from 8.8 to 16.2 million AD cases worldwide (Norton, Matthews, Barnes, Yaffe, & Brayne, 2014). As prevention efforts are deployed, there is increasing interest in holistic approaches fostering both cognitive and psychological health in older adults with amnesic mild cognitive impairment (aMCI), who are known to be at high risk for AD.

According to longitudinal models of AD development, individuals first experience subjective cognitive decline that is not captured by objective tests (Molinuevo et al., 2017; Reisberg & Gauthier, 2008). As a matter of fact, perception and worries about below average cognitive capabilities compared to peers of the same age are associated with an increased risk for aMCI (Mitchell, Beaumont, Ferguson, Yadegarfar, & Stubbs, 2014) or AD (Jessen et al., 2010; Mitchell et al., 2014). As time passes, individuals for whom cognitive complaints suggest early AD pathology see their memory deteriorate to the point of impaired performance in objective tests, resulting in aMCI. aMCI diagnosis requires episodic memory impairment, with or without deficits in other cognitive domains, and no significant alteration of autonomy (Albert et al., 2011; Petersen et al., 2014).

Among other cognitive domains, attentional control was found to be impaired in aMCI (Belleville, Chertkow, & Gauthier, 2007; Van Dam et al., 2013), as part of the AD-related pathology (Balota & Faust, 2001; Belleville et al., 2007; Faust & Balota, 2007; Fernandez-Duque & Black, 2006), and was suggested to contribute to memory impairment (Castel, Balota, & McCabe, 2009). Indeed, the incapacity to properly encode and retrieve information in memory was associated with impaired attention processes in AD (Balota & Faust, 2001; Castel et al., 2009). Effective encoding requires the activation of brain networks related to attentional control, while effective retrieval happens with deactivation of the same networks (Huijbers et al., 2013). This process is called the encoding/retrieval flip, which happens through flexible engagement and disengagement of attentional control and default-mode networks, the latter being associated with mind-wandering and distraction. The link between attentional control and memory, notably at this advanced stage of neurodegeneration, brings into question whether interventions training attentional control might benefit memory performance at the aMCI stage.

The use of a Mindfulness-Based Intervention (MBI) appears doubly promising in the context of aMCI because it is expected to target attention and memory symptoms of this condition as well as the worries and distress associated with losses. Typically, a MBI consists in eight weekly sessions that aim at developing the participants' capacity to live in greater awareness and acceptance of the present moment through mindfulness meditation and attitudes (Chiesa & Serretti, 2011; Kabat-Zinn, 1990; Lindsay & Creswell, 2017). In mindfulness meditation, participants bring a stable, open, and non-judgmental attention to inner (e.g., breath, body sensations) or outer (e.g., sounds, feeling the floor underneath the feet) experiences, with the instructions to avoid as much as possible mind-wandering, dulling, and mental elaboration

(Carlson & Speca, 2010; Kabat-Zinn, 1990). Indeed, this kind of intervention successfully boosted both the psychological (Goyal et al., 2014) and the cognitive functioning in a wide range of clinical population despite normal cognition at baseline (Gard, Holzel, & Lazar, 2014; Newberg et al., 2013). Along with potential cognitive benefits, the use of a MBI is justified by its potential to alleviate biological markers (e.g., stress hormones, inflammation, telomerase) associated with AD degeneration (Larouche, Hudon, & Goulet, 2015) and anxio-depressive symptoms which signal poor prognosis (Modrego & Ferrandez, 2004).

Available research with populations at risk for AD, although methodologically limited, is encouraging. The only randomized-controlled trial conducted in patients with aMCI showed no MBI group profit on verbal memory compared to a usual care control group (Wells et al., 2013). The same study found maintained cognitive flexibility after a MBI, while controls declined over time. Although indicative of a MBI's potential to improve cognition, the small sample ($n = 14$) of this previous study limits the conclusions that can be drawn in aMCI patients. A recent pre-post design study in aMCI patients, also with a small sample ($n = 12$), found gains on the Montreal Cognitive Assessment (MoCA; Nasreddine et al., 2005) after an eight-week MBI (Wong, Coles, Chambers, Wu, & Hased, 2017). Benefits on the MoCA persisted over twelve months and were larger, with higher compliance to at-home meditation requirements as quantified by total minutes of practice. No other study investigated the effects of mindfulness in aMCI, but some addressed its impact in older adults with subjective cognitive decline (Hyer, Scott, Lyles, Dhaliwala, & McKenzie, 2014; Lenze et al., 2014; Wetherell et al., 2017) or AD (Innes, Selfe, Brown, Rose, & Thompson-Heisterman, 2012). Studies conducted in older adults with subjective cognitive decline found benefits post-MBI on at least one objective memory measure (Hyer et al., 2014; Lenze et al., 2014; Wetherell et al., 2017) and on an attentional control measure (Lenze et al., 2014; Wetherell et al., 2017). Although these effects seem promising for aMCI clinical studies, findings in subjective cognitive decline do not necessarily translate to aMCI, where cognitive decline and neurodegeneration are more pronounced (Molinuevo et al., 2017). An eight-week MBI in five dyads of older adults with AD and their live-in caregivers only lead to self-reported retrospective memory gains (Innes et al., 2012). Considering that AD is more advanced than aMCI in terms of overall decline and functioning, such subjective results present a fair likelihood of replication in aMCI patients.

It is surprising that in the quest for clinical interventions to revert or slow down aMCI decline, no study, thus far, focused on improving specific compo-

nents of attention with mindfulness meditation training. Indeed, all studies only measured one aspect of attentional control, either inhibition (Lenze et al., 2014; Wetherell et al., 2017) or cognitive flexibility (Wells et al., 2013), without dissecting processes or targeting different aspects of the same participant. Malinowski and Shalamanova (2017) suggested that a “network training” (or near transfer) could occur following repeated meditation practice as a form of neurocognitive exercise with immediate or short-term benefits. Hasenkamp, Wilson-Mendenhall, Duncan, and Barsalou (2012) proposed a model that dissects a cycle of focused attention meditation practice, the main form of meditation taught in a MBI, into four phases: “FOCUS” on the chosen object, distraction from the object through mind wandering (MW), “AWARE” of the MW, and “SHIFT” back to the chosen object. Each phase is associated with a specific neurocognitive process (cf., Hasenkamp et al., 2012) that is repeatedly called for during the course of a mindfulness meditation session (as many times as the chosen object of attention is lost to distraction). Each of the four phases proposed in Hasenkamp et al.’s model (2012) could be isolated and rendered operational using a combination of the Sustained Attention to Response Task (SART; Smallwood et al., 2004) and the Attention Network Task (ANT; Fan, McCandliss, Sommer, Raz, & Posner, 2002). No study yet investigated alterations on the SART in aMCI patients, but a greater number of errors were reported in older adults with AD compared to healthy older adults (Huntley, Hampshire, Bor, Owen, & Howard, 2017). This result suggests that weak focalised attention could be present from the aMCI stage and profit from meditation training. Patients with aMCI (Van Dam et al., 2013) and AD (Fernandez-Duque & Black, 2006) were found to suffer impairments of the ANT conflict monitoring network only, suggesting attentional control and inhibition deficits.

The scarce albeit interesting results call for a pursuit of the investigation of mindfulness meditation effects on perceived and objective cognitive decline in older adults at risk for AD. Replication of the preliminary findings requires studies with stronger designs, at least including a larger sample of older adults with confirmed aMCI and an active control group, for comparison purposes. Along with replication, there is a secondary concern with specifying how mindfulness meditation impacts attention and memory, if so, in older adults with aMCI.

The Present Study

This single-blind randomized-controlled trial aimed at investigating the effects of a MBI on cognitive complaints and on objective cognitive impairment in older adults with aMCI. Computerized tasks of at-

tention and memory, questionnaires, and individual semi-structured interviews were selected to assess a MBI’s objective and subjective effects on attention and memory, compared to an active control Psychoeducation-Based Intervention (PBI). Greater attention and memory benefits were expected from the MBI based on theory (Malinowski & Shalamanova, 2017) and considering previous observations of improved cognition through a meditation practice in healthy adults and those at risk for AD (Gard et al., 2014; Hyer et al., 2014; Innes et al., 2012; Lenze et al., 2014; Newberg et al., 2013; Wells et al., 2013; Wetherell et al., 2017; Wong et al., 2017).

Methods

Participants

Forty-eight older adults with aMCI were recruited in two blocks of 24 participants. All participants spoke French as their maternal language, and all interviews, questionnaires, and tasks were administered in French. Individuals from each block were randomly assigned to the intervention. From the initial 48, 41 participants remained engaged in the intervention protocol for the eight weeks, all attending more than five intervention sessions, and were included in the analyses, in a “as treated” protocol (Armijo-Olivo, Warren, & Magee, 2009). Therefore, data was collected in 20 and 21 participants for the MBI and PBI conditions, respectively.

Most exclusion criteria attempted to circumscribe the etiology of impaired cognition to aMCI pathophysiology. Exclusion criteria at screening were: history of neurological disease, traumatic brain injury, intracranial surgery, or stroke; current psychiatric illness according to the *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5; American Psychiatric Association, 2013) criteria; substance abuse in the last twelve months; general anesthesia or oncologic treatment in the past six months; uncorrected vision or hearing impairments; untreated or unstable metabolic condition (e.g., Type 2 diabetes, hypothyroidism); recent treatment that may impact cognition; recent or sustained meditative experience; and anticipated unavailability to attend one or more of the first four intervention sessions.

Participants with aMCI met the following diagnosis criteria: 1) complaint about cognitive changes expressed by the patient, a relative, or a clinician; 2) objective impairment in one or more cognitive domains, including at least episodic memory, with a performance under 1.5 standard deviation based on local norms (Dion et al., 2014); 3) preserved overall functional autonomy; and 4) absence of dementia (Albert et al., 2011; Petersen, 2004). The project was reviewed and approved by the Ethics Research Board of

the *Institut universitaire en santé mentale de Québec* (IUSMQ #398).

Materials

Clinical and neuropsychological battery. A complete clinical and neuropsychological battery was administered to participants to verify inclusion/exclusion criteria. The presence of an objective cognitive impairment was determined based on normative data. General cognitive functioning and cognitive complaints were evaluated using the MoCA (Larouche et al., 2016; Nasreddine et al., 2005) and the *Questionnaire de Plainte Cognitive* (Thomas-Antérion, Ribas, Honoré-Masson, Million, & Laurent, 2004), respectively. Verbal episodic memory was assessed with the *Test de Rappel Libre/Rappel Indiqué à 16 items* (RL/RI-16; Van der Linden, 2004) and semantic memory, with the Pyramids and Palm Trees Test (Howard & Patterson, 1995), for which Dion et al.'s (2014) and Callahan et al.'s (2010) normative data were used, respectively. The Rey-Osterrieth Complex Figure Test (Osterrieth, 1944; Rey, 1941), a task requiring participants to copy a complex figure, targeted both visuo-constructive abilities, and visual episodic memory with participants required to recall the figure after three minutes, normality/abnormality being based on Tremblay et al. (2015). Visuo-perception was measured with the Size-Match task from the Birmingham Object Recognition Battery (Riddoch & Humphreys, 1993) and processing speed, with the Coding subtest from the WAIS-III (Wechsler, 1997). Language was tested by the 15-item Boston Naming Test (Calero, Arnedo, Navarro, Ruiz-Pedrosa, & Carnero, 2002) and the Phonemic (T-N-P) and Semantic (animals) Fluency Tests (Consortium des Universités de Montréal et de McGill, 1996), the latter normalized by St-Hilaire et al. (2016). Executive functioning was inferred from the D-KEFS version of the Stroop (Delis, Kaplan, & Kramer, 2001).

Free recall in episodic memory task. To measure participants' objective memory performance, many outcomes were derived from a verbal episodic memory task adapted from Moulin, James, Freeman, and Jones (2004). Three 15 words lists, semantically equivalent, were developed to be presented in a random order to participants. The words across the three lists were equivalent in terms of subjective frequency, length, and imagery level, based on psycholinguistic norms (Desrochers, 2006). Every word was made of two syllables and had high subjective frequency and imagery level. The test was administered using E-Prime 2.0 (Psychology Software Tools) and for each immediate recall trial, the words were presented for 3 seconds on the computer screen, with a 0.5 second inter-stimuli interval. Participants were asked to read the words presented on the screen and to memorize as

many words as possible. Before recalling the words during the immediate recall trials, participants proceeded to a countdown from 100 for 20 seconds to impede recall from working memory. Participants undertook three immediate recall trials, followed by an unannounced delayed recall trial 20 minutes later. After the delayed recall trial, a recognition task (yes/no) was completed by the participants. For recognition, a total of 45 words were presented to the participants, including the 15 target words from the list, 15 semantically-related distractors, and 15 non-semantically-related distractors. All the distractors were comparable to target words for subjective frequency, length, and imagery level. In addition to total number of words recalled from a list in free and delayed recall, this task evaluated encoding in more details. It did so by providing insight of inter-trial gains and losses, along with an indicator of consolidation in long-term memory. The method to measure gains and losses from one trial to the next was used for the second and third immediate recall trial. Gains were represented by the proportion of items newly recalled at the trial $n + 1$ among the items that were not remembered in the trial n . Losses access was represented by the proportion of items not recalled at the trial $n + 1$ among the items that had been recalled in trial n . Gains and losses presented in the results section were averaged from the second and third trial. Consolidation was represented by the proportion of items recalled at delayed recall that had also been recalled at the third immediate recall trial. Immediate recall scores ranged between 0 and 45 words, and delayed recall and recognition scores ranged between 0 and 15 words. Proportions of gains, losses, and consolidation ranged between 0 and 1.

Sustained Attention to Response Task. The SART (Smallwood et al., 2004) is a Go/No-go task that measures one's capacity to remain vigilant and focused on a task. The SART has been mostly used as a measure of focused attention, by opposition to moments of MW when one's attention is less sharp. The parameters of the task used in this study were the same as those in Smallwood's study (2004). The test was administered using E-Prime 2.0 on a portable computer. During the task, stimuli (digits between 1 and 9) were presented in the middle of the computer screen. Participants were asked to press on the space bar every time a non-target digit is presented, and to refrain from pressing when the target digit (3) is presented. The task comprised 220 non-target trials and 15 target trials, always presented in the same order, which was determined randomly in the first place. Participants were instructed to complete every trial as quickly as they could, while committing the fewer errors they could. With regards for Hasenkamp et al.'s (2012) model, the SART measures the capacity to remain focused on a monotonous task and successfully

withhold a habitual response on target trials. It also signals the propensity to let the mind wander after an error, resulting in post-error slowing of response time (RT). The two efficacy measures used in this study were the amount of commission errors (pressing the space bar on a target trial) and the RT of the trial after an error (Jackson & Balota, 2012; Smallwood et al., 2004). A greater number of errors is associated with the presence of more thoughts not related to the task, or more MW (Smallwood et al., 2004). A greater RT after an error, or “post-error slowing”, was associated to a greater propensity to ruminate on the errors, reducing the efficacy in performing the task afterwards (Jackson & Balota, 2012).

Attention Networks Task. The ANT, originally developed by Fan et al. (2002), measures the efficacy of three different networks of attention. The task measures the capacity to detect salient information (alerting network), to direct the attention deliberately (orienting network), and to resolve conflicts and inhibit unwanted automatic responses (conflict monitoring network). The task was presented on a portable computer with E-Prime 2.0. The parameters used for the task were the same as the ones used by Van Dam et al. (2013) in their study with older adults with aMCI. For every trial, a row of five arrows was presented and participants were asked to determine towards which direction the center arrow (target) pointed, either left or right. Participants received the instruction to press the *F* key with the left hand if the center arrow pointed to the left, and the *J* key with the right hand if the center arrow pointed to the right. A fixation cross was presented in the center of the screen for the whole duration of the task, and participants were asked to keep their eyes on it. The stimuli were presented either over or under the fixation cross, in boxes that were always present, but were empty between the trials. The four other arrows (two on each side of the target) were oriented in the same direction as the center arrow in congruent trials and in the opposite direction in incongruent trials. Each trial was preceded by one of the three cue conditions: 1) no cue; 2) double cue; and 3) spatial cue. Cues consisted in a flash of the relevant box 900 milliseconds before the stimulus presentation, depending on the cue condition. The no cue trials did not provide any temporal or spatial information. In the double cue trials, both boxes flashed, providing temporal information only, and in spatial cue trials, only the box where the stimuli were to be presented flashed, providing both temporal and spatial information.

When put in relation to Hasemkamp’s et al.’s (2012) model of attention network training, the ANT investigated the effects of a MBI on both AWARE and SHIFT phases. It tested the capacity to detect salient information by measuring performance benefits

driven by access to temporal cues (alerting network; AWARE). The ANT also informed on SHIFT. First, it measured one’s capacity to resolve conflicts arising from the presentation of ambiguous stimuli and to inhibit unwanted automatic responses normally driven by the ambiguity (conflict monitoring network), thus bearing commonalities with the inhibition of MW once detected. Second, it assessed the capacity to direct the attention, deliberately based on increased performance on trials with spatial cues (orienting network).

Alerting network scores were calculated by subtracting the average RT of trials with double cues to the average RT of trials without cue. Orienting network scores were calculated by subtracting the average RT of trials with spatial cues to the average RT of trials with double cues. Both scores were calculated without consideration for the congruency of the arrows’ directions. The conflict monitoring network scores were calculated by subtracting the average RT for congruent trials from the average RT for incongruent trials, without consideration for cue condition. A higher value on the alerting and orienting networks indicated a better efficacy of the network, while a lower value indicated a better efficacy on the conflict monitoring network, or reduced interference of the side arrows.

Self-reported memory and attention. The perception of memory and attention difficulties was measured using the French version of the Cognitive Difficulties Scale (McNair & Kahn, 1984). This 39-item questionnaire was developed to measure the level of self-reported cognitive difficulties in older adults. Cognitive domains covered by the tool are memory, attention, concentration, language, praxis, knowledge about others, and time orientation. In this study, eleven items related to memory (items: 1, 2, 5, 6, 8, 9, 18, 27, 32, 33, 35) and nine items related to attention and concentration (items: 3, 10, 17, 19, 23, 25, 26, 31) were used, constituting two different homemade scores.

Semi-structured interviews. Semi-structured individual interviews were conducted by research assistants with every participant to determine whether or not they perceived an impact of the intervention on different aspects. Themes covered were general appreciation of the intervention, perceived effects on mood, stress levels, and anxiety, along with perceived changes in attention and memory. For every efficacy theme, participants were encouraged to indicate whether or not they perceived a change (positive or negative) and to elaborate on what they observed by giving concrete examples.

Interventions

Participants were administered one of the two intervention programs. Both programs comprised eight sessions of two and a half hours, which were administered to groups of ten to twelve participants. Both interventions were built with similar structures, including segments on education about weekly themes, segments where participants completed concrete exercises, and segments allocated to group discussions.

Mindfulness-Based Intervention. The MBI was based on Kabat-Zinn's (1990) Mindfulness-Based Stress Reduction and Segal, Williams, and Teasdale's (2002) Mindfulness-Based Cognitive Therapy. It also incorporated tools and exercises from other sources (Bartley, 2011; Carlson & Speca, 2010; Fournier, 2013; Monestès & Villatte, 2011). On top of accommodation already reported in mindfulness studies with older adults, such as shorter meditation duration, no full-day retreat, and shorter home practices (Geiger et al., 2016), the authors proceeded to minor adaptations of the program to meet the specificities of aMCI (e.g., using concrete examples that are relevant to the daily life of the retired elderly). The essence and goals of leading mindfulness programs were respected. Every session comprised a guided meditation, group discussions on meditation and home practices, and psychoeducation about mindfulness themes, along with stress management and obstacles (cf. Table 1 for weekly themes). Details of the program are currently published in a collective manual about mindfulness (Larouche, Chouinard, Morin-Alain, Hudon, & Goulet, 2008).

Psychoeducation-Based Intervention. The PBI (Parent, Larouche, & Hudon, 2015) was based on re-

cent literature about aging and on a lay book discussing healthy aging (Juhel, 2014). The PBI excluded all forms of memory training or mindfulness/relaxation practices. Every session comprised psychoeducation about the weekly theme (cf. Table 1 for details), reflecting about one's situation with the help of exercises, and group discussions on the theme. The PBI was co-facilitated by a licensed psychoeducator assisted by trained graduate students.

Procedure

Participants were recruited from the community through newspaper advertising, local physicians' referrals, and the laboratory's database. A research professional in charge of recruitment contacted potential participants to ensure they did not meet exclusion criteria presented in the Participants section. If no exclusion criteria were present at that stage, potential participants were invited to meet a trained evaluator at the CERVO Brain Research Centre to provide written informed consent and to undertake the complete clinical and neuropsychological assessment. Participants meeting the aMCI criteria were invited to join the project and scheduled for a pre-intervention evaluation.

The 48 participants, recruited in two separate cohorts of 24 participants, completed a baseline evaluation in which they underwent the cognitive tasks and filled-up the questionnaires. At the end of the baseline evaluation, participants were given one out of 24 numbered envelopes assigned using Microsoft Excel® random function, with an invitation for one of the two interventions. Also, they participated in the semi-structured interview post-intervention about the psychological and cognitive outcomes and about their general appreciation of the intervention.

Table 1

Weekly Intervention Themes for Both Intervention Programs

Intervention	MBI	PBI
Week 1	Autopilot vs. mindfulness	Normal vs. pathological cognitive aging
Week 2	Handling obstacles and supporting meditation practice efforts	Dementia continuum and types of dementia
Week 3	The wandering mind	Memory function and other cognitive issues in aMCI
Week 4	Acknowledging stress and its impact of one's life to better manage it	AD risk factors and pharmacological treatments
Week 5	Reflecting on how one could live in increased acceptance of one's situation	Medical follow-ups and discussions with physicians about cognitive concerns
Week 6	The role thoughts play in the maintenance of distress and stress	Relationships and discussions about cognitive decline with close relatives
Week 7	How to take better care of oneself	Everyday living with cognitive decline and coping with difficulties
Week 8	Sustaining a meditation practice beyond the program	What to do next with all the new knowledge acquired in the program

Note. MBI = Mindfulness-Based Intervention; PBI = Psychoeducation-Based Intervention; aMCI = amnesic mild cognitive impairment; AD = Alzheimer's disease.

Statistical Analyses

For the two groups, demographic information and neuropsychological performance at baseline were compared using Chi-square tests for frequencies of categorical data and Student's *t*-tests for continuous data. Repeated measures analysis of variance (ANOVA) assessed the efficacy of the two intervention programs using time of measurement, condition, and condition x time interaction as fixed factors. The Toeplitz covariance structure was used (Wolfinger, 1993) to account for the covariance difference between close measurement times (T0 and T1, or T1 and T2) and more distant ones (T0 and T2).

Regarding participants' responses to the interview questions, reporting benefits after the intervention was coded 1 and not reporting benefits was coded 0. A binary ranking of interview responses was chosen, since only two participants reported memory worsening associated with the passage of time and intervention inefficacy, and none reported attention worsening. Chi-square analyses helped to determine if there were different frequencies of perceived gains for memory or attention between conditions. For all analyses, the alpha level was set at .05.

Results

Demographic, clinical, and neuropsychological data

Table 2 presents demographic and clinical data along with *Z*-scores on neuropsychological tests. Participants were aged from 56 to 87 years, had between 5 and 22 years of education, and were predominantly men. Participants from both groups were equivalent in terms of age, education, sex distribution, as well as clinical scores, and neuropsychological *Z*-scores.

Main outcomes

Longitudinal mixed model analyses tested the effects of time, condition, and time x condition interaction on objective and subjective measures of memory and attention. Table 3 presents the model-estimated adjusted marginal means for both interventions and Table 4 presents the time, condition, and condition x time interaction effects for all variables. First, for attention, there were time effects for ANT orienting network, ANT conflict monitoring network, and self-rated attention. No condition or condition x time interaction effects were found for any of the orienting, conflict monitoring, or self-rated attention. No effects of time, condition, or interaction were found for SART errors and post-errors, nor were there effects for ANT errors and alerting network. Regarding memory outcomes, there was a significant time effect on delayed recall consolidation, with the number of words recalled again at delayed recall decreasing over time, but

no effect of condition and no interaction. No significant time, condition, or interaction effects were found for immediate and delayed recall, recognition, as well as gained or lost access.

Exploratory analyses of the specificities of each intervention were carried out. Table 5 presents simple effects ANOVAs for both groups for variables showing a time effect, that is, consolidation, self-rated memory, orienting and conflict monitoring ANT networks, and self-rated attention. For consolidation and self-rated memory, the MBI group did not show a significant time simple effect, while the PBI group did. Both interventions led to a significant time simple effect for the orienting ANT network, and only the MBI did for the conflict monitoring network. Neither intervention showed significant time simple effects for self-rated attention.

During the interviews, 50% of MBI and 33.3% of PBI participants reported better memory after participating in their respective intervention. Chi-square analyses revealed no distribution difference between the two conditions ($\chi^2(1, N = 41) = 1.17, p = .350$). Also, during the interviews, 75% of MBI and 28.6% of PBI participants mentioned higher attention skills after the intervention. Chi-square analyses showed that significantly more participants of the MBI condition acknowledged attention gains ($\chi^2(1, N = 41) = 8.84, p = .005$).

Discussion

In this study, we investigated the efficacy of a MBI to improve subjective and objective cognitive function in older adults with aMCI, compared to a PBI. We did so by measuring attention components directly targeted by mindfulness meditation (Hasenkamp, 2017; Hasenkamp et al., 2012) and by dissecting memory processes. We expected to observe a greater impact of a MBI than that of a PBI on attention and memory, as measured by objective computerized tasks, subjective questionnaires, and individual interviews. This hypothesis was not supported, except for interview-reported changes in attention.

The MBI led to comparable outcomes to the PBI for all memory-related variables. A deterioration of consolidation and a decrease of self-reported memory impairments from baseline to post-intervention were the only significant results. The absence of benefits on objective memory after a MBI concurs with the only study in aMCI that included a control group (Wells et al., 2013). The observed subjective memory improvement post-intervention for both interventions is coherent with findings for a MBI in older adults with AD and their caregivers (Innes et al., 2012). With regards to other studies showing memory benefits after a MBI in adults at risk for AD or with AD, they either used a

Table 2

Mean (Standard Deviation) Z-scores or Values for Sociodemographic, Clinical, and Neuropsychological Variables for the Two Conditions of Intervention

	Task	MBI		PBI		<i>t</i> value	<i>df</i>	<i>p</i>
		<i>n</i>	Mean (<i>SD</i>)	<i>n</i>	Mean (<i>SD</i>)			
Sociodemographic characteristics								
Age (years)		20	72.6 (7.0)	21	70.7 (5.6)	-.91	39	.368
Education (years)		20	13.7 (3.0)	21	14.1 (3.4)	.40	39	.614
Sex (% male)**		20	60%	21	57%	.03	1	.853
General cognitive functioning and complaint								
Complaint (/10)	CCQ	20	5.7 (2.5)	21	4.8 (2.3)	-1.13	39	.264
General cognition (/30)	MoCA test	20	24.4 (2.9)	21	24.4 (2.5)	.04	39	.971
Episodic verbal memory								
Free recall 1	16-word free and cued recall	20	-1.15 (0.90)	21	-1.07 (1.03)	.25	39	.800
Free recall 2		20	-1.21 (1.39)	21	-0.96 (1.22)	.63	39	.533
Free recall 3		20	-1.33 (0.89)	21	-1.51 (0.91)	-.65	39	.522
Delayed recall		20	-1.73 (1.28)	21	-1.60 (1.54)	.29	39	.773
Episodic visual memory								
Visual memory	Rey figure copy task	20	0.41 (1.68)	21	-0.30 (1.72)	-1.32	39	.194
Semantic memory								
Semantic (% normal)	PPTT	11	100%	9	100%	-	-	-
Verbal fluency								
Lexical	T-N-P fluency	20	-0.45 (0.73)	21	-0.67 (1.01)	-.78	39	.442
Semantic	Animal fluency	20	-0.42 (0.80)	21	-0.26 (1.35)	.45	39	.655
Confrontation naming								
Spontaneous	15-item Boston naming test	20	0.03 (0.78)	21	-0.07 (0.85)	-.39	39	.699
Total		20	0.09 (0.79)	21	-0.05 (0.79)	-.58	39	.569
Visual functions								
Construction	Rey figure copy task	20	-0.76 (1.44)	21	-0.92 (1.22)	-.30	39	.690
Perception	BORB circles	20	-0.16 (0.88)	21	-0.11 (1.16)			.861
Executive functions								
Inhibition time	Stroop D-KEFS	20	-0.05 (1.02)	21	-0.03 (1.14)	.06	39	.955
Switching time		19	0.07 (1.15)	21	-0.17 (1.31)	-.91	39	.547
Inhibition errors		20	0.25 (0.61)	21	0.02 (0.99)	-.62	38	.368
Switching errors		19	-0.30 (1.05)	21	-0.13 (1.10)	.51	38	.614
Processing speed								
Substitution	Code WAIS-III	20	0.13 (0.61)	21	-0.14 (0.79)	-1.25	39	.218

Note. Standardized *z*-scores are presented for variables when no value is indicated at the end of the variables name. **chi-square analysis; *n* = number of observations; MBI = Mindfulness-Based Intervention; PBI = Psychoeducation-Based Intervention; *df* = degrees of freedom; *SD* = standard deviation; BORB = Birmingham Object Recognition Battery; CCQ = Cognitive Complaint Questionnaire; D-KEFS = Delis-Kaplan Executive Function System; MoCA = Montreal Cognitive Assessment; PPTT = Pyramids and Palm Trees Test; WAIS = Weschler Adult Intelligence Scale.

Table 3

Adjusted Means of Outcomes as a Function of Time of Measurement and Condition

Variable	Condition	Time of measurement					
		Pre (T0)		Post (T1)		Follow up (T2)	
		Adjusted mean	SE	Adjusted mean	SE	Adjusted mean	SE
Immediate recall (/45)	MBI	20.8	1.4	20.8	1.4	21.4	1.4
	PBI	21.3	1.4	20.9	1.4	21.4	1.4
Delayed recall (/15)	MBI	7.9	0.7	7.0	0.7	7.4	0.7
	PBI	7.8	0.6	7.3	0.6	6.9	0.7
Recognition (/15)	MBI	14.2	0.3	14.4	0.3	14.2	0.3
	PBI	13.8	0.3	14.0	0.3	13.7	0.3
Gained access	MBI	0.43	0.04	0.38	0.04	0.46	0.04
	PBI	0.41	0.04	0.40	0.04	0.41	0.04
Lost access	MBI	0.24	0.03	0.23	0.03	0.24	0.03
	PBI	0.20	0.03	0.23	0.03	0.23	0.03
Consolidation	MBI	0.79	0.05	0.70	0.05	0.68	0.05
	PBI	0.80	0.05	0.79	0.05	0.66	0.05
Self-rated memory (/44)	MBI	24.0	1.7	22.7	1.7	22.3	1.7
	PBI	23.5	1.6	19.4	1.6	20.1	1.6
SART errors	MBI	1.8	0.4	1.9	0.4	1.4	0.4
	PBI	1.8	0.4	2.2	0.4	1.7	0.4
SART post-error slowing ^a	MBI	885.1	86.5	943.7	88.1	728.2	89.2
	PBI	781.7	83.3	730.7	82.1	654.6	91.9
ANT errors	MBI	10.5	1.9	11.1	1.9	7.0	1.9
	PBI	8.0	1.8	6.5	1.8	7.8	1.9
Alerting	MBI	32.5	8.5	35.7	8.5	37.7	8.5
	PBI	34.9	8.3	28.7	8.3	37.6	8.5
Orienting	MBI	58.7	10.6	76.1	10.6	104.0	10.6
	PBI	42.2	10.3	68.4	10.3	73.4	10.5
Conflict monitoring	MBI	-154.0	11.9	-123.2	11.9	-117.2	11.9
	PBI	-132.8	11.6	-112.6	11.6	-107.8	11.8
Self-rated attention (/36)	MBI	13.2	0.8	11.8	0.8	12.0	0.8
	PBI	12.0	0.8	10.8	0.8	11.4	0.8

Note. ^a*n* = 37; SE = standard error; MBI = Mindfulness-Based Intervention; PBI = Psychoeducation-Based Intervention; SART = Sustained Attention to Response Task; ANT = Attention Network Task.

Table 4

Time, Condition and Interaction Effects of Repeated Measures ANOVA

Variable	Time effect				Condition effect				Interaction effect			
	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	η^2_p	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	η^2_p	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	η^2_p
Immediate recall (/45)	.31	2, 50.9	.733	.01	.02	1, 39.1	.903	.00	.05	2, 50.9	.954	.00
Delayed recall (/15)	2.55	2, 47.3	.089	.10	.01	1, 39.6	.935	.00	.81	2, 47.3	.452	.03
Recognition (/15)	.45	2, 60.2	.642	.01	1.18	1, 38.1	.285	.03	.02	2, 60.2	.978	.00
Gained access	2.41	2, 55.4	.100	.08	.13	1, 38.2	.717	.00	1.05	2, 55.4	.356	.04
Lost access	.11	2, 58.6	.900	.00	.36	1, 39.4	.550	.01	.24	2, 58.6	.784	.01
Consolidation	4.97	2, 57.7	.010	.15	.36	1, 39.1	.551	.01	.97	2, 57.7	.384	.03
Self-rated memory (/44)	8.41	2, 59.0	.001	.22	.84	1, 39.0	.365	.02	1.77	2, 59.0	.180	.06
SART errors	1.73	2, 60.4	.186	.05	.21	1, 38.0	.648	.01	.33	2, 60.4	.718	.01
SART post-error slowing ^a	2.65	2, 40.7	.082	.12	1.89	1, 32.3	.179	.06	.084	2, 40.7	.438	.04
ANT errors	.55	2, 63.4	.580	.02	1.55	1, 38.2	.220	.04	1.16	2, 63.4	.319	.04
Alerting	.28	2, 61.6	.759	.01	.04	1, 39.1	.852	.00	.23	2, 61.6	.794	.01
Orienting	11.00	2, 60.3	.000	.27	2.47	1, 38.7	.124	.06	1.05	2, 60.3	.358	.03
Conflict monitoring	7.89	2, 54.4	.001	.22	.96	1, 39.2	.333	.02	.73	2, 54.4	.731	.01
Self-rated attention (/36)	3.39	2, 55.7	.041	.11	.08	1, 39.3	.373	.02	.18	2, 55.7	.840	.01

Note. ^a*n* = 37; SE = standard error; SART = Sustained Attention to Response Task; ANT = Attention Network Task.

screening test instead of a validated memory measure (Wong et al., 2017), or recruited older adults not cognitively impaired (Hyer et al., 2014; Lenze et al., 2014; Wetherell et al., 2017). Since older adults with aMCI are considered more advanced in AD-related neurodegeneration than those with subjective cognitive decline only (Molinuevo et al., 2017; Reisberg & Gauthier, 2008), the absence of cognitive changes in aMCI could be attributed to the ongoing neurodegeneration. Although it was not possible to distinguish the effects of the interventions over time, effect sizes were more pronounced in, but not specific to, the PBI condition for consolidation performance decrease and improvement of self-reported memory function. PBI gains on self-reported memory could be attributed to a greater sense of competence towards cognitive impairments, eased by the provided information and advice, but this should be confirmed in future research. Furthermore, the lack of a passive control group did not allow to tell if the observed changes simply occurred because of participation in a study protocol or of reasuring contact with trained facilitators. Therefore, these findings may be indicative of limited impacts of mindfulness once neurodegeneration and cognitive

impairments reach the aMCI-level, but more rigorous randomized-controlled trials including a passive control group must be conducted before concluding so.

Table 5
Simple Effect ANOVAs for Time Effect Within Both Interventions

Variable	Condition	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	η^2
Consolidation	MBI	2.09	2, 57.2	.133	.07
	PBI	3.84	2, 56.9	.027	.12
Self-rated memory	MBI	1.42	2, 58.7	.251	.05
	PBI	8.94	2, 58.1	.000	.24
Orienting	MBI	7.74	2, 59.9	.001	.21
	PBI	4.33	2, 59.5	.018	.13
Conflict monitoring	MBI	5.56	2, 53.8	.006	.17
	PBI	2.58	2, 53.8	.085	.09
Self-rated attention	MBI	2.00	2, 55.2	.145	.07
	PBI	1.55	2, 55.0	.221	.05

Note. MBI = Mindfulness-Based Intervention; PBI = Psychoeducation-Based Intervention.

Regarding attention, the MBI was not superior to the PBI on any cognitive computerized task or self-reported questionnaires. The only significant result distinguishing the two conditions was the ratio of interview-exposed benefits, as participating in the MBI led to more reports of positive changes. There were significant improvements after both interventions relative to baseline for the orienting and conflict monitoring networks and for subjective attention. The simple effect analyses showed larger effect sizes on the MBI for attention networks and subjective attention function than on the PBI, but these results should be interpreted with caution, as no difference between the interventions over time was found. In addition, benefits cannot be distinguished from a practice effect on the ANT in the absence of data as to how the passage of time affects ANT performance in aMCI, which should be addressed in future studies by adding a passive control group.

With regards to Hasenkamp et al.'s (2012) model of attention network training, we expected to observe an improvement post-MBI in the efficacy of the FOCUS, AWARE, and SHIFT phases and a reduction of MW. It was anticipated to observe AWARE efficacy gains, as measured by an ANT alerting network performance increase. No improvement was observed on the alerting network, which remained stable from baseline to post-intervention for the two interventions. The MBI also led to no significant changes on the FOCUS and MW phases, as measured by the SART errors and post-error slowing. The results of the present study do not allow to confirm the efficacy of a MBI to benefit these three phases of Hasenkamp et al.'s (2012) model.

The only phase that profited from MBI participation is the SHIFT phase. Indeed, both orienting and conflict monitoring networks were used to measure MBI's impact on the SHIFT phase soliciting attentional control. The orienting network benefits are in line with findings in older adults at risk for AD elsewhere (Wells et al., 2013), which showed improvement of cognitive flexibility, as measured by the Trail Making Test (TMT), part B. The Trail B of the TMT includes strong components of attentional control, as it requires participants to willingly switch and alternate between two responses (Sanchez-Cubillo et al., 2009). Improvement of the conflict monitoring network is coherent with findings in worried older adults with subjective cognitive decline using the Stroop Interference Test (Lenze et al., 2014), but not in clinically depressed or anxious older adults experiencing subjective cognitive decline (Wetherell et al., 2017). As conflict monitoring is impaired in aMCI and AD (Fernandez-Duque & Black, 2006; Van Dam et al., 2013), improvements induced by non-pharmacological interventions are encouraging. Similar to memory

findings, to dismiss a practice effect interpretation and support MBI's efficacy, future research must replicate MBI-benefit findings for the two attention networks, compared to both an active and a passive control group.

Training attention in older adults with aMCI can also be challenging because of the ongoing cognitive and cerebral decline. Novel practice of mindfulness meditation requires much effort and monopolizes attentional resources (Lutz, Jha, Dunne, & Saron, 2015; Vago & Silbersweig, 2012), already compromised in aMCI (Balota & Faust, 2001; Belleville et al., 2007; Faust & Balota, 2007). It is only with long-standing and frequent practice that meditation comes to require less attentional resources, allowing for the widening of attentional scope of awareness and the reaching of a novel state of constant attentional availability (for more detailed explanations, see Lutz et al., 2015; Vago & Silbersweig, 2012). In sum, an introductory eight-week mindfulness training could be insufficient to induce attention network changes important enough to be observed behaviorally in aMCI, which would require much more meditation practice over a long period, possibly years.

Self-reports of memory or attention using questionnaires did not allow for a differentiation of the two interventions but did improve over time. Considering that there were no objectified memory benefits, it brings into question whether older adults with aMCI retain the capacity to self-evaluate their memory, and if questionnaires target experienced memory impairments or worries of impairments. While anosognosia has long been considered a clinical marker of AD progression (Agnew & Morris, 1998), its occurrence in aMCI is not systematic and is unrelated to future decline risks (Roberts, Clare, & Woods, 2009). At this point, it is not possible to draw clear conclusions about the contribution of anosognosia to the discrepancy between results, but future studies should consider external reports of cognitive impairments. Indeed, informants' or relatives' ratings of the participants' memory function were shown to be more congruent with objective memory assessments than self-ratings (Frerichs & Tuokko, 2006), and more accurate in predicting subsequent decline (Slavin et al., 2015).

Another complex issue is whether subjective cognitive defects are informative of objective memory function or of depression and anxiety. Preliminary findings indicate a significant association between subjective cognition function, and depression and worries (Larouche, Chouinard, Morin-Alain, Goulet, & Hudon, 2018), while there was no association between subjective and objective cognitive functions (Larouche, Chouinard, Morin-Alain, Hudon, & Goulet, 2017). Depressive and anxious symptoms in aMCI

were associated with poorer cognition (Callahan et al., 2015; Hudon, Belleville, & Gauthier, 2008) and a greater risk to develop AD (Mourao, Mansur, Malloy-Diniz, Castro Costa, & Diniz, 2016; Rosenberg et al., 2013). Cognitive complaints are also related to the depressive or anxious status of older adults with aMCI (Hülür, Hertzog, Pearman, Ram, & Gerstorff, 2014; Hülür, Hertzog, Pearman, & Gerstorff, 2015; Montejo et al., 2014; Yates, Clare, Woods, & MRC CFAS, 2017). Both objective and subjective decline heighten the risk of AD in older adults with aMCI, but perceived symptoms also directly contribute to psychological distress. Therefore, while preventing further decline is a key research objective, alleviating current perceived symptomatology is also of great interest to foster life satisfaction in this growing population of cognitively fragile elderly.

The present study provides interesting insight on whether a MBI can benefit cognition in older adults with aMCI, pointing to a great need for more research in this field. While this study focused on cognitive functions deemed closely associated with mindfulness meditation network training, future research should also include more traditional clinical cognitive measurements, such as the Stroop Test for inhibition, the TMT for cognitive flexibility, or the California Verbal Learning Test for verbal memory. These tasks have been used in more studies and were validated for various populations, perhaps allowing for better comparisons. Ensuring concordance of these validated tasks with the ANT and the SART could also be a key issue for a better understanding MBI's impact on cognition. Future research should include measures of potential mechanisms of action of the control intervention, here the PBI, allowing a distinction of the interventions' actions on outcome variables.

Limitations

This study is the first to investigate in such details the evolution of subjective and objective memory in older adults with aMCI following a MBI or a PBI, and it presents some limitations. First, including no long-term evaluation (i.e., \geq one year) of cognition limited the capacity to size interventions' impacts on cognitive decline. Since progression from initial cognitive impairments to AD occurs in years rather than months, future research should ideally include longitudinal assessment of participants' cognitive status, months before and years after the interventions. A second limitation of this study is the absence of a passive control group that would have provided a measure of passage of time and practice effect on cognition, allowing insights on the test-retest fidelity of memory and attention tasks and questionnaires. This would have allowed for the calculation of minimal clinically important differences from reliability indexes and the

creation of a reference point to interpret cognitive changes (Beaton, Boers, & Wells, 2002).

Conclusion

This randomized-controlled trial showed that both MBI and PBI are unlikely to improve memory, as measured by cognitive tests, in older adults with aMCI. Similar subjective attention and memory benefits were seen for both interventions, along with attentional control benefits, as measured by the ANT. Only interviews favored the MBI, with a significantly greater proportion of participants reporting benefits. This study also sheds light on a limited potential of a MBI to benefit cognition through the network training pathway proposed by Malinowski and Shalamanova (2017). However, it supports the impact of non-pharmacological interventions on perceived cognition.

References

- Agnew, S. K. & Morris, R. G. (1998). The heterogeneity of anosognosia for memory impairment in Alzheimer's disease: A review of the literature and a proposed model. *Aging & Mental Health, 2*, 7-19. <https://doi.org/10.1080/13607869856876>
- Albert, M. S., DeKosky, S. T., Dickson, D., Dubois, B., Feldman, H. H., Fox, N. C., . . . Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of mild cognitive impairment due to Alzheimer's disease: Recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia, 7*, 270-279. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.03.008>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- Armijo-Olivo, S., Warren, S., & Magee, D. (2009). Intention to treat analysis, compliance, drop-outs and how to deal with missing data in clinical research: A review. *Physical Therapy Reviews, 14*, 36-49. <https://doi.org/10.1179/174328809X405928>
- Balota, D. & Faust, M. (2001). Attention in dementia of the Alzheimer's type. In F. Bolla & S. Cappa (Eds.), *Handbook of neuropsychology, Aging and dementia* (2nd ed., Vol. 6, pp. 51-80). New York, NY: Elsevier Science.
- Bartley, T. (2011). *Mindfulness-based cognitive therapy for cancer*. West Sussex, UK: John Wiley & Sons.
- Beaton, D. E., Boers, M., & Wells, G. A. (2002). Many faces of the minimal clinically important difference (MCID): A literature review and directions for future research. *Current Opinion in Rheumatology, 14*, 109-114. Retrieved from <https://journals.lww.com/co-rheumatology/>
- Belleville, S., Chertkow, H., & Gauthier, S. (2007). Working memory and control of attention in per-

- sons with Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Neuropsychology*, *21*, 458-469. <https://dx.doi.org/10.1037/0894-4105.21.4.458>
- Calero, M. D., Arnedo, M. L., Navarro, E., Ruiz-Pedrosa, M., & Carnero, C. (2002). Usefulness of a 15-item version of the Boston Naming Test in neuropsychological assessment of low-educational elders with dementia. *Journal of Gerontology: Psychological sciences*, *57B*, 187-191. <https://doi.org/10.1093/geronb/57.2.P187>
- Callahan, B. L., Joubert, S., Tremblay, M. P., Macoir, J., Belleville, S., Rousseau, F., . . . Hudon, C. (2015). Semantic memory impairment for biological and man-made objects in individuals with amnesic mild cognitive impairment or late-life depression. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, *28*, 108-116. <https://doi.org/10.1177/0891988714554708>
- Callahan, B. L., Macoir, J., Hudon, C., Bier, N., Chouinard, N., Cossette-Harvey, M., . . . Potvin, O. (2010). Normative data for the Pyramids and Palm Trees Test in the Quebec-French population. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *25*, 212-217. <https://doi.org/10.1093/arclin/acq013>
- Carlson, L. E. & Speca, M. (2010). *Mindfulness-based cancer recovery: A step-by-step MBSR approach to help you cope with treatment and reclaim your life*. Oakville, CA: New Harbinger.
- Castel, A. D., Balota, D. A., & McCabe, D. P. (2009). Memory efficiency and the strategic control of attention at encoding: Impairments of value-directed remembering in Alzheimer's disease. *Neuropsychology*, *23*, 297-306. <https://dx.doi.org/10.1037/a0014888>
- Chiesa, A. & Serretti, A. (2011). Mindfulness based cognitive therapy for psychiatric disorders: A systematic review and meta-analysis. *Psychiatry Research*, *187*, 441-453. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2010.08.011>
- Consortium des Universités de Montréal et de McGill. (1996). *Manuel de l'examen neuropsychologique*. Montréal, Canada: Étude Santé et Vieillesse au Canada.
- Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001). *Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS)*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Desrochers, A. (2006). OMNILEX : une base de données sur le lexique du français contemporain. *Cahiers Linguistiques d'Ottawa*, *34*, 25-34. Retrieved from <http://artsites.uottawa.ca/>
- Dion, M., Potvin, O., Belleville, S., Ferland, G., Renaud, M., Bherer, L., . . . Hudon, C. (2014). Normative data for the rappel libre/rappel indicé à 16 items (16-item free and cued recall) in the elderly Quebec-French population. *The Clinical Neuropsychologist*, *28*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/13854046.2014.915058>
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, M., & Posner, M. I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *14*, 340-347. <https://doi.org/10.1162/089892902317361886>
- Faust, M. E. & Balota, D. A. (2007). Inhibition, facilitation, and attention control in dementia of the Alzheimer type: The role of unifying principles in cognitive theory development. In D. S. Gorfein & C. McLeod's (Eds.), *The place of inhibition in Cognition* (pp. 213-238). Washington, DC: APA
- Fernandez-Duque, D. & Black, S. E. (2006). Attentional networks in normal aging and Alzheimer's disease. *Neuropsychology*, *20*, 133-143. <https://dx.doi.org/10.1037/0894-4105.20.2.133>
- Fournier, C. (2013). *Manuel d'intervention : rencontrer le stress avec la présence attentive*. Unpublished manuscript.
- Frerichs, R. J. & Tuokko, H. A. (2006). Reliable change scores and their relation to perceived change in memory: Implications for the diagnosis of mild cognitive impairment. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *21*, 109-115. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2005.08.003>
- Gard, T., Holzel, B. K., & Lazar, S. W. (2014). The potential effects of meditation on age-related cognitive decline: A systematic review. *Annals of the New York Academy of Science*, *1307*, 89-103. <https://doi.org/10.1111/nyas.12348>
- Geiger, P. J., Boggero, I. A., Brake, C. A., Caldera, C. A., Combs, H. L., Peters, J. R., & Baer, R. A. (2016). Mindfulness-Based Interventions for older adults: A review of the effects on physical and emotional well-being. *Mindfulness*, *7*, 296-307. <https://doi.org/10.1007/s12671-015-0444-1>
- Goyal, M., Singh, S., Sibinga, E. M., Gould, N. F., Rowland-Seymour, A., Sharma, R., . . . Haythornthwaite, J. A. (2014). Meditation programs for psychological stress and well-being: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Internal Medicine*, *174*, 357-368. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.13018>
- Hasenkamp, W. (2017). Catching the wandering mind: Meditation as a window into spontaneous thought. In K. C. R. Fox & K. Christoff (Eds.), *The Oxford Handbook of Spontaneous Thought* (pp. 1-29). New York, NY: Oxford University Press. <https://doi.org/10.31231/osf.io/kjyr8>
- Hasenkamp, W., Wilson-Mendenhall, C. D., Duncan, E., & Barsalou, L. W. (2012). Mind wandering and attention during focused meditation: A fine-grained temporal analysis of fluctuating cognitive states. *NeuroImage*, *59*, 750-760. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.07.008>
- Howard, D. & Patterson, K. (1995). *The Pyramids and Palm Trees Test*. London, England: Harcourt Assessment.

- Hudon, C., Belleville, S., & Gauthier, S. (2008). The association between depressive and cognitive symptoms in amnesic mild cognitive impairment. *International Psychogeriatrics, 20*, 710-723. <https://doi.org/10.1017/S1041610208007114>
- Huijbers, W., Schultz, A. P., Vannini, P., McLaren, D. G., Wigman, S. E., Ward, A. M., . . . Sperling, R. A. (2013). The encoding/retrieval flip: Interactions between memory performance and memory stage and relationship to intrinsic cortical networks. *Journal of Cognitive Neuroscience, 25*, 1163-1179. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00366
- Hülür, G., Hertzog, C., Pearman, A., Ram, N., & Gerstorf, D. (2014). Longitudinal associations of subjective memory with memory performance and depressive symptoms: Between-person and within-person perspectives. *Psychology and Aging, 29*, 814-827. <https://dx.doi.org/10.1037/a0037619>
- Hülür, G., Hertzog, C., Pearman, A. M., & Gerstorf, D. (2015). Correlates and moderators of change in subjective memory and memory performance: Findings from the health and retirement study. *Gerontology, 61*, 232-240. <https://doi.org/10.1159/000369010>
- Huntley, J. D., Hampshire, A., Bor, D., Owen, A. M., & Howard, R. J. (2017). The importance of sustained attention in early Alzheimer's disease. *International Journal of Geriatric Psychiatry, 32*, 860-867. <https://doi.org/10.1002/gps.4537>
- Hyer, L., Scott, C., Lyles, J., Dhaliwala, J., & McKenzie, L. (2014). Memory intervention: The value of a clinical holistic program for older adults with memory impairments. *Aging and Mental Health, 18*, 169-178. <https://doi.org/10.1080/13607863.2013.819832>
- Innes, K. E., Selfe, T. K., Brown, C. J., Rose, K. M., & Thompson-Heisterman, A. (2012). The effects of meditation on perceived stress and related indices of psychological status and sympathetic activation in persons with Alzheimer's disease and their caregivers: A pilot study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2012*, 1-9. <https://dx.doi.org/10.1155/2012/927509>
- Jackson, J. D. & Balota, D. A. (2012). Mind-wandering in younger and older adults: Converging evidence from the sustained attention to response task and reading for comprehension. *Psychology and Aging, 27*, 106-119. <https://dx.doi.org/10.1037/a0023933>
- Jessen, F., Wiese, B., Bachmann, C., Eifflaender-Gorfer, S., Haller, F., Kölsch, H., . . . Bickel, H. (2010). Prediction of dementia by subjective memory impairment: Effects of severity and temporal association with cognitive impairment. *Archives of General Psychiatry, 67*, 414-422. <https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2010.30>
- Juhel, J.-C. (2014). *Bien vieillir au quotidien*. Québec, Canada: Presses de l'Université Laval.
- Kabat-Zinn, J. (1990). *Full catastrophe living: The program of the stress reduction clinic at the University of Massachusetts Medical Center*. New York, NY: Delta.
- Larouche, E., Chouinard, A. M., Morin-Alain, V., Goulet, S., & Hudon, C. (2018). *Improving the psychological profile of older adults with amnesic mild cognitive impairment (aMCI) benefits subjective, but not objective, cognitive capacity*. Paper presented at the Alzheimer's Association International Conference 2018, Chicago, IL.
- Larouche, E., Chouinard, A. M., Morin-Alain, V., Hudon, C., & Goulet, S. (2017). *Inconsistent objective and subjective memory changes over a 2-month period in older adults with aMCI*. Paper presented at the International Neuropsychology Society (INS) mid-year congress, Cape Town, South Africa.
- Larouche, E., Chouinard, A. M., Morin-Alain, V., Hudon, C., & Goulet, S. (2018). Adaptation d'une intervention basée sur la pleine conscience à des personnes âgées ayant un trouble cognitif léger. In A. Devault et G. Pérodeau (Eds.), *Pleine conscience et intervention : théories et pratiques* (239-256). Québec, Canada: Presses de l'Université Laval.
- Larouche, E., Hudon, C., & Goulet, S. (2015). Potential benefits of Mindfulness-Based Interventions in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: An interdisciplinary perspective. *Behavioural Brain Research, 276*, 199-212. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2014.05.058>
- Larouche, E., Tremblay, M. P., Potvin, O., Laforest, S., Bergeron, D., Laforce, R., . . . Hudon, C. (2016). Normative data for the Montreal Cognitive Assessment in middle-aged and elderly Quebec-French people. *Archives of Clinical Neuropsychology, 31*, 819-826. <https://doi.org/10.1093/arclin/acw076>
- Lenze, E. J., Hickman, S., Hershey, T., Wendleton, L., Ly, K., Dixon, D., . . . Wetherell, J. L. (2014). Mindfulness-based stress reduction for older adults with worry symptoms and co-occurring cognitive dysfunction. *International Journal of Geriatric Psychiatry, 29*, 991-1000. <https://doi.org/10.1002/gps.4086>
- Lindsay, E. K. & Creswell, J. D. (2017). Mechanisms of mindfulness training: Monitor and Acceptance Theory (MAT). *Clinical Psychology Review, 51*, 48-59. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2016.10.011>
- Lutz, A., Jha, A. P., Dunne, J. D., & Saron, C. D. (2015). Investigating the phenomenological matrix of mindfulness-related practices from a neurocognitive perspective. *American Psychology, 70*, 632-658. <https://dx.doi.org/10.1037/a0039585>
- Malinowski, P. & Shalamanova, L. (2017). Meditation and cognitive ageing: The role of mindfulness med-

- itation in building cognitive reserve. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1, 96-106. <https://dx.doi.org/10.1007/s41465-017-0029-0>
- McNair, D. M. & Kahn, R. J. (1984). Self-assessment of cognitive deficits. In T. Crook, S. Ferris, & R. Bartus (Eds.), *Assessment in Geriatric Psychopharmacology*. New Canaan, CT: Mark Powley.
- Mitchell, A. J., Beaumont, H., Ferguson, D., Yadegarfar, M., & Stubbs, B. (2014). Risk of dementia and mild cognitive impairment in older people with subjective memory complaints: Meta-analysis. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 130, 439-451. <https://doi.org/10.1111/acps.12336>
- Modrego, P. J. & Ferrandez, J. (2004). Depression in patients with mild cognitive impairment increases the risk of developing dementia of Alzheimer type. *Archives of Neurology*, 61, 1290-1293. <https://doi.org/10.1001/archneur.61.8.1290>
- Molinuevo, J. L., Rabin, L. A., Amariglio, R., Buckley, R., Dubois, B., Ellis, K. A., . . . Jessen, F. (2017). Implementation of subjective cognitive decline criteria in research studies. *Alzheimers and Dementia*, 13, 296-311. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2016.09.012>
- Monestès, J. L. & Villatte, M. (2011). *La thérapie d'acceptation et d'engagement (ACT)*. Paris, France: Elsevier Masson.
- Montejo, P., Montenegro, M., Fernández-Blázquez, M. A., Turrero-Nogués, A., Yubero, R., Huertas, E., & Maestú, F. (2014). Association of perceived health and depression with older adults' subjective memory complaints: Contrasting a specific questionnaire with general complaints questions. *European Journal of Ageing*, 11, 77-87. <https://doi.org/10.1007/s10433-013-0286-4>
- Moulin, C. J., James, N., Freeman, J. E., & Jones, R. W. (2004). Deficient acquisition and consolidation: Intertrial free recall performance in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 26, 1-10. <https://doi.org/10.1076/jcen.26.1.1.23940>
- Mourao, R. J., Mansur, G., Malloy-Diniz, L. F., Castro Costa, E., & Diniz, B. S. (2016). Depressive symptoms increase the risk of progression to dementia in subjects with mild cognitive impairment: systematic review and meta-analysis. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 31, 905-911. <https://doi.org/10.1002/gps.4406>
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., . . . Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53, 695-699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- Newberg, A. B., Serruya, M., Wintering, N., Moss, A. S., Reibel, D., & Monti, D. A. (2013). Meditation and neurodegenerative diseases. *Annals of the New York Academy of Science*, 1307, 112-123. <https://doi.org/10.1111/nyas.12187>
- Norton, S., Matthews, F. E., Barnes, D. E., Yaffe, K., & Brayne, C. (2014). Potential for primary prevention of Alzheimer's disease: An analysis of population-based data. *The Lancet Neurology*, 13, 788-794. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(14\)70136-X](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(14)70136-X)
- Osterrieth, P. A. (1944). Le test de copie d'une figure complexe : contribution à l'étude de la perception et de la mémoire. *Archives de Psychologie*, 30, 286-356.
- Parent, A., Larouche, E., & Hudon, C. (2015). *Une intervention basée sur la psychoéducation pour les personnes âgées ayant un trouble cognitif léger amnésique*. Unpublished manuscript.
- Petersen, R. C. (2004). Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. *Journal of Internal Medicine*, 256, 183-194. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2004.01388.x>
- Petersen, R. C., Caracciolo, B., Brayne, C., Gauthier, S., Jelic, V., & Fratiglioni, L. (2014). Mild cognitive impairment: A concept in evolution. *Journal of Internal Medicine*, 275, 214-228. <https://doi.org/10.1111/joim.12190>
- Reisberg, B. & Gauthier, S. (2008). Current evidence for subjective cognitive impairment (SCI) as the pre-mild cognitive impairment (MCI) stage of subsequently manifest Alzheimer's disease. *International Psychogeriatrics*, 20, 1-16. <https://doi.org/10.1017/S1041610207006412>
- Rey, A. (1941). L'examen psychologique dans les cas d'encéphalopathie traumatique (Les problèmes). *Archives de Psychologie*, 28, 215-285.
- Riddoch, M. J. & Humphreys, G. W. (1993). *BORB: Birmingham Object Recognition Battery*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Roberts, J. L., Clare, L., & Woods, R. T. (2009). Subjective memory complaints and awareness of memory functioning in mild cognitive impairment: A systematic review. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 28, 95-109. <https://doi.org/10.1159/000234911>
- Rosenberg, P. B., Mielke, M. M., Appleby, B. S., Oh, E. S., Geda, Y. E., & Lyketsos, C. G. (2013). The association of neuropsychiatric symptoms in MCI with incident dementia and Alzheimer disease. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 21, 685-695. <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2013.01.006>
- Sanchez-Cubillo, I., Perianez, J. A., Adrover-Roig, D., Rodriguez-Sanchez, J. M., Rios-Lago, M., Tirapu, J., & Barcelo, F. (2009). Construct validity of the Trail Making Test: Role of task-switching, working memory, inhibition/interference control, and visuo-motor abilities. *Journal of the International Neuro-*

- psychological Society*, 15, 438-450. <https://doi.org/10.1017/S1355617709090626>
- Slavin, M. J., Sachdev, P. S., Kochan, N. A., Woolf, C., Crawford, J. D., Giskes, K., . . . Brodaty, H. (2015). Predicting cognitive, functional, and diagnostic change over 4 years using baseline subjective cognitive complaints in the Sydney memory and ageing study. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 23, 906-914. <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2014.09.001>
- Smallwood, J., Davies, J. B., Heim, D., Finnigan, F., Sudberry, M., O'Connor, R., & Obonsawin, M. (2004). Subjective experience and the attentional lapse: Task engagement and disengagement during sustained attention. *Consciousness and Cognition*, 13, 657-690. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2004.06.003>
- St-Hilaire, A., Hudon, C., Vallet, G., Bherer, L., Lusier, M., Gagnon, J.-F., . . . Macoir, J. (2016). Normative data for phonemic and semantic Verbal Fluency Test in the adult French-Quebec population and validation study in Alzheimer's disease and depression. *The Clinical Neuropsychologist*, 30, 1125-1150. <https://doi.org/10.1080/13854046.2016.1195014>
- Thomas-Antérion, C., Ribas, C., Honoré-Masson, S., Million, S., & Laurent, B. (2004). Évaluation de la plaine cognitive des patients Alzheimer, de sujets MCI, anxiodépressifs et de témoins avec le QPC (Questionnaire de plaintes cognitives). *Neurologie - Psychiatrie - Gériatrie*, 4, 30-34. [https://doi.org/10.1016/S1627-4830\(04\)97931-7](https://doi.org/10.1016/S1627-4830(04)97931-7)
- Tremblay, M. P., Potvin, O., Callahan, B. L., Belleville, S., Gagnon, J. F., Caza, N., . . . Macoir, J. (2015). Normative data for the Rey-Osterrieth and the Taylor Complex Figure Tests in Quebec-French people. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 30, 78-87. <https://doi.org/10.1093/arclin/acu069>
- Vago, D. R. & Silbersweig, D. A. (2012). Self-awareness, self-regulation, and self-transcendence (S-ART): A framework for understanding the neurobiological mechanisms of mindfulness. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 296. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00296>
- Van Dam, N. T., Sano, M., Mitsis, E. M., Grossman, H. T., Gu, X., Park, Y., . . . Fan, J. (2013). Functional neural correlates of attentional deficits in amnesic mild cognitive impairment. *PLoS One*, 8, e54035. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054035>
- Van der Linden, M. (2004). *L'Évaluation des troubles de la mémoire : présentation de quatre tests de mémoire épisodique (avec leur étalonnage)*. Marseille, France: Solal.
- Wechsler, D. (1997). *Wechsler Adult Intelligence Scale* (3rd ed.). San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wells, R. E., Kerr, C. E., Wolkin, J., Dossett, M., Davis, R. B., Walsh, J., . . . Yeh, G. (2013). Meditation for adults with mild cognitive impairment: A pilot randomized trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 61, 642-645. <https://doi.org/10.1111/jgs.12179>
- Wetherell, J. L., Hershey, T., Hickman, S., Tate, S. R., Dixon, D., Bower, E. S., & Lenze, E. J. (2017). Mindfulness-based stress reduction for older adults with stress disorders and neurocognitive difficulties: A randomized controlled trial. *Journal of Clinical Psychiatry*, 78, e734-e743. <https://doi.org/10.4088/JCP.16m10947>
- Wolfinger, R. (1993). Covariance structure selection in general mixed models. *Simulation and Computation*, 22, 1079-1106. <https://doi.org/10.1080/03610919308813143>
- Wong, W. P., Coles, J., Chambers, R., Wu, D. B.-C., & Hased, C. (2017). The effects of mindfulness on older adults with mild cognitive impairment. *Journal of Alzheimer's Disease Reports*, 1, 181-193. <https://doi.org/10.3233/ADR-170031>
- Yates, J. A., Clare, L., Woods, R. T., & MRC CFAS. (2017). Subjective memory complaints, mood and MCI: A follow-up study. *Ageing and Mental Health*, 21, 313-321. <https://doi.org/10.1080/13607863.2015.1081150>

Received January 22, 2018

Revision received May 4, 2018

Accepted May 5, 2018 ■



fondation
TALAN



x

Aidez-nous à l'aider

La Fondation TALAN a été créée en 2016 dans le but de venir en aide aux personnes qui présentent un Trouble d'Attention, du Langage, ou d'Apprentissage Neurodéveloppemental (TALAN).

La Fondation TALAN fait appel à votre générosité afin d'apporter un soutien direct à la recherche clinique, ceci en vue de mieux comprendre les TALAN et intervenir auprès de ceux qui en souffrent.

Aidez-nous à leur venir en aide
Faites un don maintenant

www.fondationtalan.org



Merci à tous nos commanditaires pour leur appui !



Faculté des arts et des sciences
Département de psychologie

Université 
de Montréal

AQNP

ASSOCIATION QUÉBÉCOISE
DES
NEUROPSYCHOLOGUES

JIRIRI

*Journal sur l'identité, les relations interpersonnelles et
les relations intergroupes
Journal of Interpersonal Relations, Intergroup
Relations and Identity*



fondation
TALAN



Laboratoire sur les changements sociaux et l'identité
Social Change and Identity Laboratory

Fonds de recherche
Société et culture
Québec 

Université 
de Montréal