

NCACN

Neuropsychologie
clinique et appliquée

Applied and Clinical
Neuropsychology

Rédactrice en chef | Editor-in-Chief

Lyanne Levasseur Faucher, B. Sc., Université de Montréal

Cheffe d'édition | Managing Editor

Stéphanie Duguay, B. Sc., 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

Arnaud Saj, Ph. D., Université de Montréal

Rédacteurs adjoints | Associate Editors

Valérie Angers, Université de Montréal

Gabrielle Aubin, Université de Montréal

Erslie Azor, Université de Montréal

Wassim Samy Azzoug, Université de Montréal

Ilay Celik, Université de Montréal

Sarah Clavet Djeeda, Université de Montréal

Justine Fortin, B. Sc., Université de Montréal

Myriam Guertin, Université de Montréal

Émilie Lannes, Université de Montréal

Maïna Leroux, Université de Montréal

Alexia Létourneau, B. Sc., Université de Montréal

Patricia Nadeau, Université de Montréal

Audrey-Anne Vanier, Université de Montréal

Éditeurs consultants | Consulting Editors

Caroll-Ann Blanchette, M. Sc., Université de Montréal

Amélie Cloutier, M. Sc., Université de Montréal

Caroline Dupont, M. Sc., Université de Montréal

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

Jérémie Gosselin, D. Ps., Université du Québec à Trois-Rivières

Hugo Laflamme, M. Sc., Université de Montréal

Éva Nadon, B. A., Université de Montréal

Pénélope Pelland-Goulet, M. Sc., Université de Montréal

Sarah Provost, B. A., Université de Montréal

Marie-Andrée Richard, B. Sc., Université de Montréal

Kassandra Roger, B. Sc., Université de Montréal

Marie Simon, M. Sc., Université de Montréal

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 aux 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 publish 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.

Directrice des communications et coordonnatrice des événements / Communication Director and Events Coordinator

Gabrielle Ross, Université de Montréal

Trésoriers / Treasurers

Étienne Caron, Université de Montréal

Gabrielle Ross, Université de Montréal

Responsable des médias / Media Director

Audrey-Anne Vanier, Université de Montréal

Évaluateurs de premier cycle / Undergraduate Reviewers

Karla Alhazim, Université de Montréal

Karine Archambault, Université de Montréal

Audrey Bellemare, B. Sc., Université de Montréal

Étienne Bérubé, Université McGill

Catherine Côté, Université de Montréal

Marianne Clavet, Université de Montréal

Valérie Daigneault, Université de Montréal

Laurie Décarie-Labbé, Université de Montréal

Tania Deshaies, Université de Montréal

Isabelle Deslandes, B. Sc., Université de Montréal

Julie Duchesne, Université de Montréal

Jessica Duclos, Université de Montréal

Hernanie Edma, Université de Montréal

Peter El-Bechara, Université de Montréal

Mariane Fiset, Université de Montréal

Sandrine Hansen Jaumard, Université de Montréal

Reine-Marie Hayek, Université de Montréal

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

Jeannah Jennifer Julien, Université de Montréal

Shanyce Alyssa Joseph, B.Sc., Université de Montréal

Xanthy Lajoie, Université de Montréal

Catherine Landry, Université de Montréal

Jade L'Ecuyer, Université de Montréal

Élisabeth Loranger, Université de Montréal

Estefania Loza, Université de Montréal

Florence Ménard, Université de Montréal

Yan Morin, Université de Montréal

Marie-Michèle Paquette, B.Sc., Université de Montréal

Katherine Savignac, Université de Montréal

Florence Séguin, Université de Montréal

Roxanne Temmel, Université de Montréal

Gabrielle Tessier, Université de Montréal

Emy Trépanier, Université de Montréal

Évaluateurs des cycles supérieurs / Guests

Étienne Aumont, M. Sc., Université du Québec à Montréal

Gabriel Bastien, B. Sc., Université de Montréal

Cindy Beaudoin, D. Psy., Université de Montréal

Kayla Bernatta Hollet, B. Sc., Memorial University of Newfoundland

Fanie Chainey, B. Sc., Université de Montréal

Sarah-Maude Coll, M. Sc., Université de Montréal

Manon Desforges, B. Sc., Université de Montréal

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

Wan Seo Kim, M. Sc., Université de Montréal

Sandy Larose, M. Sc., Université Laval

Marina Martin, Master 2, Université de Paris Nanterre

Stéphanie Miodus, M. A., Temple University

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

Marie-Pier Verner, M. Sc., Université de Sherbrooke

Équipe de l'édition / Edition Team

Sara Akki, Université de Montréal

Gabriel Bastien, B. Sc., Université de Montréal

Béatrice Bérubé, M. Sc., Université de Montréal

Florianne Bornette, Université de Montréal

Christine Boyadjian, Université de Montréal

Ilay Celik, Université de Montréal

Valérie Daigneault, Université de Montréal

Anais Gaudreau, Université de Montréal

Alec Henry, Université de Montréal

Thierry Jean, Université de Montréal

Léa-Maude Juteau, Université de Montréal

Émilie Lannes, Université de Montréal

Catherine Landry, Université de Montréal

Estefania Loza, Université de Montréal

Yan Morin, Université de Montréal

Un merci spécial à / A special thanks to:

Janie Mendes, B. Sc., Université de Montréal

Johémie Boucher, B. Sc., Université de Montréal

Marie-Ève Cadieux, Université de Montréal

Pour leur précieux conseils

Vincent Chartier, B. A., Université de Montréal

Pour le travail de traduction

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

Pour le design des pages couvertures



Neuropsychologie
clinique et appliquée

Applied and Clinical
Neuropsychology

Volume 3
Automne 2019 / Fall 2019

- 4 **Remerciements / Acknowledgments**
- 5 **Éditorial / Editorial**
L. Levasseur Faucher, B. Sc.
- 7 **Lettre des rédacteurs adjoints séniors / Letter from the Senior Associate Editors**
N. Gosselin, Ph. D., É. de Guise, Ph. D., B. Gauthier, Ph. D., et A. Saj, Ph. D.
- 9 **Processus de révision par les pairs / Peer-Review Process**
- 10 **Regards croisés sur la neuropsychologie francophone**
J.-P. Chartrand, Ph. D., D. Lapierre, Ph. D., J. Péron, Ph. D., A. Saj, Ph. D. et G. Wauquiez, M. Sc.
- 17 **Rendement scolaire et fonctionnement exécutif chez les jeunes ayant un TDA/H : le contexte de la transition primaire-secondaire**
V. Parent, Ph. D. et I. Vaudeville, D. Psy.
- 32 **Normalisation franco-québécoise d'une batterie d'Évaluation des Compétences de Lecture chez l'Adulte de plus de 16 ans (ECLA 16+)**
C. Rosier, M2, S. Tabet, B. Sc., S. Gauthier, D. Psy., J. Leblanc, M.O.A. et É. de Guise, Ph. D.
- 64 **Le trouble développemental du langage (TDL) : mise à jour interdisciplinaire**
C. Breault, M.P.O., M.-J. Béliveau, Ph. D., F. Labelle, B. Sc., F. Valade, B. Sc. et N. Trudeau, Ph. D.
- 82 **Revue narrative de l'effet des traumatismes crâniens sur la fatigue**
C. Dupont et O. Fortier-Lebel, B. Sc.
- 92 **Validité du test des 48 images dans la détection de la simulation des troubles de la mémoire**
I. Rouleau, Ph. D. et P.-L. Mallette, Ph. D.
- 105 **Perception of eye gaze direction in a case of acquired prosopagnosia**
B. Erni, Ph. D., R. Maurer, Ph. D., D. Kerzel, Ph. D., & N. Burra, Ph. D.
- 120 **Harnessing the Brain's Neuro-Compensatory Processes: Lessons from a High-Functioning Person with Complete Agenesis of the Corpus Callosum**
K. J. Trevis, Ph. D., E. McTavish, M. Sc., T. Winter, M. Sc., Y. Fu, Ph. D., J. McTavish, M. Sc., B. Wilson, M. D., J. Oliver, & E. A. Franz, Ph. D.
- 132 **Cross-Sectional Analysis of Picture Descriptions of Healthy Young and Older Adults**
J. Boucher, B. Sc., A. Slegers, B. A., B. Sc., & S. M. Brambati, Ph. D.
- 146 **Investigation of Emotional Expression Processing Following Cognitive Behavioural Therapy for Patients with Schizophrenia: An Event-Related Potentials Study**
D. Shah, Ph. D., V. Knott, Ph. D., A. Baddeley, M. Sc., H. Bowers, B. A., N. Wright, Ph. D., A. Labelle, M. D., D. Smith, Ph. D., & C. Collin, Ph. D.
- 165 **Évaluation des effets d'une prise en charge de l'entourage sur les capacités de communication du patient aphasique**
S. Gillet, M. Sc., J. Bonnet, M. Sc., A. Hiernaux, M. Sc. et M. Poncelet, Ph. D.
- 178 **Neuropsychological Rehabilitation Focused on a Daily Activity in an Extremely Severe Brain-Injured Patient**
F. Centomo, M. Sc., M. Van Der Linden, Ph. D., G. Wicky, M. Sc., & A. Bellmann, Ph. D.

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, cliniciens et 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 des étudiants de premier cycle et 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 et/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 7500 mots et 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.ca

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

Sauf 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, Lyanne Levasseur Faucher, à l'adresse suivante: ncacn@umontreal.ca.

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 undergraduate and 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 and/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 join the NCACN

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.ca

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, Lyne Levasseur Faucher (email: ncacn@umontreal.ca).

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier notre rédactrice en chef, Lyane Levasseur Faucher, pour son travail rigoureux, son sens de l'initiative et de l'organisation, sa bienveillance et son engagement passionné. 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 3 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. Nous remercions M. Gyslain Giguère ainsi que les membres du comité organisateur de la 13^e Journée scientifique du Département de psychologie de l'Université de Montréal, qui permettent le rayonnement de la revue année après année auprès de notre communauté universitaire.

Un énorme merci également au Département de psychologie de l'Université de Montréal, sous la direction de Mme Michelle McKerral, le Laboratoire international de recherche sur le Cerveau, la Musique et le Son (BRAMS) et à l'Association québécoise des neuropsychologues (AQNP) pour leur soutien financier. De même, la diffusion de la revue NCACN ne serait possible sans vos contributions volontaires. Nous exprimons notre reconnaissance envers nos précieux partenaires, la Société québécoise pour la recherche en psychologie et les Cahiers de Neuropsychologie Clinique. Nous tenons à remercier le bar La P'tite Grenouille, le Krispy Kreme de Greenfield Park et le Dollorama de Côte-des-Neiges pour leur contribution lors de nos collectes de fonds. Nous saluons le travail de Vincent Chartier (B. A.) pour la traduction de divers textes. Nous remercions enfin Mme Florianne Louissaint, notre technicienne administrative et Mme Sophie Dubois du service d'impression de l'Université de Montréal, pour leur rôle essentiel afin de mener ce projet à terme.

Acknowledgments

First of all, we would like to thank our Editor-in-Chief, Lyane Levasseur Faucher, for her rigorous work, her initiative, her organizational skills, her goodwill and her passionate commitment. We also thank all the undergraduate and graduate students from the Université de Montréal who were part of the editorial team this year. It is thanks to you that the publication of the third 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 thank Mr. Gyslain Giguère and the organizing committee of the 13th annual Scientific Day of the Department of psychology at the Université de Montréal, who extend the outreach of the journal within our university community.

We also wish to express our gratitude to the Department of psychology of the Université de Montréal, directed by Mrs. Michelle McKerral, the International Laboratory for Brain, Music and Sound Research (BRAMS) and the *Association québécoise des neuropsychologues* (AQNP) for their financial support, as well as your voluntary contributions, which allows the distribution of the NCACN journal. We are grateful for our collaboration with our precious partners, the *Société québécoise pour la recherche en psychologique* (SQRP) and the *Cahiers de Neuropsychologie Clinique*. We greatly appreciate the work of Vincent Chartier (B. A.) for translating different texts. Finally, we thank Mrs. Florianne Louissaint, our administrative technician, as well as Mrs. Sophie Dubois, from the printing services at the Université de Montréal, for playing a key role in the achievement of this project.

Éditorial

Lyanne Levasseur Faucher, B.Sc.
Université de Montréal



C'est avec une immense fierté que je vous présente le troisième volume de la revue *Neuropsychologie Clinique et Appliquée / Applied and Clinical Neuropsychology* (NCACN) ! Après avoir eu la chance de m'impliquer au sein de la revue en tant que rédactrice adjointe pour le second volume, c'est sous un angle différent que j'ai vécu l'ensemble du processus de publication entourant ce troisième numéro. Poursuivant la tradition, le NCACN a rassemblé divers membres pour former une équipe éditoriale des plus dévouées. Cette année, le comité était composé de 13 rédacteurs adjoints, de 12 éditeurs consultants, et près d'une cinquantaine d'évaluateurs provenant de différentes universités. Notre équipe a collaboré étroitement avec celle du *Journal sur l'identité, les relations interpersonnelles et les relations intergroupes* (JIRIRI), cette année dirigée par la rédactrice en chef Charlotte Dupont, entre autres pour faire la promotion et pour recueillir le financement nécessaire à la publication et la distribution des deux revues. En ce sens, je salue le travail incroyable de Gabrielle Ross, directrice des communications et coordonnatrice des événements.

Depuis la création du NCACN en 2017, c'est avec grand bonheur que nous constatons que le nombre de collaborations et de publications ne cesse de croître. Nous tenons tout particulièrement à remercier la Société Québécoise de la Recherche en Psychologie (SQRP) de nous avoir accueillis lors de son 41^e congrès annuel ayant eu lieu à Mont-Tremblant.

Avec ce troisième numéro, le NCACN contribue à l'enrichissement des connaissances en neuropsychologie clinique et appliquée au niveau international, et ce, au-delà de la Francophonie. Effectivement, les articles publiés jusqu'à maintenant proviennent de quatorze institutions universitaires issues de cinq pays (Belgique, Canada, France, Nouvelle-Zélande et Suisse). Nous avons également augmenté le nombre de publications par volume, pour un total de plus de 25 articles parus. Pour sa troisième édition, le NCACN a reçu un total de 14 soumissions. De celles-ci, 11 manuscrits provenant de sept universités différentes ont été acceptés et publiés, ce qui représente un taux de rejet de 21%.

Étant donné la vocation pédagogique de la revue, notre équipe s'est aussi investie dans la mise à jour du contenu des formations, autant pour les évaluateurs externes que les rédacteurs adjoints. De nouvelles grilles d'évaluation utilisées au cours du processus de révision par les pairs ont notamment été élaborées en collaboration avec la cheffe d'édition du 12^e volume du JIRIRI, Marie-Ève Cadieux.

Le résultat final de ce projet ambitieux reposant entre vos mains témoigne à nouveau de la volonté d'apprendre, de la ténacité et du savoir-faire des étudiants du baccalauréat en psychologie et

en neurosciences cognitives et des cycles supérieurs de l'Université de Montréal. Mes plus sincères remerciements vont à chacun des membres de mon équipe, qui ont eu le courage de s'impliquer pour assurer la pérennité de cette initiative mettant les étudiants de premier cycle en avant-plan, le tout avec brio. Je me dois de remercier notre cheffe d'édition Stéphanie Duguay (B. Sc.) pour son travail rigoureux, sa force et son efficacité, sans qui nous n'aurions pu obtenir un résultat d'une aussi grande qualité. Ce fut un privilège pour moi de pouvoir compter sur son talent. Je salue les personnes responsables m'ayant précédé, dont Janie Mendes (B. Sc.) et Johémie Boucher (B. Sc.) pour leur contribution significative au progrès du NCACN et leurs précieux conseils. Je remercie Vincent Chartier (B. A.) pour son aide en ce qui a trait à la traduction de divers textes.

Je remercie les auteurs pour leur précieuse collaboration et la confiance qu'ils nous accordent depuis nos débuts afin de favoriser l'avancement des connaissances scientifiques dans le domaine de la neuropsychologie clinique et appliquée.

Enfin, j'exprime ma reconnaissance envers les trois rédacteurs adjoints seniors ayant fondé la revue, Éline de Guise (Ph. D.), Bruno Gauthier (Ph. D.) et Nathalie Gosselin (Ph. D.). Un merci spécial à cette dernière qui a joué un rôle indispensable pour moi en tant que mentore au courant de la dernière année. Je souligne également l'arrivée parmi notre équipe de rédacteurs adjoints seniors et la contribution importante d'Arnaud Saj (Ph. D.). Merci à vous quatre de m'avoir permis de vivre cette expérience unique et de m'avoir encouragé à développer mes idées tout en bénéficiant de vos conseils avisés.

De plus, je tiens à remercier la fondatrice du JIRIRI, Roxane de la Sablonnière (Ph. D.), de m'avoir permis de m'initier au monde stimulant qu'est celui de la recherche, de même que le professeur responsable du 12^e volume, M. Daniel Sznycer (Ph. D.) pour son soutien tout au long de l'année.

Ce poste m'aura fait prendre conscience de l'importance de l'approche centrée sur l'étudiant pour à la fois stimuler notre curiosité intellectuelle et assouvir notre soif de connaissances, de même que notre besoin de surpasser nos limites, tout en tissant de forts liens avec nos collègues. Au terme de cette aventure enrichissante, je poursuis mon parcours universitaire en gardant en tête des échanges tous plus intéressants les uns que les autres pour alimenter mes réflexions.

À toutes les personnes qui prendront le temps de nous lire, merci!

Editorial

Lyanne Levasseur Faucher, B.Sc.

Université de Montréal



It is with immense pride that I present to you the third volume of *Neuropsychologie Clinique et Appliquée / Applied and Clinical Neuropsychology* (NCACN)! After having the chance to be involved in the second volume as an Associate Editor, it is from a different point of view that I experienced the whole publication process for this third edition.

As per tradition, the NCACN assembled different members to form an editorial committee of the utmost dedication. This year, the Editorial Board included 13 Associate Editors, 12 Consulting Editors (graduate students), and almost 50 Reviewers from several universities around the world. Our team worked closely with the *Journal of Interpersonal Relations, Intergroup Relations and Identity (JIRIRI)*, directed this year by Charlotte Dupont, especially for the promoting and the fundraising activities required to print and distribute the two journals. Moreover, I acknowledge the incredible work of Gabrielle Ross, Communication Director and Events Coordinator.

Since the journal's foundation in 2017, we have observed an increase in the number of our collaborations and publications with great joy. Firstly, we outline our partnership with the team of the *Cahiers de Neuropsychologie Clinique*, who allows us to present you in co-publication the article *Regards croisés sur la francophonie*. Secondly, we wish to thank the *Société Québécoise de la Recherche en Psychologie (SQRP)* for welcoming us at their 41st annual congress that took place at Mont-Tremblant.

With this third issue, the NCACN contributes to the advancement of knowledge in applied and clinical neuropsychology at an international level, beyond the Francophonie. Indeed, as of today the published articles came from fourteen academic institutions located in five countries (Belgium, Canada, France, New-Zealand and Switzerland). We have also raised the number of articles per volume, totalizing more than 25 published articles. Following our call for papers, the NCACN received a total of 14 submissions. Of these, 11 manuscripts originating from seven different universities were accepted and published which represents a rejection rate of 21%.

Considering the educational vocation of the journal, our team also invested time and effort updating the training content, for the External Reviewers and the Associate Editors. New evaluation grids used for the peer-review process were created in collaboration with the Managing Editor of the JIRIRI's 12th volume, Marie-Ève Cadieux. To be more consistent, the reviewers' comments are now included within the edition letter transmitted to our authors.

The final product in your hands results from an ambitious project and testifies once again to the willingness to learn, the tenacity and the competence of the undergraduate students in psychology and cognitive neurosciences and the graduate students in psychology and neuropsychology at the Université de Montréal. My heartfelt thanks to every single member of my brilliant team, who had the courage to venture and engage to ensure the sustainability of this initiative putting the contribution of undergraduate students forward. I need to thank our Managing Editor Stéphanie Duguay (B. Sc.), for her rigorous work, her strength and her efficiency. We could not have obtained such a quality result without her and it was a privilege for me to count on her talent. I commend my predecessors especially Janie Mendes (B. Sc.) and Johémie Boucher (B. Sc.) for their significant contribution to the NCACN's progress, and thank them for their precious advices. I also acknowledge Vincent Chartier (B. A.) for his help in translating various texts.

I thank the authors for their valuable collaboration and their trust since the beginning, to help them contribute to the progress of scientific knowledge in clinical and applied neuropsychology.

Ultimately, I would like to express my gratitude to the three founding Senior Associate Editors, Bruno Gauthier (Ph. D.), Éline de Guise (Ph. D.), and Nathalie Gosselin (Ph. D.). A special thanks to the latter, for playing an essential role as a mentor for me in the last year. I would like to highlight the important contribution of Arnaud Saj (Ph. D.) as a new Senior Associate Editor. Thanks to the four of you for allowing me to live a unique experience and for encouraging me to develop my ideas while benefiting from your guidance.

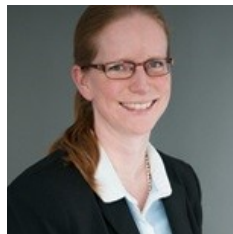
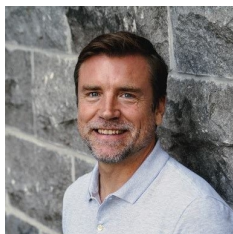
Furthermore, I gratefully thank the JIRIRI's founder, Roxane de la Sablonnière (Ph. D.), for initiating me to the research's stimulating world, as well as to Mr. Daniel Sznycer (Ph. D.), for his continuous support throughout the year.

This position made me realized more clearly the success of the student-centered approach of the learning experience. It simultaneously fulfills our eagerness to learn and our need to transcend our limits, in addition to giving us the opportunity to build strong ties with our colleagues. After such a tremendous adventure, I pursue my academic cursus while keeping in mind some of the most interesting exchanges to feed my thinking.

To all who will take the time to read us, thank you!

Lettre des rédacteurs adjoints séniors

Nathalie Gosselin, Ph. D., Éline de Guise, Ph. D., Bruno Gauthier, Ph. D., et Arnaud Saj, Ph. D.
Université de Montréal



Les meilleures pratiques sont basées sur l'appropriation des données probantes et le transfert bidirectionnel des connaissances entre cliniciens et chercheurs. Pour la troisième année consécutive, la revue NCACN appuie la communauté scientifique et les politiques des organismes de financement de la recherche (p. ex., Fonds de recherche du Québec) pour favoriser le libre accès (*open access*) aux publications scientifiques de ses auteurs, constitués d'étudiants, de cliniciens et de chercheurs. En psychologie, il est estimé qu'environ le tiers des articles publiés entre 2009 et 2015 ayant un identifiant numérique d'accès (*digital object identifier*, DOI) sont accessibles gratuitement (Piwowar et coll., 2018). Le NCACN contribue à la diffusion de travaux en libre accès à un lectorat plus diversifié. Ceci est possible grâce au travail exceptionnel des étudiants de l'Université de Montréal, au soutien indéfectible du Journal sur l'identité, les relations interpersonnelles et relations intergroupes (JIRIRI) et aux généreuses contributions financières du Département de psychologie de l'Université de Montréal, du Laboratoire international de recherche sur le Cerveau, la Musique et le Son (BRAMS) et de l'Association Québécoise des Neuropsychologues (AQNP).

C'est avec enthousiasme que nous vous présentons ce 3^e volume comprenant 12 excellents articles. Ceux-ci touchent tant les volets de l'évaluation neuropsychologique que de l'intervention et couvrent toutes les tranches d'âges, ainsi qu'une grande diversité de populations cliniques. Le Volume 3 débute par la présentation d'une co-publication réalisée avec les Cahiers de Neuropsychologie Clinique et intitulée *Regards croisés sur la neuropsychologie francophone*. Cet article est issu de la rencontre ayant eu lieu au 3^e Congrès National de Neuropsychologie Clinique et rassemblant les représentants des associations de psychologues spécialisés en neuropsychologie de la Belgique, de la France, du Québec et de la Suisse. Cet article détaille les thèmes discutés tels que l'essor de la neuropsychologie, la formation ainsi que les enjeux et perspectives ayant menés à la création symbolique de la Fédération Internationale des Associations de Neuropsychologues Francophones.

Entamant le volet clinique et appliqué, l'article de Véronique Parent et d'Isabelle Vaudeville s'intéresse à l'impact de la transition primaire-secondaire sur le rendement scolaire et le fonctionnement exécutif de jeunes ayant un trouble du déficit de l'attention/hyperactivité (TDA/H). Grâce aux travaux de recherche de Clothilde Rosier et de ses collaborateurs, la normalisation franco-québécoise de la batterie d'Évaluation des Compétences de Lecture chez l'Adulte de plus de 16 ans (ECLA 16+) permettra

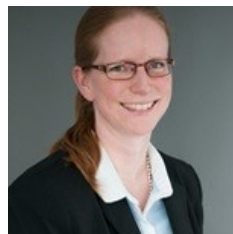
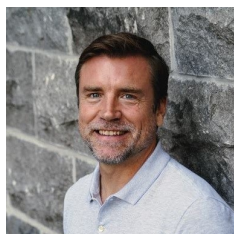
d'améliorer de manière significative l'évaluation des troubles du langage écrit au Québec. Alors que Chantale Breault et al. offrent une mise à jour interdisciplinaire des enjeux et des connaissances actuelles liés au trouble développemental du langage (TDL), Charlotte Dupont et Olivier Fortier-Label présentent une revue de la littérature sur les effets des traumatismes crâniens sévères sur la fatigue. Quant à eux, Isabelle Rouleau et Pierre-Luc Mallette nous offrent les résultats d'une étude de validation du test des 48 images dans la détection de la simulation des troubles de la mémoire. Britt Erni et ses collaborateurs présentent ensuite une étude exhaustive de la perception de la direction du regard d'une patiente ayant une prosopagnosie acquise. Une autre étude de cas, réalisée par Krysta J. Trevis et al., menée auprès d'une patiente ayant une agénésie du corps calleux et un haut niveau de fonctionnement, permettra d'améliorer la compréhension des mécanismes compensatoires du cerveau. Subséquemment, Johémie Boucher et al. présentent les résultats de leurs analyses transversales de la tâche de description d'images chez des jeunes et des personnes âgées en bonne santé. Pour faire suite au volet évaluation, une section de ce numéro est dédiée au volet intervention. En ce sens, Dhrasti Shah et ses collègues dévoilent les résultats de leur étude examinant, par le biais des potentiels évoqués, les effets de la thérapie cognitivo-comportementale sur les mécanismes neuronaux lors de l'identification d'expressions faciales émotionnelles chez des patients schizophrènes. Sophie Gillet et al. présentent les résultats de l'évaluation d'une prise en charge de l'entourage sur les habiletés de communication d'un patient aphasique. Ce numéro se termine avec l'article de Francesca Centomo et ses collaborateurs, présentant l'étude d'un patient ayant subi un traumatisme crânien sévère et bénéficié d'un programme de réhabilitation écologique.

En somme, nous avons tenté de regrouper plusieurs thématiques et approches réalisées auprès de plusieurs populations cliniques, dans des articles de très grande qualité. Nous espérons sincèrement que le contenu bonifiera vos connaissances et favorisera une réflexion sur vos approches d'évaluation et d'intervention, et ce, dans le but d'améliorer vos pratiques et d'offrir de meilleurs soins aux populations cliniques. Bonne lecture et au plaisir de peut-être aussi vous lire un jour !

Piwowar, H., Priem, J., Larivière, V., Alperin, J. P., Matthias, L., Norlander, B., . . . Haustrein, S. (2018). The state of OA: A large-scale analysis of the prevalence and impact of Open Access articles. *Peer J*, e4375. doi: 10.7717/peerj.4375

Letter from the Senior Associate Editors

Nathalie Gosselin, Ph. D., Éline de Guise, Ph. D., Bruno Gauthier, Ph. D., et Arnaud Saj, Ph. D.
Université de Montréal



The best practices are based on the appropriation of the evidence and the bidirectional knowledge transfer between clinicians and researchers. For the third consecutive year, the NCACN supports the scientific community and the research funding organizations' politics (e.g., *Fonds de recherche du Québec*) to promote open access for the publications. In psychology, approximately one third of the articles published between 2009 and 2015 featuring a digital object identifier (DOI) is estimated to be freely accessible (Piwowar et al., 2018). Supporting the movement in favour of open access, the NCACN is contributing to the diffusion in open access of research works of its associated authors to a more diversified readership. Open access to the articles published within the NCACN could not be possible without the remarkable work of the Université de Montréal's students, the unfailing support of the *Journal of Interpersonal Relations, Intergroup Relations and Identity* (JIRIRI), as well as the generous financial contribution of the Psychology Department of the Université de Montréal, the International Laboratory for Brain, Music and Sound Research (BRAMS), and the *Association Québécoise des Neuropsychologues* (AQNP).

It is with enthusiasm that we present Volume 3, which includes 12 excellent articles. While addressing the neuropsychological assessment and intervention components, the articles cover all age groups, as well as a great diversity of clinical populations. Volume 3 starts with the presentation of a co-publication conducted along with *Cahiers de Neuropsychologie* and intitled *Regards croisés sur la neuropsychologie francophone*. This article originates from the meeting that occurred at the 3rd Congrès National de Neuropsychologie Clinique and bringing together the representatives of psychology associations specialized in neuropsychology from Belgium, France, Quebec and Switzerland. This article details the themes discussed such as the development of neuropsychology, training and the challenges and perspectives that lead to the symbolic creation of the *Fédération Internationale des Associations de Neuropsychologues Francophones*.

Then, introducing the applied and clinical section, Véronique Parent and Isabelle Vaudeville's article takes an interest in the elementary school to high school transition, considered a pivotal phase for the school performance and the executive functioning of children presenting an attention-deficit/hyperactive disorder (ADHD). Following this, thanks to Clothilde Rosier and her colleagues, the French-Quebec standardization of the battery of *Évaluation des Compétences de Lecture chez l'Adulte de plus de 16 ans* (ECLA 16+) will significantly improve the evaluation of written language disorders in Quebec. While Chantale Breault and

her colleagues offer an interdisciplinary update of the challenges and current knowledge relative to the developmental language disorder (DLD), Charlotte Dupont and Olivier Fortier-Lebel present a literature review about the effects of severe head trauma on fatigue. Isabelle Rouleau and Pierre-Luc Mallette offer the results of a validation study of the 48-pictures test in the detection of the simulation of memory disorders. Then, Britt Erni et al. present an exhaustive study of the perception of the direction of a patient's gaze, considered a pure case of acquired prosopagnosia. Another case report on a high functioning patient with complete agenesis of the corpus callosum, this time conducted by Krysta J. Trevis et al., will improve the understanding of the brain's compensatory mechanisms. Subsequently, Johémie Boucher et al. present the results of their cross-sectional analysis for the picture description task among healthy young and elderly participants. Following the evaluation component, a section of this edition is dedicated to the intervention component. To this end, Dhrasti Shah and her colleagues expose the results of their study examining the effects of cognitive behavioural therapy on neuronal mechanisms through evoked potentials, when identifying emotional facial expressions among schizophrenic patients. Sophie Gillet et al. present for their part the results of the evaluation of an intervention program aiming to reduce non-facilitative communication behaviors in the partner of an aphasic person. Finally, we are concluding this volume with the article of Francesca Centomo and her colleagues, presenting a case study of a severely traumatic brain injured patient, who benefited from a contextualized rehabilitation program.

In summary, in this volume, we attempted to gather several themes and approaches conducted alongside different clinical populations through some quality articles. We sincerely hope that the content will enrich your knowledge and foster a reflection regarding your approaches concerning assessment and intervention, which is relevant to improve practices and offer better care to clinical populations. The NCACN's third edition is at your entire disposition. We wish you a good read and hope to read your original work in a near future!

Piwowar, H., Priem, J., Larivière, V., Alperin, J. P., Matthias, L., Norlander, B., ... Haustrein, S. (2018). The state of OA: A large-scale analysis of the prevalence and impact of Open Access articles. *PeerJ*. e4375. doi: 10.7717/peerj.4375

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 cheffe 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 avec les rédacteurs adjoints seniors, 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 des évaluateurs, des étudiants de premier cycle et 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 undergraduate and graduate students. Following the reception of the reviews, the Associate Editor, supervised by a Consulting Editor, integrates comments from Reviewers and summarizes the main

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., Arnaud Saj, 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 toutes ces personnes, le NCACN peut atteindre ses objectifs et sa mission.

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., Nathalie Gosselin, Ph. D., Arnaud Saj, Ph. D., and 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.

Regards croisés sur la neuropsychologie francophone

Jean-Pierre Chartrand, psychologue spécialisé en neuropsychologie, docteur en neuropsychologie, exercice libéral à Montréal (Canada, province du Québec), cofondateur et administrateur à l'Association québécoise des neuropsychologues (AQNP).

Delphine Lapeirre, psychologue spécialisée en neuropsychologie, service de neurologie, hôpital de Jolimont à La Louvière (Belgique), membre du pôle neuropsychologie de l'Union professionnelle des psychologues cliniciens francophones (UPPCF).

Julie Péron, psychologue spécialisée en neuropsychologie, docteure en science de la santé, chargée de cours à la Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation de l'Université de Genève, psychologue spécialisée en neuropsychologie au sein des Hôpitaux Universitaires de Genève, membre du Bureau et de la commission de formation continue de l'Association suisse des neuropsychologues (ASNP).

Arnaud Saj, psychologue spécialisé en neuropsychologie en France, Suisse et Canada, docteur en neuropsychologie, responsable de l'unité de neuropsychologie au sein des Hôpitaux Universitaires de Genève, président de la commission Formation Continue et membre de la commission reconnaissance de l'Association suisse des neuropsychologues, depuis novembre 2018 professeur en neuropsychologie clinique à l'Université de Montréal.

Grégoire Wauquiez, psychologue spécialisé en neuropsychologie, pôle rééducation, Centre Hospitalier Universitaire de Dijon (21), président de l'Organisation française des psychologues spécialisés en neuropsychologie (OFPN). Chargé de cours à l'université de Bourgogne et à l'université de Franche-Comté.

Au cours du 3^{ème} Congrès National de Neuropsychologie Clinique (CNNC) a eu lieu en France la première rencontre entre les représentants des associations de psychologues spécialisés en neuropsychologie issus de quatre territoires francophones : la Belgique, la France, la province du Québec et la Suisse. Ces associations sont impliquées dans la promotion et la reconnaissance de la spécialité dans leurs régions respectives, à savoir l'Union Professionnelle des Psychologues Cliniciens Francophones pour la Belgique (UPPCF-pôle neuropsychologie), l'Organisation Française des Psychologues spécialisés en Neuropsychologie (OFPN), l'Association Québécoise des Neuropsychologues (AQNP) et l'Association Suisse des Neuropsychologues (ASNP). L'objectif principal de cette rencontre était de profiter de ce rassemblement inédit pour pointer les similitudes, les différences, les points d'intérêt particuliers et les perspectives d'amélioration vers lesquelles faire converger les pratiques des psychologues francophones spécialisés en neuropsychologie et favoriser leur reconnaissance. Après une brève introduction présentant l'essor de la neuropsychologie de chaque pays, plusieurs thèmes ont été abordés : formation, statut, reconnaissance, pratiques professionnelles, enjeux et perspectives. L'intervention s'est conclue par le constat d'un nombre important de similarités dans les problématiques rencontrées, ainsi qu'une réelle volonté de mutualiser les démarches et réalisations nationales. Cet élan a permis de formaliser la création symbolique d'une Fédération Internationale des associations de Neuropsychologues Francophones (FINF).

Mots clés : neuropsychologie francophone, état des lieux, état de la pratique, reconnaissance, perspective d'avenir

Cet article est également publié dans la revue « les Cahiers de Neuropsychologie Clinique (CNC) » dans le cadre d'un partenariat de publication afin de souligner la dynamique de partage et d'émulation soutenue par les auteurs et leurs associations autour de la neuropsychologie francophone.

Le présent article est rédigé au masculin mais il s'entend au féminin également.

La correspondance concernant cet article doit être adressée à / Correspondence concerning this article should be addressed to: Grégoire Wauquiez, CHU de Dijon - Pôle rééducation ; 23 rue gaffarel, 21000 Dijon, France

Courriel/e-mail : gregoire.wauquiez@chu-dijon.fr

Au sein de la francophonie, la neuropsychologie se développe en tant que discipline scientifique transversale par l'intermédiaire de la Société de Neuropsychologie de Langue Française (SNLF), société savante apolitique créée en 1977 regroupant divers professionnels (notamment psychologues, médecins, orthophonistes et universitaires).

Il existe également à notre connaissance désormais quatre grandes associations nationales se proposant de représenter les psychologues spécialisés en neuropsychologie :

1. Union Professionnelle des Psychologues Cliniciens Francophones - pôle neuropsychologie (UPPCF) pour la Belgique ;
2. Organisation Française des Psychologues spécialisés en Neuropsychologie (OFPN) pour la France ;
3. Association Québécoise des Neuropsychologues (AQNP) pour la province canadienne du Québec ;
4. Association Suisse des Neuropsychologues (ASNP) pour la Suisse.

La table ronde qui s'est déroulée lors du 3^{ème} CNNC avait comme principal objectif de rassembler les représentants des quatre associations professionnelles précitées pour faire le point sur la situation des neuropsychologues sur ces différents territoires. Ce faisant, les contributeurs se sont efforcés de poser les bases du débat en exposant brièvement la situation des collègues dans chacun des territoires concernés, de l'origine de la discipline à la situation actuelle des professionnels, en passant par les divers enjeux et défis futurs dont ils devront se saisir de manière à poursuivre le développement de leur si riche spécialité. Nous proposerons au travers de cet article de retranscrire les principaux éléments abordés, territoire par territoire, ainsi que les perspectives envisagées pour y répondre de manière commune autour d'une dynamique d'émulation mutuelle.

Un regard vers le passé

Quelques noms, quelques dates

Belgique. Les débuts de la neuropsychologie en Belgique francophone peuvent être liés à un nom, le Professeur Xavier Seron. N'oublions pas son élève Martial Van der Linden qui a immigré en Suisse par la suite. Ils sont tous les deux à l'origine de la rédaction du fameux « Traité de neuropsychologie », ouvrage de référence pour tous les neuropsychologues francophones. La première unité de neuropsychologie a été créée à l'Université de Liège dans le service de neurochirurgie du Professeur Bonnal, par Xavier Seron et Marianne Van der Kaa aux alentours des années 1975-1976. La création de la première orientation de cours en neuropsychologie a eu lieu à

l'Université Catholique de Louvain vers 1995 par Xavier Seron, il s'agissait alors de choix de cours dans une option mais qui n'était pas entièrement spécialisée en neuropsychologie.

France. L'histoire de la neuropsychologie dispose de racines sur le territoire Français. Certains médecins pionniers tels que Paul Broca, père du localisationnisme, ou Henri Hecaen, premier à proposer une définition de la discipline, en ont ainsi posé d'importants jalons. Citons également plusieurs psychologues qui ont contribué à leur manière à son essor avec notamment Théodule Ribot et ses études sur la mémoire ou Alfred Binet et ses travaux sur l'intelligence. C'est plus récemment que la discipline s'est développée sur le plan académique avec la création en 1992 à Chambéry du premier DESS de psychologie spécialisé en neuropsychologie. Les neuropsychologues français ont ensuite commencé à se rassembler dans les années 2000, d'abord autour d'un forum internet « neuropsychologie.fr ». Puis de manière plus formalisée avec la création en 2014 de l'OFPN (voir Malvy et Stephan, 2018 pour revue).

Québec. Au Québec, la neuropsychologie a d'abord été influencée par les milieux anglophones et nord-américains. De 1934 à 1960, le neurochirurgien Wilder Penfield a dirigé l'Institut neurologique de Montréal, qu'il avait lui-même fondé. À partir des années 50, la neuropsychologue Brenda Milner s'est jointe à Wilder Penfield. Aujourd'hui âgée de 100 ans et toujours active, Brenda Milner est reconnue pour l'étude du patient Henry Molaison. Un peu plus tard, André Roch Lecours a permis de tisser des liens avec des chercheurs européens, alors qu'il a coécrit « L'Aphasie » avec le neurologue français François Lhermitte. En 1988, on a vu naître le premier doctorat (Ph. D.) « Recherche et intervention » spécialisé en neuropsychologie, créé par Maryse Lassonde, reconnue entre autres pour ses travaux de recherche sur le corps calleux. En 2012, deux événements ont permis de consolider l'identité des neuropsychologues québécois : la fondation de l'AQNP ainsi que la réserve de l'acte de l'évaluation des troubles neuropsychologiques (Gouvernement du Québec, 2012; Aubé et al., 2017).

Suisse. Les prémices de la neuropsychologie Suisse Romande peuvent être attribuées à Edouard Claparède, neurologue et psychologue, dont les travaux ont porté sur l'étude de la mémoire ainsi que son collègue disciple André Rey célèbre entre autres pour sa figure complexe. La neuropsychologie Suisse Romande prend réellement son essor sous l'impulsion de Gil Assal, du centre hospitalier universitaire de Lausanne après son séjour chez Henri Hecaen. Il a en effet formé de nombreux neurologues (T. Landis, J. Bogousslavsky, P. Vuilleumier), ainsi que de

nombreux neuropsychologues (F. Colombo-Thuillard, A. Bellmann) qui ont pu diffuser leurs connaissances sur tout l'Arc Lémanique et au-delà. La profession va se rassembler en 1991, sous l'égide de l'ASNP, qui compte parmi ses membres des neuropsychologues de toutes les régions linguistiques et institutions importantes de Suisse. Dans les années 90, les premières formations universitaires en neuropsychologie sont proposées à Genève et Zurich et c'est l'ASNP qui a délivré les premiers titres de psychologue spécialisé en neuropsychologie. L'ASNP a permis une homogénéisation des pratiques avec la création de lignes directrices pour les rapports ou encore l'utilisation des statistiques. Elle participe également aux négociations pour le remboursement des prises en charge par les assurances maladies.

Un regard vers le présent

Comment devient-on neuropsychologue?

Belgique. Le titre de psychologue est protégé par la Loi du 8 novembre 1993. Pour qu'une personne puisse porter le titre en Belgique, la loi lui impose de remplir deux conditions : être titulaire d'un diplôme donnant accès à ce titre (en général, le diplôme requis est un master en psychologie) et être inscrit sur une liste en tant que psychologue (obligation de s'inscrire chaque année sur la liste officielle des psychologues tenue par la Commission des psychologues). Bien qu'il soit possible d'orienter sa formation autour d'enseignements spécifiques, la spécialisation en neuropsychologie n'est pas définie ni protégée légalement. Notons par ailleurs qu'il n'existe aucune obligation de formation continue pour les psychologues belges, même si le code de déontologie l'encourage expressément.

France. Le titre de psychologue est réglementé par la Loi n°85-772 du 25 juillet 1985 : il est ainsi exigé de disposer d'une licence et d'un master mention « psychologie », d'avoir réalisé 500 heures de stage supervisé et de s'inscrire à un répertoire national « ADELI » pour pouvoir exercer. La spécialisation en neuropsychologie n'est, quant à elle, ni reconnue ni définie officiellement. En pratique, de plus en plus de masters proposent des contenus orientés en neuropsychologie sans toutefois se baser sur un référentiel commun en termes de connaissances pratiques et théoriques (communiqué OFPN, 2018). Ainsi en pratique, les professionnels sont laissés libres de se présenter comme neuropsychologues quelle que soit leur formation. Enfin, comme en Belgique et en dépit des préconisations du code de déontologie, la formation continue n'est actuellement soumise à aucune obligation.

Québec. Le titre de psychologue est contrôlé par l'Ordre des psychologues du Québec (OPQ), qui a la

responsabilité de délivrer un permis de psychologue aux personnes qui ont répondu aux exigences de formation. Pour obtenir un permis de psychologue au Québec, il faut détenir un diplôme de doctorat en psychologie parmi ceux qui ont été déterminés par règlement, réussir un cours portant sur la déontologie d'une durée minimale de 45 heures et posséder une connaissance appropriée de la langue française. Le titre de neuropsychologue n'est pas protégé ; cependant l'acte d'évaluation des troubles neuropsychologiques est réservé depuis 2012 (projet de loi 21). Comme la loi interdit de se présenter avec un titre qui pourrait induire le client ou le patient en erreur, il est toléré que les psychologues qui exercent la neuropsychologie se présentent comme « neuropsychologue ». Pour obtenir l'attestation de l'évaluation des troubles neuropsychologiques, certains cours universitaires doivent être réussis, de même que des stages et internats, pour une durée minimale de 1500 heures consacrées à la neuropsychologie. La formation continue fait partie du code de déontologie des psychologues, mais il n'y a pas de critère spécifique à respecter en termes de nombre d'heures de formation par année.

Suisse. Le titre de psychologue est réglementé (loi LPsy) sur le plan de la formation initiale universitaire : il est exigé de disposer d'un master mention « psychologie », d'avoir réalisé 160 heures de stage d'observation et de posséder un droit de pratique en fonction des cantons pour exercer. Actuellement, le titre de psychologue spécialisé en neuropsychologie est délivré par l'ASNP qui est reconnue par la Fédération Suisse des Psychologues (FSP) comme association affiliée. Le titre est délivré par la commission de reconnaissance composée de neuropsychologues membres de l'ASNP et détenteurs du titre de spécialiste en neuropsychologie FSP. Les critères pour obtenir le titre de neuropsychologue FSP sont actuellement les suivants : cinq années d'expérience à temps plein dans une institution de type A (exemple : Centre Hospitalier Universitaire) ; une formation post-graduée (post-Master) individuelle constituée d'une formation théorique (par exemple un *Master of Advanced Studies* (MAS) en neuropsychologie ou le suivi régulier de formations continues en neuropsychologie), d'heures de pratique sous supervision par des spécialistes détenteurs du titre et de la présentation extensive par écrit de cinq cas cliniques (trois cas de diagnostic et deux cas de rééducation). Les critères vont changer avec la mise en vigueur de la loi sur les professions de la psychologie en 2013 (LPsy) : la constitution d'une formation post-grade (post-master) regroupant les critères cités ci-dessus sous l'égide des universités et en association avec l'ASNP permettant la délivrance future du titre fédéral de psychologue spécialisé en neuropsychologie est en cours dans les Universités de Genève pour la

Suisse romande et de Zurich pour la Suisse alémanique.

Qui sont les neuropsychologues?

Belgique. Le nombre de neuropsychologues en Belgique francophone est difficilement quantifiable, aucune donnée statistique n'existe à l'heure actuelle concernant cette spécialité. Une centaine d'étudiants environ sortent chaque année d'universités proposant des cursus orientés « neuropsychologie ». Le marché du travail est difficile avec peu de postes en salariat. Ainsi un grand nombre de jeunes diplômés se lancent dans la pratique libérale, en particulier dans le domaine de l'enfance.

France. Les dernières estimations évoquent un chiffre approximatif de 5 000 neuropsychologues, soit un ratio d'un neuropsychologue pour 13 000 habitants (Ponchel, 2016 ; Hokkanen et al., 2018). Les enquêtes réalisées récemment trouvent des résultats stables sur le plan démographique avec une profession « jeune » (6 ans d'ancienneté moyenne pour un âge médian de 31 ans), et féminisée à 92 % (Jehel et al., 2018). Les collègues exercent principalement en salariat (20 % en libéral). Le marché du travail est également assez difficile, avec une proportion considérable de temps partiels, de cumuls d'activités et de contrats précaires pour les salariés. De plus en plus de collègues et notamment de jeunes diplômés s'installent ainsi en libéral, non sans certaines difficultés, notamment en raison de l'absence de conventionnement de leur activité par l'assurance maladie.

Québec. Selon les dernières données qui ont été fournies par l'OPQ à l'AQNP en 2018, il y avait 813 psychologues qui détenaient une attestation pour l'évaluation des troubles neuropsychologiques et qui déclaraient avoir une pratique active au Québec (OPQ, communication personnelle, 4 juin 2018). Ce nombre de neuropsychologues représente un ratio d'environ un neuropsychologue pour 10 000 habitants. Concernant les secteurs de pratique, les neuropsychologues qui combinent la pratique libérale et le statut de salarié occupent la plus grande proportion (38 %), comparativement à ceux qui œuvrent exclusivement comme salariés (34 %) ou dans le secteur privé (28 %).

Suisse. L'ASNP compte 367 membres dont 54 % ont le titre de spécialiste. La grande majorité de ses membres sont des femmes (83 %) avec un âge moyen de 45 ans. Les neuropsychologues exercent leurs activités de manière mixte : salariée (institution ou cabinet de médecin), libérale (seul ou en groupe). Le marché de l'emploi reste peu ouvert en raison des exigences pour obtenir le titre de spécialiste ainsi que

des mutations en cours liées à l'application de la loi sur les professions de la Psychologie (LPsy).

Comment sont-ils reconnus?

Belgique. Au sein des institutions, le neuropsychologue a la plupart du temps un statut d'employé. Dans des cas plus rares, il est possible qu'il soit engagé avec un contrat libéral et fonctionne alors par rétroaction. Il jouit normalement d'une certaine indépendance car au regard de la loi, le neuropsychologue agit sous sa propre initiative sans l'aval du milieu médical. Après une ancienneté de six années, le salaire annuel moyen est d'environ 26 400 € net par an pour un temps plein. À l'heure actuelle, il n'existe pas de possibilité de remboursement par l'INAMI (Institut National d'Assurance Maladie-Invalidité) comme les médecins, les kinésithérapeutes ou les orthophonistes. Cependant, la plupart des mutuelles permettent un léger remboursement dépassant rarement une centaine d'euros sur l'année.

France. Le psychologue est un professionnel « à part » dans le système médico-social français. Il n'apparaît pas dans le code de santé, ne fait pas partie des professions médicales, paramédicales, ni des auxiliaires de santé. Cette place lui permet une relative indépendance mais contribue néanmoins à une certaine mise à l'écart. Ainsi, les activités des psychologues (et par extension des neuropsychologues) ne sont pas conventionnées par le système de sécurité sociale contrairement à la majorité des autres intervenants du secteur, limitant ainsi leur accès pour la population générale en pratique libérale. Le salaire annuel moyen est de 20 535 € net pour un temps plein (Jehel et al., 2018), ce qui correspond à un niveau de rémunération peu élevé comparativement aux professions partageant le même niveau d'étude.

Québec. Dans le système de santé québécois, les psychologues travaillent comme salariés. Ils sont souvent membres d'une équipe multidisciplinaire qui fait partie d'un programme ou d'une unité spécifique (par exemple : neurologie, psychiatrie, pédiatrie). Les neuropsychologues n'ont pas de titre d'emploi propre, puisqu'ils sont tous employés sous le titre de psychologue. À la moitié de l'échelle salariale conventionnée, un psychologue salarié dans le système de santé peut gagner environ 45 000 \$ CA (dollars canadiens) net, soit environ 30 000 €. En pratique privée (ou libérale), les services rendus par les neuropsychologues peuvent être remboursés par les programmes d'assurance privée puisqu'ils sont considérés comme des services psychologiques. Il est cependant assez rare que toutes les heures investies dans une évaluation soient reconnues et remboursées par les assureurs privés, qui ne sont pas toujours au fait du travail des neuropsychologues.

Suisse. Les neuropsychologues travaillant en institutions sont sous la responsabilité mixte d'un médecin et d'un psychologue responsable. En cabinet, les prises en charges sont également dépendantes de prescriptions médicales, mais les prestations sont sous la responsabilité directe du neuropsychologue. Il y a deux systèmes de facturation 1) remboursement intégral pour la convention accident (classiquement les traumatismes crâniens) ; 2) remboursement par l'assurance maladie pour la prise en charge des bilans diagnostiques (la tarification est encore en cours de négociation avec les différentes assurances santé suisses). Le salaire annuel moyen est d'environ 65 000 € net pour un temps plein, ce salaire est très dépendant des cantons et institutions ou lieux de travail. Actuellement une grande enquête ASNP est en cours sur ces questions.

Comment sont-ils représentés?

Belgique. L'Association belge des psychologues spécialisés en neuropsychologie a été fondée en 2015, et a récemment fusionné avec l'UPPCF afin de réunir les psychologues cliniciens sous la même bannière et augmenter les possibilités de représentation au niveau national. L'association a pour but de rassembler tous les psychologues cliniciens en respectant leur diversité et en favorisant leur confraternité. De plus, elle vise à protéger et promouvoir les intérêts de ces derniers. La cotisation s'élève à 50 € par an. Elle regroupe environ 500 membres dont une soixantaine de neuropsychologues.



France. L'OFPN a été fondée en 2014 par un comité de pilotage constitué de représentants d'une quinzaine d'associations locales de neuropsychologues. Elle comporte actuellement environ 500 membres, le montant de la cotisation « membre professionnel » est de 60 €. Ses objectifs premiers sont de porter la voix des professionnels et de contribuer au développement et à la reconnaissance de la spécialité en France. Outre la mise en place de nombreux projets relatifs à la tenue de ces objectifs, l'association propose un forum d'échanges en ligne (Neuropsychologie.fr), une revue spécialisée (les Cahiers de neuropsychologie clinique) et un congrès bisannuel (le CNNC) (pour revue détaillée, voir l'article de Malvy et Stephan, 2018).



Québec. La mission de l'AQNP est de favoriser le développement de la neuropsychologie à travers la province et s'adresse tant aux personnes œuvrant dans le domaine de la neuropsychologie qu'à la population québécoise. Elle comporte plus de 500 membres, comprenant des étudiants du doctorat en neuropsychologie, des cliniciens membres de l'OPQ ainsi que des chercheurs œuvrant en neuropsychologie. La cotisation annuelle pour les professionnels est de 80 \$ CA, s'ajoutant aux 680 \$ CA pour la cotisation à l'OPQ (soit environ 500 € au total).



Suisse. L'ASNP réunissant les différentes régions linguistiques suisses a pour but de promouvoir la neuropsychologie. Les champs d'application de ses membres sont : l'activité clinique (diagnostic et prise en charge), les expertises neuropsychologiques et la recherche. L'ASNP dispose d'un soutien important de la Fédération suisse des psychologues (FSP), notamment lors des discussions avec les instances gouvernementales. La cotisation annuelle est double, un psychologue avec titre doit cotiser 470 CHF à la FSP et 220 CHF à l'ASNP (soit environ 600 € au total).



Comment immigrer?

Belgique. Pour l'instant rien n'est mentionné au sujet des neuropsychologues. En revanche, pour porter le titre de psychologue, tout professionnel doit être inscrit sur la liste de la commission des psychologues comme expliqué plus haut. Dans l'avenir, une demande d'agrément devrait être mise en place au niveau des régions.

France. Pour pouvoir exercer comme psychologue en France avec un diplôme étranger, il convient d'adresser un dossier à la commission consultative dédiée. Elle est composée de psychologues et d'enseignants-chercheurs dont le rôle est d'examiner la conformité du dossier en regard des standards exigés en France afin de rendre un avis auprès du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, chargé de délivrer le titre si l'équivalence est reconnue. La spécialisation en neuropsychologie n'étant pas définie en France, il n'existe donc pas d'équivalence particulière à obtenir sur ce plan.

Québec. Pour immigrer et obtenir un permis de pratique de l'OPQ, il faut faire une demande de délivrance de permis par équivalence à cet organisme, c'est-à-dire que le dossier du candidat est soumis à un comité d'équivalence, qui procède à l'étude du dossier et qui formule des recommandations. Par exemple, on pourra demander au candidat de compléter un programme universitaire, des cours ou des stages particuliers. Finalement, il faut réussir un cours portant sur la déontologie, qui est offert par l'OPQ ou dispensé par un cours universitaire reconnu par l'OPQ, ainsi que posséder une connaissance appropriée de la langue française.

Suisse. Pour pouvoir exercer en Suisse avec un diplôme étranger, il y a plusieurs étapes. La première est de faire reconnaître ses diplômes auprès de la Commission des professions de la psychologie PsyCo sur la base de la loi sur les professions de la psychologie (LPsy) et en vertu de l'accord du 21 juin 1999 sur la libre circulation des personnes entre la Confédération Suisse et la Communauté Européenne et ses Etats membres. Ensuite, il s'agit de constituer un dossier ASNP (voir la partie « comment devient-on neuropsychologue ? »).

Un regard vers le future

Quels enjeux spécifiques?

Belgique. Dans l'avenir, il serait intéressant de se pencher sur la reconnaissance du métier de neuropsychologue. On pourrait envisager la création d'une spécialisation après le master à l'image de ce qui se passe déjà pour la psychothérapie. De ce fait, la délimitation entre les professions serait alors peut-être plus aisée car actuellement certains domaines se chevauchent. Il serait également pertinent de permettre la possibilité d'un remboursement par l'INAMI, ce qui pourrait alors débloquer la création de nouveaux postes.

France. Après avoir su se doter d'une association se proposant de structurer les professionnels et de soutenir leurs projets, les neuropsychologues français font aujourd'hui face à de nombreux défis autour de problématiques intéressant la promotion, la reconnaissance et la protection de la spécialité. Désormais bien identifiée et reconnue par les partenaires associatifs, universitaires et les instances décisionnaires, l'OFPN se doit de porter la voix des professionnels sur d'importants dossiers. La question du nombre et de la durée de la formation est notamment au cœur des préoccupations, dans un contexte où l'explosion du nombre de nouveaux masters se proposant de diplômer des neuropsychologues et l'absence de consensus sur le contenu de ces parcours doit être discutée. Par ailleurs, des expérimentations sur la prise en charge des

consultations libérales se développent actuellement, il convient ainsi de peser dans les débats pour garantir des conditions d'accès pertinentes pour les usagers et une rémunération cohérente pour les professionnels.

Québec. Bien que la population soit de plus en plus au fait du travail des neuropsychologues, l'accès à leurs services demeure un enjeu important. Il est difficile de quantifier l'évolution des postes de neuropsychologues dans le réseau de la santé, parce qu'ils ne sont pas comptabilisés de façon spécifique. Par contre, le fait que plusieurs neuropsychologues rapportent avoir des listes d'attente qui peuvent dépasser 12 mois laisse croire que le nombre de neuropsychologues salariés est insuffisant.

La réserve de l'acte de l'évaluation des troubles neuropsychologiques est un acquis important, mais il n'en demeure pas moins que pour certains décideurs ou gestionnaires, les services des neuropsychologues sont considérés coûteux et on tente de différentes manières d'offrir des services d'évaluation aux patients sans avoir recours aux neuropsychologues. À titre d'exemple, le développement et la diffusion de batteries de dépistage cognitif « longues », pouvant être utilisées par tous les professionnels de la santé, met en péril le travail et la reconnaissance de l'apport des neuropsychologues, tout en augmentant les risques de préjudice chez les patients. Démontrer la rentabilité des évaluations neuropsychologiques pour le système de santé sera probablement une démarche inévitable au cours des prochaines années.

Suisse. Les enjeux futurs pour la neuropsychologie vont s'articuler autour de deux axes : 1) les discussions avec les universités pour la mise en place du titre fédéral de neuropsychologue et concernant la place et le rôle des professionnels de terrain dans sa mise en œuvre, tant du point de vue des enseignements que de la pratique et de la supervision; 2) la poursuite des négociations avec les assurances santé concernant la tarification et le type de prise en charge.

Conclusion

Quel que soit leur territoire d'origine, force est de constater que les neuropsychologues francophones partagent un grand nombre de problématiques communes. Ils disposent désormais d'organisations se proposant de les représenter et ont ainsi pu réaliser diverses avancées. De nombreux enjeux majeurs restent néanmoins en suspens et conditionneront l'évolution de la profession dans les années à venir.

Quelles perspectives?

Notre table ronde a été l'occasion de réunir les représentants des 4 associations francophones de

psychologues spécialisés en neuropsychologie, d'abord virtuellement pour sa préparation, puis concrètement à Amiens lors du 3^{ème} CNNC. Ces échanges riches et amicaux ont fait émerger l'idée de profiter de cet élan pour créer une Fédération internationale des associations de neuropsychologues francophones (FINF), qui a pris corps au sein d'une charte validée par chacune des organisations partenaires. L'objectif de cette union symbolique sera de mutualiser les ressources et les énergies afin de contribuer au développement de la spécialité autour de problématiques communes et de projets partagés, et sans doute de renouveler la rencontre de nos associations lors de congrès à venir !



Références

- Aubé, W., Charbonneau, S., Chartrand, J-P., Escudier, F., Lemay, S., Léveillé, E., & Perreau-Linck, E. (2017). L'apport de l'Association québécoise des neuropsychologues à la pratique clinique : évolution depuis sa création et défis futurs. *Neuropsychologie Clinique et Appliquée, 1*, 10-21.
- Gouvernement du Québec (2012). *Le projet de loi 21, des compétences professionnelles partagées en santé mentale et en relations humaines : la personne au premier plan*. Guide explicatif. Québec : Office des professions du Québec.
- Grote, C. L. & Novitski, J. I. (2016). International perspectives on education, training, and practice in clinical neuropsychology: comparison across 14 countries around the world. *The Clinical Neuropsychologist, 30*, 1380-1388. doi: 10.1080/13854046.2016.1235727.
- Hokkanen, L., Lettner, S., Barbosa, F., Constantinou, M., Harper, L., Kasten, E., . . . Hessen, E. (2018). Training models and status of clinical neuropsychologists in Europe: Results of a survey on 30 countries. *The Clinical Neuropsychologist, 20*, 1-25. doi: 10.1080/13854046.2018.1484169.
- Jehel, L., Radiguer, F., Meunier, T., Morvan, L., Arangois, C., Loynard, S., . . . Ponchel, A. (2018). Les conditions de travail des psychologues spécialisés en neuropsychologie. *Le Journal des Psychologues, 355*, 73-77. doi: 10.3917/jdp.355.0073.
- Loi du 8 novembre 1993 protégeant le titre de psychologue. Repéré le 3 janvier 2019 à : http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&cn=1993110835&table_name=loi
- Loi n°85-772 du 25 juillet 1985 portant diverses dispositions d'ordre social. Article 44. Repéré le 3 janvier 2019 à : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do?idArticle=LEGIARTI000006756923&cidTexte=JORFTEXT000000317523>
- Loi sur les professions de la psychologie, LPsy. Repéré le 3 janvier 2019 à : <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20091366/index.html>
- Malvy, L. & Stéphan, J. (2018). Œuvrer pour la promotion et la défense de la neuropsychologie : exemple de l'OFPN, une association française dynamique ! *Neuropsychologie Clinique et Appliquée, 2*, 10-22.
- OFPN (2018). La grande braderie de la neuropsychologie. Repéré à : <http://ofpn.fr/communique-ofpn-sur-loffre-de-formation-en-neuropsychologie>
- Ponchel, A. (2016). *Psychologues spécialisés en neuropsychologie : état des lieux, défis et perspectives*. Communication présentée au Congrès national de neuropsychologie clinique, Nîmes.

Rendement scolaire et fonctionnement exécutif chez les jeunes ayant un TDA/H : le contexte de la transition primaire-secondaire

Véronique Parent, Ph. D. et Isabelle Vaudeville, D. Psy.

Département de psychologie, Université de Sherbrooke

Cette étude évalue l'impact de la transition de l'école primaire à l'école secondaire sur le rendement scolaire et le fonctionnement exécutif des jeunes présentant un trouble de déficit de l'attention/hyperactivité (TDA/H). Vingt-sept jeunes (avec ou sans TDA/H) et leurs parents ont participé à l'étude. Le fonctionnement exécutif a été mesuré par un questionnaire (BRIEF; versions parent et auto-rapportée). Le rendement scolaire a été mesuré 1) de manière formelle (WIAT-II) et 2) selon les enseignants (échelle de rendement scolaire). Les mesures ont été effectuées à deux reprises, en sixième année et en première secondaire. Les résultats montrent, globalement, un rendement scolaire et un fonctionnement exécutif évalué par les parents inférieurs pour les jeunes présentant un TDA/H. Seule la flexibilité cognitive semble diminuée par le contexte de transition. Certains indicateurs soutiennent également un effet délétère de la transition sur le rendement scolaire pour tous les jeunes. L'étude souligne l'importance de soutenir les jeunes, particulièrement ceux avec un TDA/H, lors de cette période charnière.

Mots clés : TDA/H, transition primaire-secondaire, rendement scolaire, fonctions exécutives, jeunes

This study aims to evaluate the impact of the transition from elementary to secondary school on academic performance and executive functions of youths with ADHD. Twenty-seven children (with or without ADHD) and their parents participated in the study. The executive functions were measured with a questionnaire (BRIEF; parents and self-reported versions). The academic performance was measured 1) by a formal test (WIAT-II) and 2) according to the teachers (school performance scale). The tests were performed on two occasions, in sixth and seventh grade. The results show that, globally, academic performance and executive functions evaluated by the parents are inferior for youths with ADHD. Only the cognitive flexibility seems diminished by the transition context. Some indicators also support a negative impact of the transition on academic performance, but for all children. The study underlines the importance to assist the youths, especially those with ADHD, during this critical period.

Keywords: ADHD, elementary-to-high school transition, academic performance, executive functions, youths

Le trouble de déficit de l'attention/hyperactivité (TDA/H) est un trouble neurodéveloppemental fréquent qui a d'importantes répercussions sur les plans social, familial et, à l'âge adulte, occupationnel (American Psychiatric Association, 2013). Pour les jeunes, le TDA/H a de surcroît son lot d'impacts dans le domaine scolaire. En effet, comparativement à leurs pairs, le rendement scolaire de ces jeunes est inférieur et, pour plusieurs, il continue à s'appauvrir au fil des années (Barkley, 2005). Il existe d'ailleurs un lien négatif et significatif entre le rendement scolaire et la sévérité des symptômes du TDA/H dès la deuxième année du primaire (Cardin, Desrosiers, Belleau, Giguère, & Boivin, 2011). Ce sont notamment les symptômes d'inattention, d'hyperactivité et d'impulsivité du TDA/H qui interfèreraient avec les

apprentissages des jeunes qui présentent ce diagnostic (Guay, 2016). De plus, les jeunes ayant un TDA/H sont plus susceptibles que leurs pairs de montrer un comportement problématique en contexte scolaire. Ils présentent un taux plus élevé de redoublement, de retards, de suspensions, d'expulsions et d'absences en milieu scolaire, ce qui nuit également à leur rendement (Barkley, 2005; Barkley, Fischer, Smallish, & Fletcher, 2006; Birchwood & Daley, 2012; Kent et al., 2011).

À ce jour, plusieurs évidences permettent également d'appuyer la présence de déficits en ce qui concerne les fonctions exécutives chez les jeunes présentant un TDA/H (p. ex., Doyle, 2006; Kofler et al., 2019; Pennington & Ozonoff, 1996; Sergeant, Geurts, & Oosterlaan, 2002; Willcutt, Doyl, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005). Ces fonctions sont définies comme un ensemble de processus mentaux qui permettent de contrôler consciemment les pensées et les actions pour orienter le comportement vers un but (Jurado & Rosselli, 2007). Dans le TDA/H, ces déficits touchent une ou plusieurs fonctions clés, dont l'inhibition, la flexibilité cognitive et la mémoire de

La correspondance concernant cet article doit être adressée à /
Correspondence concerning this article should be addressed to:
Véronique Parent, Université de Sherbrooke, Campus de Longueuil
150 Place Charles Le-Moyne, Longueuil, (Québec), CANADA J4K
0A0
1-450-463-1865 (ext. 61616)
Courriel/e-mail: veronique.parent3@usherbrooke.ca

travail (p. ex., Qian, Y., Shuai, Chan, Qian, Q., & Wang, 2013; Rapport et al., 2008; Shallice et al., 2002). Ces déficits, déjà décelables chez les enfants d'âge préscolaire (Schoemaker et al., 2012; Schoemaker, Mulder, Dekovic, & Matthys, 2013), perdurent à travers le temps et sont toujours significatifs chez les enfants d'âge scolaire (Lambek et al., 2011; Sjöwall, Roth, Lindqvist, & Thorell, 2013) ainsi qu'à l'adolescence (Martel, Nikolas, & Nigg, 2007). Concrètement, ces difficultés peuvent, par exemple, faire en sorte que le jeune avec un TDA/H a de la difficulté à arrêter de bouger ou de parler lorsque ce n'est pas approprié (inhibition), à changer de stratégie pour résoudre un problème mathématique (flexibilité) ou à conserver en mémoire l'information pour la traiter lors de la lecture d'un texte (Parent & Guay, 2019).

Les déficits exécutifs associés au TDA/H peuvent donc avoir un impact nuisible sur le fonctionnement scolaire, un lien clair et positif étant établi entre ces fonctions et le rendement scolaire (p. ex., Agostino, Johnson, & Pascual-Leone, 2010; Altemeier, Abbott, & Berninger, 2008; St. Clair-Thompson & Gathercole, 2009; van der Sluis, de Jong, & van der Leij, 2007). Biederman et al. (2004) montrent d'ailleurs que la présence de déficits exécutifs chez les jeunes présentant un TDA/H augmente de manière significative le risque d'atteinte au fonctionnement scolaire, indépendamment du statut socioéconomique, du niveau de fonctionnement intellectuel et de la présence de troubles d'apprentissage. Ces résultats sont issus d'une étude corrélationnelle impliquant des jeunes avec un TDA/H ($n = 259$) et sans le diagnostic ($n = 222$). Un déficit des fonctions exécutives est considéré lorsqu'un jeune obtient un score significativement inférieur à au moins deux des six tests neurocognitifs utilisés mesurant les fonctions exécutives. Langberg, Dvorsky, et Evans (2013) arrivent à des constats similaires, même lorsque les fonctions exécutives sont mesurées par le biais de questionnaires complétés par les parents et les enseignants (Inventaire des comportements reliés aux fonctions exécutives; BRIEF; Gioia, Isquith, Guy, & Kenworthy, 2000). Leurs résultats mettent en évidence la contribution particulière des capacités de planification et d'organisation dans le fonctionnement scolaire. Les auteurs précisent que ces habiletés sont utiles, notamment pour planifier la réalisation des devoirs, la préparation aux examens et la réalisation de projets à long terme.

Les difficultés que vivent les jeunes présentant un TDA/H en milieu scolaire peuvent par ailleurs être exacerbées par des contextes particuliers, comme la transition de l'école primaire à l'école secondaire, qui constitue un défi de taille pour la majorité des jeunes. Au Québec, cette transition correspond au passage de

la sixième année à la première secondaire (septième année pour les autres provinces canadiennes). Elle constitue une modification du contexte d'apprentissage et représente une période d'adaptation au cours de laquelle les jeunes doivent faire face à une multitude de sources de stress affectant leurs fonctionnements social, affectif et scolaire - notamment en ce qui a trait aux nouveaux cercles sociaux ainsi qu'aux nouvelles règles et exigences scolaires (Bailey, Giles, & Rogers, 2015; Benner & Graham, 2009). Cette période est d'ailleurs souvent caractérisée par une baisse de la motivation et du sentiment de compétence scolaire (Barber & Olsen, 2004; Benner, 2011), mais aussi par une baisse significative du rendement scolaire (Alspaugh, 1998; Ryan, Shim, & Makara, 2013). De plus, au cours de cette période, les exigences envers les jeunes sont augmentées et survient une plus grande sollicitation des fonctions exécutives, associée notamment au fait que les jeunes doivent davantage faire preuve d'autonomie et d'organisation (Jacobson, Williford, & Pianta, 2011).

À cet égard, Thompson, Morganet et Urquhart (2003) décrivent, sur la base de leur expérience clinique, les difficultés qu'ils observent chez les jeunes ayant un TDA/H au moment de la transition primaire-secondaire. Principalement, ils notent que les faibles capacités organisationnelles généralement observées chez les jeunes ayant un TDA/H sont sources de problèmes au cours de cette période charnière (p. ex., difficulté à suivre un nouvel horaire et à intégrer les changements de locaux, à s'habituer à une nouvelle routine pour les devoirs et à assurer la prise des médicaments). Dans le même sens, une recension des écrits de Litner (2003) souligne que le retard développemental lié à la maturité notée chez les jeunes présentant un TDA/H, combiné à l'inattention, l'hyperactivité/impulsivité et au déficit des fonctions exécutives, entrave leur capacité à montrer un niveau de responsabilité nécessaire afin de faire face aux exigences de l'école secondaire ainsi qu'à présenter les capacités d'adaptation requises. Quelques études de nature transversale ont également contribué à mettre en évidence certaines difficultés des jeunes ayant un TDA/H lors de l'entrée au secondaire. Par exemple, Zendarski, Sciberras, Mensah et Hiscock font la démonstration d'un rendement inférieur en lecture, en écriture, en épellation, en grammaire, en ponctuation et en mathématique chez les élèves TDA/H (2017a) et d'un plus grand nombre de suspensions chez ces élèves (2017b), comparativement à un échantillon normatif. Les auteurs interprètent ces constats comme des indicateurs de difficultés relatives à la transition primaire-secondaire.

À notre connaissance, une seule étude empirique (Langberg et al., 2008) s'est intéressée de manière directe à la trajectoire développementale des

symptômes d'inattention, d'hyperactivité et d'impulsivité dans un contexte de transition scolaire, soit avant, pendant et après l'entrée à l'école *intermédiaire*¹. L'étude a été menée auprès de 258 jeunes ayant reçu un diagnostic de TDA/H et de 112 enfants neurotypiques, appariés en fonction du sexe et de l'âge. Ces jeunes étaient issus de l'étude MTA (*Multimodal Treatment Study for Children with ADHD*, 1999) puis ont été évalués au début de l'étude et après 14, 24 et 36 mois. Ce sont les jeunes qui se trouvaient en contexte de transition scolaire après 36 mois qui ont été retenus. Les auteurs montrent, préalablement à la transition primaire-secondaire, une diminution des trois grands symptômes du TDA/H avec l'âge, soit entre 7 et 11 ans. Ces résultats sont cohérents avec ceux d'autres études qui montrent également une diminution des symptômes du TDA/H avec l'âge (p. ex., Biederman, Mick, & Faraone, 2000). La symptomatologie était évaluée par un questionnaire complété par les parents et les enseignants (SNAP-IV; Swanson, 1992). Les auteurs observent par ailleurs une interruption de la diminution de ces trois symptômes avec l'âge au moment de la transition vers l'école intermédiaire, soit à partir de 11 ans, laquelle se manifestait soit par la stabilité des symptômes ou la recrudescence de ceux-ci. Cette interruption de la diminution des symptômes était observée chez tous les jeunes présentant un TDA/H, incluant ceux qui recevaient un traitement pharmacologique. Les manifestations de ces symptômes chez les jeunes du groupe de comparaison, tous initialement à des niveaux sous-cliniques, sont toutefois demeurées stables, c'est-à-dire que le contexte de transition n'a pas eu d'impact sur leur inattention, leur impulsivité ou leur hyperactivité. Ces résultats suggèrent donc que la transition scolaire influence la manifestation des symptômes du TDA/H. De plus, ils appuient l'idée que ce contexte est difficile pour les jeunes présentant un TDA/H. Ils suggèrent de surcroît que les traitements pharmacologiques ne permettent pas de prévenir l'interruption de la diminution attendue des symptômes. Toutefois, ces résultats sont uniquement issus de mesures hétéro-rapportées qui peuvent être associées à des biais de réponses ou des perceptions personnelles. Ce type de biais est d'autant plus probable que les enseignants qui évaluaient les symptômes n'étaient pas les mêmes d'un point de mesure à l'autre. De plus, les participants ont, pour un même point de mesure, été évalués à des moments différents, soit pendant le premier ou le second

trimestre de l'année scolaire, ce qui peut contribuer à une certaine variabilité des résultats. Enfin, cette étude se centre uniquement sur la symptomatologie du TDA/H et ne prend en considération aucun autre impact fonctionnel du TDA/H, tel l'impact sur le rendement scolaire.

En somme, les recherches examinant le contexte de la transition primaire-secondaire chez les jeunes présentant un TDA/H se font toujours très rares. Outre l'étude de Langberg et al. (2008), les quelques constats attestant des difficultés des jeunes avec un TDA/H en contexte de transition primaire-secondaire sont essentiellement issus d'expériences cliniques ou de devis transversaux, ce qui ne permet pas de statuer directement sur l'impact de la transition. À notre connaissance, aucune étude ne s'est intéressée de manière directe à l'impact de la transition primaire-secondaire sur les fonctions exécutives, lesquelles sont davantage sollicitées au cours de cette période et sont souvent atteintes chez les jeunes présentant un TDA/H. De même, l'impact de la transition primaire-secondaire sur le rendement scolaire, fortement lié au fonctionnement exécutif des jeunes présentant un TDA/H, n'a pas été exploré. Il est pourtant documenté que cette variable est affectée par le TDA/H, qu'elle est liée au fonctionnement exécutif et qu'elle est susceptible d'être affectée par la transition primaire-secondaire (Biederman et al., 2004; Langberg et al., 2013). Le rendement scolaire est de surcroît une variable d'importance puisqu'il constitue, au moment de l'entrée au secondaire, un important prédicteur de l'engagement scolaire et du niveau de scolarité atteint (Hanewald, 2013). Enfin, l'étude de Langberg et al. (2008) s'appuie principalement sur des mesures hétéro-rapportées et l'évaluation des symptômes des participants n'a pas été réalisée au même moment pour tous au cours d'une même année scolaire.

La présente étude a donc pour but d'examiner le rendement scolaire et le fonctionnement exécutif des jeunes présentant un TDA/H dans le contexte de la transition primaire-secondaire, comparativement à un groupe constitué de jeunes ne présentant pas le diagnostic. En considérant les écrits antérieurs, il est attendu qu'un rendement scolaire (p. ex., Barkley, 2005; Cardin et al., 2011) et un fonctionnement exécutif inférieurs (p. ex., Kofler et al., 2019; Willcut et al., 2005) soient observés au sein du groupe TDA/H, comparativement au groupe de comparaison, et ce, autant en sixième année qu'en première secondaire. Il est aussi attendu d'observer une diminution du rendement scolaire chez les jeunes des deux groupes en raison des difficultés inhérentes à la transition primaire-secondaire (p. ex., Alspaugh, 1998; Ryan, Shim, & Makara, 2013). De manière plus exploratoire, il est postulé que la diminution du rendement scolaire soit plus importante chez les

¹Traduction libre du terme *middle school*, type d'école retrouvée aux États-Unis, généralement destinée aux élèves de 11 à 14 ans, qui correspond à la sixième année du primaire ainsi qu'aux premières années du secondaire au Québec.

jeunes du groupe TDA/H, et qu'une diminution du fonctionnement exécutif soit également observée chez ces jeunes. Cette dernière hypothèse s'appuie sur les résultats de Langberg et al. (2008) qui soutiennent la présence de difficultés pour les jeunes ayant un TDA/H en contexte de transition scolaire. L'originalité de notre étude repose sur le fait qu'elle utilise des données longitudinales – jusqu'à maintenant uniquement utilisées dans l'étude de Langberg et al. (2008) – ce qui permet une meilleure compréhension du phénomène. Elle cible aussi des variables d'importance non étudiées jusqu'à maintenant, soit le rendement scolaire et le fonctionnement exécutif, et contribue ainsi à un manque net de données empiriques dans le domaine.

Méthode

Participants

Les participants ont été recrutés sur une base volontaire dans sept écoles de la Montérégie (Commission scolaire de la Vallée-des-Tisserands et Commission scolaire des Trois-Lacs) sur une période de six mois, soit entre janvier et juin 2013. Des ententes ont été établies au préalable avec la direction de l'ensemble des écoles participantes. Pour signifier leur désir de participer à l'étude, les jeunes devaient retourner le coupon-réponse d'une lettre de sollicitation signé par leur parent, en indiquant s'ils avaient déjà reçu un diagnostic de TDA/H ou non. Les familles des jeunes souhaitant participer à l'étude ont ensuite reçu un formulaire d'information et de consentement puis un formulaire d'inscription visant à recueillir les coordonnées des participants pour assurer le suivi au moment du passage en première secondaire.

Vingt-sept jeunes de sixième année du primaire ont participé à cette étude. Les participants étaient répartis en deux groupes. Le groupe TDA/H ($n = 10$) était composé de neuf garçons et d'une fille ($M = 12.43$ ans, $\acute{E}.T. = 0.61$). Sept de ces jeunes recevaient un traitement pharmacologique pour leur TDA/H : trois du Concerta, un du Vyvanse, un du Strattera et un une combinaison de Ritalin et de Concerta. Pour un de ces jeunes, le type de traitement pharmacologique reçu n'était pas spécifié. Le groupe de comparaison ($n = 17$) était formé de trois garçons et de quatorze filles sans diagnostic de TDA/H ($M = 12.13$ ans, $\acute{E}.T. = 0.63$). Une des jeunes du groupe de comparaison n'a pas complété l'étude, ce qui réduit la taille de l'échantillon de ce groupe à seize. Tous les jeunes avaient suivi un parcours scolaire typique, c'est-à-dire sans année scolaire répétée ou accélérée. La majorité des familles avaient un revenu annuel de 60 000 \$ et plus (57,7 %), alors que 26,9 % avaient un revenu de 40 000 \$ et moins et 13,4 % avaient un revenu familial se situant entre 40 000 \$ et 60 000 \$.

Les mères avaient en majorité complété des études postsecondaires (collégial : 42,3 % et universitaire : 38,5 %), tandis que les autres avaient un diplôme d'études secondaires (15,3 %) ou aucun diplôme (7,7 %). Le portrait pour les pères était légèrement différent, alors que la majorité avait complété un diplôme d'études secondaires (38,5 %). La proportion des pères n'ayant aucun diplôme était similaire à celle observée pour les mères. Par ailleurs, 19,2% avaient complété un diplôme d'études collégiales et 26,9 %, un diplôme universitaire.

Pour être inclus dans l'étude, les jeunes du groupe TDA/H devaient présenter un diagnostic de TDA/H émis par un professionnel de la santé. De plus, ils devaient présenter des symptômes de TDA/H persistants selon le *Conners 3 AI* (Conners, 2018). Ce questionnaire comprend dix items mesurant les symptômes d'inattention, d'impulsivité et d'hyperactivité. Il a été rempli par le parent, l'enseignant et le jeune lui-même (version auto-rapportée) au début de l'étude. Les symptômes étaient considérés comme persistants en présence de scores T de 65 et plus (score élevé et atypique selon le manuel du test) par au moins deux des trois répondants. Les jeunes du groupe de comparaison, quant à eux, ne devaient présenter aucun symptôme significatif de TDA/H selon le *Conners 3 AI* (soit un score T de 60 et moins selon au moins deux répondants). Enfin, la présence d'un trouble du langage oral, d'un trouble spécifique d'apprentissage, d'un trouble du comportement ou d'un retard intellectuel, tel qu'identifié selon les réponses fournies au questionnaire sociodémographique, constituait les critères d'exclusion. Deux jeunes ont été exclus avant le début de l'étude en raison de troubles d'apprentissage. Le projet a reçu l'approbation éthique du comité d'éthique de la recherche Lettres et sciences humaines de l'Université de Sherbrooke.

Instruments de mesure

Test de rendement individuel de Wechsler, deuxième édition pour francophones du Canada (WIAT-II; Wechsler, 2008). Le WIAT-II comprend une série d'épreuves variées qui sont administrées sur une base individuelle auprès des jeunes afin d'évaluer leur rendement scolaire de la première année du primaire jusqu'au niveau collégial. Deux sous-tests ont été retenus aux fins de l'étude : *Compréhension de lecture* et *Raisonnement mathématique*. Le sous-test *Compréhension de lecture* permet de mesurer différents types de compétences en compréhension de lecture enseignées à l'école qui relèvent principalement de la compréhension de contenu (p. ex., détermination de l'idée principale et des détails, exécution d'inférences, définition de mots à l'aide d'indices contextuels, etc.). Le sous-test *Raisonnement mathématique* nécessite quant à lui de

résoudre des problèmes mathématiques à l'aide d'indices verbaux et visuels. Les items de ce sous-test comprennent des problèmes qui nécessitent l'utilisation d'opérations mathématiques de base (addition, soustraction, multiplication et division). Les items requièrent également la manipulation de notions variées telles que l'usage de l'argent, les probabilités, l'organisation temporelle et les fractions. Les problèmes peuvent être simples (comportant une étape) ou complexes (comportant plusieurs étapes). Les scores pondérés (moyenne de 100 et écart-type de 15) ont été utilisés pour les analyses. Seuls ces deux tests ont été retenus aux fins de l'étude afin de proposer une évaluation parcimonieuse et représentative de deux grands domaines du programme d'enseignement primaire et secondaire du ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MÉES; 2006), soit 1) le français langue d'enseignement (c.-à-d. lire des textes variés); et 2) les mathématiques (c.-à-d. résoudre une situation-problème mathématique; raisonner à l'aide de concepts mathématiques; communiquer à l'aide du langage mathématique). La cohérence interne est bonne pour le groupe d'âge, les périodes de l'année et les sous-tests ciblés; les coefficients varient entre .72 et .94. De plus, les scores du WIAT-II possèdent une stabilité adéquate au fil du temps, d'un groupe d'âge à l'autre et d'une année scolaire à l'autre.

Échelle de rendement scolaire actuel du Système d'évaluation empirique Achenbach, formulaire de l'enseignant (ASEBA-TRF; Achenbach, 2001). Pour cette étude, seuls les items évaluant le rendement en français et en mathématique de l'échelle de rendement scolaire ont été utilisés. À cette échelle, on demande à l'enseignant de cocher la case qui correspond au rendement de l'élève, pour chacune des matières ciblées. Les réponses sont données à l'aide d'une échelle de 1 à 5 de type Likert (1 = *Très inférieur à la moyenne*; 2 = *Inférieur à la moyenne*; 3 = *Égal à la moyenne*; 4 = *Supérieur à la moyenne*; 5 = *Très supérieur à la moyenne*). L'ASEBA possède dans l'ensemble d'excellentes propriétés psychométriques. Plus spécifiquement, l'échelle de rendement scolaire tel que complété par l'enseignement présente des indices adéquats de fidélité test-retest ($r = .89$) et de cohérence interne ($\alpha = .75$).

Inventaire des comportements reliés aux fonctions exécutives (BRIEF; Gioia et al., 2000). Le questionnaire a été rempli par le parent (BRIEF, version parent) et le jeune (BRIEF-SR, version auto-rapportée). Le questionnaire BRIEF comprend 86 items, alors que le BRIEF-SR en comprend 80. Le BRIEF-SR a été lu au jeune afin de le soutenir dans la réalisation de cette tâche. Le questionnaire dans ses deux versions permet d'examiner les comportements quotidiens du jeune reliés aux fonctions exécutives

dans le milieu scolaire et le milieu familial. Ces questionnaires comprennent huit échelles mesurant des fonctions exécutives distinctes, soit l'inhibition, la flexibilité, le contrôle émotionnel, l'initiative, la mémoire de travail, la planification/organisation, l'organisation du matériel et l'autorégulation. Le participant doit répondre « Jamais », « Parfois » ou « Souvent » à des énoncés tels que : « Oublie de remettre ses devoirs, même quand ils sont faits » ou « Connaît mal ses propres forces et faiblesses ». La compilation des scores obtenus permet d'obtenir un score T pour chacune des échelles, lesquels sont retenus aux fins des analyses. Les scores sont inversés; ainsi, un score élevé signifie la présence de difficultés. L'instrument, dans ses deux versions, comprend également deux échelles permettant de déterminer la validité des réponses des participants : *l'échelle de négativité* et *l'échelle d'incohérence*. Les réponses des participants considérées comme non valides à l'aide de ces échelles ont été exclues de l'étude, ce qui a été le cas pour un seul jeune au premier temps de mesure. Ce questionnaire présente des qualités psychométriques adéquates, soit une cohérence interne satisfaisante ($\alpha = .72$ à $.98$) et une bonne fidélité test-retest ($r = .82$ pour le BRIEF version parent et $.89$ pour le BRIEF-SR).

Déroulement de l'étude

L'étude comprend deux temps de mesure. Le premier temps de mesure s'est tenu entre les mois d'avril et de juin, alors que les jeunes terminaient leur sixième année du primaire. Le deuxième temps de mesure a eu lieu entre octobre et novembre, après l'entrée en première secondaire. Pour ces deux temps de mesure, les jeunes ont été rencontrés dans leurs milieux scolaires dans un local isolé et sans bruit pour un entretien d'environ 60 minutes. Les entretiens étaient menés par une étudiante de troisième cycle en psychologie et comprenaient les mêmes épreuves, administrées dans le même ordre : le BRIEF-SR ainsi que les sous-tests du WIAT-II. Deux jeunes ont été rencontrés à leur domicile lors du premier temps de mesure et un autre, lors du second temps de mesure, étant donné l'impossibilité d'effectuer ces rencontres en milieu scolaire. Une jeune du groupe de comparaison n'a pas complété le sous-test *Raisonnement mathématique* lors du premier temps de mesure en raison d'une contrainte de temps.

À chacun des temps de mesure, les parents ont rempli à domicile le questionnaire BRIEF (version parent), lequel a ensuite été retourné à l'école par l'entremise des jeunes. Les enseignants ont quant à eux complété l'échelle de rendement scolaire de l'ASEBA-TRF (français et mathématique), après avoir consenti à participer à l'étude. Les enseignants de sixième année ont été sollicités au premier temps de

mesure et les enseignants de français et de mathématique de première secondaire, au second temps de mesure.

Analyses statistiques

La distribution de chaque variable dépendante a été inspectée selon les critères de Tabachnick et Fidell (2013) afin d'identifier les données aberrantes (se situant à plus ou à moins trois écarts-types) et de s'assurer de la normalité des distributions. L'ensemble des données présentait une distribution normale pour les deux groupes à l'étude. Une valeur extrême associée au sous-test *Compréhension de lecture* (WIAT-II) a été identifiée et retirée aux fins des analyses. L'homogénéité des variances était également respectée pour l'ensemble des variables (selon le test de Levene), sauf pour l'échelle inhibition du BRIEF version parent. Une transformation logarithmique a été appliquée à cette variable avant de l'inclure dans les analyses.

Afin de vérifier l'objectif principal, des analyses de variance (ANOVA) à plan mixte (2 Groupes X 2 Temps de mesure) ont été effectuées sur chacune des variables dépendantes, soit les variables associées au rendement scolaire et au fonctionnement exécutif. L'ANOVA à plan mixte permet de considérer l'effet principal intra-sujets (Temps de mesure), l'effet principal inter-sujets (Groupe) et l'effet d'interaction (Temps X Groupe). L'effet d'interaction reflète directement les changements entre les groupes et entre les temps de mesure. L'ensemble des analyses a été réalisé à l'aide du logiciel SPSS Statistic Viewer (version 23).

Résultats

Les analyses préliminaires indiquent que le groupe TDA/H et le groupe de comparaison sont équivalents selon l'âge ($p = .191$), mais qu'ils ne sont pas équivalents selon le sexe, $\chi^2 = 13.39$, $p < .001$, et la prise de médication, $\chi^2 = 16.07$, $p < .001$. Les analyses sont alors effectuées en contrôlant pour ces deux variables. La covariable « sexe » n'est statistiquement significative pour aucune des variables, ce qui indique qu'elle n'a pas d'impact significatif sur les résultats. Elle n'a donc pas été retenue pour la suite des analyses. La covariable « prise de médication » est statistiquement significative uniquement pour quatre échelles du BRIEF version parent : inhibition $F(1, 18) = 4.52$, $p = .048$, flexibilité $F(1, 18) = 9.04$, $p = .008$, contrôle émotionnel $F(1, 18) = 4.47$, $p = .049$, et initiative $F(1, 18) = 5.09$, $p = .037$. Des analyses de covariance à plan mixte (ANCOVA), avec la « prise de médication » comme covariable, ont donc été réalisées pour ces quatre variables dépendantes.

Rendement scolaire

Le Tableau 1 présente les moyennes et les écarts-types des mesures en lien avec le rendement scolaire. Une première ANOVA a été effectuée sur le score pondéré obtenu au sous-test *Compréhension de lecture* (WIAT-II). Les résultats mettent en évidence un seul effet principal lié aux groupes. Ainsi, les jeunes du groupe TDA/H présentent des scores significativement inférieurs à ceux des jeunes du groupe de comparaison $F(1, 23) = 10.00$, $p = .004$, η^2 partiel = .30. Par ailleurs, les résultats de l'analyse ne mettent en évidence aucun effet principal lié au temps ($p = .093$) ni aucun effet d'interaction significatif ($p = .463$), ce qui indique que le rendement en lecture de l'ensemble de ces jeunes se maintient lors de l'arrivée au secondaire.

Les résultats de l'analyse effectuée sur le score pondéré obtenu au sous-test *Raisonnement mathématique* (WIAT-II) révèlent un effet intra-sujets et inter-sujets. En effet, les jeunes du groupe TDA/H présentent des scores significativement inférieurs à ceux des jeunes du groupe de comparaison – peu importe le temps de mesure – $F(1, 23) = 4.51$, $p = .045$, η^2 partiel = .16. En outre, les scores obtenus sont significativement plus faibles en première secondaire $F(1, 23) = 5.37$, $p = .030$, η^2 partiel = .189, qu'en sixième année pour l'ensemble des jeunes. Aucun effet d'interaction n'est relevé ($p = .27$), indiquant que, dans le contexte particulier de la transition primaire-secondaire.

L'analyse réalisée sur la variable associée au rendement scolaire en français rapporté par les enseignants (ASEBA-TRF) permet de constater la présence d'effets liés aux groupes et au temps de mesure. En effet, les jeunes du groupe TDA/H affichent un rendement scolaire inférieur en français comparativement aux jeunes du groupe de comparaison $F(1, 15) = 12.13$, $p = .003$, η^2 partiel = .45. De même, le rendement scolaire en français des jeunes diminue à la suite de la transition primaire-secondaire $F(1, 15) = 4.85$, $p = .044$, η^2 partiel = .24. Un effet d'interaction statistiquement significatif est également observé indiquant que, à la suite de la transition primaire-secondaire, le rendement scolaire en français diminue significativement chez les jeunes du groupe de comparaison, tandis que cette baisse n'est pas observée chez les jeunes du groupe TDA/H $F(1, 15) = 4.85$, $p = .044$, η^2 partiel = .24.

L'analyse des données en lien avec le rendement scolaire en mathématique rapporté par les enseignants (ASEBA-TRF) met en évidence un effet inter-sujets : les jeunes du groupe TDA/H présentent un rendement scolaire inférieur en mathématique comparativement aux jeunes du groupe de comparaison $F(1, 15) = 34.89$,

Tableau 1
Mesures du rendement scolaire : données descriptives

Variable	Groupe TDA/H		Groupe de comparaison	
	6 ^e année	Sec. I	6 ^e année	Sec. I
	<i>M (É.-T.)</i>	<i>M (É.-T.)</i>	<i>M (É.-T.)</i>	<i>M (É.-T.)</i>
WIAT-II ^a				
Compréhension de lecture	(<i>n</i> = 10)	(<i>n</i> = 9)	(<i>n</i> = 16)	(<i>n</i> = 16)
	91.44 (6.04)	92.78 (5.58)	98.75 (6.41)	102.06 (7.79)
Raisonnement mathématique	(<i>n</i> = 10)	(<i>n</i> = 10)	(<i>n</i> = 15)	(<i>n</i> = 15)
	95.90 (10.82)	89.60 (12.09)	104.80 (12.90)	102.60 (15.97)
ASEBA-TRF ^b				
Français	(<i>n</i> = 7)	(<i>n</i> = 8)	(<i>n</i> = 13)	(<i>n</i> = 13)
	1.57 (0.53)	1.50 (0.27)	3.15 (1.07)	2.38 (0.77)
Mathématique	(<i>n</i> = 7)	(<i>n</i> = 8)	(<i>n</i> = 13)	(<i>n</i> = 13)
	1.00 (1.15)	1.57 (0.79)	3.00 (0.91)	3.07 (0.83)

Note.

a. Une jeune du groupe comparaison n'a pas complété le sous-test *Raisonnement mathématique* au premier temps de mesure (6^e année).

b. Six questionnaires n'ont pas été retournés au premier temps de mesure (trois pour le groupe de comparaison et trois pour le groupe TDA/H) et huit questionnaires n'ont pas été retournés au second temps de mesure (trois en français et un en mathématique pour le groupe de comparaison, puis deux en français et deux en mathématique pour le groupe TDA/H).

$p < .001$, η^2 partiel = .70. En revanche, aucun effet intra-sujets ($p = .36$) ou effet d'interaction ($p = .24$) n'est observé, ne permettant pas de conclure à la présence de changement en lien avec le rendement scolaire en mathématique à la suite de la transition primaire-secondaire pour l'ensemble des jeunes.

Fonctionnement exécutif

Le Tableau 2 présente les moyennes et les écarts-types des mesures compilées à l'aide du BRIEF en lien avec le fonctionnement exécutif selon la perception des parents. L'analyse des données compilées auprès des parents montre la présence d'effets inter-sujets pour cinq échelles : *inhibition* $F(1, 18) = 5.75$, $p = .038$, η^2 partiel = .24, *mémoire de travail* $F(1, 19) = 75.43$, $p < .001$, η^2 partiel = .80, *planification/organisation* $F(1, 19) = 57.68$, $p < .001$, η^2 partiel = .75, *organisation du matériel* $F(1, 19) = 7.71$, $p = .012$, η^2 partiel = .29, et *autorégulation* $F(1, 19) = 36.30$, $p < .001$, η^2 partiel = .66. Ceci indique que les parents des jeunes du groupe TDA/H rapportent que leurs jeunes présentent un fonctionnement exécutif moins adapté pour plusieurs fonctions exécutives, comparativement aux parents des jeunes du groupe de

comparaison. Par ailleurs, une différence statistiquement significative entre les deux temps de mesure est observée pour l'échelle *contrôle émotionnel* $F(1, 18) = 5.47$, $p = .031$, η^2 partiel = .23, indiquant que les parents des jeunes appartenant aux deux groupes perçoivent une amélioration du contrôle émotionnel chez leur jeune suivant la transition primaire-secondaire. Enfin, les analyses ne révèlent aucun effet d'interaction statistiquement significatif, mais une tendance statistique est observée pour l'échelle mesurant la flexibilité $F(1, 18) = 3.83$, $p = .066$, η^2 partiel = .18. Cet effet tend à indiquer une diminution de la flexibilité pour le groupe TDA/H à la suite de la transition primaire-secondaire. Rappelons que la covariable « prise de médication » a été utilisée pour les échelles mesurant l'inhibition, la flexibilité, le contrôle émotionnel et l'initiative.

Le Tableau 3 présente les moyennes et les écarts-types des mesures en lien avec le fonctionnement exécutif selon la perception des jeunes (BRIEF-SR). L'analyse des données compilées auprès des jeunes ne révèle aucun effet lié aux groupes ou aux temps de mesures. Toutefois, les analyses mettent en lumière quatre effets d'interaction significatifs pour les

Tableau 2
Mesures du fonctionnement exécutif BRIEF (version parent) : données descriptives

Variable	Groupe TDA/H		Groupe de comparaison	
	6 ^e année (n = 10)	Sec. 1 (n = 9)	6 ^e année (n = 16)	Sec. 1 (n = 12)
	<i>M (É.-T.)</i>	<i>M (É.-T.)</i>	<i>M (É.-T.)</i>	<i>M (É.-T.)</i>
Inhibition	67.20 (14.76)	66.00 (12.89)	46.94 (7.43)	44.58 (3.78)
Flexibilité	67.20 (14.97)	70.56 (11.91)	46.47 (13.17)	45.50 (9.29)
Contrôle émotionnel	65.10 (14.61)	66.00 (11.86)	47.41 (10.97)	44.42 (7.29)
Initiative	66.90 (10.55)	67.78 (11.82)	48.76 (9.51)	49.75 (8.52)
Mémoire de travail	68.60 (8.59)	71.67 (7.07)	46.41 (6.49)	46.42 (7.34)
Planification/Organisation	63.80 (8.11)	68.00 (9.21)	46.12 (6.43)	44.75 (5.36)
Organisation du matériel	59.70 (8.50)	59.33 (9.70)	50.29 (10.00)	47.92 (10.44)
Autorégulation	66.40 (8.50)	63.44 (9.81)	45.18 (5.59)	46.58 (7.20)

Note. Quatre questionnaires pour le groupe de comparaison et un questionnaire pour le groupe TDA/H n'ont pas été retournés lors du deuxième temps de mesure.

Tableau 3
Mesures du fonctionnement exécutif BRIEF-SR (version auto-rapportée) : données descriptives

Variables	Groupe TDA/H		Groupe de comparaison	
	6 ^e année (n = 10)	Sec. 1 (n = 10)	6 ^e année (n = 15)	Sec. 1 (n = 16)
	<i>M (É.-T.)</i>	<i>M (É.-T.)</i>	<i>M (É.-T.)</i>	<i>M (É.-T.)</i>
Inhibition	55.50 (14.82)	50.00 (11.65)	47.13 (8.99)	49.75 (9.66)
Flexibilité	57.20 (13.46)	53.60 (9.14)	46.13 (10.05)	51.31 (10.55)
Contrôle émotionnel	55.40 (13.60)	50.60 (12.58)	45.94 (8.39)	50.94 (9.04)
Initiative	56.60 (11.87)	52.70 (11.30)	50.00 (8.73)	53.31 (10.26)
Mémoire de travail	58.00 (11.24)	58.50 (9.37)	48.00 (9.54)	55.06 (12.85)
Planification/Organisation	57.10 (7.13)	53.40 (9.23)	46.44 (8.33)	52.56 (13.97)
Organisation du matériel	51.60 (7.98)	47.80 (6.56)	48.69 (10.70)	48.13 (12.64)
Autorégulation	54.80 (10.21)	54.20 (7.77)	47.31 (8.60)	51.81 (10.13)

Note. Les données sont disponibles pour 15 jeunes du groupe de comparaison pour le premier temps de mesure. Les données recueillies auprès d'un jeune du groupe de comparaison sont invalides, puisqu'un score trop élevé a été obtenu à l'échelle de négativité et sont donc exclues des analyses.

échelles suivantes : *inhibition* $F(1, 23) = 5.64, p = .026, \eta^2$ partiel = .20, *flexibilité* $F(1, 23) = 4.35, p = .048, \eta^2$ partiel = .16, *autorégulation* $F(1, 23) = 8.99, p = .006, \eta^2$ partiel = .28, et *planification/organisation* $F(1, 23) = 4.83, p = .038, \eta^2$ partiel = .17. Globalement, les jeunes du groupe TDA/H perçoivent une amélioration de leur fonctionnement exécutif, tandis que les jeunes du groupe de comparaison perçoivent une diminution de celui-ci. Enfin, une tendance statistique, allant dans le même sens que les effets précédents, est notée pour l'échelle *contrôle émotionnel* $F(1, 23) = 3.76, p = .065, \eta^2$ partiel = .14.

Discussion

Cette étude s'intéressait au rendement scolaire et au fonctionnement exécutif des jeunes présentant un TDA/H lors de la transition primaire-secondaire, comparativement à des jeunes ne présentant pas le diagnostic.

Rendement scolaire

Tel qu'attendu, les résultats indiquent que les jeunes avec un TDA/H montrent un rendement scolaire significativement inférieur, et ce, pour l'ensemble des mesures utilisées pour cette variable (WIAT-II et échelle de rendement scolaire de l'ASEBA). La différence en ce qui concerne le rendement scolaire entre les jeunes ayant un TDA/H et ceux ne présentant pas le diagnostic est donc suffisamment importante pour mettre en lumière certaines fragilités sur le plan des apprentissages, et ce, bien que les résultats obtenus par les jeunes avec un TDA/H à l'épreuve formelle n'atteignent pas un seuil cliniquement significatif (se situant à au moins un écart-type ou plus). Ceci concorde avec les écrits scientifiques qui stipulent que les difficultés inhérentes au TDA/H ont un impact sur le rendement scolaire tant lors du cursus primaire que secondaire (Barkley, 2005; Birchwood & Daley, 2012; Cardin et al., 2011; McConaughy, Volpe, Antshel, Gordon, & Eiraldi, 2011). Selon Guay (2016), les symptômes du TDA/H diminuent, en partie du moins, la disponibilité aux apprentissages des jeunes aux prises avec cette problématique. Il devient notamment difficile pour eux de porter attention en classe, de suivre les consignes, de demeurer centré sur la tâche et d'organiser leurs travaux. Les déficits exécutifs sont également liés aux fautes et aux lacunes présentes dans les travaux scolaires des jeunes présentant un TDA/H.

Pour sa part, l'hypothèse stipulant une baisse du rendement scolaire à la suite de la transition primaire-secondaire n'est confirmée que partiellement. En effet, une diminution du rendement scolaire entre la sixième année et la première année du secondaire est objectivée par deux des quatre mesures utilisées pour

mesurer le rendement scolaire, soit : 1) le rendement en mathématique évalué formellement par le WIAT-II; et 2) le rendement scolaire en français rapporté par les enseignants. Pour cette dernière mesure, il est possible d'observer que cette tendance est davantage propre aux jeunes sans problématique, alors que les jeunes avec un TDA/H ont un rendement stable en français à la suite de la transition primaire-secondaire. Pour leur part, les rendements en lecture (WIAT-II) et en mathématique (perception des enseignants) demeurent stables entre la sixième année et la première année au secondaire, et ce, toujours pour l'ensemble des jeunes.

Cette diminution du rendement scolaire en mathématique pour l'ensemble des jeunes pourrait s'expliquer par les multiples sources de stress et les adaptations auxquelles les jeunes doivent faire face en contexte de transition primaire-secondaire. En effet, au cours de cette période, les jeunes entretiennent plusieurs inquiétudes en lien avec la perte d'un milieu familial, l'intimidation, l'apprentissage de nouvelles règles et le changement des relations sociales (Bailey et al., 2015; Benner, 2011). D'un point de vue affectif, la transition à l'école secondaire est marquée par des sentiments de solitude et d'anxiété pour certains jeunes (Benner & Graham, 2009), ce qui est également susceptible d'entraîner un impact négatif sur leur rendement scolaire. Ces résultats sont également cohérents avec ceux issus de certaines études montrant que la transition primaire-secondaire peut être accompagnée d'une diminution du rendement scolaire (Alspaugh, 1998; Ryan et al., 2013). Il en est de même pour la diminution du rendement scolaire en français observée par les enseignants, ici plus particulièrement pour les jeunes sans diagnostic de TDA/H. Ce dernier résultat soulève par ailleurs que les jeunes ne présentant pas de diagnostic de TDA/H pourraient être plus sensibles à une telle baisse de rendement, comme ils présentent de manière générale un meilleur rendement initial. La présence de difficultés liées au rendement scolaire déjà présentes chez les jeunes avec un TDA/H (Barkley, 2005) pourrait permettre de croire qu'il est peu probable que des difficultés supplémentaires et transitoires s'y ajoutent.

Finalement, sur la base des résultats stables observés pour le rendement en lecture (WIAT-II) et en mathématique (perception des enseignants), il demeure possible de penser que la transition primaire-secondaire, en dépit de ses caractéristiques particulières, n'ait pas d'impact significatif sur le rendement scolaire de l'ensemble des jeunes. Par exemple, bien que dans un contexte de transition différent, Carolan (2013) n'observe aucun changement du rendement en lecture et en mathématique à la suite d'un changement d'école en cinquième année du

primaire. Une diminution du rendement scolaire était ici anticipée sur la base des mêmes arguments que ceux associés à la transition primaire-secondaire. À cet égard, malgré les défis associés à la transition primaire-secondaire, il est envisageable que la majorité des jeunes parvienne à s'adapter suffisamment sur le plan des apprentissages et ainsi à maintenir leur rendement scolaire. Ce maintien du rendement scolaire pourrait aussi être interprété comme une interruption des progrès attendus. En effet, Akos, Rose et Orthner (2015) expliquent qu'en examinant les résultats des examens de fin d'année scolaire, ils notent que les jeunes montrent généralement une amélioration de leurs habiletés en lecture et en mathématique d'une année scolaire à l'autre. Par contre, à la suite de la transition de ces jeunes vers l'école secondaire, l'amélioration de ces habiletés est nettement moindre et donc, ne reflète pas l'amélioration attendue comparativement aux années précédentes.

Fonctionnement exécutif

Les résultats montrent que le fonctionnement exécutif des jeunes présentant un TDA/H, tel qu'observé par les parents, est, de façon générale, inférieur à celui des jeunes ne présentant pas le diagnostic, plus particulièrement en ce qui concerne l'inhibition, la mémoire de travail, la planification et l'organisation, l'organisation du matériel et l'autorégulation. De plus, les scores obtenus par les jeunes présentant un TDA/H se situent dans la zone clinique selon le barème du BRIEF (score T de 65 ou plus), ce qui permet de confirmer la présence de difficultés nettes sur ce plan. Ces résultats concordent ainsi avec les résultats de nombreuses études réalisées à ce jour ayant démontrées que le TDA/H est fortement associé à un déficit des fonctions exécutives (p. ex., Doyle, 2006; Schoemaker et al., 2012; Sergeant et al., 2002; Willcutt et al., 2005).

En outre, contrairement à ce qui était attendu, une augmentation du contrôle émotionnel suivant l'entrée au secondaire pour l'ensemble des jeunes, selon les observations des parents, est observée. Ces résultats pourraient ici davantage représenter le processus de maturation cognitive et affective associé au contrôle émotionnel. Cette hypothèse est notamment appuyée par une étude de neuro-imagerie effectuée auprès d'adolescents montrant que l'activation du cortex préfrontal ventrolatéral gauche, une zone cérébrale associée au contrôle émotionnel, augmente avec l'âge (Mc Rae, Gross, Weber, Robertson, & Sokol-Hessner, 2012).

De façon plus spécifique, et toujours selon les parents, peu de changements liés au fonctionnement exécutif chez les jeunes présentant un TDA/H sont observés; seule une tendance à la diminution est

observée pour la flexibilité. La flexibilité – dite cognitive pour la distinguer des conduites adaptatives plus générales – inclut la capacité de tolérer et de s'ajuster au changement, d'user de souplesse dans la résolution de problèmes, de changer ou d'alterner le centre d'attention et de changer d'un sujet ou d'une pensée à l'autre d'une manière adaptée à la situation (Chevalier, 2010). De par sa nature même, la flexibilité devient particulièrement sollicitée en contexte de changement, comme lors de la transition primaire-secondaire qui nécessite de la part des jeunes de s'adapter aux multiples changements d'ordre environnemental, éducationnel et social. Ceci peut expliquer cette diminution perçue par les parents, alors que la flexibilité cognitive est souvent déficitaire a priori chez les jeunes présentant un TDA/H (Qian et al., 2013). En outre, la stabilité du fonctionnement exécutif perçue par les parents pour la majorité des fonctions pourrait, pour sa part, être en partie liée à une diminution de l'engagement parental dans la sphère scolaire généralement observée avec l'âge (Hornby & Lafaele, 2011), ce qui les amène à être moins à l'affût du fonctionnement de leur jeune dans le milieu scolaire.

Les résultats des analyses en lien avec le fonctionnement exécutif, tels que rapportés par les jeunes, sont quant à eux différents et s'opposent généralement aux hypothèses émises. D'une part, aucune différence entre les jeunes présentant un TDA/H et ceux ne présentant pas ce trouble n'est observée, et ce, peu importe le temps de mesure. Les résultats des deux groupes se retrouvent dans la moyenne normative par rapport au barème du test utilisé. Ceci pourrait s'expliquer, du moins en partie, par le fait que les jeunes avec un TDA/H montrent généralement une tendance à surestimer leurs capacités et à minimiser leurs difficultés (Steward, Tan, Delgaty, Gonzales, & Bunner, 2014). Cette surestimation de leurs compétences serait d'ailleurs davantage observée dans les domaines pour lesquels leurs déficits sont généralement les plus prononcés (Colomer, Martinussen, & Wiener, 2016; Hoza et al., 2004; Hoza, Pelham, Dobbs, Owens & Pillow, 2002). À cet égard, Golden (2010) montre, chez des jeunes ayant un TDA/H, qu'un plus haut niveau de fonctionnement exécutif est significativement lié à une plus faible surestimation de ces compétences. Les hypothèses tentant d'expliquer ces surévaluations suggèrent qu'elles sont dues à l'incapacité des jeunes à reconnaître leurs déficits en raison de leur manque de compétence dans le domaine en question ou qu'elles sont le résultat d'une autoprotection; le jeune se présentant sous un jour confiant pour masquer ses faiblesses et préserver son estime de soi (Owens, Goldfine, Evangelista, Hoza, & Kaiser, 2007).

Qui plus est, les jeunes ne présentant pas de TDA/H perçoivent une diminution de leur fonctionnement exécutif (c.-à-d. inhibition, flexibilité, autorégulation, planification et organisation), alors que les jeunes qui présentent un TDA/H perçoivent plutôt une amélioration de ces mêmes fonctions. La diminution du fonctionnement exécutif, telle que perçue par les jeunes sans TDA/H, peut être expliquée par la sollicitation accrue des fonctions exécutives une fois les jeunes entrés à l'école secondaire, alors qu'ils doivent faire preuve de plus d'autonomie et de responsabilité (Jacobson et al., 2011). Il est alors envisageable que cette diminution du fonctionnement exécutif soit ponctuelle et liée à l'adaptation scolaire. Les améliorations perçues par les jeunes ayant un TDA/H peuvent quant à elles être attribuables à leurs biais d'évaluation, généralement caractérisés par la surestimation de leurs compétences, telle que précédemment évoquée.

Forces, limites et pistes de recherche futures

Cette étude contribue de manière directe, par l'utilisation de données longitudinales, au développement des connaissances en regard de l'effet de la transition primaire-secondaire chez les jeunes présentant un TDA/H. Elle cible deux aspects importants du fonctionnement du jeune avec un TDA/H, soit le rendement scolaire et le fonctionnement exécutif. La portée de cette étude est par ailleurs restreinte par certaines limites méthodologiques. D'une part, la taille restreinte de l'échantillon limite la puissance statistique et la généralisation des résultats, tout comme la non-équivalence des groupes en termes de sexe. De plus, ni le statut socioéconomique ni le fonctionnement intellectuel n'ont été directement pris en compte; un contrôle de ces variables permettrait de constater si elles exercent une influence sur les résultats, alors que certaines études ont déjà démontré un lien entre les fonctions exécutives et le statut socioéconomique (Ardila, Rosselli, Matute, & Guajardo, 2005; Evans & Rosenbaum, 2008; Howse, Lange, Farran, & Boyles, 2003) ou le fonctionnement intellectuel (Arffa, 2007). L'utilisation de mesures auto et hétéro-rapportées peut, quant à elle, être associée à des biais de réponse ou de perception. Ce dernier biais peut être d'autant plus important pour l'évaluation du rendement scolaire puisque ce sont des enseignants différents qui se sont prononcés en sixième année et en première secondaire. L'évaluation du fonctionnement exécutif de manière indirecte par le biais d'un questionnaire peut également être source de biais. Toutefois, Toplak, West et Stanovich (2013) soulignent que de telles mesures permettent de cibler davantage le fonctionnement à long terme dans des conditions quotidiennes typiques, alors que les mesures formelles mesurent adéquatement les processus neurocognitifs

dans des conditions optimales d'expérimentation. Enfin, tant pour le rendement scolaire que pour le fonctionnement exécutif, il demeure possible que les temps de mesure aient été trop rapprochés pour détecter tous les changements associés à la transition primaire-secondaire. À cet égard, il faut aussi prendre en compte le fait que le deuxième temps de mesure a eu lieu en début d'année scolaire, une période où les enseignants connaissent moins leurs élèves et qui est souvent dédiée à la révision des notions enseignées à la fin de l'année précédente. L'apprentissage de nouvelles notions pourrait être ici davantage problématique.

Certaines pistes de recherches futures sont également suggérées. Tout d'abord, l'ajout de temps de mesure (p. ex., trois mois et six mois suivants l'entrée au secondaire) pourrait permettre de vérifier si les résultats obtenus se maintiennent à plus long terme ou si l'évolution diffère en fonction du temps. De plus, il est suggéré d'utiliser des tâches représentant mieux l'ensemble des compétences développées en français pour évaluer le rendement scolaire des jeunes dans cette matière, incluant notamment les capacités d'écriture. Ensuite, l'ajout de mesures objectives du fonctionnement exécutif, par l'utilisation notamment de mesures neurocognitives, pourrait également constituer un atout intéressant de sorte à cibler encore mieux le construit des fonctions exécutives. L'exploration d'autres variables associées à la présence de difficultés chez les jeunes présentant un TDA/H, et sur lesquelles la transition primaire-secondaire est susceptible d'avoir un impact, telles que les stratégies d'apprentissage, la motivation et le fonctionnement social, est également à envisager de façon à obtenir le portrait le plus complet possible de la situation vécue par ces jeunes à risque.

Conclusion

Cette étude contribue à confirmer que les jeunes présentant un TDA/H éprouvent plusieurs difficultés en milieu scolaire et permet de préciser ce portrait, plus spécifiquement en ce qui concerne le rendement scolaire et le fonctionnement exécutif. En effet, force est de constater que ces difficultés, bien réelles, caractérisent le fonctionnement de ces jeunes. Le contexte de la transition primaire-secondaire ne semble pas surajouter aux difficultés exécutives que présentent déjà les jeunes avec un TDA/H, sauf potentiellement en ce qui concerne la flexibilité cognitive qui peut être davantage sollicitée en contexte de changement. Certains indicateurs permettent en outre de croire que la transition primaire-secondaire a effectivement un impact sur le rendement scolaire des jeunes, qu'ils présentent ou non un TDA/H, ce qui appuie la présence de défis associés à cette période charnière. Ces constats sont d'autant plus inquiétants

que l'école secondaire est souvent perçue comme un milieu qui offre moins de soutien pour les jeunes, comparativement à l'école primaire, et que les ressources sont souvent moindres pour répondre aux besoins spécifiques des jeunes présentant des difficultés.

Les résultats de cette étude sous-tendent donc l'importance d'offrir du soutien aux jeunes présentant un TDA/H par le biais d'interventions adaptées ciblant notamment le rendement scolaire et les capacités exécutives. Elle sous-tend en ce sens des initiatives comme le Projet TRANSITION, qui propose des interventions ciblant les stratégies d'étude et les habiletés organisationnelles afin de soutenir les élèves ayant un TDA/H et leurs parents lors du passage au secondaire (Girard, Lapointe, & Normandeau, 2018). Le développement de telles interventions en est toutefois encore à ces premiers balbutiements et mérite d'être davantage investi dans les prochaines années dans une perspective de soutien à la persévérance scolaire des jeunes présentant un TDA/H.

Références

- Achenbach, T. M. (2001). *Achenbach System of Empirically Based Assessment, TRF/6-18*. Burlington, VT: University of Vermont.
- Agostino, A., Johnson, J., & Pascual-Leone, J. (2010). Executive functions underlying multiplicative reasoning: Problem type matters. *Journal of Experimental Child Psychology, 105*, 286-305. doi: 10.1016/j.jecp.2009.09.006
- Akos, P., Rose, R. A., & Orthner, D. (2015). Sociodemographic moderators of middle school transition effects on academic achievement. *The Journal of Early Adolescence, 35*, 170-198. doi: 10.1177/0272431614529367
- Alsbaugh, J. W. (1998). Achievement loss associated with the transition to middle school and high school. *The Journal of Educational Research, 92*, 20-25. doi: 10.1080/00220679809597572
- Altemeier, L. E., Abbott, R. D., & Berninger, V. W. (2008). Executive functions for reading and writing in typical literacy development and dyslexia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 30*, 588-606. doi: 10.1080/3803390701562818
- American Psychiatric Association [APA]. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5e éd.)*. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- Ardila, A., Rosselli, M., Matute, E., & Guajardo, S. (2005). The influence of the parent's educational level on the development of executive functions. *Developmental Neuropsychology, 28*, 539-560. doi: 10.1207/s15326942dn2801_5
- Arffa, S. (2007). The relationship of intelligence to executive function and non-executive function measures in a sample of average, above average, and gifted youth. *Archives of Clinical Neuropsychology, 22*, 969-978. doi: 10.1016/j.acn.2007.08.001
- Bailey, G., Giles, R. M., & Rogers, S. E. (2015). An investigation of the concerns of fifth graders transitioning to middle school. *Research in Middle Level Education, 38*, 1-12. doi: 10.1080/19404476.2015.11462118
- Barber, B. K. & Olsen, J. A. (2004). Assessing the transitions to middle and high school. *Journal of Adolescent Research, 19*, 3-30.
- Barkley, R. A. (2005). *Taking charge of ADHD* (éd. rév.). New York, NY: The Guilford Press.
- Barkley, R. A., Fischer, M., Smallish, L., & Fletcher, K. (2006). Young adult outcome of hyperactive children: Adaptive functioning in major life activities. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 45*, 192-202. doi: 10.1097/01.chi.0000189134.97436.e2
- Benner, A. D. (2011). The transition to high school: Current knowledge, future directions. *Educational Psychology Review, 23*, 299-328. doi: 10.1007/s10648-011-9152-0
- Benner, A. D. & Graham, S. (2009). The transition to high school as a developmental process among multiethnic urban youth. *Child Development, 80*, 356-376. doi: 10.1111/j.1467-8624.2009.01265.x
- Biederman, J., Mick, E., & Faraone, S. V. (2000). Age-dependent decline of symptoms of attention deficit hyperactivity disorder: Impact of remission definition and symptom type. *American Journal of Psychiatry, 157*, 816-818. doi: 10.1176/appi.ajp.157.5.816
- Biederman, J., Monuteaux, M. C., Doyle, A. E., Seidman, L. J., Wilens, T. E., Ferrero, F., . . . Faraone, S. V. (2004). Impact of executive function deficits and attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) on academic outcomes in children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 72*, 757. doi: 10.1037/0022-006X.72.5.757
- Birchwood, J. & Daley, D. (2012). Brief report: The impact of Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) symptoms on academic performance in an adolescent community sample. *Journal of Adolescence, 35*, 225-231. doi: 10.1016/j.adolescence.2010.08.011
- Cardin, J.-F., Desrosiers, H., Belleau, L., Giguère, C., & Boivin, M. (2011). Les symptômes d'hyperactivité et d'inattention chez les enfants de la période préscolaire à la deuxième année du primaire. *Institut de la Statistique du Québec, 12*, 1-8.
- Carolan, B. V. (2013). School transitions and students' achievement in the fifth grade. *The Journal of*

- Educational Research*, 106, 372–383. doi: 10.1080/00220671.2012.736432
- Chevalier, N. (2010). Les fonctions exécutives chez l'enfant: Concepts et développement. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne*, 51, 149.
- Colomer, C., Martinussen, R., & Wiener, J. (2016). The self-enhancement bias in Attention Deficit/Hyperactivity Disorder: Origin, nature, and consequences. *Current Developmental Disorders Reports*, 3, 1-6. doi: 10.1007/s40474-016-0073-y
- Conners, C. K. (2008). Conners 3e édition. Toronto, ON: Multi-Health Systems.
- Doyle, A. E. (2006) Executive functions in attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*, 67, 21-26.
- Evans, G. W. & Rosenbaum, J. (2008). Self-regulation and the income-achievement gap. *Early Childhood Research Quarterly*, 23, 504-514. doi: 10.1016/j.ecresq.2008.07.002
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). *Behavior rating inventory of executive function (BRIEF)*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources Inc.
- Girard Lapointe, J. & Normandeau, S. (2017). Effet du Projet TRANSITION sur le rendement scolaire des jeunes ayant un trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité. *Revue de Psychoéducation*, 46, 99-116. doi: 10.7202/1039683ar
- Golden, C. M. (2010). The positive illusory bias in children with ADHD: An examination of the executive functioning hypothesis. *Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences and Engineering*, 71, 1340.
- Guay, M. C. (2016). Les difficultés d'apprentissage chez les jeunes qui ont un TDA ou un TDAH. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 140, 73-77.
- Hornby, G. & Lafaele, R. (2011). Barriers to parental involvement in education: an explanatory model. *Educational Review*, 63, 37-52. doi: 10.1080/00131911.2010.488049
- Howse, R. B., Lange, G., Farran, D. C., & Boyles, C. D. (2003). Motivation and self-regulation as predictors of achievement in economically disadvantaged young children. *The Journal of Experimental Education*, 71, 151-174. doi: 10.1080/00220970309602061
- Hoza, B., Gerdes, A. C., Hinshaw, S. P., Arnold, L. E., Pelham Jr., W. E., Molina, B. S.G., . . . Wigal, T. (2004). Self-perceptions of competence in children with ADHD and comparison children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 72, 382-391. doi: 10.1037/0022-006X.72.3.382
- Hoza, B., Pelham Jr, W. E., Dobbs, J., Owens, J. S., & Pillow, D. R. (2002). Do boys with attention-deficit/hyperactivity disorder have positive illusory self-concepts? *Journal of Abnormal Psychology*, 111, 268-278. doi: 10.1037//0021-843x.111.2.268
- Jacobson, L. A., Williford, A. P., & Pianta, R. C. (2011). The role of executive function in children's competent adjustment to middle school. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 17, 255-280. doi: 10.1080/09297049.2010.535654
- Jurado, M. B. & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17, 213-233. doi: 10.1007/s11065-007-9040-z
- Kent, K. M., Pelham, W. E., Molina, B. S. G., Sibley, M. H., Waschbusch, D. A., Yu, J., & Karch, K. M. (2011). The academic experience of male high school students with ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 39, 451-462. doi: 10.1007/s10802-010-9472-4
- Kofler, M. J., Irwin, L. N., Soto, E. F., Groves, N. B., Harmon, S. L., & Sarver, D. E. (2019). Executive functioning heterogeneity in pediatric ADHD. *Journal of Abnormal Psychology*, 47, 273-286. doi: 10.1007/s10802-018-0438-2
- Lambek, R., Tannock, R., Dalsgaard, S., Trillingsgaard, A., Damm, D., & Thomsen, P. H. (2011). Executive dysfunction in school-age children with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 15, 646-655. doi: 10.1177/1087054710370935
- Langberg, J. M., Dvorski, M. R., & Evans, S.W. (2013). What specific facets of executive function are associated with academic functioning in youth with attention-deficit/hyperactivity disorder? *Journal of Abnormal Psychology*, 41, 1145-1159. doi: 10.1007/s10802-013-9750-z
- Langberg, J. M., Epstein, J. N., Altaye, M., Molina, B. S. G., Arnold, L. E., & Vitiello, B. (2008). The transition to middle school is associated with changes in the developmental trajectory of ADHD symptomatology in young adolescents with ADHD. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 37, 651-663. doi: 10.1080/15374410802148095
- Litner, B. (2003). Teens with ADHD: The challenge of high school. *Child and Youth Care Forum*, 32, 137-158. doi: 10.1023/A1023350308485
- Martel, M., Nikolas, M., & Nigg, J. T. (2007). Executive function in adolescents with ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 46, 1437-1444. doi: 10.1097/chi.0b013e31814cf953
- McConaughy, S. H., Volpe, R. J., Antshel, K. M., Gordon, M., & Eiraldi, R. B. (2011). Academic and social impairments of elementary school children with attention deficit hyperactivity disorder. *School Psychology Review*, 40, 200-225.

- McRae, K., Gross, J. J., Weber, J., Robertson, E. R., Sokol-Hessner, P., Ray, R. D., . . . Ochsner, K. N. (2012). The development of emotion regulation: an fMRI study of cognitive reappraisal in children, adolescents and young adults. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 7*, 11-22. doi: 10.1093/scan/nsr093
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. (2006). Programme de formation à l'école québécois : Enseignement primaire. Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/jeunes/pfeq/PFEQ_presentation-primaire.pdf
- Owens, J. S., Goldfine, M. E., Evangelista, N. M., Hoza, B., & Kaiser, N. M. (2007). A critical review of self-perceptions and the positive illusory bias in children with ADHD. *Clinical Child and Family Psychology Review, 10*, 335-351. doi: 10.1007/s10567-007-0027-3
- Parent, V. & Guay, M.-C. (2019, mars). *Le rôle des fonctions exécutives dans la régulation du comportement et des apprentissages : la poule ou l'œuf*. 44e Congrès international de l'Institut TA, Montréal, Canada.
- Pennington, B. F. & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 37*, 51-87. doi: 10.1111/j.1469-7610.1996.tb01380.x
- Qian, Y., Shuai, L., Chan, R. C. K., Qian, Q., & Wang, Y. (2013). The developmental trajectories of executive function of children and adolescent with attention deficit hyperactivity Disorder. *Research in Developmental Disabilities, 34*, 1434-1445. doi:10.1016/j.ridd.2013.01.033
- Rapport, M. D., Alderson, R. M., Kofler, M. J., Sarver, D. E., Bolden, J., & Sims, V. (2008). Working memory deficits in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): The contribution of central executive and subsystem processes. *Journal of Abnormal Child Psychology, 36*, 825-837. doi: 10.1007/s10802-008-9215-y
- Ryan, A. M., Shim, S. S., & Makara, K. A. (2013). Changes in academic adjustment and relational self-worth across the transition to middle school. *Journal of Youth and Adolescence, 42*, 1372-1384. doi: 10.1007/s10964-013-9984-7
- Schoemaker, K., Bunte, T., Wiebe, S. A., Espy, K. A., Deković, M., & Matthys, W. (2012). Executive function deficits in preschool children with ADHD and DBD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 53*, 111-119. doi: 10.1111/j.1469-7610.2011.02468.x
- Schoemaker, K., Mulder, H., Deković, M., & Matthys, W. (2013). Executive functions in preschool children with externalizing behavior problems: A meta-analysis. *Journal of Abnormal Child Psychology, 41*, 457-471. doi: 10.1007/s10802-012-9684-x
- Sergeant, J. A., Geurts, H., & Oosterlaan, J. (2002). How specific is a deficit of executive functioning for attention-deficit/hyperactivity disorder? *Behavioral Brain Research, 130*, 3-28. doi: 10.1111/j.1469-7610.2004.00276.x
- Shallice, T., Marzocchi, G. M., Coser, S., Del Savio, M., Meuter, R. F., & Rumiati, R.I. (2002). Executive function profile of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Developmental Neuropsychology, 21*, 43-71. doi: 10.1207/S15326942DN2101_3
- Sjöwall, D., Roth, L., Lindqvist, S., & Thorell, L. B. (2013). Multiple deficits in ADHD: executive dysfunction, delay aversion, reaction time variability, and emotional deficits. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 54*, 619-627. doi: 10.1111/jcpp.12006
- St. Clair-Thompson, H. L. & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59*, 745-759. doi: 10.1080/17470210500162854
- Steward, K. A., Tan, A., Delgaty, L., Gonzales, M. M., & Bunner, M. (2014). Self-awareness of executive functioning deficits in adolescents with ADHD. *Journal of Attention Disorders, 21*, 316-322. doi: 1087054714530782
- Swanson, J. M. (1992). *School based assessments and interventions for ADD students*. Irvine, CA: K.C Publishing.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*, 6th ed. Boston, MA: Pearson.
- Thompson, A. E., Morgan, C., & Urquhart, I. (2003). Children with ADHD transferring to secondary schools: Potential difficulties and solutions. *Clinical Child Psychology and Psychiatry, 8*, 91-103. doi: 10.1177/1359104503008001009
- Toplak, M. E., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2013). Practitioner Review: Do performance-based measures and ratings of executive function assess the same construct? *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 54*, 131-143. doi: 10.1111/jcpp.12001
- Van der Sluis, S., de Jong, P. F., & van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence, 35*, 427-449. doi: 10.1016/j.intell.2006.09.001
- Wechsler, D. (2008). *Test de rendement individuel de Wechsler, 2e édition pour francophones du Canada*. Toronto: Pearson Canada Assessment Inc.

- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Biological Psychiatry, 57*, 1336-1346. doi: 10.1016/j.biopsych.2005.02.006
- Zendarski, N., Sciberras, E., Mensah, F., & Hiscock, H. (2017a). Academic achievement and risk factors for adolescents with Attention-Deficit Hyperactivity disorder in middle school and early high school. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics, 38*, 358-368. doi: 10.1097/DBP.0000000000000460
- Zendarski, N., Sciberras, E., Mensah, F., & Hiscock, H. (2017b). Early high school engagement in students with attention/deficit hyperactivity disorder. *British Journal of Educational Psychology, 87*, 127-145. doi: 10.1111/bjep.12140

Reçu le 21 novembre 2018
Révision reçue le 27 février 2019
Accepté le 2 avril 2019 ■

Normalisation franco-québécoise d'une batterie d'Évaluation des Compétences de Lecture chez l'Adulte de plus de 16 ans (ECLA 16+)

Clothilde Rosier¹, M2, Sabrina Tabet^{2,3}, B. Sc., Sandra Gauthier^{2,3}, D. Psy.,
Joanne LeBlanc⁴, M.O.A. et Elaine de Guise^{2,3,5}, Ph. D.

¹Centre Médical de l'Argentière

²Département de psychologie, Université de Montréal

³CRIR-IURDPM, CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

⁴Programme TCC du Centre universitaire de santé McGill, Hôpital général de Montréal

⁵Institut de Recherche, Centre universitaire de santé McGill

La normalisation des outils d'évaluation du langage écrit fait face à certaines lacunes compromettant la fiabilité diagnostique. La batterie d'Évaluation des Compétences de Lecture chez l'Adulte de plus de 16 ans (ECLA 16+) est un outil de dépistage normé sur la base de sujets français de 16 à 18 ans, aux niveaux de scolarité peu distincts. Cette normalisation n'est alors pas représentative de la population franco-québécoise. L'objectif de cette étude était d'établir des normes de l'ECLA 16+ adaptées au Québec, à différents âges (de 16 à 68 ans) et à différents niveaux scolaires (du secondaire à universitaire). Pour cela, la batterie a été administrée à 165 participants franco-québécois répartis selon trois niveaux scolaires et trois tranches d'âge. Des analyses de régressions ont montré des effets de l'âge et du niveau scolaire sur les performances de lecture. Ainsi, l'utilisation de cette normalisation permet d'optimiser l'évaluation des troubles du langage écrit des Franco-québécois.

Mots clés : ECLA 16+, lecture, écriture, âge, scolarités

The use of reading assessment tools without norms for the population being tested may compromise diagnostic reliability. The *Évaluation des Compétences de Lecture chez l'Adulte de plus de 16 ans* (ECLA 16+) battery is a screening tool standardized for French subjects from 16 to 18 years old, from schooling levels not much different. Therefore, this standardization is not representative for French-speaking Quebecers. The objective of this study was to establish norms for the ECLA 16+ in Quebec, based on different ages (from 16 to 68 years old) and schooling levels (from high school to university). To that end, the battery was administered to 165 French-speaking Quebecers participants divided according to three levels of schooling and three age groups. The regression results showed an effect of both age and schooling on reading performance. Thus, the use of these norms optimizes the evaluation of French-speaking Quebecers' written language disorders.

Keywords: ECLA 16+, reading, writing, age, schooling

La lecture est une compétence essentielle de communication et permet l'accès à la connaissance et au savoir. Un trouble de la lecture entraîne une restriction des activités sociales et professionnelles provoquant une diminution de la qualité de vie (Balazs, Miklosi, Toro, & Nagy-Varga, 2016; Karande, Bhosrekar, Kulkarni, & Thakker, 2008). En

2013, selon le *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (DSM-5; American Psychiatric Association, 2013), entre 5 et 15 % des enfants présentaient des troubles spécifiques des apprentissages (troubles de la lecture, du calcul ou de l'écriture), la dyslexie étant le plus fréquent. La dyslexie se définit de manière générale comme un trouble de l'identification des mots écrits et elle se caractérise par une lecture dysfonctionnelle de mots (c.-à-d., lente, laborieuse) et par une orthographe déficiente (American Psychiatric Association, 2013). En 2018, selon l'Institut des troubles des apprentissages de Montréal, au Canada, 75 % des enfants de troisième année ayant des troubles de la lecture non pris en charge continuent d'avoir des difficultés à lire pendant leurs études secondaires et à

Les auteurs ne rapportent aucun conflit d'intérêt.

Nous tenons à remercier les auteurs de l'ECLA 16+ de nous avoir offert cette opportunité d'utiliser leur outil pour des fins de normalisation franco-québécoise. Plus précisément, madame Catherine Rouyer Nicolas, madame Céline Gola, Dre. Christine Lequette, Dre. Guillemette Pouget et monsieur Michel Zorman.

La correspondance concernant cet article doit être adressée à :

Correspondence concerning this article should be addressed to:

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

Courriel/email : elaine.de.guise@umontreal.ca

l'âge adulte. Cela suggère l'importance de prendre en charge la population adulte. Parmi les troubles des apprentissages, des difficultés d'écriture (c.-à-d., dysorthographe) sont fréquemment observées en présence d'une dyslexie. Ces deux troubles du langage écrit proviennent des mêmes déficits de la discrimination phonologique, à savoir l'analyse sonore des mots, indispensable pour maîtriser leur transcription (Touzin, 2014). Une évaluation adaptée des compétences de lecture et d'écriture est alors essentielle pour chaque adulte québécois susceptible de présenter des difficultés dans ce domaine. En pratique clinique, les capacités de lecture et d'écriture sont évaluées via diverses épreuves s'appuyant sur le modèle de lecture à double-voie (Coltheart, Curtis, Atkins, & Haller, 1993; Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, & Ziegler, 2001). Ce modèle (voir Figure 1) suppose une distinction entre la procédure lexicale et la procédure phonologique. Plus précisément, la procédure lexicale (c.-à-d., voie directe) permet un traitement simultané des éléments du mot. Lorsqu'un sujet lit ou écrit, le traitement visuel ou auditif du mot active au sein de son lexique une représentation orthographique ou phonologique qui lui permet par la suite d'accéder à la forme phonologique (ou phonologique puis orthographique, pour l'écriture) du mot puis à son sens. Cette procédure est nécessaire au traitement des mots irréguliers (p. ex., monsieur) et un dysfonctionnement de cette voie causerait une dyslexie de surface (ou lexicale). La procédure

phonologique (c.-à-d., voie indirecte), quant à elle, consiste en un traitement séquentiel du mot et repose sur la mise en correspondance grapho-phonémique (ou phono-graphémique pour l'écriture). Le lecteur va décomposer le mot en différents graphèmes le constituant (p. ex., au/eau/o) et il attribuera à chaque graphème le phonème correspondant (p. ex., [o]) pour finalement construire un mot unifié. Pour écrire, ce sont les phonèmes qui seront convertis en graphèmes. Cette voie est nécessaire au traitement des mots nouveaux ou des pseudo-mots (c.-à-d., suite de sons correspondant aux règles phonologiques d'une langue, mais sans signification propre). Son dysfonctionnement provoquerait une dyslexie phonologique. Dans les cas où ces deux voies de lecture se trouvent altérées, on parle alors de dyslexie mixte. De nombreux auteurs soutiennent l'existence de ces deux voies de lecture (Blazely, Coltheart, & Casey, 2005; Hillis & Caramazza, 1991; Ziegler et al., 2008). Selon Coltheart (2006), cette subdivision des deux voies de lecture permet d'expliquer les cas de patients capables de lire sans comprendre, notamment dans le cas de la démence sémantique. Borowsky et al. (2006) démontrent l'indépendance de ces voies sur le plan cérébral. En effet, selon ces auteurs, alors que la voie phonologique est régie par le système dorsal (c.-à-d., voie occipito-pariéto-frontale), qui s'active lors de la lecture de pseudo-mots (p. ex., poidure), la voie lexicale est, elle, régie par le système ventral (c.-à-d., voie occipito-

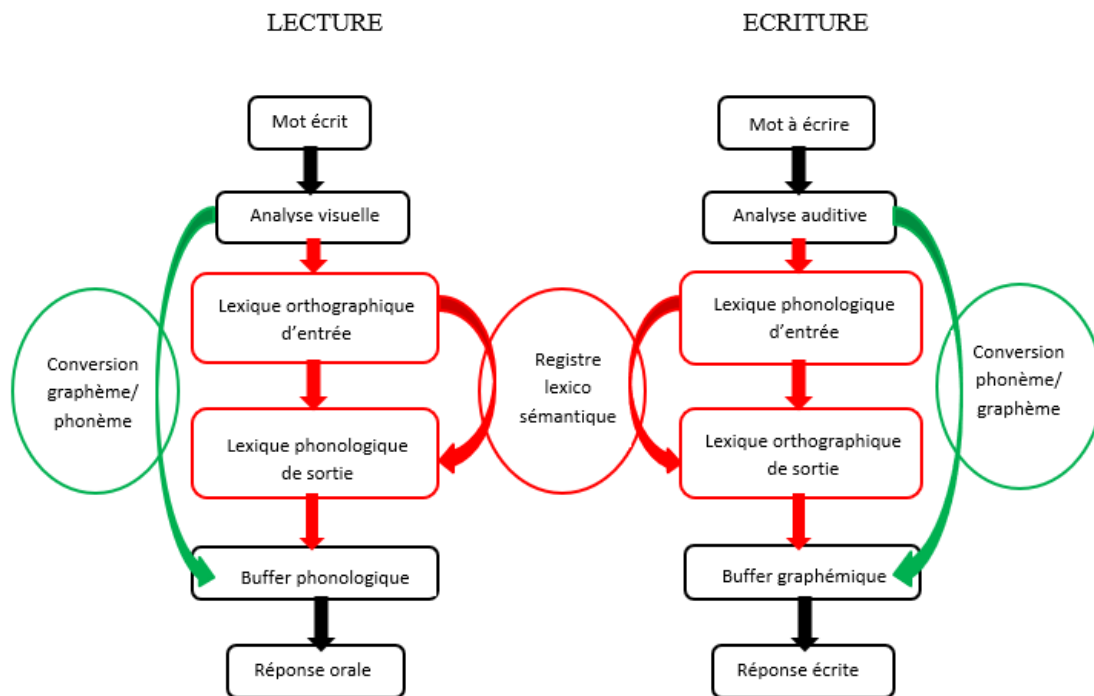


Figure 1. Modèle DRC – Dual Route Cascade (basée sur le modèle de Coltheart et al., 1993, 2001)

temporale), activée lors de la lecture de mots familiers irréguliers (p. ex., oignon).

Afin d'évaluer au mieux les compétences de langage écrit, chaque sous-système doit être investigué dans le but de déterminer l'origine de la difficulté pour laquelle le patient consulte un spécialiste. Des épreuves sont spécifiquement créées afin d'élargir le champ d'évaluation pour une précision optimale. Les épreuves de lecture de texte permettent de rendre compte de la précision ainsi que de la vitesse de lecture (Brussee, Nispen, & Rens, 2014). Les différentes voies de lecture peuvent être évaluées via des tests de lecture de mots isolés, notamment grâce à la différence de performances entre la lecture de mots irréguliers (voie directe) et la lecture de pseudo-mots (voie indirecte). De la même manière, les épreuves de dictée de mots permettent de rendre compte d'un fonctionnement de ces deux voies au niveau des compétences orthographiques. La dictée de texte, quant à elle, reflète le niveau d'orthographe en situation plus écologique et permet de rendre compte des capacités lexicales et syntaxiques en lien avec la charge attentionnelle que nécessite cet exercice.

Le langage écrit est une habileté complexe qui requière également l'implication de divers mécanismes cognitifs sous-jacents. Les habiletés phonologiques (Ecalte, Magnan, & Bouchafa, 2002; Melby-Lervåg, Lyster, & Hulme, 2012) et métaphonologiques (Alegria & Mousty, 2004) permettent le traitement des phonèmes indépendamment du sens des mots. Plus précisément, les habiletés phonologiques font référence à un traitement implicite ne nécessitant pas de contrôle attentionnel des unités phonémiques, tandis que les habiletés métaphonologiques concernent la prise de conscience avec un traitement explicite de ces unités (Ecalte et al., 2002). Les facultés visuo-attentionnelles permettent de traiter précisément et simultanément toutes les lettres d'un mot et sont donc en lien étroit avec les capacités de lecture (Stevens & Bavelier, 2012; Vogel, Miezin, Petersen, & Schlaggar, 2011). Le langage écrit sollicite également la mémoire à court terme (Perez, Majerus, & Poncelet, 2012) et de travail (Norman, Kemper, & Kynette, 1992; Pham & Hasson, 2014), permettant le stockage et la manipulation des unités phonologiques et graphémiques. Selon ces auteurs, ces facultés sont nécessaires pour le décodage séquentiel des mots (c.-à-d., le maintien en mémoire des phonèmes/graphèmes avant de les assembler), mais également pour la compréhension des phrases (c.-à-d., le maintien en mémoire des premiers mots avant la fin de la phrase). Enfin, le registre lexico-sémantique est indispensable pour accéder aux représentations des mots et ainsi attribuer un sens au langage écrit (Nation & Snowling, 1998). Si chacun de ces processus cognitifs est impliqué lors de l'activité de lecture, leur

évaluation est alors nécessaire pour une appréciation optimale du langage écrit.

En plus de l'implication de ces fonctions cognitives sous-jacentes aux habiletés de lecture et d'écriture, il existe certains facteurs individuels pouvant influencer ces facultés. Il est donc nécessaire de prendre en compte ces variables lors de l'évaluation des compétences en langage écrit. Tout d'abord, chacun des systèmes cognitifs impliqués en lecture est susceptible d'évoluer avec l'âge. Silagi, Romero, Mansur et Radanovic (2014) ont étudié chez des adultes et personnes âgées la compréhension des inférences. Il s'agit pour le lecteur de créer des représentations mentales à partir d'un texte, en lien avec ses propres connaissances (p. ex., en lisant « le vase de porcelaine tomba », le lecteur doit inférer le bris du vase). Cette étude montre une meilleure gestion de l'implicite chez les adultes âgés entre 50 et 59 ans par rapport aux personnes âgées de 60 à 79 ans (évaluées à partir de la batterie *La gestion de l'implicite*). Également, Greenberg, Ehri et Perin (2002) avancent que les adultes présenteraient davantage de difficultés que les enfants pour lire et épeler des mots. Les auteurs expliquent cela par la différence de stratégie de lecture utilisée par chacune de ces populations : en cas de difficulté pour lire un mot, alors que les enfants font davantage appel à la voie phonologique, les adultes exploitent plutôt des processus visuels et/ou orthographiques. Selon cette étude, ces disparités se reflètent par la différence de nature des erreurs commises. Enfin, une étude qui compare trois populations adultes (jeunes adultes vs. adultes vs. âgés) menée par Norman et al. (1992) démontre une diminution des capacités syntaxiques et de la compréhension de lecture avec l'âge, en lien avec les facultés de mémoire de travail.

Par ailleurs, de nombreuses études s'accordent sur la présence d'un lien étroit entre le niveau de scolarité et les compétences langagières. Une étude de Keuleers, Stevens, Mandera et Brysbaert (2015) montre l'existence d'une corrélation positive entre le niveau de scolarité et la diversité du vocabulaire qui augmente parallèlement au niveau scolaire. Un niveau de scolarité plus élevé amènerait également à de meilleures performances en fluence verbale, sollicitant le registre sémantique, les stratégies de récupération en mémoire à long terme, mais également les capacités de flexibilité spontanée (changements de stratégie) et de regroupement (Gierski & Ergis, 2004). La tâche de fluence verbale consiste à énoncer un maximum de mots dans un temps imparti selon une règle imposée (p. ex., commençant par « P », appartenant à la catégorie des animaux, etc.). Des études ont montré que chez les adultes, le nombre de mots énoncés augmente parallèlement au nombre d'années de scolarisation (Mathuranath et al., 2003;

Ratcliff et al., 1998). De la même manière, chez une population adulte, sur une tâche de dénomination évaluant l'accès aux représentations sémantiques qui consiste à dénommer des objets représentés sur des images, le nombre de mots correctement dénommés augmente proportionnellement au nombre d'années de scolarisation (Neils et al., 1995; Ross, Lichtenberg, & Christensen, 1995). D'autres chercheurs montrent une corrélation positive entre le nombre d'années d'études et les performances en lecture obtenues à la plupart des épreuves de la batterie *Boston Diagnostic Aphasia Examination* (BDAE; Goodglass & Kaplan, 1972). Plus précisément, un nombre d'années d'études plus élevé donne lieu à de meilleures capacités pour la plupart des sous-systèmes langagiers : compréhension et expression orale, répétition, dénomination, lecture à voix haute, écriture et compréhension de lecture (Radanovic, Mansur, & Scaff, 2004). Enfin, Silagi et al. (2014) confirment ce lien étroit entre le niveau scolaire et les compétences langagières par une meilleure compréhension des inférences chez les sujets à haut niveau scolaire. Selon ces travaux, un niveau de scolarité plus élevé donne lieu à de meilleures compétences en compréhension de lecture chez les adultes. L'âge et le niveau de scolarité sont alors deux facteurs individuels ayant une influence considérable sur les compétences de lecture et d'écriture. Dans ce contexte, il est nécessaire de prendre ces deux facteurs (c.-à-d., l'âge et le niveau de scolarité) en considération afin d'établir une normalisation adaptée auprès d'une population de référence.

Différentes batteries de dépistage des troubles du langage écrit sont actuellement utilisées par les cliniciens francophones, telles que le *Wechsler Individual Achievement Test* (WIAT; Wechsler, 1992), la *Batterie informatisée d'évaluation diagnostique des troubles spécifiques d'apprentissage de la lecture* (EVALEC; Sprenger-Charolles, Colé, Piquard-Kipffer, & Leloup, 2010), la *Batterie d'évaluation de lecture et d'orthographe* (BELO; Pech-Georgel & George, 2010), etc. Parmi ces outils, l'ECLA 16+ (Gola-Asmussen, Lequette, Pouget, Rouyer, & Zorman, 2010) paraît particulièrement pertinent pour évaluer les difficultés de lecture rencontrées par les jeunes adultes. Il s'agit d'un instrument de dépistage à la fois rapide, allant de 30 à 45 minutes, et complet, puisqu'il permet l'investigation des compétences de lecture et d'écriture, mais également des processus cognitifs sous-jacents aux habiletés langagières (p. ex., mémoire à court terme et de travail, vitesse de traitement, etc.). Cette évaluation doit toutefois être complétée par un bilan complémentaire pour un diagnostic plus approfondi. Cette batterie permet alors de rendre compte du fonctionnement des deux voies de lecture et de leurs composantes d'une façon à la fois rapide et rigoureuse.

Selon le Ministère de la Culture et des Communications (2011), en 2004, plus de 75 % des Québécois ont une préférence de lecture en langue française. Néanmoins, une étude réalisée sur 155 participants québécois en cours collégial de renforcement en français a démontré que 32 % des étudiants seraient susceptibles de présenter une dyslexie, pour la plupart non diagnostiquée (Cabot, 2015). Aujourd'hui, l'évaluation des compétences langagières des adultes franco-québécois est compromise par le manque de normalisation des épreuves auprès de cette population (Garcia, Paradis, Sénécal, & Laroche, 2006). Sans ces normalisations, la fiabilité de l'évaluation des personnes présentant des troubles du langage écrit est alors limitée puisque leurs performances ne peuvent être comparées à une population de référence adaptée. La batterie ECLA 16+ a initialement été normalisée en France par Gola-Asmussen et al. (2010) auprès de 311 jeunes adultes français âgés entre 16 et 18 ans sélectionnés lors de la Journée d'Appel de Préparation à la Défense (JAPD; service obligatoire pour les jeunes de 16 à 18 ans selon le ministère des Armées). L'utilisation de cette normalisation française au Québec ne permet pas une évaluation optimale des compétences en langage écrit des patients franco-québécois. En effet, les différences interindividuelles influençant les compétences en langage écrit (c.-à-d., l'âge et le niveau de scolarité) ne sont pas prises en compte lors de l'élaboration de cette standardisation française. Il paraît ainsi pertinent d'élaborer une normalisation plus précise. Dans un premier temps, en utilisant la standardisation française, il est difficile de généraliser les résultats aux sujets de plus de 18 ans. Dans un second temps, l'absence de distinction entre divers niveaux de scolarité ne permet pas d'avoir une population de référence précise et adaptée à chaque personne évaluée. Les cliniciens sont donc confrontés à une lacune empêchant une interprétation adaptée des performances de lecture et d'écriture de leurs patients.

Afin d'optimiser l'évaluation des compétences de lecture et d'écriture des adultes franco-québécois, l'objectif de cette étude est de constituer une normalisation de la batterie ECLA 16+ auprès de cette population en prenant en compte les facteurs d'influence interindividuels que sont l'âge et le niveau de scolarité. Tout d'abord, nous nous attendons à de meilleures performances aux sous-tests de l'ECLA 16+ chez les jeunes participants par rapport aux sujets plus âgés, puisque la littérature supporte que l'avancée en âge provoque un déclin des compétences de lecture et d'écriture. Également, à notre avis, plus le nombre d'années d'études effectuées par les participants est important, plus ces derniers devraient se montrer compétents aux tâches de l'ECLA 16+, car l'accroissement du niveau de scolarité amènerait à une augmentation des performances en langage écrit selon

la littérature actuelle. Grâce à cette étude, les cliniciens posséderont un outil dont l'interprétation des résultats pourra être adaptée à chaque patient permettant une évaluation optimale de leurs compétences de lecture et d'écriture pour une meilleure prise en charge.

Méthode

Participants

Un total de 165 sujets, 43 hommes et 122 femmes, âgés de 16 à 68 ans ($M = 36.1$, $É.-T. = 16.1$) composent l'échantillon. En ce qui concerne les critères d'inclusion, chaque participant devait avoir entre 16 et 69 ans, être en bonne santé et avoir pour langue maternelle le français québécois. Les critères d'exclusion concernaient les sujets dont le score au *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA) était inférieur à 26 afin d'exclure les sujets présentant des troubles cognitifs légers ou une démence (Nasreddine et al., 2005). Étaient également exclus les personnes qui présentaient une atteinte neurologique ou psychiatrique ou encore chez lesquelles des troubles d'apprentissage étaient diagnostiqués. Finalement, aucun participant n'a été exclu de l'étude.

Matériel et procédure

Chacun des participants a signé un formulaire de consentement et rempli un questionnaire d'anamnèse (permettant d'identifier les facteurs d'exclusion recherchés) avant l'administration des épreuves. Le MoCA ainsi que l'ECLA 16+ en version originale ont été administrés dans un bureau de recherche de l'Université de Montréal ou au domicile du participant. Dans tous les cas, un endroit calme a été privilégié. Pour chaque sujet, la passation était réalisée sur une séance d'une heure et aucune compensation financière ne leur a été attribuée. Ce projet de recherche a obtenu l'approbation éthique du Comité d'éthique de la recherche en arts et en sciences (CÉRAS) de l'Université de Montréal.

Le MoCA. Le MoCA est un outil validé de dépistage rapide (10 minutes) des troubles cognitifs. Il est divisé en huit parties évaluant différentes fonctions cognitives. La sphère visuo-spatiale et exécutive est investiguée via trois courtes épreuves (alternance lettres/chiffres, copie de cube, dessin d'une horloge). Une liste de cinq mots à répéter à deux reprises et à restituer quelques minutes plus tard permet d'obtenir une estimation des capacités mnésiques. Pour évaluer les fonctions attentionnelles, trois tâches sont administrées (empan de chiffres à l'endroit et à l'envers, attention sélective auditive, calcul mental). Le langage est investigué via trois épreuves (dénomination de trois dessins d'animaux, répétition de deux phrases et fluence verbale littérale). Enfin,

l'orientation temporo-spatiale est évaluée via quelques questions relatives à la date et au lieu où se trouve le participant.

L'ECLA 16+. Cette section ne présentera que les points clés pour chaque épreuve de l'ECLA 16+. Pour les consignes de passation plus précises et la cotation, il est nécessaire de se référer à l'article original de la batterie (Gola-Asmussen et al., 2010).

Les épreuves de lecture.

L'Alouette. Le test de l'Alouette (Lefavrais, 2005) permet de déterminer un âge lexical, c'est-à-dire, un niveau de lecture, indépendamment de l'âge chronologique. Il s'agit d'un texte de 265 mots que le sujet a pour consigne de lire à voix haute dans un délai maximum de trois minutes. Les variables prises en compte sont le nombre de mots lus, le nombre d'erreurs et le temps de lecture lorsqu'il est inférieur à trois minutes. Le nombre de mots correctement lus en une minute (MCLM) est alors calculé.

Lecture du texte. Le texte, nommé « Le Pollueur », constituant cette épreuve est issu d'un article de la revue d'actualité *L'Actu* pour les adolescents. Ce test permet une évaluation de l'automatisme de lecture censé être moins exigeant en termes de ressources attentionnelles (Lété & Sprenger-Charolles, 1994). Il comprend 296 mots. Le sujet a pour consigne de lire ce texte à voix haute « du mieux qu'il peut » pendant une minute. L'évaluateur prend en compte le nombre de mots lus par le sujet ainsi que le nombre d'erreurs commises pour déterminer le score de mots correctement lus en une minute (MCLM).

Lecture de mots isolés. Cette épreuve permet de distinguer un défaut de lecture dû à un déficit de la voie phonologique d'un défaut de lecture dû à un dysfonctionnement de la voie lexicale. Elle est composée de trois listes de 20 mots disposés en colonnes, chaque colonne correspondant à une catégorie de mot (c.-à-d., mots réguliers, mots irréguliers, pseudo-mots). La tâche pour chaque colonne est de lire les 20 mots le plus rapidement possible tout en commettant un nombre minimal d'erreurs. L'examineur note chaque réponse donnée par le sujet. Les variables prises en compte sont alors le temps de lecture (en secondes) pour chaque liste et le nombre de mots correctement lus, comptabilisé sous la forme d'un score.

Les épreuves d'écriture

Dictée de mots. Cette épreuve permet d'évaluer les processus d'écriture issus de la voie lexicale et phonologique. L'examineur dicte oralement 10 mots réguliers, 10 mots irréguliers et 10 pseudo-mots au sujet qui doit les écrire le plus correctement possible.

L'examineur chronomètre le temps d'écriture (en secondes) pour chaque liste ainsi que le nombre de mots correctement écrits donnant le score pour chaque liste. Pour les pseudo-mots, on attend une écriture phonologiquement correcte.

Dictée de texte. Cette épreuve permet une évaluation des voies phonologique et lexicale moins sensible que la dictée de mots isolés, mais elle reflète davantage le niveau du sujet en situation plus écologique pouvant être comparé aux conditions scolaires, professionnelles et sociales. Le texte qui compose cette dictée est extrait du *Traité de l'existence de Dieu* (Fénélon, 1701-1712). Il est composé de 83 mots formant quatre phrases. L'examineur lit l'énoncé entièrement dans un premier temps puis le relit, cette fois-ci, en le segmentant. Le sujet a pour consigne d'écrire ce texte. Il n'y a pas de temps imparti, mais le sujet ne peut effectuer de relecture. L'examineur prend en compte les erreurs produites sur 10 mots pour l'orthographe d'usage et 10 mots pour l'orthographe d'accord, donnant un score sur 10 pour chaque.

Les épreuves évaluant les capacités sous-jacentes aux habiletés langagières.

Les habiletés phonologiques et métaphonologiques.

Épreuve de suppression de phonème initial. Il s'agit d'une épreuve de segmentation de mots. L'examineur donne oralement 10 mots, un à un, et le sujet a pour consigne de les répéter à l'oral, en supprimant le premier son (phonème) de chaque mot (p. ex., climat devient limat). Le temps est chronométré depuis la lecture du premier mot par l'examineur jusqu'à la dernière réponse donnée par le sujet. À la fin, l'examineur comptabilise le nombre de bonnes réponses en un score de réussite sur 10 ainsi que le temps mis par le sujet pour toute la liste en secondes.

Épreuve de contrepèteries. Lors de ce test, l'examineur énonce oralement 10 paires de mots (p. ex., mouton et tulipe), une à une. Pour chaque couple de mots, le sujet a pour consigne d'isoler le premier phonème de chacun, puis de les inverser pour former deux pseudo-mots (p. ex., touton et mulipe). Le temps est chronométré depuis la lecture du premier mot par l'examineur jusqu'à la dernière réponse donnée par le sujet. À la fin, l'examineur comptabilise le temps total pour la liste en secondes ainsi que le nombre de bonnes réponses sur 20. Un point est remis par mot correct.

Répétition de logatomes / mémoire phonologique à court terme. Cette épreuve permet d'évaluer les capacités de *décodage-encodage audiophonatoire*, c'est-à-dire la capacité de la personne à enregistrer et

à produire des phonèmes via le buffer phonologique de la mémoire à court terme. Elle permet de détecter les difficultés de production phonologique (p. ex., dysarthrie) et est constituée d'une liste de 20 pseudo-mots d'une longueur variant d'une à quatre syllabes que l'examineur énonce un à un à l'oral. Pour chaque pseudo-mot, le sujet a pour tâche de le répéter. L'évaluateur note le nombre de pseudo-mots correctement répétés, donnant un score sur 20. Il n'y a pas de temps imparti pour cette épreuve.

Dénomination rapide.

Dénomination rapide d'images. Lors de ce test, le sujet a pour consigne de nommer oralement et le plus rapidement possible 25 images présentées par lignes de 5. Le temps est chronométré depuis le premier son de la dénomination jusqu'à la fin de la dénomination de la dernière image. L'examineur prend en compte uniquement le temps total de dénomination en secondes.

Dénomination de lettres. Cette épreuve consiste à nommer le plus rapidement possible les lettres présentées à l'écrit sous la forme de dix séries de cinq lettres. Le temps est chronométré depuis la première lettre nommée jusqu'à la dernière. L'examineur note alors le score total obtenu sur 50. Un point est octroyé par lettre correctement nommée. Il note également le temps de réponse en secondes.

Les épreuves de traitement de l'information visuelle.

Barrage de symboles. Cette épreuve est présentée au sujet sous la forme d'une planche de format A3 sur laquelle sont inscrits aléatoirement différents symboles. L'examineur indique les deux symboles cibles que le sujet aura pour tâche de barrer sur la planche en travaillant le plus rapidement possible et sans faire d'erreurs. Le sujet dispose de 90 secondes pour traiter le maximum d'items. L'examineur prend en compte le nombre de symboles corrects barrés.

Barrage de « n ». Cette tâche est présentée sur une feuille de format A4 sur laquelle sont inscrites 20 lignes, chacune composée d'une soixantaine de lettres de l'alphabet et séparées les unes des autres par un espace. Le sujet dispose de 90 secondes pour barrer le maximum de « n » sur la feuille. L'examineur note alors le score, correspondant au nombre de « n » barrés.

Les épreuves de mémoire.

Mémoire des chiffres. Afin d'évaluer les capacités de mémoire à court terme, le sujet réalise une épreuve d'empans de chiffres à l'endroit. Il a pour tâche de répéter les séries de chiffres énoncés oralement par l'examineur et dont la longueur peut varier de trois à

neuf chiffres. L'épreuve se termine après deux échecs consécutifs d'une série comportant le même nombre de chiffres. Le score final correspond au nombre de chiffres présents dans la plus longue série correctement répétée par le sujet.

Afin d'évaluer les capacités de mémoire de travail, le sujet réalise une tâche d'empan de chiffres à l'envers. Il a pour consigne de répéter les mêmes séries de chiffres dans l'ordre inverse (c.-à-d., du dernier énoncé par l'examinateur jusqu'au premier). Les conditions de passation sont les mêmes que celles de l'empan à l'endroit. Le score final correspond au nombre de chiffres présents dans la plus longue série correctement énoncée par le sujet.

Fluence verbale catégorielle. Cette épreuve permet une évaluation du stock lexical et des processus de récupération spontanée en mémoire à long terme. Elle consiste à nommer le plus de noms d'animaux possible dans un laps de temps d'une minute. L'examinateur note le score total correspondant au nombre d'animaux énoncés par le sujet.

Analyses statistiques

Un score total pour trois compétences principales a été établi (lecture, écriture et capacités sous-jacentes). Afin de rendre compte de la capacité de lecture pour chaque sujet, les trois scores obtenus aux épreuves *Alouette* (MCLM), *lecture de texte* (MCLM) et *lecture de mots isolés* ont été additionnés. La somme des résultats obtenus aux épreuves *dictée de texte* (c.-à-d., les deux scores, soit usage et accord) et *dictée de mots* (c.-à-d., les trois scores) a permis d'obtenir un score total afin d'évaluer la capacité d'écriture. Enfin, les capacités sous-jacentes aux compétences de lecture et d'écriture ont été estimées grâce à la somme des scores obtenus aux épreuves *fluence*, *suppression de phonème initial*, *contrepèteries*, *dénomination de lettres*, *barrage de symboles*, *barrage de « n »*, *répétition de non-mots* et *mémoire à court terme* ainsi que *mémoire de travail*, en prenant chaque fois en compte le score uniquement, indépendamment de la mesure de temps. Également, il est à noter qu'aucune donnée manquante n'est rapportée pour les scores des participants à l'ECLA 16+. Toutefois, 4 des 165 sujets n'ont pas rapporté de nombre d'années de scolarité. Ceux-ci ont tout de même pu être classés dans les différents groupes en fonction des niveaux de scolarité, mais ont été exclus des analyses corrélationnelles et de prédiction.

Dans un premier temps, des analyses de variance (ANOVA) ont été réalisées afin de mesurer des différences de groupes sur les performances des participants aux trois sous-échelles de l'ECLA 16+, soit le score d'écriture, de lecture et les capacités sous-jacentes et ce, en fonction des groupes d'âge et de

scolarité. Puis, des analyses post-hoc de Bonferroni ont été effectuées afin d'établir à quels groupes s'appliquent précisément ces différences.

Afin de mieux comprendre les relations entre les différentes variables, des corrélations de Pearson ont été réalisées entre les différents scores aux sous-échelles de l'ECLA 16+, l'âge et la scolarité. Des corrections pour comparaisons multiples ont été appliquées. Enfin, des régressions linéaires simples ont été effectuées afin de mesurer les pourcentages de prédiction du score, de l'âge et de la scolarité sur les différentes sous-échelles de l'ECLA 16+, ainsi que les pourcentages de prédiction des différentes sous-échelles les unes envers les autres. En effet, puisque l'objectif n'est pas de développer un modèle de prédiction de plusieurs variables sur les scores à l'ECLA 16+, mais bien d'identifier la valence de chaque variable sur les scores de lecture et d'écriture, les régressions linéaires simples ont été jugées les plus appropriées. D'ailleurs, le fait de créer un modèle de prédiction incluant plusieurs variables et leurs effets les unes sur les autres peut être intéressant sur le plan empirique, mais moins sur le plan clinique. Toutefois, cet article vise à être un outil pratique pour les cliniciens.

Résultats

D'abord, un total de 165 sujets âgés de 16 à 68 ans ($M = 36.1$, $É.-T. = 16.1$) compose le groupe de participants. Les sujets ont été répartis selon leur tranche d'âge allant de 16 à 30 ans pour la première tranche ($n = 82$), de 31 à 50 ans pour la seconde tranche ($n = 34$) et de 51 à 68 ans pour la troisième tranche ($n = 49$). Ces mêmes participants ont également été répartis selon leur niveau de scolarité : secondaire ($n = 24$), collégial ($n = 55$) et universitaire ($n = 86$) (voir Tableau 1). Il est à noter qu'aucune diversité du niveau de scolarité à travers les groupes d'âges n'est significativement constatée ($p = .299$). Des différences ont été mesurées entre les divers niveaux de scolarité (c.-à-d., secondaire, CÉGEP et université) ainsi qu'entre les trois groupes d'âge (c.-à-d., 16 à 30 ans, 31 à 50 ans, 51 à 68 ans).

Performances aux épreuves de l'ECLA 16+

Les résultats pour chaque sous-test en fonction des variables dépendantes sont présentés en Annexe A. À des fins de normalisation de l'outil, les moyennes et écarts-types pour toutes les épreuves en fonction des groupes d'âges et de scolarités sont présentés. L'ensemble des scores totaux est reporté dans le Tableau 2.

Différences d'âge

Sur le plan du score total obtenu en lecture, une différence significative de groupe est observée pour

Tableau 1
Variables démographiques

Âge / Niveau Scolaire	n			Total
	Secondaire	CÉGEP	Universitaire	
16-30	8	32	42	82
31-50	5	6	23	34
51-68	11	17	21	49
Total	24	55	86	165

Tableau 2
Scores totaux (lecture, écriture et capacités sous-jacentes) en fonction des âges et scolarités

Variables			Score total lecture	Score total écriture	Score total capacités sous-jacentes
Âge	16-30	Moyenne É.-T.	390.8 (47.3)	38.7 (5.9)	215 (16.8)
	31-50	Moyenne É.-T.	383.4 (42.3)	41 (4.8)	209.4 (18.6)
	51-68	Moyenne É.-T.	364.1 (47.4)	40.9 (6.7)	197.7 (21)
Scolarité	Secondaire	Moyenne É.-T.	344.3 (47.3)	34.7 (8.5)	195.4 (17.8)
	CÉGEP	Moyenne É.-T.	389.8 (48.7)	39.3 (5.4)	205.8 (19.1)
	Universitaire	Moyenne É.-T.	386.2 (42.2)	41.5 (4.6)	214.3 (18.9)

l'âge $F(2, 162) = 5.115, p = .007, R^2 = .06$. Une analyse post-hoc a mis en évidence des performances statistiquement plus élevées pour le groupe de 16-30 ans comparativement au groupe de 51-68 ans ($p = .005$), mais aucune différence entre les groupes 16-30 et 31-50 ans ($p = 1.000$), ainsi qu'entre les groupes 31-50 versus 51-68 ans ($p = .194$). Également, aucune différence de groupes d'âge n'est observée pour le score total d'écriture ($p = .062$). Une différence significative entre les groupes d'âge est observée en ce qui concerne le score total des capacités sous-jacentes $F(2, 162) = 13.552, p = .000, R^2 = .14$. En ce sens, des analyses post-hoc révèlent que le groupe de 16-30 ans obtient des scores supérieurs au groupe de 51-68 ans ($p = .001$) et le groupe de 31-50 ans présente de meilleurs résultats que le groupe de 51-68 ans ($p = .015$). Aucune différence n'est observée entre les groupes 16-30 ans et 31-50 ans ($p = .415$).

Différences du niveau de scolarité complété

En ce qui concerne le score total en lecture, une différence significative de groupe est rapportée pour la scolarité $F(2, 162) = 9.5, p = .001, R^2 = .10$. Une

analyse post-hoc a permis de constater que le groupe de scolarité secondaire présentait des scores plus bas que le groupe ayant complété une formation collégiale ($p = .001$) et que celui ayant complété une formation universitaire ($p = .001$). Ces deux derniers ne diffèrent toutefois pas ($p = 1.000$). Une différence significative sur le plan de la scolarité est notée en écriture $F(2, 162) = 14.521, p = .001, R^2 = .15$. Le groupe de participants ayant complété une formation secondaire obtient des performances plus faibles que celui de niveau collégial ($p = .003$) et celui du groupe universitaire ($p = .001$). Les groupes de participants ayant complété une formation collégiale et universitaire ne diffèrent toutefois pas entre eux ($p = .066$).

En ce qui concerne les capacités sous-jacentes, une différence de groupe est notée $F(2, 162) = 10.516, p = .001, R^2 = .11$. Les analyses post-hoc révèlent que le score total des capacités sous-jacentes du groupe ayant complété une formation secondaire est significativement plus bas que celui du groupe ayant complété une formation universitaire ($p = .001$) et celui du groupe collégial obtient un score plus bas que celui du groupe universitaire ($p = .001$). Par ailleurs,

aucune différence n'est observée entre le groupe secondaire et collégial ($p = .077$).

Relations entre les sous-échelles de l'ECLA 16+

Des corrélations qualifiées comme moyennes sont notées entre les sous-échelles de l'ECLA 16+ lorsque corrigées pour comparaisons multiples. Une corrélation significative est notée entre le score total de la lecture ($M = 381.32$, $\hat{E}.T. = 47.49$) et celui de l'écriture ($M = 39.78$, $\hat{E}.T. = 6.00$, $r = .436$, $p = .001$) et entre celui de la lecture et celui des capacités sous-jacentes ($M = 208.72$, $\hat{E}.T. = 19.84$, $r = .399$, $p = .001$). Toutefois, les scores d'écriture et des capacités sous-jacentes ne sont pas significativement corrélés ($r = .145$, $p = .062$). Il est possible que l'échantillon soit trop petit, que les épreuves d'écriture ne soient pas suffisamment nombreuses et variées dans l'ECLA 16+ pour induire une telle corrélation ou bien que les fonctions sous-jacentes soient impliquées à moindre mesure dans les tâches d'écriture par rapport aux tâches de lecture. Les corrélations présentées ci-haut ont toutes été effectuées sur l'échantillon total.

Associations entre les sous-échelles de l'ECLA 16 +, l'âge et le niveau de scolarité

Le Tableau 3 présente les résultats des régressions linéaires simples du score total des sous-échelles écriture et capacités sous-jacentes, de l'âge et de la scolarité sur le score total de l'échelle de lecture. Une régression significative est retrouvée entre le score total d'écriture et de lecture ($p = .001$, $\beta = 3.447$, $R^2 = .190$) ainsi qu'entre le score total des capacités sous-jacentes et la lecture ($p = .001$, $\beta = .954$,

$R^2 = .159$), l'âge et la lecture ($p = .001$, $\beta = -.747$, $R^2 = .064$) et la scolarité et la lecture ($p = .001$, $\beta = 5.173$, $R^2 = .068$). Dans le cadre de ces analyses, les tailles d'effets sont mesurées sur la base du R^2 . Les résultats suggèrent que l'écriture explique 19 % de la variance du score total en lecture et que les capacités sous-jacentes expliquent, quant à elles, 15,9 % de la variance du score total de lecture. L'âge n'explique que 6,4 % de la variance du score total de la lecture et la scolarité explique 6,8 % de la variance.

Le Tableau 4 présente les résultats des régressions linéaires simples du score total des sous-échelles de lecture et des capacités sous-jacentes, de l'âge et de la scolarité sur le score total de l'échelle d'écriture. Une régression significative est retrouvée entre le score total d'écriture et de lecture ($p = .001$, $\beta = .055$, $R^2 = .190$), d'âge ($p = .007$, $\beta = .078$, $R^2 = .043$) et de scolarité ($p = .001$, $\beta = 1.005$, $R^2 = .161$). Toutefois, le score total des capacités sous-jacentes ne semble pas être un prédicteur significatif du score total d'écriture ($p = .062$, $\beta = .044$, $R^2 = .021$). Les résultats suggèrent que la lecture explique presque le cinquième de la variance du score total de l'écriture, soit 19 % de la variance. La scolarité quant à elle explique 16,1 % de la variance et l'âge explique 4,3 % de la variance.

Les résultats des régressions linéaires simples du score total des sous-échelles de lecture et d'écriture, de l'âge et de la scolarité sur le score total des capacités sous-jacentes sont présentés dans le Tableau 5. Ainsi, une régression significative est retrouvée entre le score total des capacités sous-jacentes et de lecture ($p = .001$, $\beta = .167$, $R^2 = .159$),

Tableau 3
Régressions linéaires simples du score total sur la lecture de l'ECLA 16+

Variabes	β	SE	T	p	r	R ²	n	Durbin-Watson
Score total écriture	3.447	0.558	6.181	.001**	0.436	0.190	165	1.672
Score total capacités sous-jacentes	0.954	0.172	5.551	.001**	0.399	0.159	165	2.024
Âge	-0.747	0.223	-3.345	.001**	0.253	0.064	165	1.936
Scolarité	5.173	1.517	3.409	.001**	0.261	0.068	161	1.941

Note. Variable dépendante : Score total lecture ECLA 16+.; * $p < .05$; ** $p < .001$

Tableau 4
Régressions linéaires simples du score total sur l'écriture de l'ECLA 16+

Variabes	β	SE	T	p	r	R ²	n
Score total lecture	0.055	0.009	6.181	.001**	0.436	0.190	165
Score total capacités sous-jacentes	0.044	0.023	1.876	.062	0.145	0.021	165
Âge	0.078	0.029	2.719	.007*	0.208	0.043	165
Scolarité	1.005	0.182	5.528	.001**	0.402	0.161	161

Note. Variable dépendante : Score total écriture ECLA 16+.; * $p < .05$; ** $p < .001$

Tableau 5
Régressions linéaires simples du score total des capacités sous-jacentes de l'ECLA 16+

Variabes	β	SE	T	p	t	R ²	n	Durbin-Watson
Score total lecture	0.167	0.03	5.551	.001**	0.399	0.159	165	1.933
Score total écriture	0.481	0.256	1.876	.062	0.145	0.021	165	1.788
Âge	-0.499	0.088	-5.66	.001**	0.405	0.164	165	1.912
Scolarité	2.473	0.622	3.973	.001**	0.301	0.090	161	1.81

Note. Variable dépendante : Score total capacités sous-jacentes ECLA 16+.; * $p < .05$; ** $p < .001$

d'âge ($p = .001$, $\beta = -.499$, $R^2 = .164$) et de scolarité ($p = .001$, $\beta = 2.473$, $R^2 = .090$). Toutefois, le score total d'écriture ne semble pas être un prédicteur significatif du score total des capacités sous-jacentes ($p = .062$, $\beta = .481$, $R^2 = .021$). Les résultats suggèrent que la lecture explique 15,9 % de la variance du score total des capacités sous-jacentes. De plus, l'âge explique 16,4 % de la variance et la scolarité, quant à elle, explique 9 % de la variance du score total des capacités sous-jacentes.

Discussion

L'objectif de cette étude était de constituer une normalisation de la batterie ECLA 16+ auprès de la population franco-québécoise tout en prenant en compte les facteurs d'influence interindividuels que sont l'âge et le niveau de scolarité. L'échantillon était composé de 165 participants franco-québécois âgés de 16 à 68 ans de niveaux scolaires variant du secondaire à universitaire. Premièrement, concernant l'effet de l'âge, on observe certaines différences de groupe sur le score total de lecture et des capacités sous-jacentes. Deuxièmement, concernant l'effet du niveau de scolarité, on observe certaines différences de groupe sur le score total de lecture, d'écriture et des capacités sous-jacentes. Troisièmement, concernant les relations entre les différentes sous-échelles, on observe des corrélations significatives entre les scores totaux de lecture et d'écriture, ainsi qu'entre ceux de lecture et des capacités sous-jacentes. Quatrièmement, plusieurs variables semblent être prédictives du score total de lecture, soit l'écriture, l'âge et la scolarité. L'écriture serait, quant à elle, prédite par la lecture, l'âge et la scolarité. Enfin, les capacités sous-jacentes seraient prédites par la lecture, l'âge et le niveau de scolarité. Au regard de ces résultats, il semblerait que les trois sous-échelles de l'ECLA 16+ soient intrinsèquement liées les unes aux autres, mais également que le fait de posséder de bonnes habiletés dans l'une de ces échelles soit prédicteur de bonnes habiletés dans les autres échelles. En effet, les compétences sous-jacentes prédisent les performances de lecture et la lecture prédit les performances en écriture. Également, de manière tout à fait cohérente avec les hypothèses

émises dans le cadre de cet article, il semblerait que l'âge et la scolarité soient fortement liés aux trois habiletés mesurées par l'ECLA 16+.

Concernant l'effet de l'âge sur les performances générales de lecture, les sujets entre 16 et 30 ans ont obtenus de meilleures performances en lecture que ceux entre 51 et 68 ans (mais aucune différence n'a été révélée pour les sujets de 31 à 50 ans). Cet effet de l'âge est également constaté au niveau des capacités sous-jacentes (habiletés phonologiques et métaphonologiques, dénomination, analyse visuelle, mémoire) avec de moins bonnes performances obtenues par les participants entre 51 et 68 ans par rapport à ceux ayant entre 16 et 30 ans ainsi qu'aux sujets entre 31 et 50 ans. En revanche, cette étude n'a révélé aucun effet de l'âge sur les performances aux épreuves d'écriture de l'ECLA 16+ : il est possible que les items utilisés dans l'ECLA 16+ ne soient pas suffisamment complexes pour l'âge adulte, ou encore, que le nombre de sous-tests d'écriture ne soit pas suffisant. De manière générale, ces résultats sont en accord avec la littérature selon laquelle l'âge est un facteur d'influence des capacités de lecture (Greenberg et al., 2002; Norman et al., 1992; Silagi et al., 2014). Au cours de cette étude, il a été mis en évidence que les jeunes adultes se montrent en effet plus performants que leurs aînés sur des tâches de lecture ainsi que sur des tâches impliquant les fonctions sous-jacentes à cette capacité. Cette étude rapporte également un effet du niveau de scolarité sur les performances générales de lecture. En effet, les sujets ayant un niveau secondaire ont obtenu de moins bonnes performances que ceux ayant complété un niveau scolaire collégial ou universitaire. De même, cet effet du niveau de scolarité est constaté au niveau des performances générales d'écriture avec de moins bonnes performances de la part des sujets du secondaire par rapport aux participants en études collégiales ou universitaires. Enfin, il existe également une différence de performances entre les niveaux de scolarité en regard des fonctions sous-jacentes : les sujets ayant complété une formation universitaire ont obtenu de meilleures performances que les participants ayant eu un parcours scolaire secondaire

ou collégial. Finalement, les constats de cette étude s'accordent avec la littérature selon laquelle le niveau de scolarité influencerait les capacités de lecture (Radanovic et al., 2004; Silagi et al., 2014). En effet, un niveau de scolarité plus élevé donne lieu à de meilleures performances sur des tâches de lecture et d'écriture (jusqu'au niveau collégial) ainsi que sur des tâches impliquant les fonctions sous-jacentes à ces capacités sur les épreuves de l'ECLA 16+.

Afin d'expliquer l'effet de l'âge sur les performances de lecture et sur les capacités cognitives sous-jacentes lors des sous-tests de l'ECLA 16+, certains travaux peuvent être mentionnés. De façon générale, il existe une diminution de la plasticité neuronale en lien avec le vieillissement normal (Spitz et al., 2013). Les connexions synaptiques seraient moins denses allant vers une restriction des réseaux neuronaux alternatifs sur lesquels s'appuyer en vieillissant. Plus précisément, ces effets de l'âge sur les capacités de lecture peuvent être dus à la présence du lien certain entre le vieillissement normal et la vitesse de traitement, habileté cognitive nécessaire à l'activité de lecture. En effet, des études ont démontré une diminution de la vitesse de traitement avec l'âge (Salami, Eriksson, Nilsson, & Nyberg, 2012; Salthouse, 1996) susceptible de provoquer un déclin des compétences dans d'autres domaines cognitifs tel que la mémoire de travail, fonction sollicitée lors de la lecture (Pham & Hasson, 2014). Une diminution des capacités cognitives avec l'âge peut être expliquée par le fait que, comme tous les organes, le cerveau vieillit et une perte neuronale (Raz et al., 2005) ainsi qu'une diminution du métabolisme cérébral (Martin, Friston, Colebatch, & Frackowiak, 1991) sont observées très tôt avec le vieillissement. Selon une étude menée par Ziegler et al. (2010), ce sont à la fois la matière grise et la matière blanche qui influencent les capacités cognitives des sujets. Ils précisent que l'amincissement cortical et la diminution des connectivités liés à l'âge provoquent un déclin cognitif et que la nature de ce déclin dépendrait de la localisation cérébrale des détériorations.

Toutefois, les individus ne sont pas tous égaux face aux effets du vieillissement (Cabeza, Anderson, Locantore, & McIntosh, 2002). De nombreux auteurs ont tenté d'expliquer les effets que peuvent avoir les facteurs individuels sur les compétences cognitives en général. Afin d'expliquer les effets du niveau de scolarité sur les performances de lecture, d'écriture et sur les capacités cognitives sous-jacentes évaluées via l'ECLA 16+, une théorie dominante est l'hypothèse de la réserve cognitive (Grady, 2007; Stern, 2002). Ce phénomène renvoie à l'utilisation plus efficace des processus cognitifs préexistants ou au recours à des stratégies compensatoires afin de faire face au déclin cognitif lié à l'avancée en âge. Des études ont été

réalisées pour démontrer les facteurs d'influence de cette réserve. Tout d'abord, elle serait enrichie en fonction du style de vie, et plus précisément par un milieu socio-éducatif riche (Gatz, Prescott, & Pedersen, 2006), une profession complexe (Gatz et al., 2006), la pratique d'une activité physique (Bherer, Erickson, & Liu-Ambrose, 2013), la pratique de loisirs (Scarmeas & Stern, 2003) et un réseau social suffisant (Fratiglioni, Paillard-Borg, & Winblad, 2004). Enfin, des études démontrent notamment une influence considérable du niveau de scolarité sur l'importance de cette réserve cognitive (Stern, 2009; Villeneuve & Belleville, 2010). Plus précisément, une étude de Stern et al. (1994) a mis en évidence un risque de démence moins élevé chez les sujets ayant réalisé un plus grand nombre d'années d'études. Finalement, les résultats obtenus à cette étude seraient en adéquation avec cette hypothèse de la réserve cognitive. En effet, si les sujets plus jeunes et ceux ayant un niveau de scolarité plus élevé possèdent une densité des connexions neuronales plus importante, permettant la constitution d'une plus grande réserve cognitive, alors il est compréhensible qu'ils obtiennent de meilleures performances cognitives générales, incluant ainsi le domaine de la lecture.

Pour terminer cette étude, il paraît important de prendre en compte les limites qu'elle est susceptible de constituer. Tout d'abord, cette normalisation franco-québécoise a été conçue sur la base de la seule version française de l'ECLA 16+ et aucune régularisation socio-linguistico-culturelle n'a été réalisée. Les mots utilisés au cours des différents sous-tests n'ont pas fait l'objet de modifications et certains d'entre eux pourraient s'avérer inadaptés pour les personnes québécoises. Malgré cela, ces normes québécoises restent exploitables puisque, dans les sous-tests de l'ECLA 16+, la proportion de mots français non communs à la langue franco-québécoise est très faible. Une autre limite de cette étude est l'absence d'analyses des mesures temporelles en lien avec l'âge. Le vieillissement provoque un ralentissement de la vitesse de traitement (Salami et al., 2012; Salthouse, 1996) susceptible d'expliquer la diminution des performances de lecture. En ce sens, il serait intéressant à l'avenir d'investiguer les mesures temporelles de l'ECLA 16+ en rapport avec les différentes tranches d'âge afin de soutenir cette hypothèse. Par ailleurs, aucune donnée n'existe actuellement sur le nombre idéal de sujets pour établir les normes pour un outil neuropsychologique (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). Les groupes normatifs doivent être les plus grands possibles pour éviter les erreurs d'échantillonnage et pour maximiser la représentativité d'un échantillon vis-à-vis la population générale. Comme règle générale, un échantillon constitué d'au moins 200 individus est nécessaire pour conduire des analyses par item

(Nunnally & Bernstein, 1994) et plusieurs sources considèrent les échantillons de moins de 150 individus comme étant inadéquats (Strauss et al. 2006). L'échantillon utilisé pour cette étude semble donc satisfaisant ($n = 165$). Une limite qu'il faut cependant considérer est la taille des échantillons normatifs pour certains groupes d'âges et niveaux de scolarité (secondaire, toute tranche d'âge, et CÉGEP, 31-50 ans). En ce sens, il serait intéressant de mener des études complémentaires basées sur de plus gros échantillons pour permettre une meilleure représentativité des groupes normatifs se rapportant à l'âge et au niveau de scolarité et d'évaluer la validité et la fidélité de la batterie. Il serait ainsi conseillé aux cliniciens d'interpréter les résultats avec prudence pour ces groupes normatifs. La taille des groupes était d'ailleurs parfois trop petite pour obtenir des analyses détaillées des différents sous-scores : certaines données plus précises peuvent alors manquer aux cliniciens et des analyses complémentaires sur de plus gros échantillons pourraient être pertinentes pour compléter cette étude.

L'ECLA 16+ est maintenant doté de normes franco-québécoises stratifiées pour l'âge et le niveau de scolarité et pourra être utilisé par les cliniciens québécois. Nous avons étendu le groupe normatif de manière à y représenter les adultes âgés de plus de 18 ans, ce qui constitue un autre avantage des présentes normes par rapport à la normalisation française.

Références

- Alegria, J. & Mousty, P. (2004). Les troubles phonologiques et métaphonologiques chez l'enfant dyslexique. *Enfance*, *56*, 259-271. doi: 10.3917/enf.563.0259
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders DSM-5* (5e éd.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- Balazs, J., Miklosi, M., Toro, K. T., & Nagy-Varga, D. (2016). Reading disability and quality of life based on both self-and parent-reports: Importance of gender differences. *Frontiers in Psychology*, *7*, 1-17. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01942
- Bherer, L., Erickson, K. I., & Liu-Ambrose, T. (2013). A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults. *Journal of Aging Research*, *2013*, 1-8. doi: 10.1155/2013/657508
- Blazely, A. M., Coltheart, M., & Casey, B. J. (2005). Semantic impairment with and without surface dyslexia: Implication for models of reading. *Cognitive Neuropsychology*, *22*, 695-717. doi: 10.1080/02643290442000257
- Borowsky, R., Cummine, J., Owen, W. J., Friesen, C. K., Shih, F., & Sarty, G. E. (2006). fMRI of ventral and dorsal processing streams in basic reading processes: Insular sensitivity to phonology. *Brain Topography*, *18*, 233-239. doi: 10.1007/s10548-006-0001-2
- Brussee, T., Nispen, R., & Rens, G. H. (2014). Measurement properties of continuous text reading performance tests. *Ophthalmic and Physiological Optics*, *34*, 636-657. doi: 10.1111/opo.12158
- Cabeza, R., Anderson, N. D., Locantore, J. K., & McIntosh, A. R. (2002). Aging gracefully: Compensatory brain activity in high-performing older adults. *Neuroimage*, *17*, 1394-1402. doi: 10.1006/nimg.2002.1280
- Cabot, I. (2015). *Dyslexie et TDA/H non diagnostiqués et autres types de risques : mieux connaître les collégiens ayant des difficultés à réussir en français*. Repéré à <https://cdc.qc.ca/pdf/033834-cabot-dyslexie-tdah-collegiens-difficultes-francais-cstjean-2015.pdf>
- Colheart, M. (2006). Dual route and connectionist models of reading: An overview. *London Review of Education*, *4*, 5-17. doi: 10.1080/13603110600574322
- Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M. (1993). Models of reading aloud: Dual-route and parallel-distributed-processing approaches. *Psychological review*, *100*, 589-608. doi: 10.1037/0033-295X.100.4.589
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological review*, *108*, 204-256. doi: 10.1037/0033-295X.108.1.204
- Ecalte, J., Magnan, A., & Bouchafa, H. (2002). Le développement des habiletés phonologiques avant et au cours de l'apprentissage de la lecture : de l'évaluation à la remédiation. *Glossa*, *82*, 2-12.
- Fratiglioni, L., Paillard-Borg, S., & Winblad, B. (2004). An active and socially integrated lifestyle in late life might protect against dementia. *The Lancet Neurology*, *3*, 343-353. doi: 10.1016/S1474-4422(04)00767-7
- Garcia, L., Paradis, J., Sénécal, I., & Laroche, C. (2006). Utilisation et satisfaction à l'égard des outils en français évaluant les troubles de la communication. *Revue d'orthophonie et d'audiologie*, *30*, 239-249.
- Gatz, M., Prescott, C. A., & Pedersen, N. L. (2006). Lifestyle risk and delaying factors. *Alzheimer Disease & Associated Disorders*, *20*, 84-88.
- Gierski, F. & Ergis, A. M. (2004). Les fluences verbales : aspects théoriques et nouvelles approches. *L'année psychologique*, *104*, 331-359.
- Gola-Asmussen, C., Lequette, C., Pouget, G., Rouyer, C., & Zorman, M. (2010). Outil d'évaluation de compétences de lecture chez l'adulte de plus de 16

- ans. *Université de Provence Aix-Marseille I – Cognosciences LES Université Pierre Mendès.*
- Goodglass, H. & Kaplan, E. (1972). *The assessment of aphasia and related disorders*. Philadelphia, PA: Lea & Febiger.
- Grady, C. L. (2007). Cognitive reserve in healthy aging and Alzheimer disease: Evidence for compensatory reorganization of brain networks. *Cognitive Reserve. Theory and Applications*. Taylor & Francis, New York, 265-283.
- Greenberg, D., Ehri, L. C., & Perin, D. (2002). Do adult literacy students make the same word-reading and spelling errors as children matched for word-reading age? *Scientific Studies of Reading*, 6, 221-243. doi: 10.1207/S1532799XSSR0603_2
- Hillis, A., E. & Caramazza, A. (1991). Category-specific naming and comprehension impairment: A double dissociation. *Brain*, 114, 2081-2094.
- Institut des troubles d'apprentissage. *Si on parlait chiffres !* Récupéré le 17 décembre 2018 du site <https://www.institutta.com>, section Troubles d'apprentissage-Troubles associés aux TA.
- Karande, S., Bhosrekar, K., Kulkarni, M., & Thakker, A. (2008). Health-related quality of life of children with newly diagnosed specific learning disability. *Journal of tropical pediatrics*, 55, 160-169.
- Keuleers, E., Stevens, M., Mandera, P., & Brysbaert, M. (2015). Word knowledge in the crowd: Measuring vocabulary size and word prevalence in a massive online experiment. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 68, 1665-1692.
- Lefavrais, P. (2005). *Alouette-R : test d'analyse de la vitesse en lecture à partir d'un texte*. Les Éditions du centre de psychologie appliquée.
- Lété, B. & Sprenger-Charolles, L. (1994). Enseigner la lecture : apports de la psychologie cognitive. *Lire et écrire à l'école primaire*, 17.
- Martin, A. J., Friston, K. J., Colebatch, J. G., & Frackowiak, R. S. (1991). Decreases in regional cerebral blood flow with normal aging. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 11, 684-689.
- Mathuranath, P. S., George, A., Cherian, P. J., Alexander, A. L., Sarma, S. G., & Sarma, P. S. (2003). Effects of age, education and gender on verbal fluency. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25, 1057-1064.
- Melby-Lervåg, M., Lyster, S. A. H., & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read: a meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 138, 322-352.
- Ministère de la culture et des communications. (2011). *Enquête sur les pratiques culturelles au Québec (en 2004) - 6^e édition*. Repéré à <https://www.mcc.gouv.qc.ca/publications>
- 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.
- Nation, K. & Snowling, M. J. (1998). Semantic processing and the development of word-recognition skills: Evidence from children with reading comprehension difficulties. *Journal of memory and language*, 39, 85-101.
- 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.
- Norman, S., Kemper, S., & Kynette, D. (1992). Adults' reading comprehension: Effects of syntactic complexity and working memory. *Journal of Gerontology*, 47, 258-265.
- Nunnally, J. C. & Bernstein, I. H. (1994). *Psychological theory*. New York, NY: MacGraw-Hill.
- Pech-Georgel, C. & George, F. (2010). Batterie d'évaluation des troubles du langage écrit adaptée aux lycéens et adultes dyslexiques. *Développements*, 3, 27-34.
- Perez, T. M., Majerus, S., & Poncelet, M. (2012). The contribution of short-term memory for serial order to early reading acquisition: Evidence from a longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 111, 708-723.
- Pham, A. V. & Hasson, R. M. (2014). Verbal and visuospatial working memory as predictors of children's reading ability. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 29, 467-477.
- 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.
- Ratcliff, G., Ganguli, M., Chandra, V., Sharma, S., Belle, S., Seaberg, E., & Pandav, R. (1998). Effects of literacy and education on measures of word fluency. *Brain and Language*, 61, 115-122.
- Raz, N., Lindenberger, U., Rodrigue, K. M., Kennedy, K. M., Head, D., Williamson, A., . . . Acker, J. D. (2005). Regional brain changes in aging healthy adults: General trends, individual differences and modifiers. *Cerebral cortex*, 15, 1676-1689.
- Ross, T. P., Lichtenberg, P. A., & Christensen, B. K. (1995). Normative data on the Boston Naming Test for elderly adults in a demographically diverse medical sample. *The Clinical Neuropsychologist*, 9, 321-325.
- Salami, A., Eriksson, J., Nilsson, L. G., & Nyberg, L. (2012). Age-related white matter microstructural differences partly mediate age-related decline in

- processing speed but not cognition. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, 1822, 408-415.
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103, 403-428.
- Scarmeas, N. & Stern, Y. (2003). Cognitive reserve and lifestyle. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 25, 625-633.
- Silagi, M. L., Romero, V. U., Mansur, L. L., & Radanovic, M. (2014). Inference comprehension during reading: Influence of age and education in normal adults. In *Codas* (Vol. 26, No. 5, pp. 407-414). Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia.
- Spitz, G., Bigler, E. D., Abildskov, T., Maller, J. J., O'Sullivan, R., & Ponsford, J. L. (2013). Regional cortical volume and cognitive functioning following traumatic brain injury. *Brain and Cognition*, 83, 34-44.
- Sprenger-Charolles, L., Colé, P., Piquard-Kipffer, A., & Leloup, G. (2010). EVALEC, Batterie informatisée d'évaluation diagnostique des troubles spécifiques d'apprentissage de la lecture.
- Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8, 448-460.
- Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, 47, 2015-2028.
- Stern, Y., Gurland, B., Tatemichi, T. K., Tang, M. X., Wilder, D., & Mayeux, R. (1994). Influence of education and occupation on the incidence of Alzheimer's disease. *Jama*, 271, 1004-1010.
- Stevens, C. & Bavelier, D. (2012). The role of selective attention on academic foundations: A cognitive neuroscience perspective. *Developmental cognitive neuroscience*, 2, 30-48.
- Strauss, E., Sherman, E. M., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary*. American Chemical Society.
- Touzin, M. (2014). *100 idées pour venir en aide aux élèves dysorthographiques : Être « mauvais en orthographe » est souvent la manifestation d'une dyslexie!* Paris, France : Tom pousse.
- Villeneuve, S. & Belleville, S. (2010). Cognitive reserve and neuronal changes associated with aging. *Psychologie & neuropsychiatrie du vieillissement*, 8, 133-140.
- Vogel, A. C., Miezin, F. M., Petersen, S. E., & Schlaggar, B. L. (2011). The putative visual word form area is functionally connected to the dorsal attention network. *Cerebral cortex*, 22, 537-549.
- Wechsler, D. (1992). *Wechsler individual achievement test*. San Antonio, TX: Author.
- Ziegler, J. C., Castel, C., Pech-Georgel, C., George, F., Alario, F. X., & Perry, C. (2008). Developmental dyslexia and the dual route model of reading: Simulating individual differences and subtypes. *Cognition*, 107, 151-178.
- Ziegler, D. A., Pigué, O., Salat, D. H., Prince, K., Connally, E., & Corkin, S. (2010). Cognition in healthy aging is related to regional white matter integrity, but not cortical thickness. *Neurobiology of Aging*, 31, 1912-1926.

Reçu le 28 septembre 2018
Révision reçue le 23 février 2019
Accepté le 28 juillet 2019 ■

Annexe A

Annexe A1. Scores obtenus à l'épreuve « L'alouette »

MCLM		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	144.0	150.0	153.0	151.0
	<i>É.-T.</i>	36.1	24.8	24.6	25.7
31-50	Moyenne	137.0	158.0	143.0	145.0
	<i>É.-T.</i>	15.2	26.7	22.1	22.5
51-68	Moyenne	122.0	148.0	138.0	138.0
	<i>É.-T.</i>	10.1	25.7	22.7	23.5
Totaux	Moyenne	133.0	150.0	147.0	146.0
	<i>É.-T.</i>	24.1	24.9	24.0	24.9

Nb d'err		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	6.9	3.8	2.7	3.6
	<i>É.-T.</i>	4.8	2.5	2.6	3.0
31-50	Moyenne	4.0	3.7	3.4	3.6
	<i>É.-T.</i>	3.3	5.0	3.8	3.8
51-68	Moyenne	5.3	4.5	3.6	4.3
	<i>É.-T.</i>	3.4	3.7	2.6	3.2
Totaux	Moyenne	5.5	4.0	3.1	3.8
	<i>É.-T.</i>	3.9	3.2	2.9	3.2

Annexe A2. Scores obtenus à l'épreuve « lecture de texte »

MCLM		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	166.5	183.9	184.4	182.4
	<i>É.-T.</i>	32.4	25.9	24.9	26.2
31-50	Moyenne	167.8	187.7	181.3	180.5
	<i>É.-T.</i>	19.8	25.3	22.5	22.7
51-68	Moyenne	142.0	175.7	176.8	168.6
	<i>É.-T.</i>	11.7	35.8	23.2	29.8
Totaux	Moyenne	156.0	181.8	181.7	177.9
	<i>É.-T.</i>	24.7	29.0	23.8	27.2

Nb d'err		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	1.0	1.2	1.0	1.0
	<i>É.-T.</i>	0.7	1.3	0.9	1.1
31-50	Moyenne	0.8	1.2	1.0	1.0
	<i>É.-T.</i>	0.8	1.5	1.1	1.1
51-68	Moyenne	1.0	0.4	0.7	1.0
	<i>É.-T.</i>	1.5	0.5	0.9	1.0
Totaux	Moyenne	1.0	0.9	1.0	1.0
	<i>É.-T.</i>	1.2	1.2	1.0	1.1

Annexe A3. Scores obtenus à l'épreuve « lecture de mots isolés »

Réguliers Score		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	18.7	19.6	19.7	19.5
	<i>É.-T.</i>	1.3	0.8	0.7	0.9
31-50	Moyenne	19.6	19.8	19.6	19.7
	<i>É.-T.</i>	0.5	0.4	0.6	0.6
51-68	Moyenne	19.2	19.5	19.8	19.5
	<i>É.-T.</i>	0.7	0.8	0.4	0.7
Totaux	Moyenne	19.1	19.6	19.7	19.6
	<i>É.-T.</i>	0.9	0.8	0.6	0.8

Réguliers Temps		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	15.1	15.2	19.7	15.1
	<i>É.-T.</i>	5.3	3.5	0.7	3.8
31-50	Moyenne	15.6	13.2	13.9	14.0
	<i>É.-T.</i>	3.5	2.8	3.5	3.4
51-68	Moyenne	17.7	14.8	13.7	15.0
	<i>É.-T.</i>	3.4	4.7	3.2	4.0
Totaux	Moyenne	16.4	14.8	14.4	14.8
	<i>É.-T.</i>	4.1	3.8	3.6	3.8

Irréguliers Score		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	18.6	18.8	18.7	18.7
	<i>É.-T.</i>	1.2	1.1	1.0	1.0
31-50	Moyenne	19.0	19.5	19.2	19.2
	<i>É.-T.</i>	1.2	0.8	1.1	1.1
51-68	Moyenne	18.5	18.8	19.5	19.0
	<i>É.-T.</i>	1.1	1.4	0.8	1.2
Totaux	Moyenne	18.7	18.9	19.0	18.9
	<i>É.-T.</i>	1.1	1.2	1.0	1.1

Irréguliers Temps		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	13.6	13.9	14.8	14.3
	<i>É.-T.</i>	3.0	3.5	3.6	3.5
31-50	Moyenne	13.8	12.2	13.6	13.4
	<i>É.-T.</i>	3.0	3.1	3.1	3.0
51-68	Moyenne	15.8	13.1	12.4	13.4
	<i>É.-T.</i>	3.2	2.9	3.0	3.2
Totaux	Moyenne	14.7	13.5	13.9	13.9
	<i>É.-T.</i>	3.2	3.3	3.4	3.4

Pseudo-mots Score		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	18.9	19.2	19.2	19.2
	<i>É.-T.</i>	1.5	1.0	1.1	1.1
31-50	Moyenne	19.2	19.7	19.1	19.2
	<i>É.-T.</i>	0.4	0.5	0.9	0.8
51-68	Moyenne	17.7	18.5	19.3	18.7
	<i>É.-T.</i>	1.8	0.9	0.7	1.3
Totaux	Moyenne	18.4	19.0	19.2	19.0
	<i>É.-T.</i>	1.6	1.0	1.0	1.1

Pseudo-mots Temps		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	24.2	21.5	21.2	21.6
	<i>É.-T.</i>	7.5	5.9	5.3	5.8
31-50	Moyenne	23.2	19.0	22.0	21.6
	<i>É.-T.</i>	4.3	5.3	4.3	4.5
51-68	Moyenne	24.4	21.7	21.2	22.1
	<i>É.-T.</i>	2.9	7.3	6.1	6.1
Totaux	Moyenne	24.1	21.3	21.4	21.8
	<i>É.-T.</i>	4.9	6.3	5.2	5.6

Annexe A4. Scores obtenus à l'épreuve « dictée de mots »

Réguliers Score	Réguliers Score	Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	8.2	8.2	8.5	8.3
	<i>É.-T.</i>	1.2	1.2	1.1	1.2
31-50	Moyenne	8.4	8.8	8.6	8.6
	<i>É.-T.</i>	1.7	0.7	1.3	1.2
51-68	Moyenne	8.3	8.1	9.3	8.6
	<i>É.-T.</i>	1.3	1.5	1.0	1.4
Totaux	Moyenne	8.3	8.2	8.7	8.5
	<i>É.-T.</i>	1.3	1.3	1.2	1.2

Réguliers Temps		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	44.5	41.7	42.2	42.2
	<i>É.-T.</i>	7.3	12.9	11.3	11.5
31-50	Moyenne	42.2	38.3	40.6	40.5
	<i>É.-T.</i>	6.3	6.5	13.7	11.8
51-68	Moyenne	44.1	42.4	40.3	41.9
	<i>É.-T.</i>	9.6	6.9	8.0	8.0
Totaux	Moyenne	43.8	41.5	41.3	41.7
	<i>É.-T.</i>	8.0	10.7	11.2	10.6

Irréguliers Score		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	5.0	5.4	6.0	5.7
	<i>É.-T.</i>	2.1	1.7	1.8	1.8
31-50	Moyenne	5.2	7.5	7.2	6.9
	<i>É.-T.</i>	2.9	1.8	1.6	1.9
51-68	Moyenne	5.9	7.1	7.9	7.2
	<i>É.-T.</i>	2.3	2.5	2.0	2.3
Totaux	Moyenne	5.5	6.2	6.8	6.4
	<i>É.-T.</i>	2.3	2.1	2.0	2.1

Irréguliers Temps		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	45.2	46.7	45.2	45.8
	<i>É.-T.</i>	9.0	14.8	11.5	12.6
31-50	Moyenne	48.2	43.0	45.0	45.1
	<i>É.-T.</i>	17.6	9.4	18.7	16.9
51-68	Moyenne	46.2	47.1	42.0	44.7
	<i>É.-T.</i>	10.4	12.3	11.4	11.5
Totaux	Moyenne	46.3	46.4	44.3	45.3
	<i>É.-T.</i>	11.3	13.4	13.7	13.2

Pseudo-mots Score		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	8.6	8.6	8.8	8.7
	<i>É.-T.</i>	0.7	1.4	1.2	1.2
31-50	Moyenne	8.0	8.5	8.3	8.3
	<i>É.-T.</i>	1.6	1.6	1.6	1.6
51-68	Moyenne	7.3	7.9	8.4	8.0
	<i>É.-T.</i>	1.5	1.1	1.2	1.3
Totaux	Moyenne	7.9	8.4	8.6	8.4
	<i>É.-T.</i>	1.4	1.3	1.3	1.3

Pseudo-mots Temps		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	48.5	49.9	51.1	50.4
	<i>É.-T.</i>	6.2	13.1	11.1	11.5
31-50	Moyenne	50.0	47.0	51.6	50.6
	<i>É.-T.</i>	13.5	9.1	20.0	17.5
51-68	Moyenne	50.8	51.6	52.9	52.0
	<i>É.-T.</i>	11.6	7.8	14.2	11.5
Totaux	Moyenne	49.9	50.1	51.7	50.9
	<i>É.-T.</i>	10.2	11.2	14.5	12.9

Annexe A5. Scores obtenus à l'épreuve « dictée de texte »

Usage		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	7.2	7.5	8.0	7.7
	<i>É.-T.</i>	2.0	1.4	1.3	1.4
31-50	Moyenne	6.6	8.7	8.6	8.3
	<i>É.-T.</i>	1.7	0.8	0.7	1.1
51-68	Moyenne	7.7	8.4	8.9	8.5
	<i>É.-T.</i>	2.1	1.9	1.5	1.8
Totaux	Moyenne	7.3	7.9	8.4	8.1
	<i>É.-T.</i>	1.9	1.6	1.3	1.5

Accord		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	6.9	8.8	8.9	8.7
	<i>É.-T.</i>	2.3	1.2	1.0	1.4
31-50	Moyenne	7.4	8.5	9.1	8.8
	<i>É.-T.</i>	1.5	1.0	0.6	1.0
51-68	Moyenne	7.2	8.3	9.4	8.5
	<i>É.-T.</i>	1.7	1.8	0.7	1.6
Totaux	Moyenne	7.1	8.6	9.1	8.6
	<i>É.-T.</i>	1.8	1.4	0.9	1.4

Annexe A6. Scores obtenus à l'épreuve « suppression de phonèmes initiaux »

Score		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	7.7	8.2	8.4	8.3
	<i>É.-T.</i>	2.5	1.8	2.2	2.1
31-50	Moyenne	7.4	8.2	8.6	8.3
	<i>É.-T.</i>	3.3	2.0	2.3	2.4
51-68	Moyenne	6.5	6.5	8.8	7.5
	<i>É.-T.</i>	3.4	2.7	1.9	2.8
Totaux	Moyenne	7.1	7.6	8.5	8.0
	<i>É.-T.</i>	3.0	2.3	2.2	2.4

Temps		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	44.7	40.5	32.4	36.8
	<i>É.-T.</i>	18.4	11.6	8.0	11.6
31-50	Moyenne	40.4	34.2	31.3	33.2
	<i>É.-T.</i>	11.4	5.3	11.1	10.6
51-68	Moyenne	47.2	43.1	33.4	39.9
	<i>É.-T.</i>	21.3	12.8	8.3	14.6
Totaux	Moyenne	45.0	40.6	32.4	37.0
	<i>É.-T.</i>	18.1	11.6	9.0	12.5

Annexe A7. Scores obtenus à l'épreuve « contrepèteries »

Score		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	17.2	18.1	18.0	18.0
	<i>É.-T.</i>	5.0	2.4	3.8	3.4
31-50	Moyenne	17.0	17.0	18.7	18.2
	<i>É.-T.</i>	5.0	3.6	2.4	3.1
51-68	Moyenne	17.0	17.4	18.9	18.0
	<i>É.-T.</i>	2.8	3.2	1.2	2.5
Totaux	Moyenne	17.1	17.8	18.4	18.0
	<i>É.-T.</i>	3.9	2.8	3.0	3.1

Temps		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	134.5	114.9	99.5	108.9
	<i>É.-T.</i>	70.6	39.6	41.3	44.9
31-50	Moyenne	123.8	138.8	85.0	100.2
	<i>É.-T.</i>	43.4	28.3	31.9	39.3
51-68	Moyenne	154.6	126.2	97.8	120.4
	<i>É.-T.</i>	56.1	53.3	40.0	52.6
Totaux	Moyenne	141.5	121.0	95.2	110.5
	<i>É.-T.</i>	58.1	43.4	38.7	46.6

Annexe A8. Scores obtenus à l'épreuve « répétition de non-mots »

		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	19.6	19.6	20.1	19.8
	<i>É.-T.</i>	0.5	0.6	4.6	3.3
31-50	Moyenne	18.8	18.5	19.2	19.0
	<i>É.-T.</i>	1.3	1.2	1.1	1.1
51-68	Moyenne	17.5	18.7	19.0	18.6
	<i>É.-T.</i>	1.6	1.5	1.6	1.6
Totaux	Moyenne	18.5	19.2	19.6	19.3
	<i>É.-T.</i>	1.5	1.1	3.4	2.6

Annexe A9. Scores obtenus à l'épreuve « dénomination rapide d'images »

		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	16.7	15.8	16.2	16.1
	<i>É.-T.</i>	3.4	3.0	3.1	3.0
31-50	Moyenne	19.0	14.2	16.8	16.6
	<i>É.-T.</i>	3.0	1.8	3.7	3.6
51-68	Moyenne	18.4	17.8	17.9	18.0
	<i>É.-T.</i>	3.4	2.6	3.3	3.0
Totaux	Moyenne	18.0	16.3	16.8	16.8
	<i>É.-T.</i>	3.3	3.0	3.3	3.2

Annexe A10. Scores obtenus à l'épreuve « dénomination de lettres »

Score		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	49.5	49.8	49.8	49.8
	<i>É.-T.</i>	0.8	0.5	0.6	0.6
31-50	Moyenne	50.0	49.0	49.8	49.7
	<i>É.-T.</i>	0.0	1.3	0.5	0.7
51-68	Moyenne	48.9	49.0	49.4	49.1
	<i>É.-T.</i>	1.5	1.4	1.1	1.3
Totaux	Moyenne	49.3	49.4	49.7	49.6
	<i>É.-T.</i>	1.2	1.0	0.7	0.9

Temps		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	19.7	18.2	17.9	18.2
	<i>É.-T.</i>	4.4	3.5	3.3	3.5
31-50	Moyenne	20.2	16.5	18.2	18.2
	<i>É.-T.</i>	4.6	2.3	3.5	3.5
51-68	Moyenne	22.3	20.0	19.3	20.2
	<i>É.-T.</i>	4.5	3.7	3.4	3.9
Totaux	Moyenne	21.0	18.6	18.3	18.8
	<i>É.-T.</i>	4.5	3.6	3.4	3.7

Annexe A11. Scores obtenus à l'épreuve « barrage de symboles »

		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	22.7	24.7	24.8	24.5
	<i>É.-T.</i>	4.5	5.9	6.1	5.8
31-50	Moyenne	19.8	17.2	24.6	22.6
	<i>É.-T.</i>	1.3	4.8	4.5	5.2
51-68	Moyenne	15.2	18.2	17.8	17.3
	<i>É.-T.</i>	6.0	6.6	7.2	6.7
Totaux	Moyenne	18.7	21.9	23.0	22.0
	<i>É.-T.</i>	5.8	6.8	6.7	6.7

Annexe A12. Scores obtenus à l'épreuve « barrage de n »

		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	56.0	55.3	59.5	57.5
	<i>É.-T.</i>	6.5	9.2	10.3	9.7
31-50	Moyenne	47.6	48.5	57.3	54.3
	<i>É.-T.</i>	3.6	10.5	8.0	9.0
51-68	Moyenne	49.4	55.3	51.8	52.5
	<i>É.-T.</i>	9.1	12.4	10.3	10.9
Totaux	Moyenne	51.2	54.6	57.0	55.4
	<i>É.-T.</i>	8.0	10.4	10.1	10.1

Annexe A13. Scores obtenus à l'épreuve « mémoire à court terme et de travail »

Endroit		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	6.4	6.9	6.7	6.8
	<i>É.-T.</i>	0.9	1.2	1.1	1.1
31-50	Moyenne	6.6	7.0	7.2	7.1
	<i>É.-T.</i>	1.5	1.3	1.1	1.2
51-68	Moyenne	6.1	6.6	7.2	6.8
	<i>É.-T.</i>	1.4	1.2	1.2	1.3
Totaux	Moyenne	6.3	6.8	7.0	6.8
	<i>É.-T.</i>	1.3	1.2	1.1	1.2

Envers		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	4.9	5.5	5.3	5.3
	<i>É.-T.</i>	1.0	1.6	1.3	1.4
31-50	Moyenne	5.6	4.8	5.7	5.6
	<i>É.-T.</i>	1.5	1.0	1.4	1.3
51-68	Moyenne	4.0	5.5	5.6	5.2
	<i>É.-T.</i>	1.0	1.5	0.9	1.3
Totaux	Moyenne	4.6	5.4	5.5	5.3
	<i>É.-T.</i>	1.2	1.5	1.2	1.4

Annexe A14. Scores obtenus à l'épreuve « fluence verbale catégorielle »

Animaux		Secondaire	CÉGEP	Universitaire	Totaux
16-30	Moyenne	24.1	23.5	26.3	25.0
	<i>É.-T.</i>	2.6	6.2	4.8	5.4
31-50	Moyenne	23.6	22.5	25.4	24.6
	<i>É.-T.</i>	4.6	5.2	6.1	5.7
51-68	Moyenne	21.0	22.2	23.9	22.7
	<i>É.-T.</i>	4.5	4.3	5.3	4.8
Totaux	Moyenne	22.6	23.0	25.5	24.2
	<i>É.-T.</i>	4.1	5.5	5.3	5.3

Annexe B
Tableaux d'ANOVA

Annexe B1. Anovas pour le score total lecture aux sous-tests de l'ECLA 16+

Variables	Moyenne (<i>É.-T.</i>)	<i>F</i>	dl	<i>p</i>	R ² (Formule = SC effet/SC total)	Post-hoc (Bonferroni)
Scolarité (secondaire; CÉGEP et université)	Secondaire : 344.33 (47.331)	9.500	(2. 162)	.000**	0.10 (moyen effet)	Secondaire/ CÉGEP (<i>p</i> = .000**)
	CÉGEP : 389.75 (48.663)					Secondaire/ Université (<i>p</i> = .000**)
	Université : 386.24 (42.233)					
Âge (16-30; 31- 50 et 51-68)	16-30 : 390.76 (47.250)	5.115	(2.162)	.007*	0.06 (moyen)	16-30/51-68 (<i>p</i> = .005*)
	31-50 : 383.35 (42.303)					
	51-68 : 381.32 (47.488)					

Note. **p* < .05; ***p* < .001
SC effet = SC intergroupe
Interprétation des effets selon les critères de Cohen (1988)

Annexe B2. Anovas pour le score total d'écriture aux sous-tests de l'ECLA 16+

Variables	Moyenne (<i>É.-T.</i>)	<i>F</i>	dl	<i>p</i>	R ²	Post-hoc (Bonferroni)
Scolarité (secondaire; CÉGEP et université)	Secondaire : 34.67 (8.463)	14.521	(2.162)	.000**	0.15 (grand)	Secondaire/ CÉGEP (<i>p</i> = .003*)
	CÉGEP : 39.29 (5.425)					Secondaire/ Université (<i>p</i> = .000**)
	Université : 41.51 (4.570)					
Âge (16-30; 31- 50 et 51-68)	16-30 : 38.67 (5.901)	2.827	(2.162)	.062	0.03 (petit)	Aucun
	31-50 : 40.94 (4.748)					
	51-68 : 40.82 (6.689)					

Note. **p* < .05; ***p* < .001

Annexe B3. Anovas pour le score total des capacités sous-jacentes aux sous-tests de l'ECLA 16+

Variables	Moyenne (É.-T.)	F	DI	p	R ²	Post-hoc (Bonferroni)
Scolarité (secondaire; CÉGEP et université)	Secondaire : 195.42 (17.766)	10.516	(2.162)	.000**	0.11 (moyen)	Secondaire/ Université (p = .000**)
	CÉGEP : 205.76 (19.058)					CÉGEP/ Université (p = .028*)
	Université : 214.31 (18.873)					
Âge (16-30; 31- 50 et 51-68)	16-30 : 215.02 (16.774)	13.552	(2.162)	.000**	0.14 (grand)	16-30/51-68 (p = .000**)
	31-50 : 209.41 (18.637)					31-50/51-68 (p = .015*)
	51-68 : 197.67 (20.947)					

Note. *p < .05; **p < .001

Annexe B4. Anovas pour le score total au MoCA

Variables	Moyenne (É.-T.)	F	dl	p	R ²	Post-hoc (Bonferroni)
Scolarité (secondaire; CÉGEP et université)	Secondaire : 27.79 (1.414)	6.063	(2.162)	.003*	0.07 (moyen)	CÉGEP/ Université (p = .004*)
	CÉGEP : 27.69 (1.477)					
	Université : 28.45 (1.252)					
Âge (16-30; 31- 50 et 51-68)	16-30 : 28.29 (1.453)	2.813	(2.162)	.063	0.03 (petit)	Aucun
	31-50 : 28.21 (1.122)					
	51-68 : 27.71 (1.414)					

Note. *p < .05; **p < .001

Annexe C
Tableaux de corrélations

Annexe C1. Corrélations de Pearson avec variables démographiques et MoCA

Variables	Score total lecture ECLA 16+	Score total écriture ECLA 16+	Score total capacités sous- jacentes ECLA 16+
Score total MoCA			
	<i>r</i> .174	.234	.334
	<i>p</i> .025*	.002**	.000**
	<i>n</i> 165	165	165
Âge (variable continue)			
	<i>r</i> -.253	.208	-.405
	<i>p</i> .001**	.007*	.000**
	<i>n</i> 165	165	165
Scolarité (variable continue)			
	<i>r</i> .261	.402	.301
	<i>p</i> .001*	.000**	.000**
	<i>n</i> 161	161	161

Note. * $p < .05$; ** $p < .001$

Annexe C2. Corrélations de Pearson ECLA 16+

Variables	Score total lecture ECLA 16+	Score total écriture ECLA 16+	Score total capacités sous- jacentes ECLA 16+
Score total lecture ECLA 16+			
	<i>r</i> N/A	.436	.399
	<i>p</i> N/A	.000**	.000**
	<i>n</i> N/A	165	165
Score total écriture ECLA 16+			
	<i>r</i> .436	N/A	.145
	<i>p</i> .000**	N/A	.062
	<i>n</i> 165	N/A	165
Score total capacités sous- jacentes ECLA 16+			
	<i>r</i> .399	.145	N/A
	<i>p</i> .000**	.062	N/A
	<i>n</i> 165	165	N/A

Note. * $p < .05$; ** $p < .001$

Annexe D
Tableaux de régressions

Annexe D1. Régression Linéaire simple (Prédiction du score total lecture)

Variables	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²	<i>n</i>	<i>Durbin-Watson</i>
Score total écriture ECLA 16+	3.447	.558	6.181	.000**	.436	.190	165	1.672
Score total capacités sous-jacentes ECLA 16+	.954	.172	5.551	.000**	.399	.159	165	2.024
Score total MoCA	5.919	2.625	2.255	.025*	.174	.030	165	1.945
Âge (variable continue)	-.747	.223	-3.345	.001*	.253	.064	165	1.936
Scolarité (variable continue)	5.173	1.517	3.409	.001*	.261	.068	161	1.941

Note. Variable dépendante : Score total lecture ECLA 16+; * $p < .05$; ** $p < .001$

Annexe D2. Régression Linéaire simple (Prédiction du score total écriture)

Variables	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²	<i>n</i>	<i>Durbin-Watson</i>
Score total lecture ECLA 16+	.055	.009	6.181	.000**	.436	.190	165	1.666
Score total capacités sous-jacentes ECLA 16+	.044	.023	1.876	.062	.145	.021	165	1.873
Score total MoCA	1.008	.328	3.077	.002*	.234	.055	165	1.823
Âge (variable continue)	.078	.029	2.719	.007*	.208	.043	165	1.965
Scolarité (variable continue)	1.005	.182	5.528	.000**	.402	.161	161	1.891

Note. Variable dépendante : Score total écriture ECLA 16+; * $p < .05$; ** $p < .001$

Annexe D3. Régression Linéaire simple (Prédiction du score total capacités sous-jacentes)

Variables	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²	<i>n</i>	<i>Durbin-Watson</i>
Score total lecture ECLA 16+	.167	.030	5.551	.000**	.399	.159	165	1.933
Score total écriture ECLA 16+	.481	.256	1.876	.062	.145	.021	165	1.788
Score total MoCA	4.754	1.050	4.529	.000**	.334	.112	165	1.844
Âge (variable continue)	-.499	.088	-5.660	.000**	.405	.164	165	1.912
Scolarité (variable continue)	2.473	.622	3.973	.000**	.301	.090	161	1.810

Note. Variable dépendante : Score total capacités sous-jacentes ECLA 16+; **p* < .05; ***p* < .001

Annexe D4. Régression Linéaire simple (Prédiction du score total écriture)

Variables	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²
Épreuve de suppression de phonème initial (score)	0.762	0.075	4.064	0.000	0.303	0.092
Épreuve de contrepèteries (score)	0.406	0.149	2.731	.007	0.209	0.044
Répétition de logatomes	.172	.179	.963	.337	.075	.006
Dénomination rapide d'images (temps)	0.089	0.145	0.616	.539	0.048	.002
Dénomination de lettres (score)	.687	.509	1.349	.179	.105	.011
Barrage de symboles	-.007	.070	-.107	.915	.008	.000
Barrage de « n »	-.019	.047	-.404	.687	.032	.001
Mémoire des chiffres direct (MCT)	1.244	.384	3.242	.001	.246	.061
Mémoire des chiffres indirect (MDT)	1.223	.333	3.671	.000	.276	.076
Fluence verbale catégorielle	.194	.086	2.246	.026	.173	.030

Note. Variable dépendante : Score total écriture ECLA 16+; **p* < .05; ***p* < .001

Annexe D5. Régression Linéaire simple (Prédiction du score total lecture)

Variables	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²
Épreuve de suppression de phonème initial (score)	0.762	0.075	4.064	0.000	0.303	0.092
Épreuve de contrepèteries (score)	0.406	0.149	2.731	.007	0.209	0.044
Répétition de logatomes	.172	.179	.963	.337	.075	.006
Dénomination rapide d'images (temps)	0.089	0.145	0.616	.539	0.048	.002
Dénomination de lettres (score)	.687	.509	1.349	.179	.105	.011
Barrage de symboles	-.007	.070	-.107	.915	.008	.000
Barrage de « n »	-.019	.047	-.404	.687	.032	.001
Mémoire des chiffres direct (MCT)	1.244	.384	3.242	.001	.246	.061
Mémoire des chiffres indirect (MDT)	1.223	.333	3.671	.000	.276	.076
Fluence verbale catégorielle	.194	.086	2.246	.026	.173	.030

Note. Variable dépendante : Score total lecture ECLA 16+; **p* < .05; ***p* < .001

Annexe E
Tableaux de régressions selon l'âge

Annexe E1. Régression Linéaire simple pour les 16-30 ans (Prédiction du score total lecture)

Variabes	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²
Score total écriture ECLA 16+	3.730	.792	4.709	.000	.466	.217
Score total capacités sous-jacentes ECLA 16+	.915	.298	3.074	.003	.325	.106
Score total MoCA	7.047	3.550	1.985	.051	.217	.047
Scolarité (variable continue)	6.650	2.642	2.138	.036	.237	.056

Note. Variable dépendante : Score total lecture ECLA 16+; **p* < .05; ***p* < .001

Annexe E2. Régression Linéaire simple pour les 31-50 ans (Prédiction du score total lecture)

Variabes	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²
Score total écriture ECLA 16+	3.683	1.434	2.568	.015	.413	.171
Score total capacités sous-jacentes ECLA 16+	.544	.390	1.397	.172	.240	.057
Score total MoCA	-.228	6.664	-.034	.973	.006	.000
Scolarité (variable continue)	1.306	2.591	.504	.618	.090	.008

Note. Variable dépendante : Score total lecture ECLA 16+; **p* < .05; ***p* < .001

Annexe E3. Régression Linéaire simple pour les 31-68 ans (Prédiction du score total lecture)

Variabes	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²
Score total écriture ECLA 16+	4.082	.846	4.826	.000	.576	.331
Score total capacités sous-jacentes ECLA 16+	.962	.299	3.220	.002	.425	.181
Score total MoCA	2.213	4.881	.453	.652	.066	.004
Scolarité (variable continue)	7.379	2.349	3.141	.003	.416	.173

Note. Variable dépendante : Score total lecture ECLA 16+; **p* < .05; ***p* < .001

Annexe E4. Régression Linéaire simple pour les 16-30 ans (Prédiction du score total écriture)

Variables	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²
Score total lecture ECLA 16+	.058	.012	4.709	.000	.466	.217
Score total capacités sous-jacentes ECLA 16+	.062	.039	1.594	.115	.175	.031
Score total MoCA	1.210	.433	2.792	.007	.298	.089
Scolarité (variable continue)	1.146	.314	3.654	.000	.384	.148

Note. Variable dépendante : Score total écriture ECLA 16+; **p* < .05; ***p* < .001

Annexe E5. Régression Linéaire simple pour les 31-50 ans (Prédiction du score total écriture)

Variables	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²
Score total lecture ECLA 16+	.046	.018	2.568	.015	.413	.171
Score total capacités sous-jacentes ECLA 16+	.073	.043	1.686	.102	.286	.082
Score total MoCA	1.141	.720	1.584	.123	.270	.073
Scolarité (variable continue)	.631	.269	2.344	.026	.388	.151

Note. Variable dépendante : Score total écriture ECLA 16+; **p* < .05; ***p* < .001

Annexe E6. Régression Linéaire simple pour les 51-68 ans (Prédiction du score total écriture)

Variables	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²
Score total lecture ECLA 16+	.081	.017	4.826	.000	.576	.331
Score total capacités sous-jacentes ECLA 16+	.081	.045	1.799	.078	.254	.064
Score total MoCA	1.046	.673	1.555	.127	.221	.049
Scolarité (variable continue)	1.167	.322	3.620	.001	.467	.218

Note. Variable dépendante : Score total écriture ECLA 16+; **p* < .05; ***p* < .001

Annexe F
Tableaux de régressions selon la scolarité

Annexe F1. Régression Linéaire simple pour le secondaire (Prédiction du score total lecture)

Variables	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²
Score total écriture ECLA 16+	1.568	1.145	1.370	.184	.280	.079
Score total capacités sous-jacentes ECLA 16+	.612	.553	1.107	.280	.230	.053
Score total MoCA	4.083	7.085	.576	.570	.122	.015
Âge (variable continue)	-1.346	.495	-2.720	.013	.502	.252

Note. Variable dépendante : Score total lecture ECLA 16+; **p* < .05; ***p* < .001

Annexe F2. Régression Linéaire simple pour le CÉGEP (Prédiction du score total lecture)

Variables	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²
Score total écriture ECLA 16+	4.230	1.087	3.893	.000	.472	.222
Score total capacités sous-jacentes ECLA 16+	1.039	.320	3.242	.002	.407	.166
Score total MoCA	3.021	4.508	.670	.506	.092	.008
Âge (variable continue)	-.269	.385	-.699	.488	.096	.009

Note. Variable dépendante : Score total lecture ECLA 16+; **p* < .05; ***p* < .001

Annexe F3. Régression Linéaire simple pour l'universitaire (Prédiction du score total lecture)

Variables	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²
Score total écriture ECLA 16+	3.391	.938	3.615	.001	.367	.135
Score total capacités sous-jacentes ECLA 16+	.792	.228	3.471	.001	.354	.125
Score total MoCA	8.345	3.565	2.341	.022	.247	.061
Âge (variable continue)	-.656	.305	-2.153	.034	.229	.052

Note. Variable dépendante : Score total lecture ECLA 16+; **p* < .05; ***p* < .001

Annexe F4. Régression Linéaire simple pour le secondaire (Prédiction du score total écriture)

Variabes	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²
Score total lecture ECLA 16+	.050	.037	1.370	.184	.280	.079
Score total capacités sous-jacentes ECLA 16+	-.045	.101	-.449	.658	.095	.009
Score total MoCA	-.754	1.266	-.596	.557	.126	.016
Âge (variable continue)	.108	.100	1.083	.290	.225	.051

Note. Variable dépendante : Score total écriture ECLA 16+; **p* < .05; ***p* < .001

Annexe F5. Régression Linéaire simple pour le CÉGEP (Prédiction du score total écriture)

Variabes	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²
Score total lecture ECLA 16+	.053	.014	3.893	.000	.472	.222
Score total capacités sous-jacentes ECLA 16+	-.008	.039	-.206	.837	.028	.001
Score total MoCA	.968	.487	1.988	.052	.263	.069
Âge (variable continue)	.058	.042	1.377	.174	.186	.035

Note. Variable dépendante : Score total écriture ECLA 16+; **p* < .05; ***p* < .001

Annexe F6. Régression Linéaire simple pour l'universitaire (Prédiction du score total écriture)

Variabes	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²
Score total lecture ECLA 16+	.040	.011	3.615	.001	.367	.135
Score total capacités sous-jacentes ECLA 16+	.026	.026	.985	.328	.107	.011
Score total MoCA	1.058	.381	2.776	.007	.290	.084
Âge (variable continue)	.121	.031	3.896	.000	.391	.153

Note. Variable dépendante : Score total écriture ECLA 16+; **p* < .05; ***p* < .001

Le trouble développemental du langage (TDL) : mise à jour interdisciplinaire

Chantale Breault^{1,2,4}, M. P. O., Marie-Julie Béliveau^{2,3}, Ph. D., Fannie Labelle^{2,3}, B. Sc.,
Florence Valade^{2,3}, B. Sc. et Natacha Trudeau^{1,4,5}, Ph. D.

¹École d'orthophonie et d'audiologie, Université de Montréal

²Centre de recherche du CIUSSS Nord-de-l'Île-de-Montréal

³Département de psychologie, Université de Montréal

⁴Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain

⁵Centre de recherche du CHU Sainte-Justine

Bien que le trouble développemental du langage (TDL) soit fréquent (7,58 %; Norbury et al., 2016) et ait des impacts perdurant jusqu'à l'âge adulte (Feeney, Desha, Khan, Ziviani, & Nicholson, 2016), il est beaucoup moins connu que d'autres problématiques telles que le trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) ou le trouble du spectre de l'autisme (TSA). L'inconstance des définitions selon les domaines (p. ex., médecine, éducation, psychologie, orthophonie) pourrait partiellement expliquer cette méconnaissance (Bishop, 2017). Depuis peu, une terminologie et une démarche menant au diagnostic de TDL font l'objet d'un consensus international multidisciplinaire, et ce, grâce au projet CATALISE (Bishop, Snowling, Thompson, Greenhalgh, & CATALISE-consortium, 2016, 2017). Le but de cet article est de présenter une mise à jour des enjeux et des connaissances actuelles liés au TDL en s'intéressant aux changements d'appellation et de critères initiés par le projet CATALISE. Pour les professionnels et chercheurs œuvrant dans le domaine, il s'agit d'une occasion de réfléchir aux besoins des personnes vivant avec un TDL.

Mots clés : trouble développemental du langage, évaluation, interdisciplinarité, terminologie, enfant

Although developmental language disorder (DLD) is common (7.58%; Norbury et al., 2016) and has impacts lasting into adulthood (Feeney, Desha, Khan, Ziviani, & Nicholson, 2016), it is not as renowned than other disorders as attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) or autism spectrum disorder (ASD). Inconsistent definitions across domains (e.g., medicine, education, psychology, speech-language pathology) may partially explain this situation (Bishop, 2017). Recently, a terminology and an approach leading to the diagnosis of DLD were the subject of a multidisciplinary international consensus, due to the CATALISE project (Bishop, Snowling, Thompson, Greenhalgh & CATALISE-consortium, 2016, 2017). The purpose of this paper is to present an update of current issues and knowledge related to DLD by looking at the criteria and terminology changes initiated by the CATALISE project. For professionals and researchers working in the field, this is an opportunity to reflect on the needs of people living with DLD.

Keywords: developmental language disorder, assessment, interdisciplinary, terminology, children

Une pratique fondée sur les données probantes exige une constante mise à jour des connaissances. Le défi est grand dans les domaines impliquant une collaboration interprofessionnelle, puisque la littérature scientifique et les balises cliniques ne circulent pas toujours d'une profession à l'autre. C'est particulièrement vrai en ce qui concerne le trouble développemental du langage (TDL), dont la conceptualisation chevauche plusieurs disciplines, celles-ci l'abordant chacune avec des points de vue et des terminologies différentes. Parfois appelé « dysphasie » ou « trouble primaire du langage », le

TDL n'a pas de cause connue. Il peut affecter différentes composantes du langage, incluant l'expression ou la compréhension des sons, des phrases ou du discours, le vocabulaire et l'accès lexical, le traitement et la mémoire verbale, ainsi que la pragmatique et l'ajustement au contexte de communication. Les difficultés apparaissent généralement en bas âge, persistent à long terme et ont des conséquences sur la vie quotidienne, sociale et scolaire des personnes atteintes. Le TDL a également des impacts en modalité écrite sur les habiletés à comprendre et à s'exprimer par la lecture et l'écriture.

La correspondance concernant cet article doit être adressée à /
Correspondence concerning this article should be addressed to:
Chantale Breault, Université de Montréal,
Courriel/e-mail : chantalebreaault@hotmail.com

Il existe un manque de consensus dans la définition du TDL chez les divers professionnels, et ce, même à l'intérieur des disciplines concernées. Par le projet

CATALISE, un regroupement international et interdisciplinaire de 57 experts (Bishop et al., 2017) s'est récemment attaqué à cette problématique et a proposé d'adopter une appellation ainsi que des critères communs associés au TDL. L'Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec (OOAQ) a officiellement adhéré à ce consensus en septembre 2017, suivi par Orthophonie et Audiologie Canada (OAC) en décembre 2018. Dans sa revue professionnelle, *l'American Speech-Language-Hearing Association* (ASHA) a plutôt choisi de présenter les recommandations de CATALISE sous forme de débat (Volkers, 2018). Le but du présent article est de s'intéresser à la nature et aux implications des changements proposés, en y ajoutant une mise à jour utile aux professionnels et aux chercheurs œuvrant dans le domaine en contexte québécois. Pour ce faire, la problématique, le survol et l'analyse de certaines recommandations du consortium CATALISE, les défis d'arrimage de la nouvelle terminologie ainsi que les retombées à prévoir seront abordées.

Problématique

Les études internationales établissent la prévalence des troubles développementaux du langage (TDL) chez l'enfant à environ 7 %, avec une certaine variabilité dépendant de l'âge ou de la définition employée (McLeod & Harrison, 2009; Tomblin et al., 1997). Selon une étude populationnelle récente, 7,58 % des enfants de quatre à cinq ans ont un trouble du langage d'origine inconnue, auxquels s'ajoute 2,34 % d'enfants ayant un trouble du langage associé à une déficience intellectuelle ou à une autre condition médicale identifiée (p. ex., trouble auditif ou visuel, paralysie cérébrale, épilepsie, trouble du spectre de l'autisme [TSA], syndrome de Down, neurofibromatose; Norbury et al., 2016).

La prévalence du TDL a longtemps été difficile à établir en raison de problèmes méthodologiques et de manque de constance dans la terminologie. Les problèmes méthodologiques les plus fréquents sont la variabilité et la subjectivité des critères menant à l'inclusion ou à l'exclusion des participants selon les études. Par exemple, plusieurs auteurs ont uniquement considéré les enfants dont le QI non verbal était supérieur à 85, alors que des recherches ont ensuite démontré que cette mesure n'était pas stable dans le temps (Botting, 2005) ou différait selon les tests employés (Miller & Gilbert, 2008). D'autres chercheurs ont établi que les résultats à un ou plusieurs tests langagiers devaient être inférieurs à un seuil arbitraire (p. ex., -2 ou -1,25 écarts-types), mais la variabilité des tests employés et le manque de considération de la sensibilité et de la spécificité de ces outils ont été critiqués (Spaulding, Plante, &

Farinella, 2006). Il y a près de quarante ans, un article identifiait déjà ces enjeux en relevant que la prévalence de difficultés de langage chez l'enfant de trois ans variait de 0,07 % à 5,3 % (Silva, 1980). Cette prévalence variait selon la définition utilisée.

Déjà à cette époque, il était également relevé que l'inconstance de la prévalence calculée pouvait entraver l'offre de services, alors que des difficultés langagières non prises en charge causaient à certains enfants des « séquelles émotionnelles, sociales et éducatives » significatives (Rutter & Martin, 1972, cité dans Silva, 1980). En effet, plusieurs études ont documenté que le TDL est associé à des impacts négatifs et persistants à l'enfance, l'adolescence et l'âge adulte dans des domaines aussi variés que la réussite scolaire, la socialisation, la santé mentale, l'accès à l'emploi et à l'autonomie (Conti-Ramsden & Botting, 2008; Elbro, Dalby, & Maarbjerg, 2011; St Clair, Pickles, Durkin, & Conti-Ramsden, 2011). Bien que les mécanismes expliquant ces associations soient encore mal compris, des études longitudinales tendent à démontrer que ce ne sont pas nécessairement les habiletés langagières qui expliquent, en soi, les conséquences négatives vécues par les enfants ayant un historique de TDL (Clegg, Hollis, Mawhood, & Rutter, 2005; Conti-Ramsden & Botting, 2008; Johnson, Beitchman, & Brownlie, 2010; Toseeb, Pickles, Durkin, Botting, & Conti-Ramsden, 2017). Toutefois, plusieurs facteurs qui réduisent ces impacts néfastes ont été identifiés dans la trajectoire des enfants TDL, tels que l'identification précoce du TDL et une prise en charge appropriée, un bon soutien parental, la disponibilité d'aménagements pédagogiques adaptés, un haut sentiment d'auto-efficacité, un bon niveau de prosocialité et de bonnes capacités de lecture (Botting, Bean-Ellawadi, & Williams, 2016; Conti-Ramsden, Durkin, Toseeb, Botting, & Pickles, 2018; Parsons, Schoon, Rush, & Law, 2011; Toseeb et al., 2017). Selon Durkin et Conti-Ramsden (2010), la disponibilité du support offert aux enfants ayant un TDL influence probablement leur devenir, tout comme la façon dont ces jeunes se perçoivent, arrivent ou non à compenser leurs difficultés langagières et vivent des expériences positives ou négatives. En résumé, les besoins de ces enfants justifient des interventions qui s'intéressent à leurs habiletés langagières, mais également à leur développement global et à leur épanouissement personnel.

Malgré les impacts fonctionnels importants auxquels elles font face, les personnes aux prises avec un TDL peinent à accéder aux services dont elles ont besoin. Au Québec, le nombre d'enfants en attente d'évaluation ou de réadaptation est élevé et les délais sont souvent très longs. Selon un rapport de l'Institut national d'excellence en santé et en services sociaux

(INESSS), 1 675 enfants présentant une déficience du langage, dont un TDL, attendaient pour recevoir un premier service spécialisé de réadaptation au 31 mars 2015. Selon les données recueillies, le délai moyen d'attente serait estimé de quatre à six mois, avec des disparités interrégionales importantes (Tessier & Valade, 2017).

Ce ne sont pourtant pas tous les enfants présentant une problématique langagière qui sont orientés vers ces services. Ainsi, une méta-analyse a révélé que 81 % des enfants de cinq à douze ans consultant pour des problèmes affectifs et comportementaux ont un déficit langagier significatif non identifié (Hollo, Wehby, & Oliver, 2014), entraînant des conséquences importantes pour eux-mêmes et leurs familles et remettant en question la pertinence des interventions qui leur sont offertes. De façon générale, le TDL est un trouble neurodéveloppemental peu connu du public et même des dispensateurs de services. Les publications scientifiques s'intéressant au TDL sont moins nombreuses que celles s'intéressant à des troubles dont la prévalence ou les impacts sont comparables. Ceci n'est pas étonnant considérant que la recherche sur le TDL serait peu financée (p. ex., 19 fois moins que le trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité [TDAH] en 2008-2009; Bishop, Clark, Conti-Ramsden, Norbury, & Snowling, 2012).

Le manque de constance des définitions employées pour décrire les troubles du langage et les mésententes entourant les critères d'identification pourraient être partiellement responsables de la méconnaissance de cette problématique (Bishop, 2017). Le langage se trouvant au croisement de plusieurs disciplines, la conceptualisation de ces troubles varie selon les professions et peut être hermétique selon les contextes. Par exemple, les systèmes internationaux de classification biomédicale, tels que le *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (DSM-5; American Psychiatric Association [APA], 2015) ou la *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé; version pour enfants et adolescents* (CIF-EA; Organisation mondiale de la santé [OMS], 2007), seraient utilisés par les professionnels de la santé, mais rejoindraient peu les intervenants du milieu de l'éducation qui cherchent pourtant à soutenir au quotidien les jeunes aux prises avec un TDL (Bishop et al., 2016). Même chez les spécialistes du langage, la terminologie et les définitions employées en clinique et en recherche ont grandement varié au fil des années, tant dans les milieux anglophones (p. ex. *specific* ou *primary language impairment* (S/PLI), *language impairment*, *language disorder*; Reilly, Bishop, & Tomblin, 2014) que francophones (p. ex., audimutité, syndrome dysphasique, dysphasie, trouble spécifique du langage oral, trouble primaire du langage; Maillart, 2018;

Smolla et al., 2015). Dans le chapitre *Troubles du langage oral et dysphasies* du manuel « Neuropsychologie de l'enfant et de l'adolescent-Troubles développementaux et de l'apprentissage (3^e édition) », les auteures font d'ailleurs ressortir cette hétérogénéité :

En France [...], le diagnostic de trouble spécifique du langage oral (TSLO) et de dysphasie est utilisé de manière interchangeable alors qu'au Québec, les orthophonistes préfèrent utiliser le terme trouble primaire du langage oral plutôt que le mot dysphasie, terme qui est davantage utilisé par les neuropsychologues. (Lussier, Chevrier, & Gascon, 2018, p. 257)

En plus de la confusion entraînée par la multiplicité des termes employés, la notion même d'un trouble du langage décrit comme étant « spécifique » a été mise en doute. En effet, il serait impossible d'identifier un TDL (ou dysphasie) par des caractéristiques qui seraient pathognomoniques et qui permettraient de le distinguer d'un autre type d'atteinte langagière. Par exemple, les caractéristiques langagières habituellement attribuées au TSA ne sont pas spécifiques à ce trouble (Gernsbacher, Morson, & Grace, 2016). Une méta-analyse publiée en 2015 qui s'intéressait à cette question n'a pu soutenir qu'un profil langagier spécifique permettait de caractériser les enfants ayant un TSA, ni les distinguer sur cette base des enfants ayant un TDL (Kwok, Brown, Smyth, & Cardy, 2015).

Aussi, la notion de spécificité visant à exclure la présence d'autres difficultés (cognitives ou autres) chez l'enfant s'est avérée ne pas être soutenue par la recherche. En effet, le taux élevé de comorbidité ou de chevauchement du trouble du langage avec d'autres troubles neurodéveloppementaux tels que le trouble développemental de la coordination (association de 40-90 %; Hill, 2001), le TDAH (près de la moitié selon Gillberg et al., 2004), le trouble du spectre autistique (Leyfer, Tager-Flusberg, Dowd, Tomblin, & Folstein, 2008) ainsi que les troubles spécifiques d'apprentissage (Bishop & Rutter, 2008; Gooch, Hulme, Nash, & Snowling, 2014; Snowling, Duff, Nash, & Hulme, 2016) est bien documenté. Enfin, les diverses nomenclatures proposées (p. ex., Gérard, 1993; Rapin & Allen, 1983) pour caractériser les profils d'atteintes et les regrouper en sous-types se sont révélées ne pas être stables dans le temps (Conti-Ramsden & Botting, 1999). Ces sous-types (p. ex., déficits lexical-syntaxique, phonologique-syntaxique, sémantique-pragmatique) refléteraient donc des variabilités développementales plutôt que de réels profils distincts. Depuis plus de 25 ans, ces différents constats ont amené plusieurs chercheurs à dénoncer la

notion d'un trouble langagier « spécifique » (Aram, Morris, & Hall, 1992, 1993; Reilly et al., 2014).

Le rejet de la notion de spécificité de l'atteinte langagière dans le TDL et ce manque d'accord dans la terminologie employée ont mené à la publication en 2014 d'un numéro spécial du *International Journal of Language and Communication Disorders* (Bishop, 2014; Reilly, Bishop, & Tomblin, 2014; Reilly et al., 2014). Pour donner suite à cette publication, un groupe de chercheurs britanniques, Bishop et Snowling en tête, a entrepris en 2015 de remédier à cette situation en mettant sur pied le projet CATALISE. Ce projet consistait en une consultation organisée d'experts visant à obtenir un consensus pour une terminologie adéquate. La méthode Delphi a été employée. Répandue dans différents domaines, celle-ci utilise des questionnaires remplis de façon successive pour colliger des données et fournir une rétroaction auprès d'un groupe d'experts, jusqu'à ce que les convergences soient mises en évidence (pour plus de détails, voir Hsu & Sandford, 2007). Le panel d'experts constitué se voulait international (six pays anglophones) et multidisciplinaire (57 personnes incluant des orthophonistes, des psychologues, des pédiatres, des psychiatres, des enseignants spécialisés, une audiologiste et des représentants de familles). La première phase des travaux a recherché un consensus sur les critères d'identification (Bishop et al., 2016) et la deuxième a considéré la terminologie, proposant des définitions et une nomenclature standardisée (Bishop et al., 2017).

Bien qu'elle ait été menée en anglais, cette démarche constitue un modèle de référence unique. À la suite de la publication du projet CATALISE, des chercheurs et cliniciens œuvrant en français ont analysé les recommandations proposées puis en ont fait ressortir celles applicables à une langue étrangère, que ce soit en Belgique (Maillart, 2018) ou au Québec (Gingras, 2017). L'OOAQ, après avoir consulté plusieurs membres experts, a adhéré à ce consensus international en septembre 2017, demandant dès lors à ses membres d'adopter la nouvelle appellation et les critères associés au TDL. En octobre 2018, elle a rendu disponible des documents d'information s'adressant au public et aux professionnels de la santé et de l'éducation (www.ooaq.qc.ca), ce qui est dans l'esprit du premier énoncé du consensus. Cet énoncé soutient que l'adoption et l'utilisation d'une terminologie commune par l'ensemble des acteurs concernés par le TDL sont impératives tant pour la recherche que pour la clinique. Il s'agit d'une condition essentielle pour permettre une meilleure intégration des connaissances scientifiques et une meilleure reconnaissance de la problématique, mais également pour favoriser le développement et l'accès aux services nécessaires aux personnes aux prises avec

un TDL, sans que cet accès ne soit entravé par des restrictions ou des exclusions administratives non fondées sur les données probantes.

Projet CATALISE : Survol et analyse critique

Les professionnels souhaitant approfondir leur réflexion peuvent consulter les articles originaux publiés en accès libre par le consortium CATALISE pour prendre acte de la méthodologie employée par les auteurs ainsi que l'ensemble des résultats obtenus. Les 12 énoncés consensuels (plus de 78 % d'accord entre les experts) ont également été traduits et commentés par Mme Marie-Pier Gingras, orthophoniste québécoise, sur le blogue de vulgarisation scientifique *Tout cuit dans le bec* (Gingras, 2017). Sans prétendre aborder l'ensemble des implications découlant des énoncés de CATALISE, nous choisissons ici de réunir quelques éléments pouvant intéresser plus particulièrement les neuropsychologues. Afin d'ouvrir une discussion interdisciplinaire, l'arbre décisionnel menant à l'identification des troubles du langage, la terminologie proposée, la place des tests standardisés, l'importance des impacts fonctionnels, l'absence de critères d'exclusion, la pertinence d'une évaluation intellectuelle, les principales atteintes langagières à documenter et l'approche basée sur les besoins seront développés.

Arbre décisionnel pour l'identification des troubles du langage

Tel que mentionné précédemment, la classification des troubles du langage en catégories distinctes a été un écueil au fil du temps puisque celles-ci ne pouvaient être validées et reflétaient plutôt l'évolution du trouble selon l'âge (Conti-Ramsden & Botting, 1999). De plus, la mésentente concernant les terminologies et ses définitions posait le risque d'entraîner de graves préjudices en excluant certains enfants de l'obtention de services par l'application de critères stricts et non validés. L'arbre décisionnel proposé par le consensus CATALISE, illustré par la Figure 1, suggère plutôt d'identifier les enfants ayant des besoins significatifs et persistants au point de vue du langage, tout en documentant l'hétérogénéité des atteintes. Cette hétérogénéité est reconnue comme faisant partie intégrante du TDL.

Terminologie commune

Trouble développemental du langage. Le TDL est le terme choisi. Avant de proposer une terminologie unifiée, les experts ont réfléchi aux mots à employer, car ils ont un impact sur la perception du problème langagier. Lorsqu'il y a « trouble » du langage (*language disorder*), il y a nécessairement à la fois une persistance des difficultés (*poor prognosis*) et des impacts fonctionnels (*everyday functioning*)

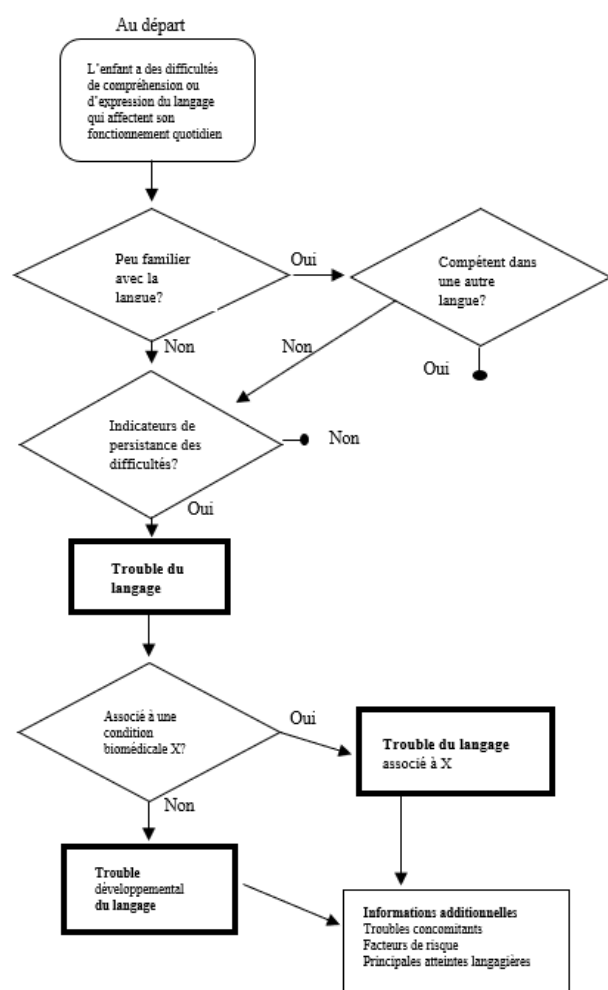


Figure 1. Organigramme illustrant les voies menant au diagnostic du trouble du langage. [Traduction libre] Tiré de l'article de Bishop et al. (2017)

observables. Pour parler d'un trouble dont l'étiologie est incertaine, les experts ont privilégié le terme « développemental » (*developmental language disorder; DLD*) à celui de « spécifique » (*specific language impairment; SLI*) ou « primaire ». Ceci favorise, entre autres, une cohérence avec la terminologie employée dans d'autres conditions neurodéveloppementales (p. ex., trouble développemental de la coordination, dyslexie développementale) et il s'agit de l'appellation qui a été endossée par la majorité des experts consultés.

Trouble du langage associé à X. Dans le cas où le trouble du langage est associé à une condition biomédicale connue (p. ex., syndrome génétique, TSA, déficience intellectuelle), le terme « développemental » sera substitué par « trouble du langage associé à X ». Les experts jugent qu'il est important que le diagnostic de TDL ne concerne que les cas où l'étiologie est incertaine, puisque cela sera utile lors de recherches futures sur

ses causes, son pronostic et les interventions à adopter (énoncé 7). Néanmoins, quelques chercheurs américains trouvent que les critères du TDL sont encore trop larges pour permettre des avancées significatives en recherche et critiquent l'abandon du terme SLI, dont les critères d'inclusion et d'exclusion étaient plus stricts (voir ASHA, 2018).

Difficultés de langage. Bien que les capacités langagières de l'enfant soient faibles, le terme « trouble » n'est pas appliqué lorsque des éléments liés à l'enfant ou à son contexte ne permettent pas de penser que les atteintes vont persister. Ainsi, le terme « difficultés de langage » (*language difficulties*) est recommandé lorsqu'un enfant n'aurait pas été suffisamment exposé à la langue de scolarisation, mais posséderait les habiletés attendues dans une autre langue (énoncé 4). Il est à noter que le terme « difficultés de langage » remplace désormais « retard de langage » (*language delay*). Ce dernier a été largement rejeté par les experts en raison de la confusion qu'il entraîne et de l'impossibilité de déterminer à l'avance s'il y aura rattrapage, ce qui rend par le fait même illogique l'utilisation du terme « retard ». Dans le cas où un écart du niveau de développement langagier par rapport à la norme est observé chez un enfant très jeune, l'évaluation pourrait mener à conclure à la présence de difficultés langagières, puisque les indicateurs de la persistance des déficits ne sont pas clairs avant quatre ans, selon les connaissances actuelles (voir Tableau 1). Selon Bishop et ses collègues (2017), les données disponibles suggèrent que les indicateurs du pronostic se précisent avec l'âge, mais qu'en général les problèmes affectant un plus grand nombre d'habiletés langagières risquent de perdurer (énoncé 3).

Résultats aux tests standardisés

L'arbre décisionnel proposé par CATALISE soutient que l'obtention d'un score déficitaire à un test de langage n'est pas suffisant pour conclure à un TDL (Bishop et al., 2017). D'ailleurs, l'écart à la moyenne nécessaire pour établir un score langagier déficitaire n'est pas clairement établi dans la littérature, même si les chercheurs et les cliniciens considèrent généralement qu'une performance inférieure au 10^e ou au 16^e rang centile démontre une atteinte langagière significative (Tomblin et al., 1997). En contexte québécois francophone, Thordardottir et al. (2011) ont vérifié quelle était la meilleure combinaison de sensibilité et de spécificité pour identifier une atteinte langagière chez l'enfant de cinq ans, à partir de résultats obtenus à différentes mesures de connaissances et de traitement langagier. Parmi les 92 participants, 14 avaient préalablement été identifiés par une orthophoniste comme ayant un trouble primaire du langage (ancienne appellation du TDL),

Tableau 1

Indicateurs de persistance des difficultés langagières selon l'âge

	3 ans et moins	4 ans à 5 ans	À partir de 5 ans
Données de la littérature (Selon Bishop et al., 2017)	Données mitigées	Prédictibilité augmente avec l'âge	Probabilités faibles que l'écart avec les pairs ne diminue avec l'âge (Norbury et al., 2016)
Indicateurs de persistance (pronostic moins favorable)	Pas de combinaison de mots à 24 mois Difficultés de compréhension	Plus grand nombre de composantes langagières atteintes	Faibles capacités non verbales Difficultés de compréhension Difficultés de lecture et d'apprentissage
Indicateurs d'amélioration (bon pronostic)		Seule la phonologie expressive est touchée	

ce qui servait de critère externe. Les épreuves administrées incluaient des tests et sous-tests évaluant le vocabulaire, la morphosyntaxe réceptive, la compréhension de consignes, la répétition de phrases et de non-mots, la dénomination automatique rapide et la répétition de chiffres à l'endroit et à l'envers (voir Thordardottir, Kehayia, Lessard, Sutton, & Trudeau, 2010; Thordardottir et al., 2011). La sensibilité et la spécificité de ces mesures ont été examinées à trois seuils distincts, préalablement choisis par les auteurs. Ceux-ci ont vérifié le seuil de -1 écart-type (16^e rang centile d'une distribution normale), alors fréquemment utilisé en recherche, mais considéré trop laxiste en clinique; le seuil de -1,28 écarts-types (10^e rang centile), rapporté comme étant fréquemment utilisé en clinique; et le seuil de -2 écarts-types, correspondant au critère officiellement recommandé au Québec à la même époque. Pour distinguer les enfants ayant un TDL de ceux n'en ayant pas, les résultats obtenus ont démontré que le meilleur seuil était au 16^e rang centile (-1 écart-type) pour la majorité des mesures employées. Cette étude rappelle que la présence d'un TDL ne correspond pas nécessairement à l'obtention de résultats « sévèrement déficitaires » aux tests standardisés. L'établissement d'un niveau de sévérité des atteintes langagières n'est plus requis pour qualifier un TDL dans une pratique basée sur les données probantes (OOAQ, 2018a). Pourtant, il s'agit d'un critère administratif toujours employé au Québec pour déterminer l'obtention de financement, souvent lié à l'accès aux services. Dans son récent avis concernant *l'Organisation du continuum et de la dispensation des services aux enfants âgés de 2 à 9 ans présentant un TDL*, l'INESSS a suggéré de réviser ces critères en émettant sa Recommandation 5 :

Le ministère de la Santé et des Services sociaux devrait, de concert avec le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur et le ministère de la Famille, entamer des travaux relatifs à la révision des modes d'allocation des ressources en fonction des besoins de l'enfant et à l'identification des meilleurs prestataires de services, selon les différentes étapes de vie de l'enfant. (Tessier & Valade, 2017, p. 37)

Impacts fonctionnels

En continuité directe avec les recommandations du consensus CATALISE, l'OOAQ incite maintenant ses membres à évaluer la sévérité des impacts fonctionnels du TDL dans la vie de tous les jours. Il s'agit d'une approche davantage axée sur les besoins plutôt que sur le diagnostic. En effet, chez deux personnes ayant des incapacités langagières semblables, les répercussions au quotidien peuvent être fort différentes. Afin d'éviter la surmédicalisation, il est recommandé de réserver le diagnostic de TDL aux individus dont les incapacités entraînent des difficultés persistantes dans des domaines variés de leur vie.

Il est donc essentiel de s'intéresser à la façon dont les enfants qui présentent un TDL arrivent ou non à s'adapter aux demandes de leur environnement, à participer pleinement aux activités de la vie quotidienne et à remplir les rôles sociaux attendus pour leur âge. Ceci s'inscrit dans un courant actuel où l'évaluation du fonctionnement est désormais recommandée comme partie intégrante de toute évaluation faite dans les règles de l'art (Heffer, Barry, & Garland, 2009). Ce type d'évaluation est même

intégré dans la démarche pour plusieurs diagnostics de troubles neurodéveloppementaux selon le système de classification du DSM-5 (APA, 2015), tels que le TSA, le TDAH et le trouble spécifique des apprentissages, qui requièrent tous une spécification concernant leur niveau de sévérité en fonction de l'incidence des difficultés et du niveau de soutien nécessaire pour le fonctionnement. Dans le cas du handicap intellectuel, le niveau de sévérité, auparavant déterminé en fonction du niveau intellectuel, est désormais établi à partir du fonctionnement adaptatif. Néanmoins, même si les professionnels de la santé sont de plus en plus sensibilisés à l'importance de considérer la participation sociale de l'individu (Sylvestre, Brisson, Lepage, Nadeau, & Deaudelin, 2016; Washington, 2009), l'évaluation de l'enfant présentant un TDL s'attarde encore souvent à mesurer les incapacités langagières plutôt que leur impact sur les habitudes de vie (Gomersall et al., 2015; McLeod & Threats, 2009). Dans le cadre du travail fait par CATALISE, les auteurs soulignent que le manque d'outils valides s'intéressant à l'aspect fonctionnel du langage constitue une des limites importantes aux recommandations. Ils ne proposent toutefois pas de moyens concrets pour y remédier (Bishop et al., 2017).

Aux États-Unis, l'association des orthophonistes préconise l'utilisation du cadre conceptuel du fonctionnement humain proposé par l'OMS dans la CIF-EA (ASHA, 2016). Selon celle-ci, « l'état de fonctionnement et de handicap d'une personne est le résultat de l'interaction dynamique entre son problème de santé (maladies, troubles, lésions, traumatismes, etc.) et les facteurs contextuels » (OMS, 2007). L'OMS préconise donc d'évaluer ces différentes composantes chez l'enfant ou l'adolescent : 1) l'intégrité ou la déficience de ses fonctions organiques et de ses structures anatomiques (p. ex., aires cérébrales activées lors d'une imagerie par résonance magnétique fonctionnelle [IRMf]); 2) sa capacité ou son incapacité à réaliser des tâches lors d'activités (p. ex., score à une épreuve standardisée du langage); et/ou 3) sa performance à réaliser des tâches dans l'environnement réel permettant ou restreignant sa participation (p. ex., phrases formulées lors de la causerie en classe). Les facteurs contextuels peuvent aussi être recensés : les facteurs environnementaux sont les facilitateurs ou les obstacles externes qui affecteront le fonctionnement et le handicap de l'enfant (p. ex., milieu bruyant, disponibilité d'un support imagé sur le pupitre, accès à une subvention gouvernementale) alors que les facteurs personnels sont les attributs de la personne ayant un impact sur le fonctionnement et le handicap (p. ex., sexe, âge, autres problèmes de santé, niveau d'éducation, tempérament, etc.).

Ainsi, l'évaluation de la participation et des facteurs contextuels peut s'avérer pertinente pour documenter les impacts fonctionnels du TDL. Pour l'instant, selon une récente recension des écrits dont les critères s'appuyaient sur la CIF-EA (OMS, 2007), la majorité (65 %) des outils d'évaluation employés pour évaluer les progrès d'enfants d'âge préscolaire aux prises avec des problèmes de communication mesurerait des résultats dans les activités (capacités ou incapacités en contexte standardisé), alors que seulement 15 % mesureraient des changements dans la participation (performance dans l'environnement réel) (Cunningham et al., 2017).

Précisons qu'un cadre conceptuel légèrement différent de celui de la CIF-EA est très utilisé en contexte québécois, notamment dans les centres de réadaptation physique où doivent être orientés les enfants présentant une déficience langagière, incluant le TDL (Tessier & Valade, 2017). Il s'agit du Modèle de développement humain - Processus de production du handicap (MDH-PPH), développé en 1998 et bonifié en 2010 (Fougeyrollas, 2010; Fougeyrollas, Cloutier, Bergeron, Côté, & St-Michel, 1998). Tout comme la CIF-EA, le MDH-PPH s'appuie sur un modèle systémique multidimensionnel et vise à décrire ainsi qu'à expliquer le phénomène du handicap en tenant compte des facteurs personnels et environnementaux. Selon ses auteurs, le MDH-PPH présente toutefois plusieurs caractéristiques qui le distinguent de la CIF-EA (Fougeyrollas, 2005) et une classification internationale MDH-PPH est disponible depuis 2018 (pour plus de détails, consulter le site du Réseau international sur le Processus de production du handicap : <https://ripph.qc.ca/>).

Les orthophonistes sont généralement familiers avec le modèle conceptuel du MDH-PPH, mais utilisent peu d'outils standardisés pour documenter les impacts fonctionnels du TDL. Ils recueillent plutôt des informations auprès des proches dans les différents milieux de vie de l'enfant, que ce soit par entrevue, par questionnaires ou par observations directes, pour ensuite intégrer ces éléments à leur impression clinique globale.

Il est tout de même encourageant que certains chercheurs se soient récemment appliqués à développer des moyens d'évaluation ciblant les impacts fonctionnels du TDL (Croteau et al., 2015; Thomas-Stonell, Washington, Oddson, Robertson, & Rosenbaum, 2013). Il s'agit principalement de questionnaires qui, malgré leur pertinence, sont relativement peu connus ou peu utilisés sur le terrain, soit parce qu'ils sont parfois jugés laborieux ou compliqués à remplir, soit parce qu'ils ne font tout simplement pas partie des habitudes des cliniciens.

Dans ce contexte, le travail interdisciplinaire peut certainement bonifier le service rendu à l'enfant. Par exemple, l'enseignant et les intervenants scolaires peuvent documenter le fonctionnement de l'enfant en contexte d'apprentissage et de socialisation avec les pairs. Les psychologues peuvent contribuer à documenter l'impact du TDL, notamment sur la régulation émotionnelle, l'estime de soi, la construction de l'identité et la relation parent-enfant. La mesure des comportements adaptatifs, déjà connue des psychologues et neuropsychologues, apparaît également comme une avenue pertinente pour évaluer les impacts fonctionnels du TDL chez l'enfant.

Remplacement des critères d'exclusion

Reilly et ses collègues (2014) décrivent bien l'histoire et l'évolution des termes employés pour décrire les TDL. Ils soulignent que les critères d'exclusion utilisés ont toujours été sous-tendus par l'idée que les difficultés langagières survenaient en l'absence d'autres déficits. Cependant, les critères d'exclusion ont varié et n'ont pas fait consensus en recherche. Généralement, pour avoir un SLI les participants devaient présenter un niveau de capacités langagières correspondant à un déficit, alors que le potentiel intellectuel non verbal était préservé ($QI \geq 85$, écart verbal - non verbal démontré). La présence d'une atteinte non verbale ou de tout autre trouble neurodéveloppemental constituait généralement un critère d'exclusion en recherche, étant plus sévère qu'en clinique. Dans le DSM-IV-TR, le seul critère d'exclusion était la présence d'un trouble envahissant du développement. Dans le DSM-5, les critères d'exclusion ont été abolis. Il y est par ailleurs mentionné « qu'en présence d'un retard mental, d'un déficit moteur affectant la parole, d'un déficit sensoriel ou d'une carence de l'environnement, les difficultés de langage doivent dépasser celles habituellement associées à ces conditions » (APA, 2015, p. 75). Dans le milieu clinique, les critères d'exclusion diagnostiques ont aussi été appliqués de façon variable selon les régions et les époques, en plus d'être fréquemment confondus avec des critères d'exclusion administratifs. Par exemple, au Québec, le Ministère de l'Éducation exige que six mois de suivi orthophonique précède l'octroi d'un code de difficulté langagière (Gouvernement du Québec, 2007). Certains cliniciens en sont venus à exiger l'atteinte de ce critère avant de poser un diagnostic de TDL, alors qu'il ne s'agit pas d'une exigence professionnelle. À l'inverse, certains organismes ont parfois utilisé des critères développés pour la recherche comme exigences au financement (p. ex., commission scolaire refusant de considérer un diagnostic de TDL sans la démonstration d'un écart verbal - non verbal). Dans cette optique, le consensus CATALISE propose de ne plus utiliser de critères d'exclusion pour définir les

troubles du langage (énoncé 4), leur usage ayant malheureusement mené à plusieurs dérives, car ils étaient parfois interprétés comme des critères de non-admissibilité aux services (Bishop et al., 2017). L'identification de conditions biomédicales associées, de troubles concomitants et de facteurs de risque sont cependant proposés pour ne pas amalgamer tous les enfants ayant un problème de langage, sans égard à la cause ou au type d'intervention requis (Bishop et al., 2017).

Conditions biomédicales. La déficience intellectuelle et le TSA ont été inclus dans les conditions biomédicales parce qu'ils seraient communément liés à des causes génétiques ou neurologiques, celles-ci étant de mieux en mieux identifiées grâce aux progrès technologiques. Par exemple, plusieurs études indiquent une très forte composante génétique pour le TSA (Constantino et al., 2013; Mash & Barkley, 2014). Parmi les autres conditions biomédicales identifiées par le consensus CATALISE, citons les traumatismes crâniens-cérébraux, les aphasies épileptiques acquises dans l'enfance, la déficience motrice cérébrale, les pertes auditives neurosensorielles ou des conditions génétiques comme le syndrome de Down (Bishop et al., 2017).

Troubles concomitants. Au contraire des conditions biomédicales, les troubles concomitants sont des déficits cognitifs, sensori-moteurs ou comportementaux, dont l'étiologie apparaît moins claire, complexe ou multifactorielle selon les connaissances actuelles. Les troubles concomitants incluent les diagnostics et les difficultés qui peuvent affecter le type de déficits langagiers et la réponse de l'enfant à l'intervention, sans qu'une relation causale évidente ne puisse être établie avec le trouble du langage (énoncé 9). Bishop et ses collègues (2017) incluent dans cette catégorie le TDAH, le trouble développemental de la coordination (TDC), la dyslexie-dysorthographe ainsi que les problèmes émotionnels et comportementaux. Les troubles de la parole qui touchent le pôle moteur (par exemple la dyspraxie verbale, les troubles de l'articulation, la dysarthrie et le bégaiement) peuvent aussi être des troubles concomitants au TDL. Les troubles de traitement auditif auraient pu être considérés comme tels, mais n'ont pas été inclus dans l'énoncé consensuel en raison de la controverse entourant ce diagnostic en soi (Bishop et al., 2017).

Plusieurs de ces troubles comportent des caractéristiques pouvant être intrinsèquement liées au TDL. Par exemple, des déficits de la mémoire de travail se retrouvent fréquemment chez l'enfant présentant un TDL, qu'il y ait ou non un TDAH concomitant. Le neuropsychologue observant des

difficultés liées à la mémoire ou au traitement verbal se gardera de conclure à la présence de l'un ou de l'autre diagnostic avant d'avoir affiné son analyse (p. ex., en comparant avec le traitement visuel, en vérifiant les autres capacités attentionnelles et langagières, en se concertant avec l'orthophoniste). Il en est de même pour les difficultés de lecture et d'écriture pouvant être observées chez l'enfant ayant un TDL, que celui-ci présente ou non un trouble spécifique des apprentissages comorbide. Les capacités langagières étant nécessaires tant dans la modalité orale qu'écrite, des déficits de compréhension ou d'expression touchant le traitement de l'information verbale, la phonologie, la syntaxe, le vocabulaire, le discours ou la pragmatique peuvent se répercuter sur la lecture et l'écriture. Selon le profil, les atteintes peuvent être variables selon les individus et différer à l'oral et à l'écrit. Par exemple, un enfant ayant un TDL pourrait obtenir de bons résultats aux tests de vocabulaire et de syntaxe à l'oral, mais se trouver en difficulté significative dans ces domaines à l'écrit, où le registre attendu est généralement plus abstrait, élaboré et complexe. En dictée, un enfant confronté à des mots complexes mal maîtrisés à l'oral risque fort de commettre des erreurs d'orthographe lexicale. Ainsi, une analyse approfondie sera nécessaire pour déterminer si les déficits de vitesse, de précision ou de compréhension de lecture, d'orthographe ou de rédaction que présente un élève sont mieux expliqués par un TDL (connu ou non diagnostiqué), un trouble spécifique des apprentissages, la concomitance de ces deux troubles ou par d'autres facteurs. Au-delà des étiquettes, une bonne collaboration interprofessionnelle permettra de mieux identifier les zones de forces et de difficultés spécifiques à l'élève et de proposer les pistes de solution les plus efficaces pour lui. Il arrive fréquemment que le neuropsychologue soit le premier interpellé pour évaluer un enfant confronté à des difficultés d'apprentissage. S'il est sensibilisé aux diverses manifestations possibles du TDL à l'oral et à l'écrit, son interprétation du profil sera déterminante et il référera en orthophonie, alors que la famille ou l'école n'avait pas envisagé cette avenue.

Le fait que la présence de troubles concomitants n'exclue pas le diagnostic de TDL représente certainement mieux la réalité clinique que les « cas purs » décrits antérieurement par l'étiquette de SLI, dont les nombreux facteurs d'exclusion rendaient les résultats difficilement généralisables aux populations consultantes. Si les professionnels observent que les enfants TDL ont la plupart du temps diverses difficultés (Benner, 2005; Cohen, Davine, & Meloche-Kelly, 1989; Hill, 2001), Bishop et ses collègues (2017) soulignent qu'un même enfant peut actuellement porter plusieurs étiquettes diagnostiques selon la perspective adoptée par les différents

professionnels, créant faussement l'impression qu'il présente plusieurs conditions distinctes. À cet effet, l'article de Bishop et al. (2017) sur le projet CATALISE présente un exemple de cas semblable à ceux rencontrés à maintes reprises lors de nos propres expériences cliniques en pédopsychiatrie : un enfant présentant un TDL selon l'orthophoniste a également une dyslexie selon un neuropsychologue, un trouble du traitement auditif selon l'audiologiste, un TDAH identifié par un pédiatre et/ou un trouble de l'opposition avec provocation diagnostiqué par un psychiatre. Étant donné la subjectivité et les limites de ces différentes catégories diagnostiques, il apparaît effectivement plus prudent de ne pas exclure un diagnostic de TDL en raison de la présence d'une autre étiquette de trouble neurodéveloppemental dont l'étiologie, commune ou non, n'a pas encore été établie. Ceci d'autant plus dans le contexte où la cooccurrence entre les troubles neurodéveloppementaux est de plus en plus considérée comme étant une caractéristique intrinsèque de cette famille de troubles (APA, 2015; Bishop & Rutter, 2008; Gillberg, 2010).

Facteurs de risques. Certains facteurs environnementaux ou biologiques (p. ex., être un garçon, avoir une histoire familiale de troubles du langage ou des apprentissages, avoir vécu des difficultés périnatales, être le plus jeune enfant d'une famille nombreuse ou avoir une mère peu scolarisée) sont considérés des facteurs de risque parce qu'ils sont plus fréquemment observés chez les enfants TDL que chez les enfants dont le développement est typique. Bien qu'ils soient statistiquement associés aux troubles du langage, ces facteurs n'ont pas de relations causales bien établies selon la littérature actuelle. La présence de ces facteurs de risque n'exclut pas la présence d'un diagnostic de TDL chez l'enfant (énoncé 10).

Évaluation intellectuelle

Pas d'écart verbal - non verbal nécessaire. Pour rencontrer les critères d'exclusion décrits plus haut, il était habituellement convenu d'examiner le fonctionnement intellectuel de l'enfant. Si un profil de compétence indiquait la présence de difficultés plus spécifiques à la sphère verbale en présence de compétences non verbales mieux préservées, il permettait d'appuyer la notion d'une atteinte spécifique de la fonction langagière dans le développement de l'individu. Cette tradition a pu ainsi alimenter une approche interprétative du fonctionnement intellectuel fondée sur l'analyse des forces et des faiblesses d'un individu (Jacobs, 2017). La nécessité diagnostique d'observer un écart entre les compétences langagières déficitaires et le fonctionnement non verbal de la personne (p. ex.,

raisonnement logique à partir d'images) fait objet de débats animés depuis plusieurs années, tant en ce qui concerne les troubles spécifiques d'apprentissage que le TDL (Aram et al., 1992; Braden & Weiss, 1988). De plus, des études longitudinales ont observé de très grandes fluctuations du QI non verbal selon le niveau développemental de l'enfant, dont une chute massive d'environ 20 points entre 8 et 11 ans (Conti-Ramsden, St Clair, Pickles, & Durkin, 2012). Hormis ces données empiriques, la pratique de l'utilisation de l'écart verbal - non verbal persiste dans la pratique clinique et devrait être questionnée (Lyons et al., 2008). Plusieurs questions demeurent également en attente de réponses dans l'interprétation de cet écart. Par exemple, dans le cas où les capacités non verbales se situent au niveau de la douance et les capacités verbales dans la moyenne, est-il indiqué de considérer le verbal comme une faiblesse relative nécessitant du support, ou plutôt le non verbal comme une force? Ces aspects ne sont pas abordés dans le projet CATALISE, et mériteraient également d'être débattus dans un contexte interdisciplinaire. Toutefois, il est clair que le DSM-5 exige un déficit des capacités langagières par rapport au niveau attendu pour l'âge et non relativement à l'ensemble du profil pour le diagnostic de TDL. Certains auteurs mettent également en garde les cliniciens d'identifier comme problématiques des zones de faiblesses relatives dans un profil globalement élevé, où le fonctionnement est tout de même au niveau ou même au-dessus du niveau de fonctionnement des pairs (Flanagan & Alfonso, 2017).

Selon la nomenclature du DSM-5, une différence significative entre le potentiel intellectuel non verbal et le rendement académique ou le niveau langagier n'a pas à être observée pour diagnostiquer les troubles spécifiques d'apprentissage ou le TDL. Pour donner suite à ces modifications amenées au DSM-5, Norbury et ses collègues (2016) ont vérifié dans un échantillon populationnel britannique quel impact l'inclusion d'enfants avec des habiletés non verbales variables pouvait avoir sur la prévalence, la présentation clinique et les retombées fonctionnelles du trouble du langage à l'entrée à l'école. Les enfants TDL ayant des habiletés non verbales sous la moyenne (sans atteindre le seuil de la déficience intellectuelle; entre -2 et -1 écarts-types) constituaient 2,78 % de la population alors que les enfants TDL ayant des habiletés non verbales dans la moyenne (> -1 écart-type) en représentaient 4,80 %. Ces deux sous-groupes ne se distinguaient pas quant à l'ampleur des déficits langagiers, des difficultés scolaires ou des problèmes émotionnels ou comportementaux (Norbury et al., 2016). Bien que les critères administratifs aient fréquemment fait du potentiel non verbal un critère d'exclusion aux services professionnels et éducatifs alloués aux enfants TDL, il n'y aurait aucune raison évidente d'exclure les enfants ayant des habiletés non

verbales sous la moyenne selon les auteurs de cette étude. Cette conclusion a été adoptée par les experts consultés dans le cadre du projet CATALISE (Bishop et al., 2017), indiquant que l'enfant avec un TDL peut avoir un faible niveau d'habiletés non verbales (énoncé 8).

Profil cognitif utile à l'intervention. L'évaluation psychologique ou neuropsychologique peut être pertinente à plusieurs enfants présentant des difficultés langagières, pour bien d'autres raisons que la mesure d'un écart entre les habiletés verbales et non verbales. Sachant que le TDL est très fréquemment associé à la présence d'autres problématiques telles que des problèmes de comportements, le TDAH, le TDC et les troubles spécifiques des apprentissages, il est important de considérer le profil cognitif global de l'enfant si des difficultés de cet ordre sont soupçonnées. Le neuropsychologue est souvent le premier interpellé pour documenter le fonctionnement cognitif, ainsi que pour y relier les impacts fonctionnels observés.

De même, les orthophonistes et autres professionnels intervenant auprès d'un enfant qui semble présenter des capacités intellectuelles en deçà des attentes vont continuer de le référer en psychologie ou en neuropsychologie. Dans le cas où le trouble du langage est associé à une déficience intellectuelle ou à une autre condition, l'organigramme diagnostique proposé par Bishop et ses collègues (2017) suggère de le spécifier en considérant qu'il s'agit d'une condition biomédicale pouvant nécessiter une intervention spécifique (énoncé 6). Selon Norbury et ses collègues (2016), la prévalence du trouble du langage associé à une déficience intellectuelle et/ou à une condition médicale préalablement diagnostiquée serait de 2,34 %, ce qui augmente la prévalence totale du trouble du langage à 9,92 % des enfants de quatre à cinq ans. Chez les enfants dont le trouble du langage est associé à une déficience intellectuelle ou à une autre condition médicale, les déficits langagiers mesurés seraient globalement plus sévères et une plus grande proportion présenterait un niveau clinique de problèmes sociaux, émotionnels et comportementaux (Norbury et al., 2016). En ce sens, il paraît important de souligner dans l'évaluation de ces enfants qu'ils auront besoin de services en raison d'un trouble du langage associé à X.

Principales atteintes langagières à documenter

La démarche diagnostique décrite dans le consensus CATALISE nécessite donc d'établir la présence de déficits touchant l'expression et/ou la compréhension du langage, de juger que ces difficultés risquent d'être persistantes et qu'elles ont un impact significatif sur le fonctionnement de

l'enfant pour conclure à un trouble développemental du langage ou, le cas échéant, à un trouble du langage associé à une condition biomédicale X. Dans le cas d'un TDL, les troubles concomitants et les facteurs de risque identifiés doivent être précisés.

Conscients de l'hétérogénéité des présentations du TDL, les experts du consensus CATALISE proposent aux cliniciens de préciser les domaines langagiers devant faire l'objet d'une intervention, ou, pour les chercheurs, les critères permettant de constituer des échantillons moins hétérogènes dans une étude (énoncé 11). Dans cette optique, Bishop et ses collègues (2017) incluent des lignes directrices pour évaluer le langage de façon plus approfondie. Bien qu'ils mentionnent que la lecture et l'écriture soient fréquemment atteintes dans le TDL, les auteurs ont centré leurs recommandations sur l'évaluation de la modalité orale du langage. Selon eux, la distinction traditionnellement utilisée dans le DSM-IV entre les déficits touchant la sphère expressive ou la sphère réceptive est insuffisamment précise. Cette distinction a d'ailleurs été abandonnée dans le DSM-5 (APA, 2015), qui mentionne également l'hétérogénéité des atteintes. Pour mieux indiquer quels aspects du langage sont problématiques, Bishop et ses collègues (2017) recommandent d'analyser et de caractériser chacun des domaines suivants : la phonologie, la syntaxe, la sémantique/l'accès lexical, la pragmatique/l'utilisation du langage, le discours ainsi que la mémoire/l'apprentissage verbal(e).

Approche basée sur les besoins

Tel qu'illustré dans la Figure 2, le TDL peut être conceptualisé comme faisant partie d'un ensemble plus large de difficultés touchant la communication, la parole et le langage. En effet, d'autres enfants que ceux présentant un TDL peuvent avoir besoin de services en orthophonie. Le terme *Speech, Language and Communication Needs* est déjà employé en éducation en Grande-Bretagne et recommandé par les experts de CATALISE pour offrir la reconnaissance nécessaire aux enfants qui ne présentent pas nécessairement de TDL, mais bénéficient de support spécifique en lien avec la communication, la parole ou le langage (énoncé 12; Bishop et al., 2017). À notre connaissance, il n'existe pas de terme universel équivalent en français, du moins en usage au Québec. Il serait pourtant pertinent d'y voir, à l'heure où les services aux plans de la communication et du langage doivent être repensés au-delà de la réadaptation individuelle et être réfléchis dans un contexte de santé publique (Law, Reilly, & Snow, 2013). Sans nier le besoin de services spécifiques évident pour plusieurs individus, notamment ceux aux prises avec un TDL, il faut aussi prévoir une terminologie permettant d'identifier et de reconnaître les besoins populationnels.

Au Québec, les besoins populationnels sont de plus en plus reconnus, notamment par le modèle de réponse à l'intervention. Celui-ci est maintenant répandu en milieu scolaire et démontre bien la nécessité

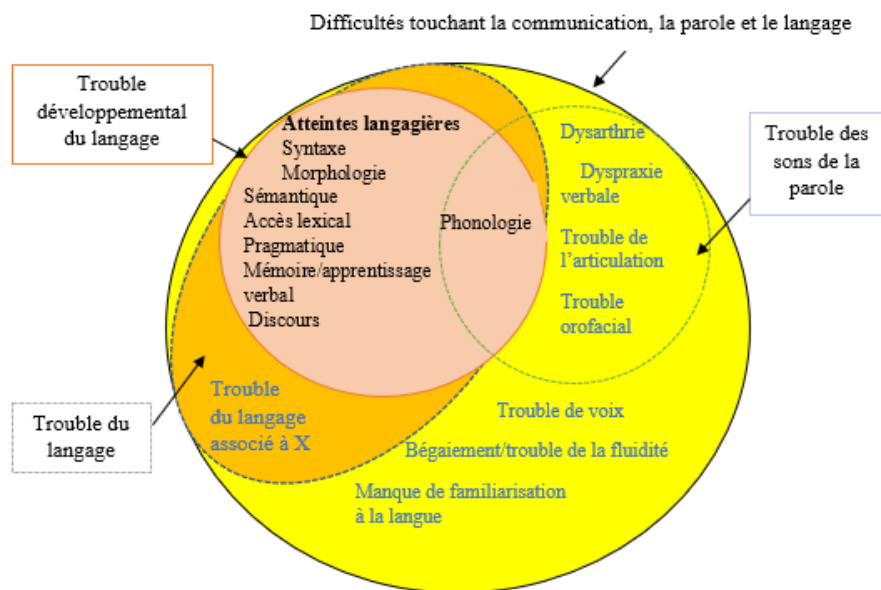


Figure 2. Diagramme de Venn illustrant la relation entre le TDL et différents termes de diagnostic. [Traduction libre] Tiré de l'article de Bishop et al. (2017).

d'intervenir sur un continuum pour prévenir l'échec (Barnett, Neely, Wolsing, & Bunker, 2006; Brown-Chidsey & Steege, 2011). Utilisant une pyramide en trois niveaux, le modèle de réponse à l'intervention est conçu pour améliorer la réussite de tous les élèves. Il planifie l'emploi de méthodes validées par la recherche auprès de tous ainsi que des dépistages systématiques (niveau 1), l'offre d'interventions supplémentaires plus spécifiques auprès de petits groupes (niveau 2), dont le suivi des progrès décidera de la poursuite d'interventions intensives adaptées aux besoins de l'élève en modalité individuelle si nécessaire (niveau 3). Cette approche est « destinée à contrer le phénomène de l'intervention tardive auprès des élèves en difficulté » (Lévesque, 2017, para. 1). Le récent avis publié par l'INESSS sur l'*Organisation du continuum et de la dispensation des services aux enfants âgés de 2 à 9 ans présentant un trouble développemental du langage (trouble primaire du langage)* recommande également de structurer les services selon trois niveaux imbriqués : universel, ciblé et spécialisé, sans toutefois qu'il n'y ait aucun dépistage systématique des problèmes de développement du langage (Tessier & Valade, 2017). Dans cette perspective, le neuropsychologue cernant des besoins touchant la communication, la parole ou le langage ne devrait pas hésiter à référer l'enfant vers des services appropriés, que celui-ci ait ou non un TDL.

Arrimage de la nouvelle terminologie : défis et ressemblances

Le consensus international et interdisciplinaire du groupe CATALISE concernant la terminologie et les critères diagnostics du TDL se superpose à d'autres terminologies existantes, dont la plus reconnue en Amérique du Nord est probablement celle du DSM-5 (APA, 2015). Bien que des défis d'arrimage inhérents aux différences de vocabulaire soient présents, un examen plus attentif de leurs contenus permet d'y trouver plusieurs points communs.

Le diagnostic de trouble du langage fait partie des troubles de la communication selon le DSM-5 (APA, 2015), catégorie qui inclut également le trouble de la phonation (articulation des phonèmes), le trouble de la fluidité verbale (bégaiement), le trouble de la communication sociale (pragmatique) et le trouble de la communication non spécifié. La définition du DSM-5 indique que le trouble du langage (dans ses différentes modalités : oral, écrit, signé ou autre) consiste en des difficultés persistantes d'acquisition et d'utilisation du langage (critère A). Cela peut inclure un vocabulaire restreint, une carence de structuration des phrases ou une déficience dans le discours. Les atteintes langagières doivent être marquées et les capacités doivent être quantifiables, inférieures au

niveau attendu pour l'âge et résulter en des limitations fonctionnelles dans une ou différentes sphères de fonctionnement (communication, socialisation, scolarisation, rendement professionnel) (critère B). Tel qu'indiqué plus haut, il est reconnu que les capacités expressives et réceptives peuvent être affectées selon une gravité variable. Le DSM-5 note également que les difficultés de compréhension sont souvent sous-estimées étant donné la capacité de l'enfant à déduire le sens à partir de ses observations du contexte, alors qu'elles confèrent un moins bon pronostic. Les atteintes de mémoire verbale sont également mentionnées. Les symptômes doivent avoir débuté dans la période précoce du développement (critère C) et ne doivent pas pouvoir être expliqués par un déficit physique (auditif, sensoriel, moteur cérébral ou autre affection neurologique ou médicale) ou intellectuel. Dans ce dernier cas, un diagnostic de trouble du langage est posé lorsque les atteintes langagières sont clairement au-delà des limitations intellectuelles.

Tout comme relevé par les auteurs de CATALISE, le DSM-5 précise que la compétence langagière est plus stable et prédictive à partir de l'âge de quatre ans, mais que le profil de forces et difficultés est susceptible de changer au cours du développement de l'enfant. De plus, tel qu'indiqué plus haut, au-delà des considérations particulières en présence d'un handicap intellectuel ou de retard global de développement, le DSM-5 ne fait aucune mention quant à la recherche d'un écart entre les compétences verbales et non verbales de l'enfant. Seuls des résultats de scores à des tests standardisés de langage, intégrés à une démarche évaluative qui inclut l'anamnèse et des observations cliniques, sont nécessaires pour le diagnostic. Le DSM-5 indique aussi que les scores aux tests standardisés pourraient orienter l'estimation de la sévérité du trouble, sans précision supplémentaire. Enfin, la présence du critère B implique que les limitations dans les sphères de fonctionnement de l'enfant doivent être mesurées. Ceci est cohérent avec l'idée globale véhiculée par le DSM-5 stipulant que tout diagnostic posé doit entraîner des difficultés de fonctionnement de l'individu, sans quoi les symptômes observés ne sont pas considérés suffisamment sévères pour justifier un diagnostic. Toutefois, contrairement à ce qui est prévu pour d'autres troubles neurodéveloppementaux tels que le retard mental, le TSA et les troubles spécifiques des apprentissages, il n'y a aucune définition proposée afin d'en qualifier la sévérité. Ainsi, les critères diagnostiques du DSM-5, le consensus CATALISE et les directives de l'OOAQ convergent concernant la nécessité de documenter le fonctionnement en plus de la stricte évaluation langagière, même si l'objectif dans le cas du DSM-5 est diagnostique, alors qu'il vise à documenter la sévérité du trouble dans le cas de l'OOAQ.

Ainsi, le trouble du langage tel que défini par le DSM-5 rejoint la définition du TDL en étant distinct d'une affection liée à un problème physique ou neurologique (Bishop et al., 2017). Un autre point commun entre ces deux terminologies est qu'elles ne cherchent ni l'une ni l'autre à caractériser des sous-types. Par ailleurs, tel que mentionné plus haut, le DSM-5 considère comme étant inhérente la comorbidité entre les troubles neurodéveloppementaux. En revanche, il ne mentionne pas les nombreuses difficultés psychosociales associées au TDL ni la comorbidité très élevée avec des troubles comportementaux et affectifs tels que le trouble oppositionnel, le trouble des conduites ainsi que l'anxiété sociale.

Par ailleurs, certaines contradictions peuvent être relevées entre le DSM-5 et l'avis des experts du consensus CATALISE. Par exemple, le diagnostic de trouble de communication sociale (TCS), apparu dans le DSM-5, a été considéré, mais non retenu par les experts du consensus CATALISE. La définition du TCS dans le DSM-5 sous-tend qu'il s'agit d'un trouble différent des troubles du langage, alors que Bishop et ses collaborateurs (2017) considèrent la pragmatique comme une composante faisant partie intégrante du langage. Cette divergence d'opinion est brièvement relevée dans l'article de Bishop et al. (2017), mais il est à souhaiter que le sujet soit développé davantage au cours des prochaines années.

En neuropsychologie, Lussier, Chevrier et Gascon (2018) soulignent dans leur chapitre consacré aux troubles du langage oral qu'aucune classification n'a encore fait consensus, mais prennent soin d'en évoquer plusieurs. En plus du modèle du DSM-5 discuté ci-haut, les auteurs citent dans la troisième édition de leur ouvrage une définition du trouble primaire du langage (dysphasie) proposée par l'OOAQ à ses membres en 2005. Ce n'est qu'en octobre 2018 que l'OOAQ a diffusé une mise à jour par le biais du dépliant *Trouble développemental du langage (TDL) - Fiche explicative pour les professionnels* (disponible sur le site de l'Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec : www.ooaq.qc.ca). Lussier, Chevrier et Gascon (2018) ont aussi fait le choix de présenter à leurs lecteurs une « classification des dysphasies », tout en notant que l'utilisation d'une typologie des dysphasies basée sur les symptômes de l'enfant était remise en question. En milieu clinique québécois, ce type de catégories n'est plus employé par les orthophonistes depuis de nombreuses années, ce qui peut engendrer des défis d'arrimage sur le terrain.

Bien qu'exprimées différemment, plusieurs pratiques cliniques auprès des personnes atteintes d'un TDL semblent déjà être recommandées unanimement,

que ce soit en neuropsychologie, en orthophonie ou en psychiatrie (voir Tableau 2). Par ailleurs, quelques pratiques cliniques divergentes ou non consensuelles peuvent être identifiées et constituent des défis d'arrimage pouvant potentiellement nuire à la qualité des services offerts (voir Tableau 3).

Conclusion : importance et retombées cliniques

En somme, la publication récente d'un consensus interdisciplinaire et international concernant le diagnostic et la terminologie rattachée au TDL constitue une avancée significative dans ce domaine. Motivé par le besoin de mieux sensibiliser la population à ce trouble si prévalent ainsi que par la nécessité de mieux identifier les personnes qui vivent avec un TDL et en subissent les impacts dans leur vie quotidienne, le projet CATALISE s'appuie sur une méthodologie scientifique rigoureuse faisant appel aux données probantes. Il est à souhaiter que l'adoption d'une appellation et de critères communs associés au TDL ait également des retombées positives sur la recherche. Si le TDL et ses impacts sont mieux connus et reconnus, il est possible que des chercheurs de différentes disciplines s'y intéressent et que davantage de financement y soit accordé. Ceci a déjà été observé pour d'autres troubles ayant une prévalence et des impacts semblables dans la population, tel que le TDAH (Bishop, 2010).

L'orthophonie ainsi que la neuropsychologie, deux professions amenées à identifier et soutenir les individus aux prises avec un TDL, se sont développées depuis une soixantaine d'années au Québec, avec une croissance accélérée au cours des deux dernières décennies. Contrairement au domaine des troubles acquis, l'étiologie et l'évolution des TDL sont beaucoup moins connus, et beaucoup de chemin reste à parcourir pour développer et valider les interventions les plus efficaces auprès de cette population. Pour y arriver, la concertation entre les différents acteurs impliqués, y compris les personnes atteintes et leurs proches, est une condition préalable essentielle.

La discussion amorcée entre chercheurs devrait se poursuivre entre cliniciens et entre ordres professionnels, mais également avec les étudiants universitaires des différents domaines, les associations d'usagers, les décideurs, les dispensateurs de services ainsi que le grand public. En ce sens, une mise à jour des critères d'accès aux services pour les enfants TDL, que ce soit dans le milieu de la santé ou de l'éducation, est absolument nécessaire. À titre d'exemple, c'est en 2007 que le Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur du Québec (alors appelé le Ministère de l'Enseignement, des loisirs et du sport; MELS) a actualisé pour la dernière fois son organisation des services éducatifs aux élèves à risque et aux élèves handicapés ou en difficulté

Tableau 2

Pratiques cliniques auprès des individus ayant un TDL recommandées par plusieurs disciplines

Pratique clinique	Caractéristiques du TDL faisant consensus
Caractérisation des atteintes langagières	-Peuvent toucher différentes modalités (p. ex., orale, écrite, langage des signes) -Peuvent toucher l'expression et la compréhension -Peuvent toucher différentes composantes : phonologie/production des sons; morpho-syntaxe; sémantique; vocabulaire; discours
Recherche de critères diagnostiques liés à la persistance des atteintes et à l'impact sur le fonctionnement de la personne	-La persistance dans le temps peut être avérée ou jugée probable -Il est attendu que le portrait clinique varie pour un même individu selon l'âge; les atteintes ne seront pas nécessairement les mêmes au fil du temps -L'impact des atteintes langagières sur le fonctionnement de l'individu peut être observable aux plans des interactions sociales, des apprentissages, des activités professionnelles ou des habitudes de vie
Vérification de la présence d'une condition biomédicale, de troubles concomitants ou de facteurs de risque associés	-Une condition biomédicale telle qu'une déficience auditive, une déficience intellectuelle, un syndrome génétique ou une lésion cérébrale doit être identifiée -Plusieurs troubles sont fortement associés au TDL, incluant le TDAH, le TDC, les troubles spécifiques des apprentissages (dyslexie-dysorthographe), les difficultés exécutives et comportementales -Il faut documenter les antécédents familiaux et les conditions environnementales adverses ou favorables
Établissement des recommandations et des interventions nécessaires	-L'intervention est essentielle à l'évolution -Il est nécessaire de considérer le portrait global des forces et des difficultés de la personne

Note. Selon le *Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux* (APA, 2015), le manuel *Neuropsychologie de l'enfant et de l'adolescent* (Lussier, Chevrier et Gascon, 2018) et la *Fiche d'avancement de la pratique orthophonique suivant CATALISE* (OOAQ, 2018)

Tableau 3

Pratiques cliniques désuètes ou non consensuelles auprès des enfants ayant un TDL

Pratique clinique	Défi d'arrimage
-Emploi de termes spécifiques ayant un sens différent selon les disciplines (p. ex., trouble de la <i>phonation</i> selon le DSM-5 correspondant au <i>trouble du développement des sons de la parole</i> selon l'OOAQ ou à la <i>dyspraxie verbale</i> selon Lussier, Chevrier et Gascon (2018)	Non consensuel entre les professions, mésinterprétations possibles
-Emploi d'une sémiologie basée sur les symptômes de l'enfant (p. ex., <i>déficit syntaxique phonologique</i> ; <i>syndrome lexical syntaxique</i>)	Actualisé en neuropsychologie mais tombé en désuétude en orthophonie et reconnu instable par le DSM-5
-Emploi de termes variés pour désigner un même trouble : TDL, dysphasie, trouble primaire du langage, trouble du langage, etc.	Mésinterprétations et confusions possibles, enjeu d'accès aux services
-Recherche de critères d'inclusion ou d'exclusion concernant l'atteinte d'au moins deux composantes langagières, la persistance des atteintes après six mois de suivi, la présence d'un écart entre les capacités verbales et non verbales, l'élimination obligatoire d'un TDAH ou d'un TSA avant de conclure. Utilisation du terme « retard de langage ».	Application par certains cliniciens de critères non soutenus scientifiquement, désuets ou administratifs (liés à l'accès aux services scolaires ou gouvernementaux)
-Établissement de niveaux de sévérité des atteintes selon les résultats obtenus à des tests standardisés	Tests et barèmes employés variables selon les professionnels, confusion possible avec la sévérité des impacts fonctionnels, confusions avec critères administratifs d'accès aux services et aux subventions
-Conceptualisation des troubles touchant la pragmatique ou la communication sociale comme étant partie intégrante du TDL ou d'un autre trouble (p. ex., TCS, TSA)	Non consensuel entre les professions, confusion possible dans la compréhension des profils, enjeux d'accès aux services

d'adaptation ou d'apprentissage. L'allocation budgétaire allouée à « l'élève handicapé par une déficience langagière » (identifié par le code 34) est ainsi basée sur des critères de sévérité des atteintes langagières (Gouvernement du Québec, 2007), critères désormais désuets qu'il faudra corriger le plus tôt possible.

Les professionnels impliqués doivent mettre à profit leurs expertises complémentaires tout en se concertant pour la protection du public. Ceci suppose de faire les références appropriées au bon moment, mais également de travailler en interdisciplinarité pour permettre une analyse globale des forces et des défis de la personne aux prises avec un TDL. Pour y arriver, il est nécessaire d'employer un langage compréhensible pour toutes les disciplines impliquées. Bien que l'adoption d'une terminologie commune comporte son lot de défis, il s'agit d'une étape essentielle pour mieux répondre aux besoins des individus ayant un TDL et pour favoriser leur intégration et leur participation sociales (OOAQ, 2018b).

Références

- American Psychiatric Association [APA] (2015). *DSM -5: manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux*, (5e éd.; traduit par M.-A. Crocq et J.D. Guelfi). Issy-les-Moulineaux, France: Elsevier Masson.
- Aram, D. M., Morris, R., & Hall, N. E. (1992). The validity of discrepancy criteria for identifying children with developmental language disorders. *Journal of Learning Disabilities*, 25, 549-554. doi: 10.1177/002221949202500902
- Aram, D. M., Morris, R., & Hall, N. E. (1993). Clinical and Research Congruence in Identifying Children With Specific Language Impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 36, 580-591. doi:10.1044/jshr.3603.580
- American Speech-Language-Hearing Association [ASHA]. (2016). Scope of practice in speech-language pathology. Repéré à www.asha.org/policy/
- American Speech-Language-Hearing Association [ASHA]. (2018). Kaleidoscopic Labels : The SLI/DLD language disorder debate. The ASHA Leader, 23. Repéré à <https://leader.pubs.asha.org/toc/leader/23/12>
- Barnett, D. W., Neely, E., Wolsing, L., & Bunger, C. E. (2006). Response to intervention for young children with extremely challenging behaviors: What it might look like. *School Psychology Review*, 35, 568-582.
- Benner, G. J. (2005). Language skills of elementary-aged children with emotional and behavioral disorders. *Great Plains Research*, 15, 251-265.
- Bishop, D. V. M. (2017). Why is it so hard to reach agreement on terminology? The case of developmental language disorder (DLD). *International Journal of Language & Communication Disorders*, 52, 671-680. doi: 10.1111/1460-6984.12335
- Bishop, D. V. M. & Rutter, M. (2008). Neurodevelopmental disorders: conceptual issues. *Rutter's child and adolescent psychiatry*, 32-41.
- Bishop, D. V. M. (2010). Which neurodevelopmental disorders get researched and why? *PLoS One*, 5, e15112. doi: 10.1371/journal.pone.0015112
- Bishop, D. V. M. (2014). Ten questions about terminology for children with unexplained language problems. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 49, 381-415. doi: 10.1111/1460-6984.12101
- Bishop, D. V. M., Clark, B., Conti-Ramsden, G., Norbury, C. F., & Snowling, M. J. (2012). RALLI: An internet campaign for raising awareness of language learning impairments. *Child Language Teaching and Therapy*, 28, 259-262. doi: 10.1177/0265659012459467
- Bishop, D. V. M., Snowling, M. J., Thompson, P. A., Greenhalgh, T., & CATALISE consortium. (2016). CATALISE: A Multinational and Multidisciplinary Delphi Consensus Study. Identifying Language Impairments in Children. *PLoS One*, 11, e0158753. doi:10.1371/journal.pone.0158753
- Bishop, D. V. M., Snowling, M. J., Thompson, P. A., Greenhalgh, T., & CATALISE-consortium. (2017). Phase 2 of CATALISE: a multinational and multidisciplinary Delphi consensus study of problems with language development: Terminology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 58, 1068-1080. doi: 10.1111/jcpp.12721
- Botting, N. (2005). Non-verbal cognitive development and language impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46, 317-326. doi:10.1111/j.1469-7610.2004.00355.x
- Botting, N., Bean-Ellawadi, A., & Williams, D. (2016). Language impairments in childhood – A range of profiles, a variety of reasons. *Autism & Developmental Language Impairments*, 1, 1-2. doi:10.1177/2396941516654609
- Braden, J. P. & Weiss, L. (1988). Effects of simple difference versus regression discrepancy methods: An empirical study. *Journal of School Psychology*, 26, 133-142.
- Brown-Chidsey, R. & Steege, M. W. (2011). *Response to intervention: Principles and strategies for effective practice*. New York, NY : Guilford Press.
- Clegg, J., Hollis, C., Mawhood, L., & Rutter, M. (2005). Developmental language disorders – a follow-up in later adult life. Cognitive, language and psychosocial outcomes. *Journal of Child*

- Psychology and Psychiatry*, 46, 128-149. doi:10.1111/j.1469-7610.2004.00342.x
- Cohen, N. J., Davine, M., & Meloche-Kelly, M. (1989). Prevalence of unsuspected language disorders in a child psychiatric population. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 28, 107-111.
- Constantino, J., Todorov, A., Hilton, C., Law, P., Zhang, Y., Molloy, E., . . . Geschwind, D. (2013). Autism recurrence in half siblings: strong support for genetic mechanisms of transmission in ASD. *Molecular psychiatry*, 18, 137-138.
- Conti-Ramsden, G. & Botting, N. (1999). Classification of children with specific language impairment: Longitudinal considerations. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42, 1195-1204.
- Conti-Ramsden, G. & Botting, N. (2008). Emotional health in adolescents with and without a history of specific language impairment (SLI). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49, 516-525. doi:10.1111/j.1469-7610.2007.01858.x
- Conti-Ramsden, G., Durkin, K., Toseeb, U., Botting, N., & Pickles, A. (2018). Education and employment outcomes of young adults with a history of developmental language disorder. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 53, 237-255. doi:10.1111/1460-6984.12338
- Conti-Ramsden, G., St Clair, M. C., Pickles, A., & Durkin, K. (2012). Developmental trajectories of verbal and nonverbal skills in individuals with a history of specific language impairment: From childhood to adolescence. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55, 1716-1735.
- Croteau, C., Morin, C., Fournier, M., Le Dorze, G., Tessier, A., McIntyre, J., . . . Choquette, V. (2015). Développement et validation d'un outil de mesure-Évaluation des facteurs environnementaux influençant la participation sociale des élèves du primaire présentant un trouble de la communication. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology & Audiology*, 39, 146-161.
- Cunningham, B. J., Washington, K. N., Binns, A., Rolfe, K., Robertson, B., & Rosenbaum, P. (2017). Current methods of evaluating speech-language outcomes for preschoolers with communication disorders: A scoping review using the ICF-CY. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60, 447-464.
- Durkin, K. & Conti-Ramsden, G. (2010). Young people with specific language impairment: A review of social and emotional functioning in adolescence. *Child Language Teaching and Therapy*, 26, 105-121. doi:10.1177/0265659010368750
- Elbro, C., Dalby, M., & Maarbjerg, S. (2011). Language-learning impairments: a 30-year follow-up of language-impaired children with and without psychiatric, neurological and cognitive difficulties. *International Journal of Language and Communication Disorder*, 46, 437-448. doi:10.1111/j.1460-6984.2011.00004.x
- Feeney, R., Desha, L., Khan, A., Ziviani, J., & Nicholson, J. M. (2016). Speech and Language Difficulties Along with Other Child and Family Factors Associated with Health Related Quality of Life of Australian Children. *Applied Research in Quality of Life*, 11, 1379-1397. doi:10.1007/s11482-015-9443-6
- Flanagan, D. P. & Alfonso, V. C. (2017). *Essentials of WISC-V assessment*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Fougeyrollas, P. (2010). *La funambule, le fil et la toile: transformations réciproques du sens du handicap*. Québec, Canada : Presses de l'Université Laval.
- Fougeyrollas, P., Cloutier, R., Bergeron, H., Côté, J., & St-Michel, G. (1998). *Classification québécoise Processus de production du handicap*. Québec, Canada : Réseau international sur le Processus de production du handicap.
- Gérard, C.-L. (1993). *L'enfant dysphasique*. Bruxelles, Belgique : De Boeck Université.
- Gernsbacher, M. A., Morson, E. M., & Grace, E. J. (2016). Language and speech in autism. *Annual review of linguistic*, 2, 413-325. doi:10.1146/annurev-linguist-030514-124824
- Gillberg, C. (2010). The ESSENCE in child psychiatry: early symptomatic syndromes eliciting neurodevelopmental clinical examinations. *Research in developmental disabilities*, 31, 1543-1551.
- Gillberg, C., Gillberg, I. C., Rasmussen, P., Kadesjö, B., Söderström, H., Råstam, M., . . . Niklasson, L. (2004). Co-existing disorders in ADHD—implications for diagnosis and intervention. *European child & adolescent psychiatry*, 13, 80-92.
- Gingras, M.-P. (2017, 23 juillet). Le nouveau « Trouble développemental du langage » : 57 experts se prononcent sur la terminologie entourant les troubles du langage [Billet de blogue]. Repéré à <https://cuitdanslebec.wordpress.com/2017/07/23/le-nouveau-trouble-du-langage-developpemental-57-experts-se-prononcent-sur-la-terminologie-entourant-les-troubles-du-langage/>
- Gomersall, T., Spencer, S., Basarir, H., Tsuchiya, A., Clegg, J., Sutton, A., & Dickinson, K. (2015). Measuring quality of life in children with speech and language difficulties: a systematic review of existing approaches. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 50, 416-435. doi:10.1111/1460-6984.12147

- Gooch, D., Hulme, C., Nash, H. M., & Snowling, M. J. (2014). Comorbidities in preschool children at family risk of dyslexia. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *55*, 237-246.
- Gouvernement du Québec. (2007). L'organisation des services éducatifs aux élèves à risque et aux élèves handicapés ou en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage (EHDAA). Québec: Gouvernement du Québec. Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/dpse/adaptation_serv_compl/19-7065.pdf
- Heffer, R. W., Barry, T. D., & Garland, B. H. (2009). History, overview, and trends in child and adolescent psychological assessment. Dans J. L. Matson, F. Andrasik, & M. L. Matson (Eds.), *Assessing childhood psychopathology and developmental disabilities* (pp. 3-29). New York, NY: Springer.
- Hill, E. L. (2001). Non-specific nature of specific language impairment: a review of the literature with regard to concomitant motor impairments. *International Journal of Language & Communication Disorders*, *36*, 149-171.
- Hollo, A., Wehby, J. H., & Oliver, R. M. (2014). Unidentified language deficits in children with emotional and behavioral disorders: A meta-analysis. *Exceptional Children*, *80*, 169-186. doi: 10.1177/001440291408000203
- Hsu, C.-C. & Sandford, B. A. (2007). The Delphi technique: making sense of consensus. *Practical assessment, research & evaluation*, *12*, 1-8.
- Jacobs, F. H. (2017). The five-tiered approach to evaluation: Context and implementation. Dans H. B. Weiss & F. H. Jacobs (2017) *Evaluating family programs: Current issues in theory and policy* (p. 37-68). New York, NY: Routledge.
- Johnson, C. J., Beitchman, J. H., & Brownlie, E. (2010). Twenty-year follow-up of children with and without speech-language impairments: Family, educational, occupational, and quality of life outcomes. *American journal of speech-language pathology*, *19*, 51-65. doi: 10.1044/1058-0360(2009/08-0083)
- Kwok, E. Y., Brown, H. M., Smyth, R. E., & Cardy, J. O. (2015). Meta-analysis of receptive and expressive language skills in autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *9*, 202-222.
- Law, J., Reilly, S., & Snow, P. C. (2013). Child speech, language and communication need re-examined in a public health context: a new direction for the speech and language therapy profession. *International Journal of Language & Communication Disorders*, *48*, 486-496. doi: 10.1111/1460-6984.12027
- Lévesque, A.-I. (2017). *La réponse à l'intervention [Dossier thématique]*. Repéré à <http://rire.ctreq.qc.ca/2017/11/rai-dt/>.
- Leyfer, O. T., Tager-Flusberg, H., Dowd, M., Tomblin, J. B., & Folstein, S. E. (2008). Overlap between autism and specific language impairment: comparison of autism diagnostic interview and autism diagnostic observation schedule scores. *Autism Research*, *1*, 284-296.
- Lussier, F., Chevrier, E., & Gascon, L. (2018). *Neuropsychologie de l'enfant-3e éd.: Troubles développementaux et de l'apprentissage*. Malakoff, France: Dunod.
- Lyons, R., Byrne, M., Corry, T., Lalor, L., Ruane, H., Shanahan, R., & McGinty, C. (2008). An examination of how speech and language therapists assess and diagnose children with specific language impairment in Ireland. *International Journal of Speech-Language Pathology*, *10*, 425-437. doi:10.1080/17549500802422569
- Maillart, C. (2018). Le projet CATALISE, phase 2 « Terminologie ». Impacts sur la nomenclature des prestations de logopédie en Belgique. *UPLF-Info*, *35*, 4-17.
- Mash, E. J. & Barkley, R. A. (2014). *Child psychopathology*. New York, NY: Guilford Publications.
- McLeod, S. & Harrison, L. J. (2009). Epidemiology of speech and language impairment in a nationally representative sample of 4-to 5-year-old children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *52*, 1213-1229.
- McLeod, S. & Threats, T. T. (2009). The ICF-CY and children with communication disabilities. *International Journal of Speech-Language Pathology*, *10*, 92-109. doi: 10.1080/17549500701834690
- Miller, C. A. & Gilbert, E. (2008). Comparison of performance on two nonverbal intelligence tests by adolescents with and without language impairment. *Journal of Communication Disorders*, *41*, 358-371.
- Norbury, C. F., Gooch, D., Wray, C., Baird, G., Charman, T., Simonoff, E., . . . Pickles, A. (2016). The impact of nonverbal ability on prevalence and clinical presentation of language disorder: evidence from a population study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *57*, 1247-1257. doi: 10.1111/jcpp.12573
- Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec. (2018a). Fiche d'avancement de la pratique: Trouble développemental du langage. Repéré à http://www.ooaq.qc.ca/Envoi_aux_membres/2018-documents/Trouble%20developmental%20du%20langage_mai%202018.pdf?tm_source=Liste+Avec+Promo&utm_campaign=f51a6b1092-EMAIL_CAMPAIGN_2017_09_12&utm_medium=email&utm_term=033b1e90246-f51a6b1092-146698065

- Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec. (2018b). Trouble développemental du langage (TDL) – Fiche explicative pour les professionnels. Dans Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec. Repéré à <http://www.ooaq.qc.ca/orthophonie/index.html>
- Organisation mondiale de la santé [OMS]. (2007). *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé : version pour enfants et adolescents (CIF-EA)*. Genève, Suisse: OMS.
- Parsons, S., Schoon, I., Rush, R., & Law, J. (2011). Long-term outcomes for children with early language problems: Beating the odds. *Children & Society, 25*, 202-214.
- Rapin, I. & Allen, D. (1983). Developmental language disorders: Nosologic considerations. *Neuropsychology of Language, Reading, and Spelling, 4*, 155-184.
- Reilly, S., Bishop, D. V. M., & Tomblin, B. (2014). Terminological debate over language impairment in children: forward movement and sticking points. *International Journal of Language & Communication Disorders, 49*, 452-462. doi: 10.1111/1460-6984.12111
- Reilly, S., Tomblin, B., Law, J., McKean, C., Mensah, F. K., Morgan, A., . . . Wake, M. (2014). Specific language impairment: a convenient label for whom? *International Journal of Language and Communication Disorder, 49*, 416-451. doi: 10.1111/1460-6984.12102
- Réseau international sur le Processus de production du handicap. (2019). Repéré <https://ripph.qc.ca>
- Silva, P. A. (1980). The Prevalence, Stability and Significance of Developmental Language Delay in Preschool Children. *Developmental Medicine & Child Neurology, 22*, 768-777. doi: 10.1111/j.1469-8749.1980.tb03743.x
- Smolla, N., Béliveau, M.-J., Noël, R., Breault, C., Lévesque, A., Berthiaume, C., & Martin, V. (2015). La pertinence de l'inquiétude parentale pour le développement langagier du jeune enfant référé en psychiatrie. *Revue québécoise de psychologie, 36*, 235-263.
- Snowling, M. J., Duff, F. J., Nash, H. M., & Hulme, C. (2016). Language profiles and literacy outcomes of children with resolving, emerging, or persisting language impairments. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 57*, 1360-1369.
- Spaulding, T. J., Plante, E., & Farinella, K. A. (2006). Eligibility criteria for language impairment: is the low end of normal always appropriate? *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 37*, 61-72.
- St Clair, M. C., Pickles, A., Durkin, K., & Conti-Ramsden, G. (2011). A longitudinal study of behavioral, emotional and social difficulties in individuals with a history of specific language impairment (SLI). *Journal of Communication Disorders, 44*, 186-199. doi: 10.1016/j.jcomdis.2010.09.004
- Sylvestre, A., Brisson, J., Lepage, C., Nadeau, L., & Deaudelin, I. (2016). Social participation of children age 8–12 with SLI. *Disability and Rehabilitation, 38*, 1146-1156. doi: 10.3109/09638288.2015.1074730
- Tessier, A. & Valade, S. (2017). *Organisation du continuum et de la dispensation des services aux enfants âgés de 2 à 9 ans présentant un trouble développemental du langage (trouble primaire du langage)*. Repéré à <https://www.inesss.qc.ca/nc/publications/publications/publication/organisation-du-continuum-et-de-la-dispensation-des-services-aux-enfants-ages-de-2-a-9-ans-presentan.html>
- Thomas-Stonell, N., Washington, K., Oddson, B., Robertson, B., & Rosenbaum, P. (2013). Measuring communicative participation using the FOCUS(©): Focus on the Outcomes of Communication Under Six. *Child, 39*, 474-480. doi: 10.1111/cch.12049
- Thordardottir, E., Kehayia, E., Lessard, N., Sutton, A., & Trudeau, N. (2010). Typical performance on tests of language knowledge and language processing of French-speaking 5-year-olds. *Revue canadienne d'orthophonie et d'audiologie, 34*, 5-16.
- Thordardottir, E., Kehayia, E., Mazer, B., Lessard, N., Majnemer, A., Sutton, A., . . . Chilingaryan, G. (2011). Sensitivity and Specificity of French Language and Processing Measures for the Identification of Primary Language Impairment at Age 5. *Journal of Speech Language and Hearing Research, 54*. doi: 10.1044/1092-4388(2010/09-0196)
- Tomblin, J. B., Records, N. L., Buckwalter, P., Zhang, X., Smith, E., & O'Brien, M. (1997). Prevalence of Specific Language Impairment in Kindergarten Children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 40*, 1245-1260. doi: 10.1044/jslhr.4006.1245
- Toseeb, U., Pickles, A., Durkin, K., Botting, N., & Conti-Ramsden, G. (2017). Prosociality from early adolescence to young adulthood: A longitudinal study of individuals with a history of language impairment. *Research in Developmental Disabilities, 62*, 148-159.
- Volkers, N. (2018, December). Diverging views on language disorders. *The ASHA Leader, 23*, 44-53.
- Washington, K. N. (2009). Using the ICF within speech-language pathology: Application to developmental language impairment. *Advances in Speech Language Pathology, 9*, 242-255. doi: 10.1080/14417040701261525

Reçu le 23 novembre 2018
Révision reçue le 18 avril 2019
Accepté le 17 juillet 2019 ■

Revue narrative de l'effet des traumatismes crâniens sur la fatigue

Olivier Fortier-Lebel*, B. Sc. et Charlotte Dupont*

Département de psychologie, Université de Montréal

Moins de 40 % des victimes de traumatisme craniocérébral (TCC) ont la capacité de reprendre une activité professionnelle partiellement en raison de la fatigue que ceux-ci vivent. En effet, la fatigue touche plus de 60 % des victimes de TCC, ce qui interfère avec leur réadaptation et leurs activités de la vie quotidienne (Ponsford et al., 2012). Les objectifs de cette revue de la littérature sont : 1) de recenser les connaissances actuelles des impacts des traumatismes crâniens sur la fatigue (objective ou autorapportée) et sur la réintégration socioéconomique de cette population; 2) d'explorer les méthodes d'évaluation de la fatigue et les causes probables de ce phénomène; et 3) de proposer des recommandations pour diminuer la fatigue.

Mots clés : traumatisme craniocérébral, fatigue, sommeil, trauma, neuropsychologie

Less than 40% of patients with a traumatic brain injury (TBI) are able to return to work, which is partly due to fatigue. Indeed, fatigue affects more than 60% of the people with a TBI, which interferes with their rehabilitation and daily routine (Ponsford et al., 2012). The goals of this narrative review are: 1) to summarize the current knowledge about the impact of TBIs on fatigue symptoms (objective and self-reported) and the socioeconomic reintegration of this population; 2) to explore ways of measuring fatigue and possible causes of this phenomenon; and 3) to propose recommendations to reduce the fatigue.

Keywords: traumatic brain injury, fatigue, sleep, trauma, neuropsychology

Parmi tous les types de blessures traumatiques, les traumatismes craniocérébraux (TCC) sont la principale cause de mortalité et d'invalidité répertoriée au Canada (Assy, 2019). Au Québec, chaque année, 12 000 personnes sont victimes d'un traumatisme craniocérébral (Regroupement des associations de personnes traumatisées craniocérébrales du Québec [RAPTCCQ], 2008). Les TCC ont des répercussions sur la vie personnelle et professionnelle des patients. La prise en charge médicale et paramédicale des TCC aux urgences a un coût moyen estimé à 7000 \$ CAD (Fu, Jing, McFaull, & Cusimano, 2016). Les TCC provoquent plusieurs types de lésions. Les lésions immédiates, provoquées dans certains cas par un impact violent sur la boîte crânienne, mais surtout par les mécanismes d'accélération-décélération brutale subis par le cerveau lors du choc. Les lésions secondaires sont, quant à elles, provoquées par l'œdème, l'ischémie ou la libération de médiateurs neurotoxiques. D'un point de vue neuropsychologique, le caractère diffus ou focal des lésions reste la distinction la plus importante (Azouvi, Vallat-Azouvi, & Aubin, 2015).

Les principales lésions diffuses sont les lésions axonales diffuses, par étirement ou éventuellement par cisaillement ou par dilacération des fibres de la substance blanche. Ces lésions sont provoquées par l'accélération ou la décélération linéaire ou angulaire du cerveau. Ces lésions diffuses de la substance blanche sont responsables des comas et des principaux troubles neuropsychologiques. Les lésions focales sont les plus fréquentes et regroupent les contusions cortico-sous-corticales, les hématomes intracérébraux et les lésions ischémiques secondaires. Les contusions corticales sont situées le plus fréquemment au niveau de la base des lobes frontaux et de la pointe des lobes temporaux. Ces lésions ont pour origine l'impact du cerveau sur la boîte crânienne, provoqué une fois de plus par l'accélération ou par la décélération brutale.

En fonction de la sévérité du TCC, le dysfonctionnement cortical peut se traduire par une perte de connaissance ou par un coma accompagné ou non d'une période d'amnésie post-traumatique (APT). La sévérité du coma est traditionnellement évaluée par l'échelle de coma de Glasgow (Teasdale & Jennett, 1974) : un score de 13 à 15 définit un TCC léger, un score de 9 à 12, un TCC modéré et un score de 3 à 8, un TCC sévère. Cependant, cette échelle ne suffit pas à elle seule à bien évaluer la gravité d'un TCC. En effet, il faut aussi tenir compte d'autres éléments afin d'obtenir une meilleure estimation de la sévérité de celui-ci (Beaulieu-Bonneau, 2012), comme la durée de

*Auteurs à contribution équivalente

La correspondance concernant cet article doit être adressée à /
Correspondence concerning this article should be addressed to:
Olivier Fortier-Lebel, Département de Psychologie, Université de
Montréal
Courriel/e-mail: olivier.fortier-lebel@umontreal.ca

la perte ou de l'altération de la conscience, les lésions objectivées comme une fracture ou une lésion intracrânienne, un examen neurologique et l'APT (ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec & Société d'assurance automobile du Québec, 2005; voir Tableau 1). Le résultat à l'échelle de coma de Glasgow demeure tout de même déterminant dans l'évaluation du niveau de gravité et est encore utilisé comme critère par la majorité des études scientifiques traitant des TCC (ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec & Société d'assurance automobile du Québec, 2005).

D'autres auteurs (Jennett & Bond, 1975) ont développé une échelle pour évaluer le devenir global des blessés après un TCC. L'échelle de devenir de Glasgow comprend cinq niveaux : 1) décès; 2) état végétatif persistant; 3) handicap sévère; 4) handicap modéré; et 5) bonne récupération. Cette échelle est largement utilisée même si sa reproductibilité inter-juges reste discutée. Plus récemment, la durée de l'APT semble être un meilleur indicateur de la sévérité du traumatisme. La durée de l'APT comprend la période allant de l'instant du choc jusqu'au moment où le patient récupère une orientation spatio-temporelle et une capacité de mémorisation. Jennett et Teasdale (1981) proposent une classification en 6 périodes : 1) moins de 5 minutes (très léger); 2) 5 à 60 minutes (léger); 3) 1 à 24 heures (modéré); 4) 1 à 7 jours (sévère); 5) 1 à 4 semaines (très sévère); et 6) plus de 4 semaines (extrêmement sévère). Cette échelle aurait

une meilleure valeur pronostique que les deux autres (Katz & Alexander, 1994). En plus de ces échelles de mesure de sévérité du TCC, l'effet de l'âge peut aussi être une variable susceptible d'influencer le pronostic (voir McMillan et al., 2016, pour une revue). La variété des symptômes post-TCC est grande et peut, entre autres, toucher les fonctions motrices (p. ex., plégie, paraplégie), cognitives (p. ex., fonctions attentionnelles, fonctions exécutives), thymique (p. ex., dépression), comportementale (p. ex., changement d'appétit, troubles de sommeil, agressivité) et sensorielle (p. ex., vision, audition).

La fatigue

La fatigue touche plus de 60 % des patients victimes d'un TCC. Cette fatigue a des conséquences sur leur prise en charge en rééducation et sur les activités de la vie quotidienne (Ponsford et al., 2012). La fatigue chronique, causée ou non par un trouble physique, se définit comme étant une combinaison des symptômes suivants : des difficultés de concentration, des difficultés de la mémoire à court terme autorapportée, des troubles du sommeil et une douleur musculo-squelettique (Finsterer & Mahjoub, 2013; Fukuda et al., 1994). Il est particulièrement important d'étudier la fatigue auprès de cette population, car elle semble être associée à plusieurs autres symptômes invalidants tels que des limitations sociales (Stulemeijer et al., 2006), de moins bonnes performances dans des activités cognitives, un déficit

Tableau 1
Caractéristiques des différentes sévérités de TCC

Caractéristiques	Catégories de gravité		
	Léger	Modéré	Sévère
Durée de la perte de conscience	0 à 30 minutes maximum	Généralement entre 30 minutes et 6 heures, mais durée limite obligatoire de 24 heures	Souvent > 24 heures à plusieurs jours, mais obligatoirement > 6 heures
Résultat obtenu à l'échelle de coma de Glasgow à l'urgence ou 30 minutes après le traumatisme	De 13 à 15	De 9 à 12	De 3 à 8
Lésions objectivées (fracture ou lésion intracrânienne)	Imagerie cérébrale : positive ou négative	Imagerie cérébrale : généralement positive	Imagerie cérébrale : positive
Examen neurologique	Examen neurologique positif possible (signes focaux possibles)	Examen neurologique positif (signes focaux)	Examen neurologique positif (signes focaux)
Amnésie post-traumatique (APT)	Variable, mais doit être ≤ 24 heures	Variable, mais généralement entre 1 et 14 jours	Plusieurs semaines

Note. Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec & Société d'assurance automobile du Québec. 2005, p.34.

moteur, une atteinte du fonctionnement général (Bushnik, Englander, & Wright, 2008a) et une moins bonne qualité de vie (Cantor et al., 2008).

Types de fatigues et méthodes d'évaluation. La fatigue peut se mesurer de deux manières : subjective (ou autorapportée) et objective. La fatigue subjective comprend deux dimensions : la fatigue mentale et la fatigue physique. La fatigue mentale fait référence au sentiment qu'une personne peut ressentir à la suite d'une longue période d'activité cognitive (Grandjean & Kroemer, 1997; Boksem & Tops, 2008). Elle peut causer une baisse de vigilance, une moins bonne concentration et une réduction de la performance mentale. La fatigue physique correspond à la réduction de l'efficacité du système musculaire (Grandjean & Kroemer, 1997). La fatigue subjective peut être mesurée à l'aide de plusieurs questionnaires (voir Tableau 2).

Il est important de noter que les sujets ayant subi un TCC ont tendance à sous-rapporter leurs symptômes de fatigue, ce qui diminue la validité des questionnaires (Hart et al., 2003). C'est pourquoi il est aussi important de mesurer la fatigue objective que ressentent les victimes de TCC.

La fatigue objective comprend également les deux dimensions mentionnées plus haut : la fatigue objective physique et mentale. La fatigue objective est celle qui peut être observée par une tierce personne. Il y a quelques années, il était affirmé qu'aucune méthode valide et fiable n'existait pour mesurer la

fatigue objective (Fisk et al., 1994), mais des méthodes de mesures se développent graduellement, comme l'électroencéphalographie (EEG). Celle-ci mesure la fatigue par l'entremise de l'activité des ondes émises par le cerveau à l'éveil. L'EEG est une méthode non invasive qui sert à recueillir le potentiel d'action généré par les cellules nerveuses du cerveau (Binnie & Prior, 1994). Dans cette technique d'examen fonctionnel, des électrodes d'EEG sont placées sur différentes parties du scalp du patient. Puisque les électrodes sont à l'extérieur du crâne du patient, l'amplitude du signal est négligeable. Alors l'EEG utilise plutôt le niveau total d'excitations synchronisées d'un groupe de neurones dans une partie d'un lobe du cerveau (Binnie & Prior, 1994).

Plusieurs types d'ondes associés à différents états peuvent être observés à l'aide de l'EEG. Le sommeil et l'éveil sont associés à plusieurs processus cognitifs différents. L'activité bêta (13 à 32 Hz) est associée à un éveil et à une augmentation de la vigilance et de l'excitation neuronale (Grandjean & Kroemer, 1997). Cette onde est également présente lors de tâches motrices reliées au temps de réaction (Sheer, 1988). L'activité alpha (8 à 13 Hz) a principalement lieu dans le cortex occipital. Elle augmente lorsque les yeux sont fermés et diminue significativement lorsque nous portons attention à quelque chose (Okogbaa, Shell, & Filipusic, 1994). Elle est associée à un éveil calme et à une diminution de la capacité à réagir rapidement à un stimulus. L'activité thêta (4 à 8 Hz) est associée à certains états de sommeil et à un bas niveau de vigilance (Grandjean & Kroemer, 1997). On peut

Tableau 2
Questionnaires autorapportés disponibles pour évaluer la fatigue subjective

Nom du Questionnaire	Nombre d'items	Facteurs	Commentaires	Auteurs
<i>Bidimensional Fatigue Scale (BFS)</i>	11		4 items sur la fatigue mentale et 7 items sur la fatigue physique	(David et al., 1990)
<i>Fatigue Severity Scale (FSS)</i>	9		Simple, fidèle pour les petites et les grandes populations	(Valko, Bassetti, Bloch, Held, & Baumann, 2008)
<i>L'inventaire multidimensionnel de la fatigue (IMF)</i>	16		Fidèle pour la cohérence interne, bonne fidélité test-retest et valide	(Bormann, Shively, Smith, & Gifford, 2001)
<i>Pittsburg Fatiguability Scale (PFS)</i>	10		Valide, fidèle, autoadministré	(Glynn et al., 2015).
<i>Dutch Multifactor Fatigue Scale (DMFS)</i> (5 facteurs)	38	L'impact de la fatigue; la fatigue mentale; les signes et les conséquences directes de la fatigue; la fatigue physique; l'adaptation à la fatigue	Bonne fidélité, une bonne validité convergente avec des échelles de fatigue existantes et une bonne validité divergente avec des mesures d'humeur et de confiance en soi	(Visser-Keizer, Hogenkamp, Westerhof-Evers, Egberink, & Spikman, 2015)
<i>Questionnaire de la fatigue</i>	11		Mesure la fatigue physique et mentale, rapide à administrer	(Neuberger, 2003)

retrouver l'activité delta (0,5 à 4 Hz) lors du sommeil profond. Elle est également présente lors de la transition à la fatigue.

Selon Aeschbach et al. (1997), lorsque la somnolence augmente, la quantité d'ondes delta dans l'EEG d'éveil augmente aussi. De plus, Foong, Keng Ang et Quek (2017) ont fait une étude dans laquelle des participants devaient faire une simulation de conduite automobile pendant une heure. Les participants ont ensuite été séparés en deux catégories : les participants fatigués et les candidats alertes. Les résultats montraient que les participants fatigués avaient plus d'ondes delta dans leur EEG d'éveil. D'autres auteurs tels que Lal et Craig (2002) ont aussi démontré que plus d'ondes delta et thêta apparaissaient dans l'EEG d'éveil lors de la transition à la fatigue (22 % et 26 % respectivement). Bien que d'autres ondes puissent être émises en état de sommeil ou de fatigue, une grande quantité d'ondes delta dans l'EEG d'éveil des patients suggère un niveau de fatigue objective plus élevé chez ces participants.

Cette méthode utilisée pour mesurer la fatigue est peu fréquente dans la communauté scientifique, mais elle gagnerait grandement à être connue puisqu'une étude de Gosselin et al. (2009) a démontré qu'une fatigue subjective plus élevée chez des participants atteints de TCC était corrélée à une plus grande quantité d'ondes delta à l'éveil.

Cependant, l'EEG comporte des limites auprès des victimes de TCC, et ce, en raison de la grande hétérogénéité des traumatismes (p. ex., type de blessure, étendue, localisation des dommages; Pitkänen, Immonen, Gröhn, & Kharatishvili, 2009). De fait, cette hétérogénéité fait émerger une différence de symptômes chez les patients, et souvent la sévérité des symptômes de fatigue est indépendante de la sévérité du TCC (Belmont, Agar, Hugeron, Gallais, & Azouvi, 2006; Borgaro, Baker, Wethe, Prigatano, & Kwasnica, 2005; Cantor et al., 2008; Ziino & Ponsford, 2005). De plus, les lésions cérébrales survenues à la suite d'un TCC causent une modification du rythme et des ondes émises. En raison de la modification des ondes émises et de l'hétérogénéité des symptômes, les patients atteints de TCC démontrent parfois une moins bonne cohérence globale lors d'un EEG d'éveil que des personnes non atteintes (Modarres, Kuzma, Kretzmer, Pack, & Lim, 2017)

État des connaissances sur les traumatismes crâniens (TCC) et la fatigue

La fatigue chronique, qui est un état de fatigue prolongé dans le temps, est un des symptômes prédominants chez les patients atteints de TCC. En effet, Ponsford et al. (2012) ont démontré que les

victimes de TCC ressentent plus de fatigue à la suite de leur accident. Plusieurs autres études abondent dans le même sens. Une étude de Beaulieu-Bonneau et Ouellet (2017) a utilisé l'*Inventaire multidimensionnel de la fatigue* (IMF) pour mesurer la fatigue de participants atteints de TCC. Les auteurs ont démontré que les participants ressentaient plus de fatigue mentale et musculaire, ce qui peut être associé à la dépression et à l'insomnie.

La fatigue ressentie par les victimes de TCC augmenterait les difficultés d'intégration sociale, en altérant le fonctionnement des victimes sur le plan physique, cognitif et émotionnel (Haboubi, Long, Koshy, & Ward, 2001). Parmi ces difficultés, un faible pourcentage de succès quant à la réintégration sur le marché du travail serait noté (moins de 40 % selon van Velzen, van Bennekom, van Dormolen, Sluiter, & Frings-Dresen, 2011). Dans une étude de Haboubi et al. (2001), les auteurs comparent deux groupes ayant subi un TCC modéré à sévère dont un groupe retournant au travail et un groupe ne retournant pas au travail. Ils ont observé un score significativement plus élevé au niveau de la cotation du *Fatigue Assessment Instrument* (FAI) pour le groupe n'étant pas retourné à l'emploi. Ainsi, les symptômes liés à la fatigue semblent être associés, de manière directe ou indirecte, à un plus faible taux de retour au travail à la suite d'un TCC modéré à sévère. Au niveau de la participation dans les activités de la vie courante (p. ex., cuisiner, faire le ménage de la maison), les symptômes de fatigue à la suite d'un TCC ne semblent pas affecter la fréquence de ces activités, mais plutôt la qualité et le temps nécessaire à les effectuer (Cantor et al., 2008). C'est pourquoi il est primordial d'étudier la fatigue auprès de cette population afin d'améliorer leur qualité de vie.

Il n'est pas toujours facile d'étudier le lien entre les TCC et la fatigue puisque les études portant sur les TCC ne concordent pas toujours quant aux résultats. Une étude démontre que la fatigue des personnes atteintes de TCC sévère serait plus élevée que celle de la population non touchée par cette problématique (Belmont et al., 2006). De plus, Olver, Ponsford et Curran (1996) ont trouvé que le symptôme ne diminue pas dans les années qui suivent l'accident : 68 % des participants ressentaient de la fatigue deux ans à la suite d'un accident et le chiffre monte à 73 % cinq ans à la suite d'un accident. Contrairement aux études précédemment citées, une étude a trouvé que la fatigue subjective des participants avec TCC était égale ou en deçà de l'échantillon contrôle sans fatigue (Bushnik, Englander, & Wright, 2008b). Alors, il est important d'investir davantage de ressources dans ce domaine afin d'arriver à un consensus.

Une étude de Gosselin et al. (2009) a montré un lien chez les athlètes avec TCC léger entre leur fatigue autorapportée et la quantité d'ondes delta qu'ils émettaient à l'éveil. Selon cette étude, les athlètes ayant subi des TCC légers affirmaient être plus fatigués après leur accident. Les auteurs ont aussi démontré que les athlètes émettaient plus d'ondes delta à l'éveil, généralement associées au sommeil que le groupe contrôle. Cette étude montre que les athlètes avec TCC légers ont une fatigue autorapportée et objective plus élevée que la population normale. Ainsi, il serait intéressant de reproduire une étude similaire auprès d'une population atteinte de TCC sévère. Une telle reproduction permettrait de mesurer la fatigue objective et subjective de cette population, de clarifier s'il y a une relation entre la sévérité du TCC et le degré de fatigue et d'utiliser la méthode d'EEG pour mesurer la fatigue objective, une méthode peu utilisée et qui gagnerait à être connue.

Les mécanismes de la fatigue chez les personnes atteintes de TCC

Les mécanismes ainsi que les facteurs impliqués dans la fatigue à la suite d'un TCC suscitent encore quelques débats, mais certaines hypothèses semblent avoir un certain consensus auprès de la communauté scientifique. Selon une étude de Ponsford et al. (2012), la dépression, la douleur, un sommeil perturbé, l'anxiété et des anomalies endocriniennes à la suite d'un TCC pourraient être des facteurs associés à la fatigue. Par ailleurs, Bay et de-Leon (2011) ont significativement associé le stress situationnel (courts épisodes d'inquiétude) ainsi que les plaintes somatiques (p. ex., migraines) à la fatigue.

L'une des hypothèses qui semble faire consensus est celle de Van Zomeren, Brouwer et Deelman (1984) suggérant que le cerveau d'une personne atteinte d'un TCC serait plus sujet à la fatigue en raison de l'effort demandé pour compenser les dommages engendrés sur le plan cognitif. Cette hypothèse est partiellement appuyée par une étude de Ziino et Ponsford (2006) où ils constatent que certains participants ont vu une diminution de leur performance en vigilance à la suite d'un TCC et une augmentation de leur fatigue subjective. Cela dit, la vigilance étant corrélée à la fatigue, et en connaissant l'association des ondes thêta à l'éveil avec la diminution de la vigilance chez un individu, cette hypothèse d'adaptation proposée par Zomeren et al. est particulièrement populaire à travers la littérature (Ziino & Ponsford, 2006). Il est néanmoins important de noter que peu d'études empiriques ont été effectuées afin de supporter cette hypothèse.

D'un point de vue structurel, Chaudhuri et Behan (2004) ont proposé qu'une possible cause de la fatigue soit caractérisée par l'atteinte de certaines structures

telles que les ganglions de la base. Une lésion à cet endroit pourrait dérégler la connexion entre le cortex préfrontal et le thalamus. Elle pourrait aussi perturber l'intégration du système limbique dans les communications volontaires envoyées par le cortex. Également, les ganglions de la base sont directement liés au symptôme de fatigue par le fait qu'ils sont impliqués dans l'attention et dans le niveau d'éveil d'un individu. D'ailleurs, une perturbation de ces fonctions entraîne le plus souvent une fatigue physique et une fatigue mentale (Chaudhuri & Behan, 2004).

De plus, Bushnik, Englander et Katznelson (2007) proposent que la fatigue suivant un TCC soit associée à des anomalies neuroendocriniennes, plus spécifiquement à l'hormone de croissance (*Growth Hormone*). Une déficience au niveau de la production de l'hormone de croissance est souvent constatée à la suite d'un TCC. Dans un même ordre d'idée, Chaudhuri et Behan (2004) proposent qu'une perturbation de l'axe responsable de la sécrétion du cortisol, soit l'axe hypothalamo-pituitaire-surrénalien (HPS), contribuerait à l'installation d'une fatigue chronique. Ceci s'intègre bien à la recherche de Bay et de-Leon (2011) citée précédemment, par le fait que le stress situationnel constituerait une variable pouvant influencer l'activité de l'axe HPS (Berger, Krieg, Bosser, Schreiber, & Zerssen, 1988). Cela dit, l'hypothèse de l'implication du cortisol ainsi que l'hormone de croissance dans les symptômes de fatigue chronique suivant un TCC mérite toujours d'être approfondie et vérifiée davantage.

Aussi, Moreau, Yollin, Merlen, Daveluy, et Rousseau (2012) posent l'hypothèse que les déficits en rapport aux activités de la vie quotidienne ainsi qu'à la qualité de vie chez des individus ayant subi un TCC seraient possiblement liés à une déficience de la glande pituitaire à la suite de l'accident. Étant une structure fragile, la glande pituitaire est susceptible de s'endommager à la suite d'un TCC et par conséquent, de dérégler la production de nombreuses hormones, telles que l'hormone de croissance, la corticotropine et la thyrotropine. Ainsi, ces mêmes auteurs proposent qu'il serait utile de recourir aux techniques de résonance magnétique sur la région de la pituitaire des patients post-TCC afin de vérifier si un dérèglement aurait pu s'installer.

D'autres auteurs, tels que Wylie et Flashman (2017) suggèrent un lien entre la neuro-inflammation suivant un TCC et la fatigue. Selon eux, le système nerveux central (SNC), en réaction à la blessure subite, relâcherait des médiateurs pro-inflammatoires, tels que des cytokines, des prostaglandines et des radicaux libres.

Une autre hypothèse sur l'étiologie de la fatigue suivant un TCC semble être appuyée par de nombreux auteurs. Cette hypothèse de nature génétique propose que la présence de l'allèle E4, l'apolipoprotéine E, combinée à un TCC léger augmente les risques de symptôme de fatigue chronique (Sundstrom et al., 2007). Il faut cependant encore considérer ces résultats avec prudence, car, selon ces mêmes auteurs, le mécanisme occasionnant ce type de résultat n'est pas tout à fait clair au sein de la communauté scientifique (Sundstrom et al., 2007). Il serait intéressant d'explorer l'apport génétique de la fatigue chez les traumatisés crâniens sévères.

Ainsi, de nombreuses hypothèses sont proposées afin de comprendre la fatigue chronique à la suite d'un TCC. Ces hypothèses nous permettent de croire que cette fatigue serait multicausale. En effet, le fait d'avoir un sommeil perturbé, de l'anxiété, des anomalies endocriniennes, de l'inflammation, de la douleur ainsi qu'une vulnérabilité génétique à la suite d'un TCC pourrait contribuer au maintien de la fatigue chronique. Ceci laisse croire qu'il pourrait s'agir d'une problématique multidimensionnelle.

Recommandations

Jusqu'à présent, aucun traitement n'a été empiriquement prouvé comme étant efficace pour traiter la fatigue à la suite d'un TCC, mais certaines recommandations peuvent être données. Des médecins recommandent des antidépresseurs, de la médication dopaminergique, du café ou des infusions à base de plantes (Levine & Greenwald, 2009). Leur efficacité pour diminuer la fatigue repose sur l'augmentation de l'éveil et de l'effet d'excitation, mais leurs bienfaits ne sont pas prouvés scientifiquement.

La fatigue à la suite d'un TCC est souvent associée à d'autres symptômes ou à d'autres pathologies, telle que la dépression. Une étude de Holmqvist, Lindstedt et Möller (2018) a démontré que la dépression ressentie par les victimes de TCC explique une grande partie de la fatigue ressentie à la suite d'un TCC. Cependant, les auteurs recommandent de traiter la fatigue séparément de la dépression. Ainsi, les symptômes de fatigue devraient être traités de manière isolée.

Puisqu'il y a très peu de traitements contre la fatigue, on peut alors tenter d'améliorer la qualité du sommeil de la victime en espérant diminuer le symptôme de la fatigue. Par exemple, il est recommandé d'améliorer son hygiène de sommeil par le biais de la modification de certaines variables environnementales et comportementales. (Stepanski & Wyatt, 2003). Parmi celles-ci, il y a :

- Éviter la caféine, la nicotine et l'alcool autant que possible, surtout avant le coucher (Stillman et al., 2017);
- Se coucher et se réveiller à la même heure chaque jour (Stillman et al., 2017);
- Éviter les siestes (Rao & Rollings, 2002);
- Minimiser le temps passé devant un écran une heure avant le coucher (Figueiro, Wood, Plitnick, & Rea, 2011; Lewy, Wehr, Goodwin, Newsome, & Markey, 1980);
- Utiliser de la mélatonine (Ding et al., 2015) ou faire du sport à faible intensité (Stillman et al., 2017) afin d'améliorer la qualité du sommeil.

La thérapie cognitive-comportementale pour l'insomnie a aussi été démontrée efficace pour les patients présentant un TCC sévère (Ouellet & Morin, 2007). En réduisant l'insomnie, la fatigue serait également diminuée puisque l'efficacité de sommeil (le nombre d'heures de sommeil/le nombre d'heures passées au lit) serait augmentée. Cette thérapie a pour but de viser les cognitions et les comportements mésadaptés qui sont associés à un mauvais cycle de sommeil. Elle vise les facteurs qui maintiennent l'insomnie incluant l'anxiété reliée au sommeil et des comportements qui interfèrent avec celui-ci (Mitchell, Gehrman, Perlis, & Umscheid, 2014). La durée de la thérapie est de quatre à huit sessions et se révèle efficace à partir de trois sessions (Mitchell, Gehrman, Perlis, & Umscheid, 2014). De plus, la thérapie cognitive-comportementale spécifique aux difficultés de sommeil s'est montrée plus efficace que l'utilisation unique de recommandations liées à l'hygiène de sommeil (Sánchez-Ortuño & Edinger, 2012).

Dans le but de diminuer la fatigue, on peut recommander à la personne atteinte de TCC sévère d'utiliser un de ces traitements pharmacologiques ou non pharmacologiques. Cependant, il faut prendre en considération que les traitements pharmacologiques peuvent produire plusieurs effets secondaires possibles. Par exemple, les antidépresseurs peuvent causer de l'insomnie ou de l'hypersomnie, la prise de poids, de l'anxiété et bien plus (Kahwam, Laurencic, & Malone Jr., 2006). De plus, les patients peuvent développer une tolérance avec le temps. Il y a une quantité grandissante d'études prouvant l'efficacité des traitements non pharmacologiques (Gilbert, Kark, Gehrman, & Bogdanova, 2015).

Conclusion

À la suite d'un TCC, on estime que près de 80 % des victimes auront une invalidité modérée ou grave (Jourdan et al., 2013), et ce, particulièrement chez les traumatisés crâniens sévères. Cette invalidité est empirée par la fatigue chronique que ressentent les victimes. Non seulement la qualité de vie de ceux-ci est diminuée, mais elle génère des coûts majeurs à la société. C'est pourquoi il est nécessaire de trouver un traitement efficace à la fatigue que ressentent les personnes atteintes de TCC sévère. Il n'est pas évident de trouver un traitement adéquat puisque nous peinons encore à mesurer la fatigue des patients. Ceci est en grande partie dû à l'inconsistance des études sur le lien entre la sévérité du TCC et le degré de fatigue. Bien que ce soit une méthode encore peu utilisée, la mesure de la fatigue objective par l'EEG serait une bonne piste de recherche. L'exploration de cette dernière a le potentiel de grandement améliorer la qualité de vie des patients atteints de TCC puisqu'il y aurait plus d'information quant aux causes et aux répercussions de cette fatigue.

Références

- Aeschbach, D., Matthews, J. R., Postolache, T. T., Jackson, M. A., Giesen, H. A., & Wehr, T. A. (1997). Dynamics of the human EEG during prolonged wakefulness: Evidence for frequency-specific circadian and homeostatic influences. *Neuroscience Letters*, 239, 121-124. doi: 10.1016/s0304-3940(97)00904-x
- Assy, C. (2019). L'intensité d'utilisation des ressources pour les hospitalisations suite à un traumatisme cranio-cérébral : étude de cohorte multicentrique (Mémoire de maîtrise, Université Laval). Repéré à <https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/35010/1/35264.pdf>
- Azouvi, P., Vallat-Azouvi, C., & Aubin, G. (2015). *Traumatismes crânio-cérébraux*. Paris, France: De Boeck Supérieur.
- Bay, E. & de-Leon, M. B. (2011). Chronic stress and fatigue-related quality of life after mild to moderate traumatic brain injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 26, 355-363. doi: 10.1097/HTR.0b013e3181f20146
- Beaulieu-Bonneau, S. (2012). *Somnolence, fatigue et fonctionnement attentionnel suite à un traumatisme craniocérébral* (Thèse de doctorat, Université Laval). Repéré à <https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/23907/1/29276.pdf>
- Beaulieu-Bonneau, S. & Ouellet, M. C. (2017). Fatigue in the first year after traumatic brain injury: Course, relationship with injury severity, and correlates. *Neuropsychological Rehabilitation*, 27, 983-1001. doi: 10.1080/09602011.2016.1162176
- Belmont, A., Agar, N., Hugeron, C., Gallais, B., & Azouvi, P. (2006). Fatigue and traumatic brain injury. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 49, 370-374. doi: 10.1016/j.annrmp.2006.04.017
- Berger, M., Krieg, C., Bossert, S., Schreiber, W., & Zerssen, D. (1988). Past and present strategies of research on the HPA-axis in psychiatry. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 77, 112-125. doi: 10.1111/j.1600-0447.1988.tb08557.x
- Binnie, C. D. & Prior, P. F. (1994). Electroencephalography. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 57, 1308-1319. doi: 10.1136/jnnp.57.11.1308
- Boksem, M. A. & Tops, M. (2008). Mental fatigue: Costs and benefits. *Brain Research Reviews*, 59, 125-139. doi: 10.1016/j.brainresrev.2008.07.001
- Borgaro, S. R., Baker, J., Wethe, J. V., Prigatano, G. P., & Kwasnica, C. (2005). Subjective reports of fatigue during early recovery from traumatic brain injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 20, 416-425. doi: 10.1097/00001199-200509000-00003
- Bormann, J., Shively, M., Smith, T. L., & Gifford, A. L. (2001). Measurement of fatigue in HIV-positive adults: Reliability and validity of the Global Fatigue Index. *Journal of the Association of Nurses in AIDS Care*, 12, 75-83. doi: 10.1016/s1055-3290(06)60146-5
- Bushnik, T., Englander, J., & Katznelson, L. (2007). Fatigue after TBI: Association with neuroendocrine abnormalities. *Brain Injury*, 21, 559-566. doi: 10.1080/02699050701426915
- Bushnik, T., Englander, J., & Wright, J. (2008a). Patterns of fatigue and its correlates over the first 2 years after traumatic brain injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 23, 25-32. doi: 10.1097/01.HTR.0000308718.88214.bb
- Bushnik, T., Englander, J., & Wright, J. (2008b). The experience of fatigue in the first 2 years after moderate-to-severe traumatic brain injury: A preliminary report. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 23, 17-24. doi: 10.1097/01.HTR.0000308717.80590.22
- Cantor, J. B., Ashman, T., Gordon, W., Ginsberg, A., Engmann, C., Egan, M., . . . Flanagan, S. (2008). Fatigue after traumatic brain injury and its impact on participation and quality of life. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 23, 41-51. doi: 10.1097/01.HTR.0000308720.70288.af
- Chaudhuri, A. & Behan, P. O. (2004). Fatigue in Neurological Disorders. *Lancet*, 363, 978-988. doi: 10.1016/S0140-6736(04)15794-2
- David, A., Pelosi, A., McDonald, E., Stephens, D., Ledger, D., Rathbone, R., & Mann, A. (1990). Tired, weak, or in need of rest: Fatigue among

- general practice attenders. *BMJ*, *301*, 1199-1202. Doi: 10.1136/bmj.301.6762.1199
- Ding, K., Xu, J., Wang, H., Zhang, L., Wu, Y., & Li, T. (2015). Melatonin protects the brain from apoptosis by enhancement of autophagy after traumatic brain injury in mice. *Neurochemistry International*, *91*, 46-54. doi: 10.1016/j.neuint.2015.10.008
- Figueiro, M. G., Wood, B., Plitnick, B., & Rea, M. S. (2011). The impact of light from computer monitors on the melatonin levels in college students. *Biogenic Amines*, *25*, 106-116.
- Finsterer, J. & Mahjoub, S. Z. (2013). Fatigue in healthy and diseased individuals. *American Journal of Hospice and Palliative Medicine*, *31*, 562-575. doi: 10.1177/1049909113494748
- Fisk, J. D., Ritvo, P. G., Ross, L., Haase, D. A., Marrie, T. J., & Schlech, W. F. (1994). Measuring the functional impact of fatigue: Initial validation of the fatigue impact scale. *Clinical Infectious Diseases*, *18*, 79-83. doi: 10.1093/clindis/18.supplement_1.s79
- Foong, R., Ang, K. K., & Quek, C. (2017, juillet). *Correlation of reaction time and EEG log bandpower from dry frontal electrodes in a passive fatigue driving simulation experiment*. Communication présentée au 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), New York, NY. Résumé repéré à <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8037360>
- Fu, T. S., Jing, R., McFaul, S. R., & Cusimano, M. D. (2016). Health & economic burden of traumatic brain injury in the emergency department. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, *43*, 238-247. doi: 10.1017/cjn.2015.320
- Fukuda, K., Straus, S. E., Hickie, I., Sharpe, M. C., Dobbins, J. G., & Komaroff, A. (1994). The chronic fatigue syndrome: A comprehensive approach to its definition and study. *Annals of Internal Medicine*, *121*, 953-959. doi:10.7326/0003-4819-121-12-199412150-00009
- Gilbert, K. S., Kark, S. M., Gehrman, P., & Bogdanova, Y. (2015). Sleep disturbances, TBI and PTSD: Implications for treatment and recovery. *Clinical Psychology Review*, *40*, 195-212. doi: 10.1016/j.cpr.2015.05.008
- Glynn, N. W., Santanasto, A. J., Simonsick, E. M., Boudreau, R. M., Beach, S. R., Schulz, R., & Newman, A. B. (2015). The Pittsburgh Fatigability scale for older adults: Development and validation. *Journal of the American Geriatrics Society*, *63*, 130-135. doi: 10.1111/jgs.13191
- Gosselin, N., Lassonde M., Petit, D., Leclerc, S., Mongrain, V., Collie, A. & Montplaisir, J. (2009). Sleep following sport-related concussions. *Sleep Medicine*, *10*, 35-46. doi: 10.1016/j.sleep.2007.11.023
- Grandjean, E. & Kroemer, K. H. (1997). *Fitting the task to the human: A textbook of occupational ergonomics*. London, England: CRC press.
- Haboubi, N. H. J., Long, J., Koshy, M., & Ward, A. B. (2001). Short-term sequelae of minor head injury (6 years experience of minor head injury clinic). *Disability and Rehabilitation*, *23*, 635-638. doi: 10.1080/09638280110038966
- Hart, T., Whyte, J., Polansky, M., Millis, S., Hammond, F. M., Sherer, M., . . . Kreutzer, J. (2003). Concordance of patient and family report of neurobehavioral symptoms at 1 year after traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *84*, 204-213. doi: 10.1053/apmr.2003.50019
- Holmqvist, A., Lindstedt, M. B., & Möller, M. C. (2018). Relationship between fatigue after acquired brain injury and depression, injury localization and aetiology: an explorative study in a rehabilitation setting. *Journal of Rehabilitation Medicine*, *50*, 725-731. doi: 10.2340/16501977-2365
- Jennett, B. & Bond, M. (1975). Assessment of outcome after severe brain damage: A practical scale. *The Lancet*, *305*, 480-484. doi: 10.1016/S0140-6736(75)92830-5
- Jennett, B. & Teasdale, G. (1981). *Management of head injuries*. Philadelphia, PA: FA Davis Company.
- Jourdan, C., Bosserelle, V., Azerad, S., Ghout, I., Bayen, E., Aegerter, P., . . . Tazarourte, K. (2013). Predictive factors for 1-year outcome of a cohort of patients with severe traumatic brain injury (TBI): Results from the Paris-TBI study. *Brain Injury*, *27*, 1000-1007. doi: 10.3109/02699052.2013.794971
- Kahwam, E. A., Laurencic, G., & Malone Jr., D. A. (2006). Side effects of antidepressants: An overview. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, *73*, 351-361.
- Katz, D. I. & Alexander, M. P. (1994). Traumatic brain injury: Predicting course of recovery and outcome for patients admitted to rehabilitation. *Archives of Neurology*, *51*, 661-670.
- Lal, S. K. & Craig, A. (2002). Driver fatigue: Electroencephalography and psychological assessment. *Psychophysiology*, *39*, 313-321. doi: 10.1017.S0048577201393095
- Levine, J. & Greenwald, B. D. (2009). Fatigue in parkinson disease, stroke, and traumatic brain injury. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, *20*, 347-361. doi: 10.1016/j.pmr.2008.12.006
- Lewy, A. J., Wehr, T. A., Goodwin, F. K., Newsome, D. A., & Markey, S. P. (1980). Light suppresses melatonin secretion in humans. *Science*, *210*, 1267-1269. doi: 10.1126/science.7434030

- McMillan, T., Wilson, L., Ponsford, J., Levin, H., Teasdale, G., & Bond M. (2016). The Glasgow Outcome Scale - 40 years of application and refinement. *Nature Reviews Neuroscience*, *12*, 477-485. doi: 10.1038/nrneurol.2016.89
- Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec & Société d'assurance automobile du Québec. (2005). *Orientations ministérielles pour le traumatisme craniocérébral léger, 2005-2010*. Repéré à http://fecst.inesss.qc.ca/fileadmin/documents/orientations_ministerielles.pdf
- Mitchell, M. D., Gehrman, P., Perlis, M., & Umscheid, C. A. (2014). Comparative effectiveness of cognitive behavioral therapy for insomnia: A systematic review. *FOCUS*, *12*, 80-89. doi: 10.1186/1471-2296-13-40
- Modarres, M. H., Kuzma, N. N., Kretzmer, T., Pack, A. I., & Lim, M. M. (2017). EEG slow waves in traumatic brain injury: Convergent findings in mouse and man. *Neurobiology of sleep and circadian rhythms*, *2*, 59-70. doi: 10.1016/j.nbscr.2016.06.001
- Moreau, O. K., Yollin, E., Merlen, E., Daveluy, W., & Rousseaux, M. (2012). Lasting pituitary hormone deficiency after traumatic brain injury. *Journal of Neurotrauma*, *29*, 81-89. doi: 10.1089/neu.2011.2048
- Neuberger, G. B. (2003). Measures of fatigue: The fatigue questionnaire, fatigue severity scale, multidimensional assessment of fatigue scale, and short form-36 vitality (energy/fatigue) subscale of the short form health survey. *Arthritis Care & Research: Official Journal of the American College of Rheumatology*, *49*, 175-183. doi: 10.1002/art.11405
- Okogbaa, O. G., Shell, R. L., & Filipusic, D. (1994). On the investigation of the neurophysiological correlates of knowledge worker mental fatigue using the EEG signal. *Applied Ergonomics*, *25*, 355-365.
- Olver, J. H., Ponsford, J. L., & Curran, C. A. (1996). Outcome following traumatic brain injury: a comparison between 2 and 5 years after injury. *Brain Injury*, *10*, 841-848. doi: 10.1080/026990596123945
- Ouellet, M. C. & Morin, C. M. (2007). Efficacy of cognitive-behavioral therapy for insomnia associated with traumatic brain injury: A single-case experimental design. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *88*, 1581-1592. doi: 10.1016/j.apmr.2007.09.006
- Pitkänen, A., Immonen, R. J., Gröhn, O. H., & Kharatishvili, I. (2009). From traumatic brain injury to posttraumatic epilepsy: What animal models tell us about the process and treatment options. *Epilepsia*, *50*, 21-29. doi: 10.1111/j.1528-1167.2008.02007.x
- Ponsford, J. L., Ziino, C., Parcell, D. L., Shekleton, J. A., Roper, M., Redman, J. R., . . . Rajaratnam, S. M. (2012). Fatigue and sleep disturbance following traumatic brain injury—their nature, causes, and potential treatments. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, *27*, 224-233. doi: 10.1097/htr.0b013e31824ee1a8
- Rao, V. & Rollings, P. (2002). Sleep disturbances following traumatic brain injury. *Current Treatment Options in Neurology*, *4*, 77-87.
- Regroupement des associations de personnes traumatisées craniocérébrales du Québec [RAPTCCQ] (2008). Statistiques sur les personnes ayant eu un TCC. Repéré à <http://www.repar.veille.qc.ca/info-tcc/Statistiques-sur-les-personnes>.
- Sánchez-Ortuño, M. M. & Edinger, J. D. (2012). Cognitive-behavioral therapy for the management of insomnia comorbid with mental disorders. *Current Psychiatry Reports*, *14*, 519-528. doi: 10.1007/s11920-012-0312-9
- Sheer, D. E. (1988). A working cognitive model of attention to fit in the brain and in the clinic. *Attention: Cognition, Brain Function, and Clinical Application*. New York, NY: Academic Press.
- Stepanski, E. J. & Wyatt, J. K. (2003). Use of sleep hygiene in the treatment of insomnia. *Sleep Medicine Reviews*, *7*, 215-225.
- Stillman, A., Alexander, M., Mannix, R., Madigan, N., Pascual-Leone, A., & Meehan, W. P. (2017). Concussion: Evaluation and management. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, *84*, 623-630. doi: 10.3949/ccjm.84a.16013
- Stulemeijer, M., van der Werf, S., Bleijenberg, G., Biert, J., Brauer, J., & Vos, P. E. (2006). Recovery from mild traumatic brain injury. *Journal of Neurology*, *253*, 1041-1047. doi: 10.1007/s00415-006-0156-5
- Sundstrom, A., Nilsson, L. G., Cruts, M., Adolfsson, R., Van Broeckhoven, C., & Nyberg, L. (2007). Fatigue before and after mild traumatic brain injury: Pre-post-injury comparisons in relation to Apolipoprotein E. *Brain Injury*, *21*, 1049-1054. doi: 10.1080/02699050701630367
- Teasdale, G. (2014). The Glasgow structured approach to assessment of the Glasgow coma scale. Repéré à <http://www.glasgowcomascale.org/>
- Teasdale, G. & Jennett, B. (1974). Assessment of coma and impaired consciousness: A practical scale. *The Lancet*, *304*, 81-84. doi: 10.1013/S0140-6736(74)91639-0
- Valko, P. O., Bassetti, C. L., Bloch, K. E., Held, U., & Baumann, C. R. (2008). Validation of the fatigue severity scale in a Swiss cohort. *Sleep*, *31*, 1601-1607.
- van Velzen, J. M., van Bennekom, C. A. M., van Dormolen, M., Sluiter, J. K., & Frings-Dresen, M.

- H. (2011). Factors influencing return to work experienced by people with acquired brain injury: A qualitative research study. *Disability and Rehabilitation*, 33, 2237-2246. doi : 10.1093/sleep/31.11.1601
- Van Zomerén, A. H., Brouwer, W. H., & Deelman, B. G. (1984). Attentional deficits: The riddles of selectivity, speed, and alertness. In N. Brooks (Ed.), *Closed Head Injury: Psychological, Social, and Family Consequences* (pp. 74–107). Oxford, Royaume-Uni: Oxford University Press.
- Visser-Keizer, A. C., Hogenkamp, A., Westerhof-Evers, H. J., Egberink, I. J., & Spikman, J. M. (2015). Dutch multifactor fatigue scale: A new scale to measure the different aspects of fatigue after acquired brain injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96, 1056-1063. doi: 10.1016/j.apmr.2014.12.010
- Wylie, G. R. & Flashman, L. A. (2017). Understanding the interplay between mild traumatic brain injury and cognitive fatigue: Models and treatments. *Concussion* 2, 1-20. doi: 10.2217/cnc-2017-0003
- Ziino, C. & Ponsford, J. (2005). Measurement and prediction of subjective fatigue following traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 11, 416-425. doi: 10.1017/S1355617705050472
- Ziino, C. & Ponsford J. (2006) Vigilance and fatigue following traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychology Society*, 12, 100-110. doi: 10.1017/S1355617706060139

Reçu le 7 janvier 2019
Révision reçue le 4 avril 2019
Accepté le 28 juillet 2019 ■

Validité du test des 48 images dans la détection de la simulation des troubles de la mémoire : données de références

Isabelle Rouleau^{1,2}, Ph. D. et Pierre-Luc Mallette³, Ph. D.

¹Département de psychologie, Université du Québec à Montréal

²Centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM)

³Cerebrum

La simulation et l'exagération des troubles cognitifs doivent être envisagées dans l'interprétation du profil neuropsychologique surtout lors d'expertises. À cette fin, la validité du test des *48 images* (48-I) a été examinée en comparant la performance de 55 simulateurs présumés à celle de 37 simulateurs volontaires et à celle de 389 patients, dont 22 amnésiques et 105 présentant une atteinte légère à modérée de la mémoire. Tous ont complété l'épreuve des *15 mots de Rey* et le rappel immédiat de la *figure complexe de Rey*. Aucune différence n'a été observée entre les deux groupes de simulateurs. Au 48-I, le score obtenu par les simulateurs est aussi faible que celui des amnésiques, mais ils réussissent aussi bien les autres tests de mémoire que les patients avec atteinte mnésique légère à modérée, qui eux obtiennent une performance presque parfaite au 48-I. Ces résultats supportent la validité du 48-I dans la détection de la simulation.

Mots clés : simulation, test de validité des symptômes, reconnaissance à choix forcé, psychométrie, mémoire

Malingering and exaggeration of cognitive impairment need to be considered in the interpretation of the neuropsychological profile, especially in expertise. For this purpose, the validity of the *48-pictures* test was assessed by comparing the performance of 55 suspected malingerers to 37 volunteers asked to simulate memory deficits and to 389 patients, including 22 amnesics and 105 with mild to moderate memory complaints. All participants were administered the *Rey Auditory Verbal Learning Test* and the copy and immediate recall of the *Rey Complex Figure*. No differences were observed between the two groups of simulators on any measure. On the *48-pictures* test, the score obtained by the simulators was as low as the score that was obtained by amnesics, whereas their performance was as good on other memory tests as the performance observed in patients with mild to moderate memory deficits who showed near-perfect performance on the *48-pictures* test. These results support the validity of the *48-pictures* test in the detection of malingered memory disorders.

Keywords: malingering, symptom validity test, forced choice recognition, psychometry, memory

La simulation des troubles cognitifs est relativement rare en clinique, mais plus fréquente dans des cas d'expertise médico-légale où il y a présence de gains secondaires (Larrabee, 2003). Selon le *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (DSM-5) de l'*American Psychiatric Association* (2015):

Les auteurs tiennent à remercier les neuropsychologues qui ont participé à la collecte des données dont Micheline Favreau, Frédéric Limoges, Louise Lefrançois, Daniel Lamoureux et Pierre Noreau (Groupe Favreau) ainsi que Carole Denault, Janik Robidoux, Martine Laframboise et Hélène Imbeault (Hôpital Notre-Dame du CHUM). Un remerciement tout spécial à Marie-Josée Chouinard qui a réalisé une première étude du test des 48 images avec un échantillon plus restreint et à André Achim qui a agi comme co-directeur de doctorat de Pierre-Luc Mallette.

La correspondance concernant cet article doit être adressée à / Correspondence concerning 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 H3C 3P8
Courriel/e-mail: rouleau.isabelle@uqam.ca

la caractéristique essentielle de la simulation est la production intentionnelle de symptômes physiques ou psychologiques inauthentiques ou grossièrement exagérés motivés par des incitations extérieures telles qu'éviter les obligations militaires, éviter de travailler, obtenir des compensations financières, éviter des poursuites judiciaires ou obtenir des drogues. (p. 947)

Pour Slick, Sherman et Iverson (1999), la simulation des troubles cognitifs correspond à l'exagération volontaire d'un dysfonctionnement cognitif (correspondant à la production intentionnelle de symptômes psychologiques non authentiques dans le DSM-5) dans le but d'obtenir un bénéfice matériel substantiel, ou d'échapper à ses responsabilités (correspondant aux incitations extérieures du DSM-5).

Selon le DSM-5, le diagnostic différentiel entre simulation, trouble factice et désordre somatoforme ou

cogniforme doit être posé en fonction de la présence d'incitatifs (externes ou internes) et du fait que la production de déficits soit intentionnelle ou non. En premier lieu, le diagnostic de simulation est généralement retenu lorsque la production intentionnelle de déficits est associée à la présence d'incitatifs, généralement des gains secondaires. Toutefois, en l'absence d'incitatifs extérieurs, mais motivée par le besoin de prendre le rôle du malade, la production intentionnelle de déficits suggère le plus souvent un diagnostic de trouble factice. Enfin, un diagnostic de désordre somatoforme ou cogniforme est posé lorsqu'il n'y a aucun incitatif apparent et que la sémiologie ne semble pas être le résultat d'une production intentionnelle (Delis, Kramer, Kaplan, & Ober, 1987). Évidemment, les frontières entre ces différents diagnostics demeurent floues (Galli, Tatu, Bogousslavsky, & Aybek, 2018). Cela est d'autant plus évident qu'il est parfois difficile de juger de la présence d'incitatifs et de leur importance pour le patient, de même qu'il est souvent peu évident que la sémiologie soit réellement produite intentionnellement (Delis & Wetter, 2007).

Au cours des 20 dernières années, plusieurs études se sont intéressées à la simulation des troubles cognitifs et, plus particulièrement, à la simulation des troubles de la mémoire puisque ces derniers sont les

plus fréquemment rapportés dans la pratique clinique (Barthélémy, Lenne, Hauteceur, & Antoine, 2014). L'étude de la simulation pose des défis importants sur le plan méthodologique tant sur le plan des populations étudiées que des épreuves sélectionnées (Bianchini, Mathias, & Greve, 2001). Idéalement, l'étude doit comporter un groupe de simulateurs présumés. Toutefois, les critères employés par les chercheurs pour identifier les individus chez qui on soupçonne une exagération ou la simulation de déficits cognitifs ne sont pas clairs et varient d'une étude à l'autre. Il est donc souhaitable d'utiliser des critères reconnus comme ceux de Slick et al. (1999) dans les études portant sur la simulation. Ces derniers sont présentés dans le Tableau 1. Selon Slick et al. (1999), la simulation d'un dysfonctionnement neurocognitif (SDN) peut être manifeste, probable ou possible. Dans la SDN manifeste, il y a présence de preuves claires et incontestables d'une exagération intentionnelle ou de la fabrication d'une dysfonction cognitive et l'absence d'explication alternative plausible. Dans la SDN probable, on note la présence d'indices suggérant fortement une exagération intentionnelle ou une fabrication d'une dysfonction cognitive et l'absence d'explication alternative. Enfin, le diagnostic de SDN possible est indiqué lorsque les critères nécessaires pour une SDN probable ou manifeste sont présents, mais que des étiologies primaires psychiatriques,

Tableau 1

Les critères de simulation de Slick et al. (1999)

-
- A. Présence d'incitatifs extérieurs substantiels
- B. Signes à l'examen neuropsychologique
1. Biais de réponse négatif manifeste
 2. Biais de réponse négatif probable
 3. Discordance entre les résultats aux tests et les profils connus du fonctionnement cérébral
 4. Discordance entre les résultats aux tests et le comportement observé
 5. Discordance entre les résultats aux tests et des rapports collatéraux fiables
 6. Discordance entre les résultats aux tests et l'histoire antérieure documentée
- C. Signes provenant de l'entrevue (self-report)
1. Discordance entre l'histoire rapportée et l'histoire documentée
 2. Discordance entre les symptômes rapportés et les profils connus de fonctionnement cérébral
 3. Discordance entre les symptômes rapportés et les observations comportementales
 4. Discordance entre les symptômes rapportés et les informations obtenues d'autres sources collatérales
 5. Signes de dysfonction psychologique exagérée ou fabriquée
- D. Les comportements rencontrant les critères des groupes B et C ne peuvent être expliqués par des facteurs psychiatriques, neurologiques ou développementaux.
-

SDN Manifeste : (1) Présence d'incitatifs extérieurs substantiels (Critère A) ; (2) Biais de réponses négatives manifeste (Critère B1) ; (3) Les comportements qui rencontrent les critères nécessaires du groupe B ne sont pas complètement expliqués par des facteurs psychiatriques, neurologiques ou développementaux (Critère D) ;

SDN Probable : (1) Présence d'incitatifs extérieurs substantiels (Critère A) ; (2) Au moins deux signes à l'évaluation neuropsychologique excluant B1 (Critères B2-B6) et un ou plusieurs signes à l'entrevue clinique (Critères C1-C5) ; (3) Les comportements qui rencontrent les critères nécessaires du groupe B et C ne sont pas complètement explicables par des facteurs psychiatriques, neurologiques ou développementaux (Critère D) ;

SDN Possible : (1) Présence d'incitatifs extérieurs substantiels (Critère A) ; (2) Indices à l'entrevue clinique (un ou plusieurs des Critères C1-C5) ; (3) Les comportements qui rencontrent les critères nécessaires du groupe C ne sont pas complètement explicables par des facteurs psychiatriques, neurologiques ou développementaux (Critère D) OU Critères pour la SDN probable ou manifeste rencontrés à l'exception du Critère D (c'est-à-dire, étiologies primaires psychiatriques, neurologiques ou développementales ne peuvent être éliminées).

neurologiques ou développementales ne peuvent être éliminées.

Plusieurs études utilisent des simulateurs expérimentaux à qui l'on demande de simuler volontairement des déficits cognitifs. Ces simulateurs volontaires demeurent cependant différents des simulateurs présumés dans la mesure où la motivation n'est pas la même. De plus, ce sont souvent des étudiants différents de la population clinique sur les plans de l'âge et de la scolarité (An, Kaploun, Erdodi, & Abeare, 2017; Suhr, 2002) et vraisemblablement moins naïfs que la population générale quant aux déficits attendus lors d'atteintes neurologiques. Enfin, lorsque l'on désire établir une comparaison entre des simulateurs (présumés et/ou expérimentaux) et des populations cliniques, il est important de bien documenter les caractéristiques de ces populations pour qu'elles se rapprochent le plus possible de la population d'individus chez qui l'on soupçonne l'exagération ou la simulation de troubles cognitifs.

L'autre défi méthodologique concerne la sélection des épreuves. Certains tests classiques peuvent apporter des indices de simulation. C'est le cas de l'effet de position sérielle à l'épreuve des *15 mots de Rey* (Rey, 1959) ou du *California Verbal Learning Test* (CVLT; Delis et al., 1987). L'effet de primauté (c.-à-d., le rappel des premiers mots de la liste) est souvent absent chez les simulateurs, alors qu'il est observé chez la majorité des individus, incluant des patients ayant subi un traumatisme craniocérébral (TCC; Bernard, 1991; Suhr, 2002). L'absence d'effet de primauté demeure un indice très peu sensible (peu souvent noté chez les simulateurs) ne pouvant donc être utilisé comme seul indicateur de simulation (Powell, Gfeller, Oliveri, Stanton, & Hendricks, 2004). De même, la comparaison entre la performance au rappel libre et la performance à la reconnaissance peut fournir des indices intéressants dans la mesure où les simulateurs ont tendance à surestimer la performance des patients au rappel libre et à sous-estimer la performance en reconnaissance (Bernard, Houston, & Natoli, 1993). Récemment, une épreuve de reconnaissance à choix forcés a été ajoutée à la deuxième édition du CVLT (CVLT-II) afin de fournir des indices de simulation (Schwartz et al., 2016). Des indices peuvent également être recueillis dans l'échelle de mémoire de Wechsler-III (Wechsler, 1997), à l'épreuve de reconnaissance oui/non des informations contenues dans les histoires (Bortnik et al., 2010; Iverson & Binder, 2000; Swihart, Harris, & Hatcher, 2008). Certains auteurs ont rapporté des profils particuliers d'erreurs au rappel immédiat de la *figure complexe de Rey* (Rey, 1959) chez des individus ayant subi un TCC léger, selon qu'ils simulaient ou non des troubles de la mémoire (Meyers & Volbrecht, 1999). Toutefois, les indices recueillis

dans ces différents tests demeurent généralement peu sensibles.

Afin de pallier ce manque d'outils, de nombreuses études ont eu pour objectif de développer des tests spécifiques à la détection de la simulation des troubles cognitifs. Ces tests sont regroupés sous le vocable de « test de validité des symptômes » (*Symptoms Validity Tests*). De manière générale, ces épreuves psychométriques doivent être sensibles au plus grand nombre possible de simulateurs, tout en étant très spécifiques afin d'éviter de considérer un « vrai » patient comme un simulateur. Les taux de sensibilité et de spécificité varient selon le seuil sélectionné : un seuil très bas (p. ex., 50 % à une épreuve de reconnaissance à choix forcés) détermine une épreuve très peu sensible (peu de simulateurs échouent), mais très spécifique (tous les vrais patients réussissent) alors qu'un seuil élevé détermine une épreuve plus sensible (plusieurs simulateurs échouent), mais beaucoup moins spécifique (plusieurs vrais patients échouent), ce qui peut avoir des conséquences dramatiques en clinique. Le fait de considérer erronément un patient comme un simulateur peut entraîner des conséquences irréversibles non seulement en le privant des services auxquels il a droit, mais également en mettant en doute sa fiabilité et son intégrité. Enfin, il faut souligner que la détection de la simulation pose certains problèmes éthiques puisque le but de l'administration de certains tests sensibles à une exagération des déficits ou à la simulation doit être caché au client (sinon, cela invalide les résultats), ce qui compromet la relation de confiance entre le psychologue et son client.

De manière générale, les tests les plus sensibles à la simulation des troubles de la mémoire sont les épreuves de reconnaissance à choix forcés (Bianchini et al., 2001; Lamb & Prigantano, 2000). Certaines tâches utilisent des images d'objets courants (*Test of Memory Malingering* [TOMM]; Tombaugh, 1997), des mots (*Amsterdam Short-Term Memory Test*; Schagen, Schmand, Sterke, & Lindeboom, 1997) ou des chiffres (*Portland Digit Recognition Test*; Binder, 1993). Bien que le TOMM soit populaire et qu'il a fait l'objet de plusieurs études de validation (Schroeder et al., 2012; Schwartz et al., 2016; Teichner & Wagner, 2004), il demeure assez long (présentation de 50 images, reconnaissance immédiate en choix forcés, deuxième présentation des 50 images et deuxième reconnaissance à choix forcés, délai, reconnaissance différée en choix forcés = 250 items au total), pour une durée totale d'environ 20 minutes. De plus, les données de référence disponibles incluent peu de patients ayant une atteinte cérébrale bien documentée.

L'épreuve des *48 images* (48-I) est un test de reconnaissance à choix forcés d'images, développé en

1979 par Signoret pour l'évaluation de la mémoire chez des patients déments. Ce test consiste en la présentation de 48 images qu'on demande au participant de nommer (en lui fournissant des indices au besoin) et de reconnaître ensuite en choix forcés. Si l'on exclut les délais, le temps total d'administration est de moins de 10 minutes et on s'assure d'un encodage optimal, verbal et visuel, des stimuli puisque l'on fait nommer les images, ce qui n'est pas le cas du TOMM. Selon Signoret, un score de trois erreurs ou plus suggère la présence d'un trouble significatif de la mémoire et, dans ce cas, une évaluation neuropsychologique détaillée est recommandée. La validité du test des 48-I pour la détection de la simulation des troubles de la mémoire a déjà fait l'objet d'une étude précédemment (Chouinard & Rouleau, 1997). Toutefois, dans cette étude originale, les échantillons étaient très limités, ce qui rendait risquée l'utilisation de cette tâche dans le contexte d'une expertise médico-légale. De plus, l'échantillon initial ne comprenait que très peu de patients avec troubles affectifs (p. ex., dépression, troubles anxieux, maladie bipolaire, état de stress post-traumatique) et peu de patients référés pour expertise médico-légale. Afin de pallier ce manque d'effectifs, de nouveaux participants ont été recrutés dans une clinique spécialisée en expertise psychologique et neuropsychologique, en plus de continuer à administrer le test aux individus référés pour une évaluation neuropsychologique en contexte clinique. L'objectif de cet article est d'examiner la valeur du 48-I dans la détection de la simulation et de présenter les données de référence obtenues chez un grand nombre d'individus porteurs de pathologies variées.

Méthode

Participants

L'échantillon est composé de 473 individus provenant de trois sources. Le premier groupe comporte 255 patients ayant été référés par leur neurologue, leur neurochirurgien ou par d'autres médecins de l'Hôpital Notre-Dame du Centre

hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM) pour une évaluation neuropsychologique. Il s'agit donc d'une analyse secondaire rétrospective des données cliniques anonymisées contenues au dossier neuropsychologique. Cette étude a été approuvée par le comité d'éthique du Centre de recherche du CHUM. Le second groupe comporte 181 participants recrutés au Groupe Favreau, une clinique privée paramédicale se spécialisant principalement dans le domaine de l'expertise neuropsychologique. Les patients ont été référés pour expertise par divers organismes payeurs, dont des compagnies d'assurances, la Régie des Rentes du Québec (RRQ), la Société de l'Assurance Automobile du Québec (SAAQ), la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité au travail (CNESST), etc. Ces expertises incluent une évaluation neuropsychologique et/ou psychologique, un avis sur l'authenticité de la symptomatologie rapportée, un avis sur la capacité à reprendre le travail, un avis sur les limitations fonctionnelles ainsi qu'un avis sur les recommandations. En plus du formulaire de consentement qu'ils signent pour consentir à l'expertise, seuls les participants ayant accepté que leurs données démographiques et neuropsychologiques anonymisées soient analysées dans le cadre du présent projet sont inclus dans l'étude. Un formulaire de consentement additionnel, approuvé par le comité d'éthique de la recherche (CER) du département de psychologie de l'Université du Québec à Montréal (UQAM), a été complété et signé. Enfin, un groupe de 37 participants témoins ont été recrutés parmi les connaissances des examinateurs et le personnel de l'Hôpital Notre-Dame afin de constituer un groupe de simulateurs expérimentaux à qui l'on demandait de simuler volontairement des troubles cognitifs. Ces témoins ont signé le formulaire de consentement approuvé par le CER de l'UQAM. Les 473 individus de l'échantillon total ont été répartis en huit groupes selon les données cliniques contenues au dossier. Les données démographiques pour les participants composant chacun des groupes sont rapportées dans le Tableau 2.

Tableau 2
Comparaison des données démographiques des huit groupes de participants

Groupes	Simulateurs présumés	Simulateurs volontaires	Étiologies variées	Frontaux	Déments	Amnésiques	Maladies affectives	Expertise valide
<i>n</i>	55	37	105	50	70	22	45	89
Sexe H/F	32/23	17/20	60/45	28/22	30/40	16/6	19/26	49/40
Âge <i>M(É.-T.)</i>	43.7 (11.3)	43.1 (12.3)	46.3 (15.4)	51.9 (17.5)	69.7 (8.7)	53.7 (11.6)	47.7 (8.8)	41.9 (12.6)
Scolarité (années) <i>M(É.-T.)</i>	11.5 (3.0)	12.5 (2.4)	9.5 (3.6)	10.4 (3.5)	8.9 (3.1)	10.4 (4.4)	13.0 (3.4)	11.5 (2.6)

Simulateurs présumés. Le premier groupe ($n = 55$) comprend des simulateurs présumés répondant aux critères de Slick et al. (1999) pour simulation probable ou manifeste. Ces critères sont présentés dans le Tableau 1. Dix individus avec simulation possible selon les critères de Slick ont été exclus des analyses puisqu'il persiste des doutes quant au diagnostic et, par conséquent, quant à leur appartenance sans équivoque au groupe de simulateurs présumés. Le groupe inclut 22 patients ayant subi un TCC (40 %), 15 avec maladie affective (27,3 %), 5 avec fibromyalgie ou fatigue chronique (9,1 %), 9 avec maladie neurologique (accident vasculaire cérébral, tumeur cérébrale, maladie dégénérative, etc. : 16,4 %) et 4 sans diagnostic (7,2 %). Tous se plaignaient de troubles de mémoire et tous étaient en position de recevoir des gains secondaires tangibles (p. ex., assurances, congé de maladie).

Simulateurs volontaires. Le second groupe ($n = 37$) comprend des simulateurs volontaires à qui on a demandé de simuler des troubles de mémoire. Les participants ont reçu la consigne suivante :

Il y a deux mois, vous avez visité un ami dans son nouvel appartement situé dans un vieux bâtiment. Vous êtes tombé dans l'escalier qui était en très mauvais état. Vous n'êtes pas certain d'avoir perdu conscience mais, depuis ce temps, vous avez des maux de tête et vous présentez des séquelles cognitives incluant des troubles de concentration, une fatigabilité et des troubles de mémoire. De plus, vous n'avez pas été capable de retourner au travail. Vous avez décidé de poursuivre le propriétaire de l'édifice pour 500 000 \$. Votre avocat vous a dit que la seule façon de gagner votre procès est de prouver que vous avez vraiment des troubles de mémoire. Aujourd'hui, vous devez vous soumettre à une évaluation neuropsychologique pour montrer la présence de troubles cognitifs reliés à votre accident.

Le but de cette consigne est de fournir un contexte dans lequel se déroule la simulation et de clarifier les objectifs poursuivis. En cas de doute ou de questions, on répétait au participant que sa tâche était de convaincre l'examineur qu'il présentait de réels troubles de mémoire.

Étiologies variées. Ce groupe ($n = 105$) comprend des patients se plaignant de troubles de la mémoire, mais sans que ces derniers aient un impact significatif dans leur fonctionnement quotidien. Ce groupe de patients est assez hétérogène sur le plan étiologique et inclut des patients épileptiques, opérés ou non, des patients avec TCC, des personnes âgées avec trouble cognitif léger, des patients ayant subi un accident vasculaire cérébral (AVC) unilatéral, etc. Ils ont tous

été évalués en neuropsychologie en milieu hospitalier et aucun n'était référé pour expertise médico-légale.

Frontaux. Ce groupe ($n = 50$) comprend des patients qui ne sont pas cliniquement amnésiques, mais dont la sémiologie frontale est marquée. Par exemple, ils présentent une désinhibition comportementale, des troubles de planification, d'organisation et de flexibilité mentale, des troubles d'attention sous la forme d'une distractivité importante, ainsi que des troubles de la mémoire affectant surtout l'encodage et la récupération de l'information, avec production d'intrusions et de fausses reconnaissances. Ce sont des patients ayant subi une rupture d'anévrisme de l'artère communicante antérieure (sans syndrome amnésique), ayant une tumeur bi-frontale, ayant une hydrocéphalie normotensive ou ayant subi un TCC sévère.

Déments. Ce groupe ($n = 70$) inclut des patients avec une maladie dégénérative dont la maladie d'Alzheimer, la démence vasculaire, la démence mixte, la démence fronto-temporale, la maladie à corps de Lewy, etc.

Amnésiques. Ce groupe ($n = 22$) comprend des patients devenus sévèrement amnésiques après un AVC (bi-thalamique ou rupture d'anévrisme), un syndrome de Korsakoff, une encéphalite herpétique, une anoxie, etc.

Maladie affective. Ce groupe ($n = 45$) inclut des patients avec une dépression majeure ($n = 31$), une maladie bipolaire ($n = 7$), une maladie schizo-affective ($n = 1$), un trouble anxieux ($n = 3$), un état de stress post-traumatique ($n = 1$) ou un trouble d'adaptation ($n = 2$) avec profil neuropsychologique valide.

Expertise. Ce groupe ($n = 89$) comprend des patients référés pour expertise médico-légale présentant, selon les critères de Slick et al. (1999), un profil neuropsychologique valide, c'est-à-dire un profil ne comportant pas de discordance entre l'histoire, l'entrevue clinique, le comportement ou les résultats aux tests. En d'autres termes, il s'agit de patients dont les données de l'évaluation neuropsychologique sont tout à fait compatibles avec l'étiologie de la condition ayant amené la demande de consultation. Ce groupe inclut des patients avec un TCC (47,2 %), un AVC (19,1 %), une fibromyalgie ou fatigue chronique (6,7 %), la sclérose en plaques (5 %) ainsi que d'autres conditions médicales.

Il n'y a pas de différence significative entre le groupe de simulateurs présumés et le groupe de simulateurs volontaires sur le sexe $\chi^2(1) = 1.33$, $p > .10$, l'âge $F(1, 90) < 1$ ou la scolarité $F(1, 90) = 2.78$, $p = .10$. Il n'y a pas de différence significative entre les groupes de simulateurs et les

groupes expertise, maladie affective et étiologies variées sur l'âge $F(4, 326) = 2.36, p > .05$ et sur le sexe $\chi^2(4) = 4.28, p > .10$. Cependant, on note une différence significative entre ces groupes pour la scolarité $F(4, 326) = 11.71, p < .001$. Cette différence est essentiellement due au niveau de scolarité significativement plus faible chez les patients du groupe avec étiologies variées (toutes les comparaisons intergroupes: $p < .01$). On note une différence significative entre les groupes cliniques (amnésiques, déments et frontaux) sur l'âge $F(2, 139) = 31.89, p < .001$ et sur le sexe $\chi^2(2) = 6.45, p = .04$. Cet effet est attribuable au groupe de patients avec démence qui se distingue par un âge plus avancé ($p < .001$) et par une plus grande proportion de femmes. Il n'y a pas de différence significative entre ces trois groupes pour la scolarité $F(2, 89) = 2.06, p > .10$.

Matériel et procédure

Tous les participants ont complété: 1) l'épreuve de reconnaissance à choix forcés de 48 images; 2) l'épreuve d'apprentissage des *15 mots de Rey*; et 3) la *figure complexe de Rey*. L'ordre de passation des tests variait d'un participant à l'autre puisque le but des évaluations était d'abord clinique.

L'épreuve de reconnaissance à choix forcés de 48 images (48-1). L'administration originale de l'épreuve des *48 images* de Signoret (1979) a été légèrement modifiée de façon à favoriser l'encodage et à examiner la rétention après délai. Les 48 images sont présentées une par une avec la consigne de les nommer et de les mémoriser. Lorsqu'une image ne peut être nommée ou n'est pas reconnue, la réponse correcte est fournie. Immédiatement après la présentation de la dernière image, on procède à la reconnaissance à choix forcés des 24 premières images. Ainsi, une image présentée et une image non présentée sont disposées verticalement et le participant doit indiquer laquelle des deux images (celle d'en haut

ou celle d'en bas) il a vue précédemment. S'il ne peut répondre, on le force à choisir. Le deuxième groupe de 24 images est évalué après un délai de 15 minutes suivant la même procédure. Durant le délai, on évite toute tâche de dénomination ou de mémoire pouvant causer une interférence. Les variables retenues sont le nombre d'images reconnues en immédiat (/24), en différé (/24) et le score total (/48). Un exemple des images est présenté à la Figure 1.

L'épreuve des 15 mots de Rey. Cette épreuve est administrée de façon conventionnelle. La liste de mots (liste A) est lue cinq fois et, à chaque essai, le participant doit rappeler le plus grand nombre de mots possible. Par la suite, une deuxième liste (liste B) est présentée. Après avoir rappelé les mots de cette deuxième liste, le participant doit rappeler les mots de la liste A, sans qu'elle ne soit présentée de nouveau (rappel immédiat de la liste A). On procède ensuite à la reconnaissance des mots de la liste A dans un texte. Après 30 minutes de délai, durant lequel on évite de présenter du matériel pouvant interférer avec la rétention des mots, on procède au rappel libre différé et à la reconnaissance oui-non différée de la liste A. Les variables retenues sont : le nombre de mots rappelés à l'essai 1 et à l'essai 5, le nombre total de mots rappelés après 5 essais, le rappel immédiat de la liste A après le rappel de la liste B, la reconnaissance immédiate des mots de la liste A dans un texte, la différence entre le nombre de mots reconnus et le nombre de mots évoqués au cinquième essai d'apprentissage. En raison d'un grand nombre de données manquantes, les résultats de la reconnaissance différée de la liste A n'ont pas été retenus pour les analyses.

Le test de la figure complexe de Rey. Ce test est également administré de façon conventionnelle. On invite d'abord le participant à copier la figure avec précision sans l'informer qu'on lui demandera de la reproduire de mémoire. Le rappel libre est effectué immédiatement après la copie. Bien qu'il soit habituel

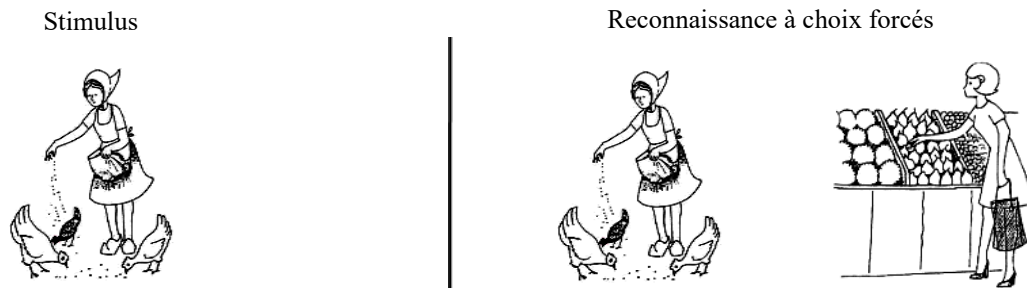


Figure 1. Épreuve de reconnaissance à choix forcés de 48 images : exemples de stimuli.

de procéder au rappel différé de la figure, cette condition n'a pas été incluse dans la présente étude puisqu'il y a plusieurs données manquantes chez les patients dont les dossiers ont été analysés rétrospectivement. Il en va de même pour la reconnaissance : cette condition n'a pas été effectuée avec suffisamment de constance pour être incluse dans l'étude. La correction des productions est effectuée selon la grille habituelle (Meyers & Meyers, 1995). Un maximum de 36 points peut être alloué, soit une cotation sur 2 points, selon la précision et la localisation des 18 éléments de la figure. Les variables retenues pour les analyses sont : le score obtenu en copie (/36) et le score obtenu au rappel immédiat (/36).

Résultats

Les résultats obtenus (moyennes et écart-types) pour chacun des groupes à l'épreuve des 48-I, à l'épreuve d'apprentissage des *15 mots de Rey* et au test de la *figure complexe de Rey* sont présentés dans le Tableau 3. Pour les analyses statistiques, afin de corriger pour les comparaisons multiples, un seuil de .004 a été utilisé (correction de Bonferroni : seuil de .05 divisé par le nombre de variables (13) retenues pour les analyses inter-groupes).

Une analyse de variance (ANOVA) n'a révélé aucune différence significative entre les performances obtenues chez les simulateurs présumés et celles obtenues chez les simulateurs volontaires pour l'épreuve des 48-I (reconnaissance immédiate, reconnaissance différée et score total : $F(1, 90) < 1$), pour l'épreuve des *15 mots de Rey* (essai 1 et essai 5 : $F(1, 90) < 1$; total des 5 essais : $F(1, 90) = 1.58, p > .10$; rappel immédiat après interférence : $F(1, 90) = 1.40, p > .10$; reconnaissance immédiate : $F(1, 90) < 1$; fausses reconnaissances : $F(1, 90) = 1.46, p > .10$ et différence entre essai 5 et reconnaissance immédiate : $F(1, 90) < 1$) et pour le test de la *figure complexe de Rey* (copie : $F(1, 90) = 2.98, p = .08$ et rappel immédiat : $F(1, 90) = 1.09, p > .10$). De même, il n'y a aucune différence significative entre les résultats obtenus dans les groupes d'individus avec diagnostic de maladie affective et ceux obtenus dans le groupe expertise avec profil valide (tous les $F(1, 132) < 1$). Afin de limiter le nombre de groupes pour les analyses, le groupe de simulateurs volontaires a été fusionné au groupe de simulateurs présumés pour constituer un seul groupe appelé « groupe simulateurs ». Le groupe d'individus avec diagnostic de trouble affectif et le groupe expertise avec profil valide ont aussi été fusionnés en un seul groupe appelé « groupe médico-légal ». Cela a permis de passer de huit à six groupes.

À l'épreuve des 48-I, une ANOVA effectuée sur le nombre de bonnes réponses a mis en évidence une

différence significative entre les six groupes (simulateurs, amnésiques, déments, frontaux, troubles mnésiques d'étiologies variées et médico-légal) pour la reconnaissance immédiate $F(5, 467) = 66.66, p < .001, \eta^2 = .416$, la reconnaissance différée $F(5, 466) = 100.32, p < .001, \eta^2 = .518$ et pour le nombre total de bonnes réponses $F(5, 466) = 94.79, p < .001, \eta^2 = .504$. Les tests post-hoc de Tukey révèlent trois sous-ensembles homogènes : 1) simulateurs et amnésiques ($p = .435$); 2) déments et frontaux ($p = .859$); et 3) individus avec troubles mnésiques d'étiologies variées et groupe médico-légal ($p = .994$). Par conséquent, au test des 48-I, les scores obtenus par les simulateurs se rapprochent de ceux obtenus par les amnésiques.

À l'épreuve d'apprentissage des *15 mots de Rey*, l'ANOVA révèle également une différence significative entre les six groupes pour le nombre de mots rappelés à l'essai 5 $F(5, 467) = 94.85, p < .001, \eta^2 = .461$, le nombre total de mots rappelés aux essais 1 à 5 $F(5, 467) = 72.44, p < .001, \eta^2 = .437$, au rappel immédiat après interférence par la liste B $F(5, 466) = 66.94, p < .001, \eta^2 = .418$ et au rappel différé $F(5, 463) = 72.96, p < .001, \eta^2 = .441$. Pour toutes ces mesures de rappel libre, l'analyse post-hoc met en évidence trois sous-ensembles homogènes qui sont cependant différents de ceux observés au 48-I soit : 1) un ensemble constitué des amnésiques, déments et frontaux; 2) un ensemble regroupant les simulateurs et les patients avec étiologies variées; et 3) un ensemble constitué du groupe médico-légal (maladies affectives et expertise avec profil valide). Par conséquent, à l'épreuve des *15 mots de Rey*, les performances notées en rappel libre chez les simulateurs sont équivalentes à celles observées chez des patients avec trouble de mémoire légers à modérés d'étiologies variées.

Cependant, le tableau est totalement différent pour les résultats obtenus en reconnaissance immédiate des *15 mots de Rey*. L'ANOVA montre une différence significative entre les groupes $F(5, 463) = 57.72, p < .001, \eta^2 = .384$, mais les sous-ensembles sont différents de ceux mis en évidence aux divers rappels libres : 1) un premier n'inclut que les amnésiques; 2) un second n'est constitué que des simulateurs; 3) un troisième regroupe les patients avec démence et les patients frontaux; et 4) un dernier est composé des patients avec troubles de mémoire d'étiologies variées et de ceux du groupe médico-légal. Une ANOVA additionnelle réalisée sur la différence entre le nombre de mots reconnus et le nombre de mots rappelés au cinquième essai d'apprentissage met en évidence une différence significative entre les groupes $F(5, 463) = 39.91, p < .001, \eta^2 = .290$. L'analyse post-hoc révèle trois sous-ensembles : un premier constitué uniquement des simulateurs, un deuxième constitué des amnésiques, des individus avec trouble de mémoire

Tableau 3

Scores obtenus aux trois tests de mémoire (15 mots de Rey, Figure complexe de Rey et 48-I) pour chacun des groupes de participants : moyenne (écart-type)

	Simulateurs présumés	Simulateurs volontaires	Étiologies variées	Frontaux	Déments	Amnésiques	Maladies affectives	Expertise valide
48-I Immédiat	18.72 (4.61)	18.97 (4.37)	23.76 (0.70)	22.92 (1.83)	22.31 (2.24)	19.60 (3.23)	23.96 (0.21)	23.94 (0.23)
48-I Différé	16.58 (5.02)	17.08 (4.53)	23.60 (0.98)	21.86 (2.73)	21.43 (2.74)	17.68 (3.40)	23.96 (0.21)	23.89 (0.44)
48-I Total	35.30 (9.19)	36.05 (8.57)	47.37 (1.46)	44.78 (4.33)	43.74 (4.38)	37.27 (6.13)	47.91 (0.29)	47.83 (0.57)
15 Mots Essai 1	4.75 (1.28)	5.00 (1.9)	5.41 (1.99)	3.70 (1.59)	2.96 (1.43)	3.50 (2.09)	5.60 (2.04)	5.49 (1.78)
15 Mots Essai 5	8.87 (2.75)	8.94 (2.93)	9.92 (2.89)	6.20 (2.71)	5.64 (2.38)	5.00 (2.45)	11.96 (2.23)	11.76 (2.32)
15 Mots Total 1-5	34.69 (9.04)	37.29 (10.73)	40.47 (11.81)	26.56 (9.85)	23.70 (8.38)	22.23 (10.98)	48.24 (10.07)	46.13 (9.33)
15 Mots RI liste A	5.42 (3.02)	6.16 (2.85)	6.86 (4.02)	2.98 (2.61)	2.41 (2.23)	1.52 (1.60)	9.71 (3.55)	9.24 (3.33)
15 Mots rec. imm. Liste A.	8.05 (3.12)	8.29 (3.57)	12.20 (2.86)	10.40 (3.42)	10.06 (3.14)	6.48 (3.66)	13.73 (1.51)	13.55 (1.82)
15 Mots Fausses recon- naissances	1.58 (2.28)	1.05 (1.65)	1.57 (2.55)	4.00 (4.77)	3.73 (3.85)	3.67 (3.38)	0.80 (1.19)	0.87 (1.87)
15 Mots rec. imm. - essai 5	-0.82 (2.41)	-0.65 (3.14)	2.27 (2.41)	4.16 (3.36)	4.38 (3.17)	1.61 (2.40)	1.78 (2.00)	1.79 (2.29)
15 Mots RD liste A	5.81 (2.97)	4.87 (3.17)	6.90 (4.26)	2.85 (2.74)	2.48 (2.56)	1.09 (1.48)	10.22 (3.08)	9.69 (3.41)
Fig. Rey Copie	28.60 (4.65)	30.45 (5.48)	28.48 (7.98)	20.48 (10.78)	19.01 (10.73)	21.68 (9.82)	31.97 (3.92)	32.29 (3.61)
Fig Rey RI	13.05 (5.68)	14.36 (6.11)	14.95 (7.71)	8.21 (6.36)	5.78 (4.54)	4.17 (4.36)	17.31 (7.35)	18.28 (7.39)

Note. 15 Mots : épreuve des 15 mots de Rey, RI : rappel immédiat, RD : rappel différé, rec. imm. : reconnaissance immédiate

d'étiologies variées et ceux du groupe médico-légal ($p = .789$) et un troisième inclut les frontaux et les déments ($p = .998$). Par conséquent, la performance des simulateurs est unique : il s'agit du seul groupe où la reconnaissance ne favorise pas la récupération des mots. En effet, une proportion importante des deux groupes de simulateurs (volontaires : 51,4 % et présumés : 58,2 %) reconnaît moins de mots que ces participants avaient pu en évoquer au cinquième essai d'apprentissage, alors que ce phénomène est observé chez moins de 10 % des autres participants.

L'ANOVA met également en évidence une différence significative entre les groupes pour la copie de la *figure complexe de Rey* $F(5, 459) = 39.79$, $p < .001$, $\eta^2 = .302$. Deux sous-ensembles sont révélés

par les tests post-hoc : un premier constitué des patients déments, frontaux et amnésiques ($p = .429$) et un second regroupant les individus des groupes simulateurs, troubles mnésiques d'étiologies variées et médico-légal ($p = .105$). Le rappel immédiat de la *figure complexe de Rey* est significativement différent entre les groupes $F(5, 455) = 45.08$, $p < .001$, $\eta^2 = .331$. Les tests post-hoc révèlent des sous-ensembles qui se chevauchent contrairement à ce qui était noté pour les autres analyses : 1) amnésiques et déments ($p = .803$); 2) déments et frontaux ($p = .403$); 3) simulateurs et troubles d'étiologies variées ($p = .897$); et 4) troubles d'étiologies variées et médico-légal ($p = .174$).

La présence d'effets de groupe est intéressante, mais peut difficilement être utilisée pour statuer sur la performance d'un seul individu à un test. À cette fin, il est nécessaire d'analyser la performance des simulateurs à chaque test afin de déterminer des seuils en-deçà desquels la validité de la performance est discutable. Ainsi, des courbes ROC (*Receiver Operating Characteristics*) ont été examinées. La première concerne le score total à l'épreuve des *48 images*. Dans un premier temps, la performance des simulateurs a été comparée à celle de l'ensemble des individus ayant participé à l'étude. Avec un seuil de $\leq 45/48$, on obtient une aire sous la courbe significative $AUC = .859$, $p < .001$; IC [.811, .908] avec une sensibilité de 85,9 % et une spécificité de 76,6 %. Dans un deuxième temps, le groupe de référence a été limité aux patients avec trouble de mémoire d'étiologies variées et au groupe médico-légal puisque ce sont ces patients qui, selon les analyses post-hoc, se rapprochent le plus des simulateurs sur les tests de mémoire conventionnels (*15 mots de Rey* et *figure complexe de Rey*). Avec un seuil de $\leq 45/48$, on obtient une aire sous la courbe significative $AUC = .924$, $p < .001$; IC [.881, .987] avec une sensibilité de 85,9 % et une spécificité de 95,4 %. Le fait que la spécificité ne soit pas à 100 % est dû à l'inclusion de trois patients âgés avec très faible niveau de scolarité qui ont effectivement obtenu de faibles scores au 48-I, mais également aux autres tests de mémoire. Ils ne présentaient toutefois pas de déficits suffisants et d'altérations dans la vie quotidienne pour être inclus dans l'un ou l'autre des autres groupes (déments, frontaux ou amnésiques). La répartition des participants pour chacun des groupes pour le score total obtenu au 48-I est présentée à la Figure 2.

Enfin, il est particulièrement intéressant de combiner les indices obtenus aux différents tests. Par exemple, comme l'illustre la Figure 3, la combinaison du score obtenu au 48-I ($\leq 45/48$) à celui obtenu au rappel immédiat de la *figure complexe de Rey* (≥ 10) est particulièrement sensible à la détection de la simulation. En effet, la très grande majorité des participants qui obtiennent un score $\leq 45/48$ au 48-I obtiennent un score < 10 au rappel de la *figure complexe de Rey*. Ce phénomène est observé chez 100 % des amnésiques, 89,7 % des déments et 76 % des frontaux. En revanche, ce phénomène n'est observé que chez 38,6 % des simulateurs présumés et chez 25 % des simulateurs volontaires. Par conséquent, la grande majorité des simulateurs (présumés : 61,4 % et volontaires : 75 %) qui échouent au 48-I obtiennent 10 ou plus au rappel immédiat de la *figure complexe de Rey*. Dans le groupe de patients avec étiologies variées, les trois patients qui échouent au 48-I obtiennent moins de 10 au rappel immédiat de la *figure complexe de Rey*, ce qui apparaît cohérent avec l'existence chez ces patients de réels troubles de la mémoire. Un score $\leq 45/48$ au 48-I et ≥ 10 au rappel immédiat de la *figure complexe de Rey* soulève donc des doutes quant à la fiabilité du profil.

Discussion

La présente étude avait pour objectif d'examiner la validité du test de reconnaissance à choix forcés de *48 images* dans la détection de la simulation de troubles de mémoire et de fournir des données de référence dans des populations cliniques variées. Rappelons que ce test a originalement été créé par Signoret (1979) afin de permettre une évaluation rapide du fonctionnement mnésique chez des populations de patients avec démence. Selon Signoret, la commission de trois erreurs ou plus suggérerait la présence d'une atteinte mnésique significative devant faire l'objet

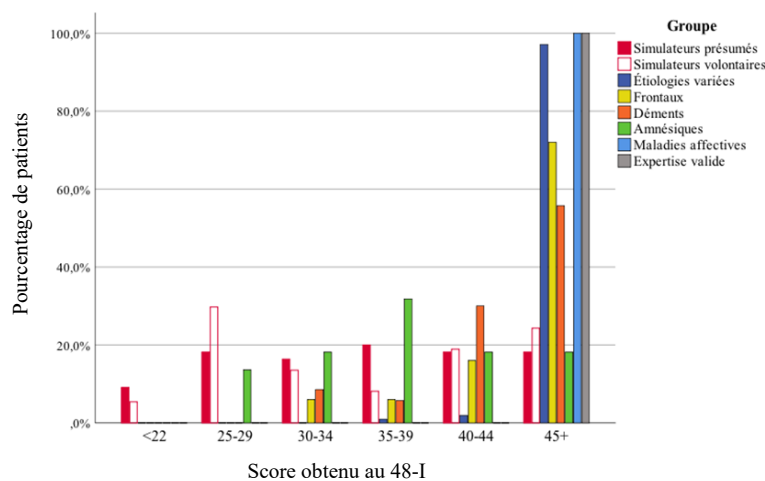


Figure 2. Scores obtenus au 48-I selon le groupe. Chaque colonne représente le pourcentage de cas par groupe.

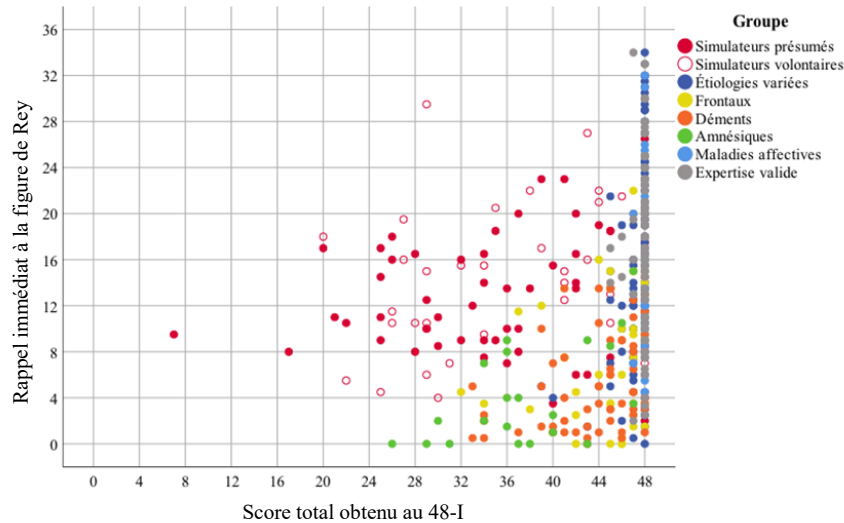


Figure 3. Combinaison des scores obtenus au rappel immédiat de la *figure complexe de Rey* et au 48-I pour chacun des participants selon le groupe d'appartenance.

d'une évaluation plus approfondie. Il est intéressant de souligner qu'un score de $\leq 45/48$ s'est avéré le score le plus approprié pour la détection de la simulation, avec des niveaux de sensibilité et de spécificité tout à fait acceptables. La grande majorité des patients ont obtenu un rendement près de la perfection, une observation courante (Guilmette, Hart, Giuliano, & Leininger, 1994).

Un premier point à souligner est l'absence de différence entre les simulateurs présumés, répondant aux critères de Slick et al. (1999) de simulation probable ou manifeste, et les simulateurs volontaires à qui l'on avait demandé de simuler des troubles de mémoire apparus après un possible TCC survenu lors d'une chute accidentelle (selon un scénario plausible). Contrairement à la majorité des études utilisant des volontaires à qui l'on demande de simuler, les participants ont été recrutés dans la population générale et non chez des étudiants universitaires. Les deux groupes de simulateurs étaient donc équivalents sur le plan de l'âge, de la scolarité et du sexe, ce qui a probablement favorisé la production de performances similaires dans les différents tests de mémoire administrés. Il s'agit d'une des forces de la présente étude. L'autre force consiste en l'inclusion d'un très grand nombre de patients porteurs de pathologies diverses, neurologiques et psychiatriques ainsi que l'inclusion d'individus référés pour expertise médico-légale présentant un profil valide sur le plan neuropsychologique.

La comparaison des performances obtenues au 48-I et à d'autres tests de mémoire conventionnels (épreuve des *15 mots de Rey* et *figure complexe de*

Rey) a mis en évidence un profil très particulier chez les simulateurs : au test des 48-I, leur performance est similaire à celle des amnésiques alors qu'à l'épreuve des *15 mots de Rey*, ils se comportent aux rappels libres (essai 5, total 1 à 5, rappel immédiat après interférence, rappel différé) comme les patients présentant des troubles de mémoire de légers à modérés d'étiologies variées. En revanche, leur performance en reconnaissance immédiate est unique : elle est à peine meilleure que celle des amnésiques, mais bien en deçà de ce qui est noté dans les autres populations cliniques. De plus, contrairement à ce qui est généralement noté en clinique, la reconnaissance ne facilite pas la récupération des mots non évoqués chez les simulateurs. Au contraire, certains mots correctement évoqués ne sont pas reconnus, un phénomène rare, même chez les amnésiques. Par ailleurs, au rappel immédiat de la *figure complexe de Rey*, les simulateurs ont tendance à offrir une meilleure performance que les patients qui commettent plus de trois erreurs au 48-I. Par conséquent, le rappel immédiat de la *figure complexe de Rey*, pris isolément, ne constitue pas un bon indice pour détecter la simulation des troubles de la mémoire. Toutefois, l'association de ces deux mesures (score supérieur ou égal à 10 au rappel immédiat de la *figure complexe de Rey* et score inférieur ou égal à 45/48 au 48-I) soulève la possibilité de simulation. La sensibilité des épreuves en choix forcés pour la détection de la simulation a été confirmée dans plusieurs études utilisant une variété de stimuli, qu'il s'agisse de mots, d'images ou de chiffres (Guilmette, Hart, & Giuliano, 1993). L'intérêt du 48-I, comparativement au TOMM, est qu'il est beaucoup

plus rapide et probablement aussi sensible, voire davantage, en raison de l'utilisation de stimuli plus complexes (souvent de petites scènes) et moins habituels (les objets sont plus anciens et plus rares). En effet, comme la reconnaissance de stimuli visuels est facilitée par la vivacité des images (Standing, 1973) et la profondeur de l'encodage réalisé (Craik & Lockhart, 1972), on peut penser que la performance des patients sera meilleure au 48-I qu'au TOMM en raison de la nature plus élaborée des images, ce qui permettrait de distinguer davantage leur performance de celle de simulateurs (plus grand écart entre les groupes). Il serait intéressant de comparer directement, dans une étude ultérieure, les performances au TOMM et au 48-I.

Le profil observé chez les simulateurs est donc unique dans la mesure où il ne se retrouve chez aucun patient avec atteinte neurologique ou dans des maladies affectives. On utilise souvent le terme « tests d'effort » (Bigler, 2012) pour identifier les tests de validité des symptômes, comme si la performance notée chez les simulateurs était le résultat d'un manque d'effort. Or, ce qui est observé chez les simulateurs est diamétralement opposé à ce qui est attendu lors d'un manque d'effort; les tests les plus simples (reconnaissance à choix forcés) sont les plus touchés, alors que les tests nécessitant une bonne mobilisation des ressources cognitives (rappels libres) sont généralement peu touchés (Larrabee, 2012).

Notre étude comporte évidemment des faiblesses. Le fait qu'elle soit en partie rétrospective a limité le nombre de tests qu'il était possible d'examiner. C'est la raison pour laquelle seules l'épreuve d'apprentissage des *15 mots de Rey* et la *figure complexe de Rey* ont été conservées pour les analyses, ces deux tests étant couramment administrés en clinique. De plus, aucun autre test reconnu de validité des symptômes (comme le TOMM ou l'*Amsterdam Short-Term Memory Test*) n'était administré de façon systématique, ce qui ne permet pas d'effectuer une comparaison des sensibilités et spécificités.

Une deuxième limite est l'absence de données quant au statut psychologique de nos participants, sauf évidemment ceux présentant des troubles dépressifs, anxieux ou une maladie psychiatrique. En clinique, il est essentiel de faire une évaluation psychologique détaillée (p. ex., personnalité, motivations, attentes) dans les cas où l'on soupçonne la production intentionnelle de déficits cognitifs afin de pouvoir préciser le diagnostic (simulation vs. trouble factice) et d'orienter le patient pour une prise en charge appropriée. En clinique, il est également essentiel de bien évaluer le contexte dans lequel se déroule l'évaluation, informer le client/patient que les tests employés sont fiables et que, même s'il présente une

atteinte subtile, cette dernière pourra être détectée. On doit aussi informer le patient/client qu'il doit réaliser les tests avec application, car sinon les résultats sont difficiles à interpréter. Il est important d'utiliser plusieurs mesures visant à apprécier la validité des symptômes et non une seule.

En conclusion, le 48-I est une mesure sensible à la simulation. Son administration est simple et rapide. De plus, son utilisation en clinique chez des patients avec une atteinte significative de la mémoire, sa raison d'être originale, est particulièrement intéressante puisqu'il s'agit d'un test qui n'est pas confrontant et qui peut apporter des informations précieuses ainsi qu'orienter la suite de l'évaluation. Les données de références présentées ici seront certainement utiles à cette fin.

Références

- American Psychiatric Association. (2015). *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (5e éd.; traduit par M.-A. Crocq et J. D. Guelfi). Issy-les-Moulineaux, France: Elsevier Masson.
- An, K. Y., Kaploun, K., Erdodi, L. A., & Abeare, C. A. (2017). Performance validity in undergraduate research participants: A comparison of failure rates across tests and cutoffs. *The Clinical Neuropsychologist*, *31*, 193-206. doi: 10.1080/13854046.2016.1217046.
- Barthélémy, R., Lenne, B., Hauteceur, P., & Antoine, P. (2014). Simulation des troubles cognitifs: aspects conceptuels et méthodologiques. *Revue de neuropsychologie*, *6*, 110-116. doi: 10.3917/rne.062.0110
- Bernard, L. C. (1991). The detection of faked deficits on the Rey Auditory Verbal Learning Test: The effect of serial position. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *6*, 81-88. doi: 10.1016/0887-6177(91)90024-4
- Bernard, L. C., Houston, W., & Natoli, L. (1993). Malingering on neuropsychological memory tests: Potential objective indicators. *Journal of Clinical Psychology*, *49*, 45-53. doi: 10.1002/1097-4679(199301)49:1<45::AID-JCLP2270490107>3.0.CO;2-7
- Bianchini, K. J., Mathias, C. W., & Greve, K. W. (2001). Symptom validity testing: A critical review. *The Clinical Neuropsychologist*, *15*, 19-45. doi: 10.1076/clin.15.1.19.1907
- Bigler, E. D. (2012). Symptom validity testing, effort, and neuropsychological assessment. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *18*, 632-640. doi: 10.1017/S1355617712000252
- Binder, L. M. (1993). Assessment of malingering after mild head trauma with the Portland Digit Recognition Test. *Journal of Clinical and*

- Experimental Neuropsychology*, 15, 170-182. doi: 10.1080/01688639308402555
- Bortnik, K. E., Boone, K. B., Marion, S. D., Amano, S., Ziegler, E., Victor, T. L., & Zeller, M. A. (2010). Examination of various WMS-III logical memory scores in the assessment of response bias. *The Clinical Neuropsychologist*, 24, 344-357. doi: 10.1080/13854040903307268
- Chouinard, M.-J. & Rouleau, I. (1997). The 48-Pictures Test: A two-alternative forced-choice recognition test for the detection of malingering. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 3, 545-552.
- Craik, F. I. & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 11, 671-684. doi: 10.1016/S0022-5371(72)80001-X
- Delis, D., Kramer, J., Kaplan, E., & Ober, B. (1987). *California verbal learning test research edition manual*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Delis, D. C. & Wetter, S. R. (2007). Cogniform disorder and cogniform condition: Proposed diagnoses for excessive cognitive symptoms. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22, 589-604.
- Galli, S., Tatu, L., Bogousslavsky, J., & Aybek, S. (2018). Conversion, factitious disorder and malingering: A distinct pattern or a continuum? *Neurologic-Psychiatric Syndromes in Focus-Part II* (Vol. 42, pp. 72-80). Bâle, Suisse: Karger Publishers.
- Guilmette, T. J., Hart, K. J., & Giuliano, A. J. (1993). Malingering detection: The use of a forced-choice method in identifying organic versus simulated memory impairment. *The Clinical Neuropsychologist*, 7, 59-69. doi: 10.1080/13854049308401888
- Guilmette, T. J., Hart, K. J., Giuliano, A. J., & Leininger, B. E. (1994). Detecting simulated memory impairment: Comparison of the Rey Fifteen-Item Test and the Hiscock forced-choice procedure. *The Clinical Neuropsychologist*, 8, 283-294. doi: 10.1080/13854049408404135
- Iverson, G. L. & Binder, L. M. (2000). Detecting exaggeration and malingering in neuropsychological assessment. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 15, 829-858. doi: 10.1097/00001199-200004000-00006
- Lamb, D. G. & Prigantano, G. (2000). Malingering and feigned memory disorders. In G. E. Berrios & J. R. Hodges (Eds.), *Memory disorders in psychiatric practice* (pp. 456-478). Cambridge, Angleterre: University Press.
- Larrabee, G. J. (2003). Detection of malingering using atypical performance patterns on standard neuropsychological tests. *The Clinical Neuropsychologist*, 17, 410-425. doi: 10.1076/clin.17.3.410.18089
- Larrabee, G. J. (2012). Performance validity and symptom validity in neuropsychological assessment. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 18, 625-630. doi: 10.1017/S1355617712000240
- Meyers, J. E. & Meyers, K. R. (1995). *Rey Complex Figure Test and recognition trial professional manual*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.
- Meyers, J. E. & Volbrecht, M. (1999). Detection of malingerers using the Rey Complex Figure and recognition trial. *Applied Neuropsychology*, 6, 201-207. doi: 10.1207/s15324826an0604_2
- Powell, M. R., Gfeller, J. D., Oliveri, M. V., Stanton, S., & Hendricks, B. (2004). The Rey AVLT serial position effect: A useful indicator of symptom exaggeration? *The Clinical Neuropsychologist*, 18, 465-476. doi: 10.1080/1385404049052409
- Rey, A. (1959). *Test de copie et de reproduction de mémoire de figures géométriques complexes*. Paris, France: Éditions du centre de psychologie appliquée.
- Schagen, S., Schmand, B., Sterke, S. D., & Lindeboom, J. (1997). Amsterdam Short-Term Memory Test: A new procedure for the detection of feigned memory deficits. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 19, 43-51. doi: 10.1080/01688639708403835
- Schroeder, R. W., Buddin Jr, W. H., Hargrave, D. D., VonDran, E. J., Campbell, E. B., Brockman, C. J., . . . Baade, L. E. (2012). Efficacy of Test of Memory Malingering Trial 1, Trial 2, the Retention Trial, and the Albany Consistency Index in a criterion group forensic neuropsychological sample. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 28, 21-29. doi: 10.1093/arclin/acs094
- Schwartz, E. S., Erdodi, L., Rodriguez, N., Ghosh, J. J., Curtain, J. R., Flashman, L. A., & Roth, R. M. (2016). CVLT-II forced choice recognition trial as an embedded validity indicator: A systematic review of the evidence. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 22, 851-858. doi: 10.1017/S1355617716000746
- Signoret, J. (1979). 144 Memory battery scale. *International Neuropsychology Society Bulletin*, 2, 26.
- Slick, D. J., Sherman, E. M., & Iverson, G. L. (1999). Diagnostic criteria for malingered neurocognitive dysfunction: Proposed standards for clinical practice and research. *The Clinical Neuropsychologist*, 13, 545-561. doi: 10.1076/1385-4046(199911)
- Standing, L. (1973). Learning 10000 pictures. *The Quarterly journal of experimental psychology*, 25, 207-222. doi: 10.1080/14640747308400340
- Suhr, J. A. (2002). Malingering, coaching, and the serial position effect. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 17, 69-77. doi: 10.1093/arclin/17.1.69

- Swihart, A. A., Harris, K. M., & Hatcher, L. L. (2008). Inability of the Rarely Missed Index to identify simulated malingering under more realistic assessment conditions. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *30*, 120-126. doi: 10.1080/13803390701249044
- Teichner, G. & Wagner, M. T. (2004). The Test of Memory Malingering (TOMM): Normative data from cognitively intact, cognitively impaired, and elderly patients with dementia. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *19*, 455-464. doi: 10.1016/S0887-6177(03)00078-7
- Tombaugh, T. N. (1997). The Test of Memory Malingering (TOMM): Normative data from cognitively intact and cognitively impaired individuals. *Psychological Assessment*, *9*, 260. doi: 10.1037/1040-3590.9.3.260
- Wechsler, D. (1997). *Wechsler memory scale-third edition administration and scoring manual*. San Antonio, TX: Pearson Assessments.

Reçu le 15 janvier 2019
Révision le 29 avril 2019
Accepté le 17 mai 2019 ■

Perception of eye gaze direction in a case of acquired prosopagnosia

Britt Erni, Ph. D., Roland Maurer, Ph. D., Dirk Kerzel, Ph. D., & Nicolas Burra, Ph. D.

Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation, Université de Genève

The ability to perceive the direction of eye gaze is critical in social settings. Brain lesions in the superior temporal sulcus (STS) impair this ability. We investigated the perception of gaze direction of PS, a patient suffering from acquired prosopagnosia (Rossion et al., 2003). Despite lesions in the face network, the STS was spared in PS. We assessed perception of gaze direction in PS with upright, inverted, and contrast-reversed faces. Compared to the performance of 11 healthy women matched for age and education, PS demonstrated abnormal discrimination of gaze direction with upright and contrast-reversed faces, but not with inverted faces. Our findings suggest that the inability of the patient to process faces holistically weakened her perception of gaze direction, especially in demanding tasks.

Keywords: prosopagnosia, gaze, gaze direction, face perception, social attention

La capacité de percevoir la direction du regard est essentielle dans les contextes sociaux, mais peut être altérée par les lésions cérébrales dans le sillon temporal supérieur (STS). Nous avons étudié la perception du regard dans un cas pur de prosopagnosie acquise, la patiente PS (Rossion et al., 2003). Malgré des lésions dans le réseau cérébral traitant les visages, le STS a été épargné chez PS. Nous avons évalué la perception de la direction du regard en présentant des visages droits, inversés et avec contraste inversé. En comparaison à 11 femmes saines appariées en âge et éducation, les performances de la patiente ont montré une discrimination anormale du regard uniquement avec les visages droits et à contraste inversé. Nos résultats suggèrent que l'incapacité de la patiente à traiter des visages de manière holistique a réduit sa capacité à percevoir la direction du regard, en particulier quand la tâche est exigeante.

Mots clés : prosopagnosie, regard, direction du regard, perception du visage, attention sociale

The human face is the principal cue to recognize people we know. However, faces convey more than information about identity. Other social information such as emotions or intentions might be inferred by diagnostic facial features. Specifically, intentions can be inferred from head orientation or gaze direction (Allison, Puce, & McCarthy, 2000; Nummenmaa & Calder, 2009). In addition, gaze direction indicates another person's focus of attention and allows for gaze following in joint attention (Emery, 2000). Thus, perception of gaze provides humans with critical information for day-to-day social interaction.

Distinct mechanisms and neural substrates underlie the ability to recognize faces and gaze direction. In 1986, Bruce and Young proposed a cognitive model in which two distinct mechanisms enable the visual analysis of a face. One mechanism would process the invariant aspects of a face (i.e., identity), while

another mechanism would process the changing aspects of a face (i.e., facial expressions, or movements of mouth and lips). Consequently, facial expressions and gaze direction would be processed by brain networks independent of those responsible for face recognition. Accordingly, neuroimaging studies confirmed specialized neural processing systems that are specific to invariant and changing aspects of a face (see Haxby, Hoffman, & Gobbini, 2000). Two brain regions have been shown to contribute to the processing of invariant aspects of the face: the fusiform face area (FFA) and the occipital face area (OFA). The FFA is a module specific to holistic face processing (Kanwisher, McDermott, & Chun, 1997; Rossion et al., 2000). The OFA, situated in the inferior occipital cortex posterior to the FFA, is also more sensitive to faces than non-face objects (Gauthier et al., 2000; Rossion et al., 2000). Activity in the OFA reflects processing of internal and external facial features, like eyes, nose and hair (Kamps, Morris, & Dilks, 2019). Haxby et al. (2000) suggested that the FFA receives information about facial features from the OFA. Further, the recognition of facial identity is achieved through a holistic or configural process in

Correspondence concerning this article should be addressed to/ La correspondance concernant cet article doit être adressée à :
Nicolas Burra, Ph.D., Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation, Université de Genève
40 bd du Pont d'Arve, Geneva, Switzerland
E-mail/courriel: nicolas.burra@unige.ch

which the different parts of the face are simultaneously integrated into a single representation rather than being processed separately (Bruce & Humphreys, 1994). To date, however, none of these brain regions is considered critical in the perception of gaze direction.

The perception of gaze direction is associated with a brain network that involves the posterior superior temporal sulcus (posterior STS) (Hoffman & Haxby, 2000). Many studies support the critical contribution of the STS in analyzing the direction of gaze in humans (Allison et al., 2000; Calder et al., 2007; Carlin, Calder, Kriegeskorte, Nili, & Rowe, 2011; Ethofer, Gschwind, & Vuilleumier, 2011; Haxby et al., 2000; Hoffman & Haxby, 2000; Nummenmaa & Calder 2009; Puce, Allison, Bentin, Gore, & McCarthy, 1998; Wicker, Michel, Henaff, & Decety 1998) and in non-human primates (Perrett, Rolls, & Caan, 1982; Perrett et al., 1985).

In addition to neuroimaging and animal studies, insights into the distinct neural networks for the processing of invariant and changing features of faces come from the observation of patients with focal brain lesions. These lesions lead to a selective deficit in the ability to recognize familiar faces (e.g., family, relatives, friends, famous people), but a relatively preserved capacity to recognize objects. The condition is referred to as prosopagnosia (Hecaen & Angelergues, 1962; McNeil & Warrington, 1993). Typically, prosopagnosia is associated with right hemispheric lesions in the ventral occipito-temporal cortex (De Renzi, 1986), which is where the occipital and fusiform face areas (FFA) are located (Benton, 1980; Damasio, Damasio, & Van Hoesen, 1982). Prosopagnosia is a very rare condition that cannot be explained by low-level visual deficits or by cognitive impairment (e.g., confusion, aphasia, amnesia, or other forms of intellectual deterioration; Joubert, Rossion, & Busigny, 2008). Interestingly, patients suffering from prosopagnosia are often able to judge the gender, the age and the dynamic aspects of a face (Sergent & Poncet, 1990; Tranel, Damasio, & Damasio, 1988). For instance, the ability to determine gaze direction of frontal faces was preserved in seven cases of prosopagnosia (Duchaine, Jenkins, Germine, & Calder, 2009) and the capacity to accurately judge gaze direction was preserved in one case of acquired prosopagnosia, the patient PS (Burra, Kerzel, & Ramon, 2017).

Conversely, lesions of the STS impair gaze perception in humans and non-human primates. In macaques, bilateral ablation of the STS produced an impairment in the ability to perceive gaze direction (Campbell, Heywood, Cowey, Regard, & Landis, 1990; Heywood & Cowey, 1992). In humans, lesions

leading to a specific impairment in the perception of gaze direction are scarce. However, Akiyama et al. (2006a) described the patient MJ, who suffered from a lesion in the right superior temporal gyrus. MJ had difficulty processing gaze direction, while being easily capable of orienting her attention in the direction of an arrow (Akiyama et al., 2006b). Thus, a lesion in her STS caused a deficit in her ability to use biological information about direction (i.e., eye gaze), while her ability to use non-biological directional symbols was spared. According to the authors, this dissociation implies that the STS is specialized in gaze processing, while the FFA and OFA are more involved in face recognition. The case of MJ provides evidence for the dissociation between the processing of invariant and changing facial features, as proposed in Bruce and Young's (1986) model and elaborated by Haxby et al. (2000).

However, there is some evidence that prosopagnosic patients have difficulty processing gaze direction. Campbell et al. (1990) asked two prosopagnosic patients and two healthy controls to discriminate gaze direction. One patient showed a mild deficit in discriminating gaze direction, which was only apparent with small deviations of gaze direction. In contrast, the other patient was unable to discriminate gaze direction. The authors stressed that the discrepancy could not be explained by differences in low-level impairments or differences in the etiology or localization of the lesion. However, subsequent studies with other prosopagnosic patients failed to show impaired perception of gaze direction (Duchaine et al., 2009; Burra et al., 2017). However, it is difficult to reconcile the conflicting results because the latter studies did not provide a detailed examination of the perception of gaze direction.

In the current study, we suggest that abnormal perception of gaze direction in prosopagnosic patients occurs when variations of gaze direction are subtle and difficult to distinguish, but not when variations of gaze direction are obvious and easy to distinguish. In fact, the visible part of the eyes is critical to accurately judge gaze direction. With frontal faces, judgments of gaze direction do not require global processing, but can be based on the comparison of the white surface area (i.e., the sclera) on the left and right side of the eye (Kobayashi & Kohshima, 1997). However, when the head orientation deviates from straight ahead, this strategy is no longer available (Balsdon & Clifford, 2017; Otsuka, Mareschal, Calder, & Clifford, 2014). Some studies with prosopagnosic patients used stimuli with frontal head orientation (Duchaine et al., 2009; Burra et al., 2017), while others used stimuli with deviated head orientation (De Haan & Campbell, 1991; McConachie, 1976; Perrett et al., 1988) and differences between studies may arise from

differences in task difficulty caused by head orientation.

To evaluate effects of task difficulty, we systematically assessed the relationship between the processing of face identity (i.e., invariant processing) and the processing of gaze direction (i.e., variant processing) with frontal and deviated head orientation in a well-established case of acquired prosopagnosia, the patient PS. Her pattern of brain damage was particularly informative because two core regions of the invariant network (the right inferior occipital gyrus and the left middle fusiform gyrus) were affected. Critically, the STS was spared bilaterally (Sorger, Goebel, Schiltz, & Rossion, 2007). Consequently, PS suffers from selective impairment in recognizing individuals by their faces (i.e., prosopagnosia) with no other cognitive deficit. Importantly, she shows no impairment of object recognition or low-level visual functions (see Rossion, 2014 for a review). Hence, PS provides the unique opportunity to investigate the perception of gaze direction despite impaired face recognition. While some prior results point to a deficit in the processing of the eye region, the perception of gaze direction was never investigated in detail. Prior studies revealed that PS lost her ability to extract diagnostic information from the eyes to identify familiar faces, which she compensated by using the lower part of the face such as the mouth and external contours (Caldara et al., 2005). Furthermore, in an identity-matching task, PS was not sensitive to differences in the eye area (Burra et al., 2017; Ramon & Rossion, 2010). In addition, PS did not exhibit the reflexive gaze cueing effect (Burra et al., 2017), where attention is rapidly allocated in the same direction as another person's gaze (Driver et al., 1999). Together, these results indicate that the perception of eyes and gaze direction in PS is impaired.

In a previous study, we assessed the perception of gaze direction in patient PS using frontal faces with easily distinguishable gaze directions (i.e., left, right, center). In line with the prior literature, we did not observe any deficit (Burra et al., 2017). However, it is likely that a potential deficit is not noticeable with easily distinguishable stimuli. Rather, a more demanding task is necessary (as in Campbell et al., 1990). Hence, we included gaze directions that were harder to distinguish (up-left, up-right, down-left, down-right), and therefore more demanding (for a similar approach concerning social cognition in patients suffering from degenerative disorders, see Snowden et al., 2003). Furthermore, we included deviated head orientations that require integration of head and gaze cues (Langton, Watt, & Bruce, 2000). In past studies, deficits in gaze perception were more clearly visible with deviated head orientation than

with frontal face images (De Haan & Campbell, 1991; McConachie, 1976; Perrett et al., 1988).

In addition to upright faces, we used inverted faces and contrast-reversed faces. The ability to recognize identity is impaired with inverted faces compared to upright faces, mainly because holistic processing is reduced (Jenkins, 1998; Vecera & Johnson, 1995). Perception of gaze direction is also deteriorated with inverted faces (Jenkins & Langton, 2003). However, in comparison with normal subjects, patients with prosopagnosia show less deficit when faces are inverted, suggesting that inverted faces are processed more like objects (Farah, Wilson, Drain, & Tanaka, 1995; Yin, 1970). Notably, the inversion effect is absent in PS (Busigny & Rossion, 2010), consistent with the claim that acquired prosopagnosia is associated with an impairment in holistic processing. To our knowledge, the effect of face inversion on the perception of gaze direction has not been investigated in prosopagnosic patients. We hypothesized that inverted faces would impair perception of gaze direction less in PS than in healthy controls because inverted faces require less holistic perception.

Furthermore, we reversed the contrast of the faces so that the sclera was dark instead of white and the iris was bright instead of dark. Ricciardelli, Baylis and Driver (2000) demonstrated that contrast reversal degraded the perception of gaze direction in healthy participants. The detrimental effect of contrast reversal on perception was larger for gaze direction than head orientation. The authors suggested that these results support the existence of a specialized eye-gazing system that tracks the darkest region of the eye (see Kobayashi & Kohshima, 1997). Interestingly, PS reported using an atypical strategy to infer gaze direction in others where she used exclusively the sclera. Therefore, we predicted that performance would be more strongly impaired in PS than in healthy controls because changing the polarity of the sclera would prevent PS from using her sclera-based strategy. The reason for this effect is that the sclera was dark and could be confounded with the skin of the face.

In sum, we predicted that PS's performance would be impaired on all tasks compared to healthy controls except for the inverted faces condition. For this condition, we predicted no significant difference because the reduction of holistic processing with inverted faces may facilitate performance in PS, whereas it degrades performance in healthy controls.

Method

Participants

The patient PS. PS is right-handed and was 67 years old at the time of testing (born in 1950). She suffered from a closed head injury in 1992 (hit in the back of the head by a bus). PS's clinical history and functional deficit have already been described and investigated in numerous publications (e.g., Burra et al., 2017; Busigny & Rossion, 2010; Caldara et al., 2005; Ramon, Busigny, Gosselin, & Rossion, 2016; Ramon & Rossion, 2010; Rossion, 2014; Rossion et al., 2003; Schiltz et al., 2006; Sorger et al., 2007). The head trauma left her with lesions in regions including the left mid-ventral (mainly fusiform gyrus) and the right inferior occipital cortex, as well as minor damage to the left posterior cerebellum and the right middle temporal gyrus (cf. Figure 1; for details see Sorger et al., 2007).

Following successful neuropsychological rehabilitation (Mayer, Fistarol, & Valenza, 1999; Mayer & Rossion, 2007), her only deficit was impaired face recognition. However, this selective deficit interfered significantly with her daily life. In everyday interactions, she reports using derived semantic representations and various non-facial cues such as the voice, posture, gait, as well as haircut, earrings, external contour of the face and other contextual information to determine a person's identity. In contrast, she never mentioned referring to

specific parts of the face such as the eyes, the mouth or the nose to determine the identity of an individual.

Currently, PS's complaints relate specifically to face processing, both in identity recognition and gaze perception. Regarding perception of the eyes, she describes using the mouth rather than the eyes to recognize others' emotions. She reports exploring faces part by part, unlike a healthy adult who performs a configural analysis in which the different parts of the face are simultaneously integrated into a single representation (Bruce & Humphreys, 1994). Similar to other prosopagnosic patients (Sergent & Poncet, 1990; Tranel et al., 1988), PS did not complain about difficulty in discriminating gaze direction. However, in some real-world situations, she reports having difficulty identifying whether someone is looking at her or not (e.g., when singing in a choir, she does not know whether the conductor is visually addressing her or someone close by). These problems may suggest that gaze perception in PS is abnormal, even though her STS has remained intact. Possibly, the underlying cause is an imperfect integration of the different parts of the face (including the parts composing the eye) to form a holistic/configural percept.

To assess her current cognitive abilities, a neuropsychological examination was conducted. PS had an abnormally low score (24/54) in the *Benton Facial Recognition Test* (BFRT; Benton & van Allen, 1972). This result was confirmed with two more recent tests of face perception. In the *Cambridge Face Memory Test* (CFMT; Duchaine & Nakayama, 2006), her score was severely impaired in the short (32/72) and the long version (37/102). Similarly, her performance was impaired in the *Cambridge Face Perception Test* (CFPT; Duchaine, Germine, & Nakayama, 2007), with a score of 66% in the upright and 88% in the inverted version (chance level at 93.3%). Her performance was also very poor in a test evaluating her capacity to recognize famous people before 1990 (6/20). This test had been created for PS during this study, as her accident happened in 1990. These deficits contrast with her good performance in tasks assessing memory, executive functions, attention, and spatial perception. The aspects of memory that we assessed were verbal working memory (*Hebb span*; Hebb, 1961; *Letter-Number sequencing*; Wechsler, 2008), visuospatial working memory (MEM III; Wechsler, 2001), and anterograde memory (visual recognition in *The Doors and People Test*; Baddeley, Emslie & Nimmo-Smith, 1994, and a reminder of the tasks performed during each interview). The aspects of executive functioning were mental flexibility (*Trail Making Test B*; Tombaugh, 2004), verbal fluency (phonological and categorical fluency), visuospatial fluency (*Five-Points Test*; Lezak, 1995) and inhibition (*Stroop Victoria*; Bayard,



Figure 1. Brain damage of the acquired prosopagnosic patient PS. Lesions are localized in the left middle fusiform gyrus (A) and the right inferior occipital cortex (B). R = right hemisphere.

Table 1
Results of PS in the neuropsychological examination

Test	Raw score, performance descriptors
Perceptual processing (screening tests)	
<i>Swiss map recognition</i>	1/1
<i>Placement of regions and cities on the map</i>	6/6
<i>Recognition of a complex drawing (Bœufs de Barbizet)</i>	1/1
<i>Illusory contours identification</i>	3/3, slowed
<i>Semantic associations</i>	4/4
<i>Associations in non-canonical views</i>	4/4
<i>Functional associations</i>	2/2
<i>Categorical associations</i>	2/2
<i>Chimeras discrimination</i>	6/6
<i>Overlapping shapes identification</i>	10/10
<i>Fragmented objects recognition</i>	6/6, slowed
<i>Navon letters</i>	16/16
<i>Ishihara test</i>	2/2
Perceptual processing (standardized tests)	
<i>Benton line orientation (form H)</i>	29/30, normal
<i>Birmingham Object Recognition Battery (BORB)</i>	
<i>Overlapping shapes (test6)</i>	normal (accuracy), slowed (RT)
Face processing	
<i>Benton Facial Recognition Test</i>	24/54, strongly impaired
<i>Cambridge Face Memory Test</i>	32/72 (short version); 37/102 (long) version)
<i>Cambridge Face Perception Test</i>	66% in upright; 88% in inverted conditions
<i>Identification of celebrities known before 1990 (screening)</i>	6/20, impaired
Working memory	
<i>MEM-III (visuospatial)</i>	12, normal, percentile 25
<i>Direct</i>	8, normal, percentile 75
<i>Indirect</i>	4, normal, percentile 15
<i>Hebb span (verbal)</i>	8, normal, percentile > 75
<i>Letter-Number sequencing (WAIS-IV)</i>	20, normal, percentile > 75
Long-term visual memory	
<i>Doors test</i>	21/24, normal, percentile > 75
<i>Part A</i>	12/12, normal, percentile > 75
<i>Part B</i>	9/12, normal, percentile > 75
Executive functioning	
<i>Trail Making Test</i>	
<i>Part A (speed processing)</i>	38'', normal (RT and accuracy)
<i>Part B (mental flexibility)</i>	63'', normal (RT and accuracy)
<i>Verbal fluency (I')</i>	
<i>Phonological (letter M)</i>	8, normal, percentile 10
<i>Categorical (animals)</i>	14, normal, percentile 10
<i>Visuospatial fluency (Five-Points Test)</i>	29, normal, percentile 50
<i>Victoria Stroop test (Interference condition)</i>	22'', normal (RT and accuracy)
Spatial orientation	
<i>Landmark recognition in Geneva (screening)</i>	20/20
<i>Road Map Test</i>	24/32, normal
<i>Cognitive map recall test (CMRT)</i>	
<i>Distances</i>	9/12, normal
<i>Directions</i>	7/12, normal, slowed (RT)

Note. impaired = when PS's performance was inferior to $M - 1.96$ (SD), was below percentile 5, or was below the border-line score, normal = within normal range (within $M \pm 1.96$ SD), RT = reaction time.

Erkes, & Moroni, 2009). Attention was assessed by the speed of processing (*Trail Making Test A*; Tombaugh, 2004). The aspects of spatial processing that we assessed were spatial orientation including recognition of familiar landmarks (a screening test created in this study for PS from famous landmarks in her hometown), visuospatial perspective-taking (*Road Map Test*; Money, Alexander, & Walker, 1976), evocations and recall of the cognitive map (*Cognitive Map Recall Test*; Descloux & Maurer, 2018), and low-level visuospatial judgments (*Benton Line Orientation Test*; Benton, Varney, & Hamsher, 1978). Additionally, PS did not show any deficit in recognizing objects, but appeared to be slower than controls in identifying overlapping shapes (*Birmingham Object Recognition Battery*; Riddoch & Humphreys, 1993). Test scores are summarized in Table 1. These tests were administered in the same five sessions where gaze perception was assessed.

Age-matched control participants. Eleven women, matched for age (mean age: 66.4 ± 1.3 years; range: 64 - 68) and education level, participated as healthy controls in the experiments on the perception of gaze direction. All subjects met the main inclusion criteria of the study, as they had no history of psychiatric or neurological diseases and had no cognitive complaints.

Behavioral tests: computerized tests of the perception of gaze direction

PS's gaze direction detection abilities were tested using three analogous tasks in which face stimuli were presented with PowerPoint on a computer monitor.

Upright faces. The stimuli consisted of 48 black-and-white photographs of the faces of two men and two women presented on a black background. The photographs were modified to obtain images of 640 x 480 pixels (size of 16.5 x 16.8 cm in PowerPoint). To produce the required eye deviations, including the upper-left, upper-right, lower-left and lower-right angles, the models were required to look at different markers placed at 30° of deviation from them. Head

orientation was frontal in 16 pictures and deviated by 30° in 32 pictures (16 in which the head deviated to the left and 16 in which the head deviated to the right). In all photos, four white squares (3 x 3 cm in PowerPoint) were shown. Each square contained a number (from 1 to 4) written in black. The model looked at one of those squares. Similar to Snowden et al. (2007), these squares were arranged in the corners of the photo (see Figure 2). For all faces, the squares were equidistant from the horizontal axis of the eyes and the vertical axis dividing the nose and mouth. Pictures were presented in the same random order to all participants. In eight additional items, the face was replaced by an arrow pointing in the direction of one of the four squares (see Figure 2). According to Schurz et al. (2015), arrows are classic control stimuli in attention research, and it has been shown that simple arrows can guide attention similar to gaze direction and body posture (Ristic, Friesen, & Kingstone, 2002; Tipples, 2002).

Inverted faces. Subsequently, PS and the healthy controls performed a second task to examine the effect of face inversion on the discrimination of gaze direction. This task included the same images as in the upright face task but with a 180° rotation (see Figure 3).

Reversed contrast. PS and healthy controls then performed a third task to investigate the strategy used by PS to detect gaze direction. Spontaneously, she reported using the sclera to identify gaze orientation. However, with reversed contrast, the sclera becomes dark and the iris becomes light, which would make her strategy ineffective. The same pictures were used as in the upright condition, but with reversed contrast (see Figure 4).

Canonical gaze direction (left, right, up, down). Finally, PS (but not the healthy controls) discriminated gaze direction of pictures showing the same models, but with canonical gaze direction. Thirty-two items were randomly displayed with frontal faces and highly discriminable gaze direction (i.e., left,

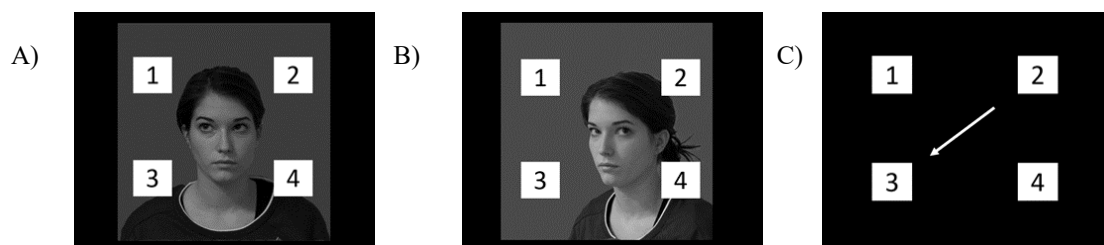


Figure 2. Examples of the upright stimuli. A) frontal face, B) face deviated face by 30° and C) non-biological stimulus. In these examples, the correct answers were 1, 2 and 3, respectively.

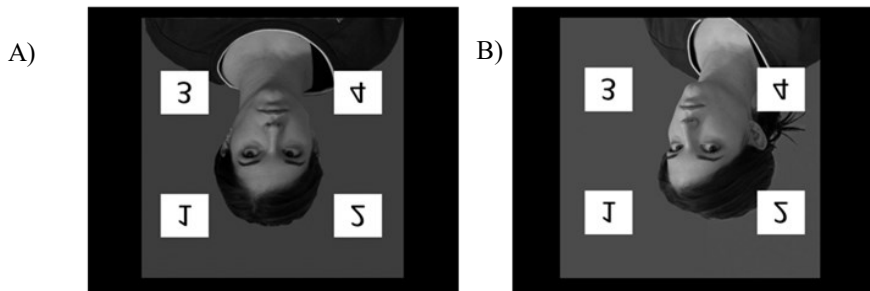


Figure 3. Examples of the inverted stimuli. A) frontal face, B) face deviated by 30°.

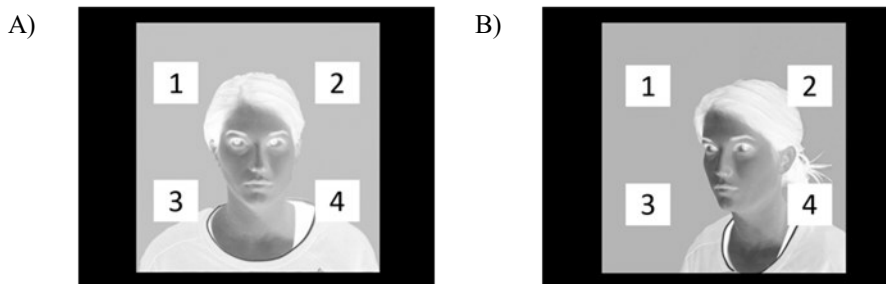


Figure 4. Examples of reversed contrast stimuli. A) frontal face, B) face deviated by 30°.

right, upward and downward gaze direction with 30° of deviation). She was asked to discriminate gaze direction, as in Burra et al. (2017).

Procedure

All participants were informed of the purpose of their participation in the study, as well as their rights, and signed an informed consent form. The procedure was approved by the ethics committee of the University of Geneva and the Geneva Cantonal Ethics Committee. For all experiments, participants were positioned at 54 cm from a 53.1 x 29.9 cm computer screen (1920 x 1080 pixel resolution). Stimulus presentation and response registration were controlled by the experimenter. Stimuli were presented until a response occurred. PS and control participants completed the three conditions in a fixed order. In each condition (upright faces, inverted faces, and reversed contrast), participants were asked to indicate gaze direction as accurately as possible. They were told: “Which of these squares is the person in the center interested in? You can tell me the number or show me with your finger.” The experimenter made sure that participants understood that it was necessary to use gaze direction to provide an answer to the question. The experimenter logged the responses on paper.

The order of the stimuli was fixed as follows. The frontal faces were presented first and their order was random but identical for all participants. Then, the deviated faces were presented, and their order was

determined in the same way. Conditions were blocked to facilitate performance. The easiest condition (frontal faces) was run first to determine whether PS was able to infer gaze direction when the head orientation was frontal. The eight arrow items were presented at the end of the procedure.

Analyses

PS’s performance in the three tasks assessing the ability to detect gaze direction was compared to the matched control group using the modified Crawford and Howell (1998) *t*-test for single-case studies. This method allows for the comparison of a single individual to a group of control persons with a modest *N*. The modified *t*-test evaluates whether the score of the single case differs significantly from that of the control participants by providing a point estimate of the abnormality of the score. In this study, a *p*-value of .05 was the threshold by which the results were considered abnormal. Analyses were conducted with software using the Crawford and Howell (1998) method *SINGLIMS.EXE: significance test and point & interval estimates of effect size and abnormality for a patient’s score* (Crawford & Garthwaite, 2002; Crawford, Garthwaite, & Porter, 2010).

A dissociation criterion was also used to examine dissociation between PS’s scores on the different tasks. This test reveals the degree of interdependence between different cognitive functions or components (Shallice, 1995). Classically, dissociation is said to

occur when a patient's performance on a task X is impaired, while it is preserved on a task Y. In the present study, we examined whether PS's performance on a condition X was impaired relative to the control group, while maintaining intact performance on a condition Y with respect to this same control group. We also evaluated whether PS's performance was impaired compared to the non-clinical sample for both conditions X and Y, and whether there was a significant difference in the degree of impairment on these tasks. The statistical method developed by Crawford and Garthwaite (2005), called *Revised Standardized Difference Test* (RSDT), was used to determine whether dissociation occurred between multiple tasks. This test allowed us to compute the differential deficit between tasks X and Y and to determine whether PS's scores revealed a *strong dissociation*. Strong dissociation refers to situations in which a patient shows significant deficits on tasks X and Y in comparison to the control group, and that in addition, a significant difference is found between tasks X and Y. In other words, strong dissociation is said to occur when performance of the patient is impaired in both tasks but more severely on one than the other (Crawford, Garthwaite, & Gray, 2003). This method reveals whether the difference between the patient's performances on tasks X and Y is unlikely to be caused solely by random factors; this is accomplished by statistically comparing the discrepancy between the patient's scores with the distribution of the differences in the control group. Moreover, this method allows us to determine the proportion of healthy controls who show a difference in performance between the tasks X and Y greater than that found in the single case. In this study, this

method was conducted using the software *Dissocs_ES.EXE: classical (frequentist) statistical methods for testing dissociations in single-case studies* (Crawford & Garthwaite, 2005).

Results

Upright faces: frontal vs. deviated head orientation

As displayed in Figure 5, the percentage of correct judgments of gaze direction was lower for PS than for healthy controls. The difference was significant for frontal faces (75% vs. 99%), $t(10) = -11.489$, $p < .001$, and for deviated faces (50% vs. 91%), $t(10) = -9.81$, $p < .001$. The RSDT method developed by Crawford et al. (2003) revealed that PS's performance with frontal and deviated faces was significantly different, $t(10) = 2.63$, $p = .03$, and the difference met the criterion for a strong dissociation. In addition, PS made no errors when judging the direction of eight arrows.

Inverted faces: frontal vs. deviated head orientation

As shown in Figure 5, the percentage of correct judgments did not differ between PS and healthy controls for inverted frontal faces (69% vs. 70%), $t(10) = -0.24$, $p = .41$, and inverted deviated faces (38% vs. 51%), $t(10) = -1.38$, $p = .098$. The RSDT method revealed that there was no significant difference between frontal and deviated faces for PS, $t(10) = 0.76$, $p = .47$, and thus, there was no dissociation.

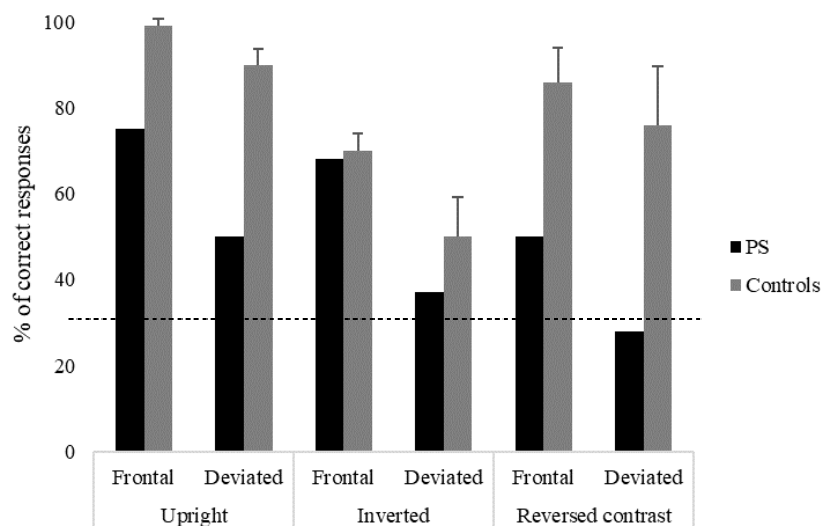


Figure 5. Percentage of correct responses for PS and the control participants as a function of face condition (upright, inverted, reversed contrast) and head orientation (frontal, deviated). The error bars represent the standard deviation of the sample. The dashed line indicates chance level (25%).

Faces with reversed contrast: frontal vs. deviated head orientation

As shown in Figure 5, the percentage of correct judgments was lower for PS than for healthy controls with reversed contrast frontal faces (50% vs. 87%), $t(10) = -4.428$, $p < .001$, and with reversed contrast deviated faces (28% vs 77%), $t(10) = -3.417$, $p = .003$. The *RSDT* method revealed that there was no significant difference between frontal and deviated faces for PS, $t(10) = 1.011$, $p = .33$, and thus, there was no dissociation.

Upright faces vs. inverted faces, collapsed across frontal and deviated

In the following analyses, we collapsed across frontal and deviated head orientation and compared a) upright and inverted faces and b) upright and reversed contrast faces. Means and standard deviations are shown in Figure 6.

For healthy controls, paired sample *t*-test revealed significantly more correct responses for upright (94%) than inverted faces (57%), $t(10) = 17.03$, $p < .001$. For PS, there was also a decrease from upright (58%) to inverted faces (48%), $t(10) = 6.01$, $p < .001$, but this difference was less pronounced than in healthy controls, which fulfills the criterion for dissociation according to the *RSDT* method.

Upright faces vs. reversed contrast faces, collapsed across frontal and deviated

For healthy controls, a paired sample *t*-test revealed a significantly higher accuracy for reporting gaze direction of upright (94%) than reversed contrast faces (80%), $t(10) = 3.94$, $p = .003$. For PS, accuracy

was also higher when judging gaze direction of upright (58%) than reversed-contrast (35%) faces, $t(10) = 4.73$, $p < .001$, but this difference was much larger, which fulfills the criterion for dissociation according to the *RSDT* method.

Canonical gaze direction (left, right, up, down)

When asked to judge gaze direction in the task using frontal faces with left, right, upward and downward gaze direction, PS was 100% accurate, which replicates our previous results (Burra et al., 2017).

Additional results: error types

For each lateral gaze direction (left, right), there were two vertical gaze directions (upper, lower). To evaluate whether errors were due to choosing the incorrect vertical or lateral direction, we divided errors into same-side errors (with wrong vertical direction) or opposite-side errors (with wrong lateral direction, collapsed across vertical direction).

Upright faces. When the head orientation was frontal, 100% of PS's errors were caused by choosing a response on the same side as the correct answer (same for the control group with a single error). When the head was deviated, 94% of PS's incorrect responses were opposite-side errors. The same pattern of errors was found in the control group, with 94% opposite-side errors.

Inverted faces. When the head orientation was frontal and inverted, 100% of errors made by PS and members of the control group were same-side errors. When the head was deviated and inverted, 80% of

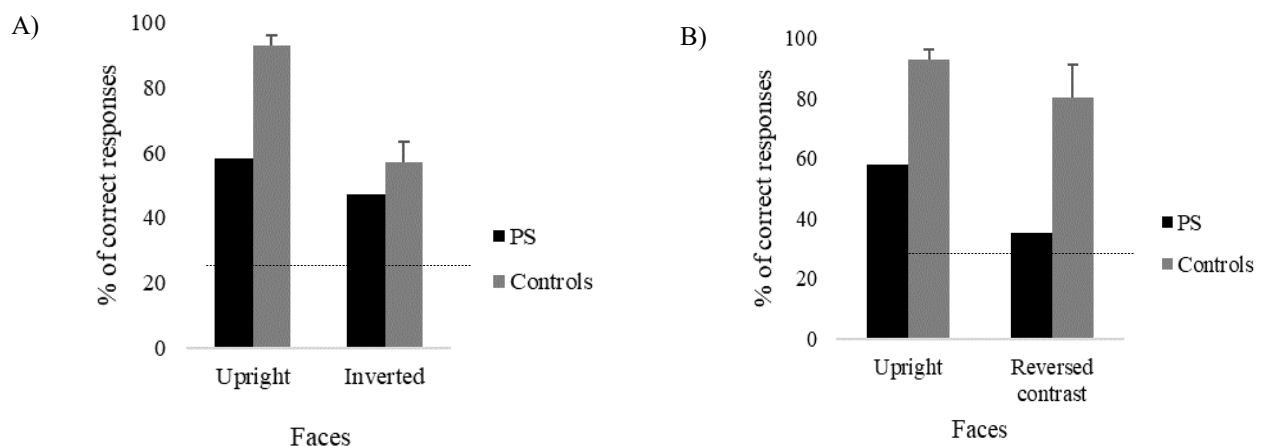


Figure 6. Percentage of correct responses for PS and the control participants. Scores are collapsed across frontal and deviated faces. To complement the text, we repeat results for the upright condition in panels A and B. In the text, we compared A) upright and inverted faces and B) upright and reversed contrast faces. The error bars represent the standard deviation of the sample. The dashed line indicates chance level (25%).

PS's incorrect responses were opposite-side errors. The control group made 53% opposite-side errors.

Reversed contrast. When the head orientation was frontal with reversed contrast, 100% of errors made by PS and members of the control group were same-side errors. When the head was deviated, 86% of PS's and 85% of healthy controls' incorrect responses were opposite-side errors.

In summary, when the head orientation was frontal, for PS and the control group, the majority of errors were same-side errors, showing that participants confused the vertical gaze directions. In contrast, when the head orientation was deviated, the majority of the errors were opposite-side errors, showing that participants confused the lateral direction of gaze.

Discussion

The main goal of this study was to provide a more comprehensive investigation of PS's ability to perceive gaze direction in others. Given her condition of acquired prosopagnosia, PS's difficulty in recognizing face identity has already been described in several studies (e.g., Rossion et al., 2003; Sorger et al., 2007). The present study details an examination of PS's ability to perceive gaze direction with upright, inverted, and reversed contrast faces.

We confirmed that when face stimuli were displayed in frontal view and gaze direction was easy to distinguish (canonical gaze directions: left, right, upward, and downward), PS's performance was at ceiling, which is in line with prior results (Burra et al., 2017; Duchaine et al., 2009). However, when gaze direction was more difficult to distinguish (gaze directed to the upper-left, upper-right, lower-left, and lower-right), the perception of gaze direction with frontal or deviated head orientation was impaired compared to a matched control group. These results imply that task demands are critical to observe a deficit in PS, which is consistent with previous work on other populations (De Haan & Campbell, 1991; McConachie, 1976; Perrett et al., 1988). In other words, the results suggest that abnormal processing of gaze direction only occurs when variations of gaze direction were subtle (upper-left, upper-right, lower-left, lower-right), unlike in previous studies where gaze direction was easy to distinguish (leftward, rightward, upward and downward) (Burra et al., 2017; Duchaine et al., 2009). This pattern of results reflects PS's strategy of comparing the surface area of the sclera on the left and right side of the eye (Kobayashi & Kohshima, 1997). This strategy becomes ineffective when the head is deviated.

While both PS and the control group were less accurate with inverted faces rather than upright faces,

the difference was much smaller in PS's results than in the control group's. The decrease in performance with inverted faces is well documented in healthy participants (e.g., Jenkins & Langton, 2003; Rhodes, Brake, & Atkinson, 1993; Yin, 1969). In addition, Rakover and Teucher (1997) found an effect of inversion on the recognition of isolated features of the face, with a greater effect on the eyes than the mouth, suggesting that upright face orientation might be important in the perception of the eyes. However, to our knowledge, no prior research has assessed the effect of face inversion on the ability to detect gaze direction in prosopagnosic patients. In fact, perception of gaze direction requires, at a local level, the ability to decompose the parts of eyes (pupil, iris, sclera). However, at a more global level, it requires that gaze and head orientation to be accurately integrated. In patients with acquired prosopagnosia, the latter process may be impaired. Thus, studies have revealed little impairment in the perception of gaze direction in patients with prosopagnosia when faces were inverted, suggesting that faces are processed more analytically, like objects (Farah et al., 1995; Yin, 1970). For instance, Busigny and Rossion (2010) confirmed that PS's performance was not reduced with inverted compared to upright faces when identity recognition with social and non-social stimuli were evaluated. In contrast, Anaki, Kaufman, Freedman and Moscovitch (2007) found that performance was reduced with inverted compared to upright faces in the prosopagnosic patient DBO when individual faces were discriminated. However, DBO presented an unusual neuropsychological profile compared to other cases of prosopagnosic patients. In the present study, which assessed the identification of gaze direction and not the recognition of faces, the inversion effect was present in control participants and to a lesser extent in PS, who showed just a small decrement with inverted compared to upright faces. The typical deleterious effect of inverted faces on gaze direction identification was therefore not absent in PS, but strongly reduced compared to the control group.

Finally, in order to interfere with PS's strategy of using the sclera to infer gaze direction, she was also presented with reversed-contrast faces where the eyes had a dark sclera and a bright iris. The results showed that PS's perception of gaze direction was significantly reduced compared to the control group and that no dissociation occurred between frontal and deviated head orientation. On the other hand, a strong dissociation between PS's accuracy of judging gaze direction in faces with and without reversed contrast was demonstrated. Both PS and healthy adults were less accurate in perceiving gaze direction when faces were presented with the reversed contrast as opposed to normal contrast, but the effect was amplified in PS. These results support the findings of Ricciardelli et al.

(2000) with a non-clinical population. Ricciardelli et al. showed that reversed contrast had a much more detrimental effect on the perception of gaze direction than on other directional judgments (e.g., judgment of the head orientation), suggesting that a specialized system of eye-gaze tracking exists, where the darkest region of the eye is the directing part. Probably, reversing the contrast of the face impaired PS's performance because the eye region contains contrast boundaries that separate different parts of the eyes and are critical for face detection and recognition processes (e.g., Sormaz, Andrews, & Young, 2013). Reversed contrast makes the sclera easy to confuse with the skin of the face, which may have prevented PS from using her strategy to derive gaze direction from the smaller part of the sclera.

In sum, the results of the present study support the hypothesis that the inability to process faces holistically may account for facial processing deficits in acquired prosopagnosia, as suggested by Busigny and Rossion (2010). This deficit appears to be accompanied by specific difficulties in extracting diagnostic information from the eyes (Caldara et al., 2005). Although the present study shows evidence from only a single case, PS's results challenge several studies in which it was suggested that prosopagnosic patients are able to judge gaze direction (Burra et al., 2017; Duchaine et al., 2009) because the STS is preserved (Hoffman & Haxby, 2000). Conditions in which variations of gaze direction were more subtle revealed deficits that were not apparent with highly distinguishable gaze directions. Finally, PS's results suggest that the approach of Bruce and Young (1986) and Haxby et al. (2000) should be reconsidered. In fact, by increasing the task demands (i.e., by using stimuli with more subtle changes of gaze direction), we revealed a deficit of gaze perception, despite the fact that the STS region of PS's brain was spared. The case of PS therefore confirms that reliable perception of gaze direction also relies on holistic perception, which forms the basis of identity recognition. Our results are therefore consistent with previous research showing that brain regions underlying the processing of identity and facial expressions interact differently depending on task demands (Vuilleumier & Pourtois, 2007).

Further, we would like to mention limitations of the present research. In this study, we systematically assessed the perception of gaze direction in an acquired prosopagnosic patient and a control group. A clear limitation of our study is the generalization of our results to other prosopagnosic patients, knowing the large heterogeneity of this population (Campbell et al., 1990). Future studies should include additional patients or patients suffering from a deficit in face recognition without brain lesions (i.e., developmental

prosopagnosia). Moreover, in this study, only female participants have been assessed. Because attention to eye gaze might be different between males and females (Cooney, Brady, & Ryan, 2017), further studies should demonstrate a generalization of this effect in male prosopagnosic patients.

Manipulation of task-demand is often neglected during neuropsychological evaluation. Our study revealed that deficits might remain hidden if the task is too easy. Therefore, we recommend that clinicians manipulate task-demand in order to reveal deficits that may be covered by heuristics (e.g., looking for the smaller part of the sclera).

With respect to rehabilitation, our study shows that the deficit in holistic processing may not only lead to a lack of integration of different parts of the face, but also to a lack of integration of the different parts of the eye. These difficulties would result not only in an inability to recognize familiar faces, but also in an inability to infer social cues such as gaze direction or emotional facial expressions. Therefore, rehabilitation should not only focus on face recognition, but also on various social interactions where patients may miss important cues and suffer from negative psychosocial consequences.

The findings reported here demonstrate that the perception of gaze direction is impaired in a patient suffering from acquired prosopagnosia. However, the deficit was only measurable when the task was difficult. The results are consistent with PS's complaints and suggest that impaired holistic face processing also affects the perception of gaze direction.

References

- Akiyama, T., Kato, M., Muramatsu, T., Saito, F., Nakachi, R., & Kashima, H. (2006a). A deficit in discriminating gaze direction in a case with right superior temporal gyrus lesion. *Neuropsychologia*, *44*, 161-170. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2005.05.018
- Akiyama, T., Kato, M., Muramatsu, T., Saito, F., Umeda, S., & Kashima, H. (2006b). Gaze but not arrows: A dissociative impairment after right superior temporal gyrus damage. *Neuropsychologia*, *44*, 1804-1810. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.03.007
- Allison, T., Puce, A., & McCarthy, G. (2000). Social perception from visual cues: Role of the STS region. *Trends in Cognitive Sciences*, *4*, 267-278.
- Anaki, D., Kaufman, Y., Freedman, M., & Moscovitch, M. (2007). Associative (prosop) agnosia without (apparent) perceptual deficits: A case-study. *Neuropsychologia*, *45*, 1658-1671. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2007.01.003
- Baddeley, A. D., Emslie, H., & Nimmo-Smith, I. (1994). *Doors and people: A test of visual and*

- verbal recall and recognition. Bury St. Edmunds, England: Thames Valley Test Company.
- Balsdon, T. & Clifford, C. W. (2017). A bias-minimising measure of the influence of head orientation on perceived gaze direction. *Scientific Reports*, 7, 1-10.
- Bayard, S., Erkes, J., & Moroni, C. (2009). *Test du Stroop Victoria-Adaptation francophone*. Gignac, France: CPCN-LR.
- Benton, A. L. (1980). The neuropsychology of facial recognition. *American Psychologist*, 35, 176-186. doi: 10.1037/0003-066X.35.2.176
- Benton, A. L. & Van Allen, M. W. (1972). Prosopagnosia and facial discrimination. *Journal of the Neurological Sciences*, 15, 167-172. doi: 10.1016/0022-510X(72)90004-4
- Benton, A. L., Varney, N. R., & Hamsher, K. d. S. (1978). Visuospatial judgment: A clinical test. *Archives of Neurology*, 35, 364-367. doi: 10.1001/archneur.1978.00500300038006
- Bruce, V. & Humphreys, G. W. (1994). Recognizing objects and faces. *Visual Cognition*, 1, 141-180. doi: 10.1080/13506289408402299
- Bruce, V. & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77, 305-327. doi: 10.1111/j.2044-8295.1986.tb02199.x
- Burra, N., Kerzel, D., & Ramon, M. (2017). Gaze-cueing requires intact face processing—Insights from acquired prosopagnosia. *Brain and Cognition*, 113, 125-132. doi : 10.1016/j.bandc.2017.01.008
- Busigny, T. & Rossion, B. (2010). Acquired prosopagnosia abolishes the face inversion effect. *Cortex*, 46, 965-981. doi: 10.1016/j.cortex.2009.07.004
- Caldara, R., Schyns, P., Mayer, E., Smith, M. L., Gosselin, F., & Rossion, B. (2005). Does prosopagnosia take the eyes out of face representations? Evidence for a defect in representing diagnostic facial information following brain damage. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 1652-1666. doi: 10.1162/089892905774597254
- Calder, A. J., Beaver, J. D., Winston, J. S., Dolan, R. J., Jenkins, R., Eger, E., & Henson, R. N. (2007). Separate coding of different gaze directions in the superior temporal sulcus and inferior parietal lobule. *Current Biology*, 17, 20-25. doi: 10.1016/j.cub.2006.10.052
- Campbell, R., Heywood, C. A., Cowey, A., Regard, M., & Landis, T. (1990). Sensitivity to eye gaze in prosopagnosic patients and monkeys with superior temporal sulcus ablation. *Neuropsychologia*, 28, 1123-1142. doi: 10.1016/0028-3932(90)90050-x
- Carlin, J. D., Calder, A. J., Kriegeskorte, N., Nili, H., & Rowe, J. B. (2011). A head view-invariant representation of gaze direction in anterior superior temporal sulcus. *Current Biology*, 21, 1817-1821. doi: 10.1016/j.cub.2011.09.025
- Cooney, S. M., Brady, N., & Ryan, K. (2017). Spatial orienting of attention to social cues is modulated by cue type and gender of viewer. *Experimental Brain Research*, 235, 1481-1490. doi: 10.1007/s00221-017-4909-4
- Crawford, J. R. & Garthwaite, P. H. (2002). Investigation of the single case in neuropsychology: Confidence limits on the abnormality of test scores and test score differences. *Neuropsychologia*, 40, 1196-1208. doi: 10.1016/s0028-3932(01)00224-x
- Crawford, J. R. & Garthwaite, P. H. (2005). Testing for suspected impairments and dissociations in single-case studies in neuropsychology: Evaluation of alternatives using monte carlo simulations and revised tests for dissociations. *Neuropsychology*, 19, 318-331. doi: 10.1037/0894-4105.19.3.318
- Crawford, J. R., Garthwaite, P. H., & Gray, C. D. (2003). Wanted: Fully operational definitions of dissociations in single-case studies. *Cortex*, 39, 357-370.
- Crawford, J. R., Garthwaite, P. H., & Porter, S. (2010). Point and interval estimates of effect sizes for the case-controls design in neuropsychology: Rationale, methods, implementations, and proposed reporting standards. *Cognitive Neuropsychology*, 27, 245-260. doi: 10.1080/02643294.2010.513967
- Crawford, J. R. & Howell, D. C. (1998). Comparing an individual's test score against norms derived from small samples. *The Clinical Neuropsychologist*, 12, 482-486. doi: 10.1076/clin.12.4.482.7241
- Damasio, A. R., Damasio, H., & Van Hoesen, G. W. (1982). Prosopagnosia Anatomic basis and behavioral mechanisms. *Neurology*, 32, 331-331. doi: 10.1212/wnl.32.4.331
- De Haan, E. H., & Campbell, R. (1991). A fifteen year follow-up of a case of developmental prosopagnosia. *Cortex*, 27, 489-509.
- De Renzi, E. (1986) Prosopagnosia in two patients with CT scan evidence of damage confined to the right hemisphere. *Neuropsychologia*, 24, 385-389. doi: 10.1016/0028-3932(86)90023-0
- Descloux, V. & Maurer, R. (2018). Cognitive map recall test: A new specific test to assess topographical disorientation. *Applied Neuropsychology: Adult*, 25, 91-109. doi: 10.1080/23279095.2016.1247094
- Driver IV, J., Davis, G., Ricciardelli, P., Kidd, P., Maxwell, E., & Baron-Cohen, S. (1999). Gaze perception triggers reflexive visuospatial orienting. *Visual cognition*, 6, 509-540. doi: 10.1080/135062899394920
- Duchaine, B., Germine, L., & Nakayama, K. (2007). Family resemblance: Ten family members with prosopagnosia and within-class object agnosia. *Cognitive Neuropsychology*, 24, 419-430. doi: 10.1080/02643290701380491
- Duchaine, B., Jenkins, R., Germine, L., & Calder, A. J. (2009). Normal gaze discrimination and adaptation in

- seven prosopagnosics. *Neuropsychologia*, 47, 2029-2036. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2009.03.011
- Duchaine, B. & Nakayama, K. (2006). The Cambridge Face Memory Test: Results for neurologically intact individuals and an investigation of its validity using inverted face stimuli and prosopagnosic participants. *Neuropsychologia*, 44, 576-585. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2005.07.001
- Emery, N. J. (2000). The eyes have it: The neuroethology, function and evolution of social gaze. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 24, 581-604.
- Ethofer, T., Gschwind, M., & Vuilleumier, P. (2011). Processing social aspects of human gaze: A combined fMRI-DTI study. *Neuroimage*, 55, 411-419. doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.11.033
- Farah, M. J., Wilson, K. D., Drain, H. M., & Tanaka, J. R. (1995). The inverted face inversion effect in prosopagnosia: Evidence for mandatory, face-specific perceptual mechanisms. *Vision Research*, 35, 2089-2093. doi: 10.1016/0042-6989(94)00273-0
- Gauthier, I., Tarr, M. J., Moylan, J., Skudlarski, P., Gore, J. C., & Anderson, A. W. (2000). The fusiform "face area" is part of a network that processes faces at the individual level. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 495-504.
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 223-233.
- Hebb, D. O. (1961). Distinctive features of learning in the higher animal. In Delafresnaye, J. F. (Ed.), *Brain mechanisms and learning* (pp. 37-46). New York, NY: Oxford University Press.
- Hecaen, H. & Angelergues, R. (1962). Agnosia for faces (prosopagnosia). *Archives of Neurology*, 7, 92-100. doi: 10.1001/archneur.1962.04210020014002
- Heywood, C. A. & Cowey, A. (1992). The role of the 'face-cell' area in the discrimination and recognition of faces by monkeys. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 335, 31-38. doi : 10.1098/rstb.1992.0004
- Hoffman, E. A. & Haxby, J. V. (2000). Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face perception. *Nature Neuroscience*, 3, 80-84. doi: 10.1038/71152
- Jenkins, J. (1998). *Detecting social signals from the face* (Unpublished doctoral dissertation). University of Stirling, Stirling, UK.
- Jenkins, J. & Langton, S. R. (2003). Configural processing in the perception of eye-gaze direction. *Perception*, 32, 1181-1188. doi: 10.1068/p3398
- Joubert, S., Rossion, B., & Busigny, T. (2008). L'évaluation neuropsychologique de la prosopagnosie. In Barbeau, E., Joubert, S., & Felician, O. (Eds.), *Traitement et reconnaissance des visages : Du percept à la personne* (pp. 41-78). Marseille : Solal.
- Kamps, F. S., Morris, E. J., & Dilks, D. D. (2019). A face is more than just the eyes, nose, and mouth: fMRI evidence that face-selective cortex represents external features. *NeuroImage*, 184, 90-100. doi: 10.1016/j.neuroimage.2018.09.027
- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *Journal of Neuroscience*, 17, 4302-4311.
- Kobayashi, H. & Kohshima, S. (1997). Unique morphology of the human eye. *Nature*, 387, 767-768. doi: 10.1038/42842
- Langton, S. R., Watt, R. J., & Bruce, V. (2000). Do the eyes have it? Cues to the direction of social attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 50-59.
- Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological assessment* (3rd ed.). New York, NY: Oxford University Press.
- Mayer, E., Fistarol, P., & Valenza, N. (1999). Prise en charge neuropsychologique d'une patiente prosopagnosique. In P. Azouvi, D. Perrier, & M. Van der Linden (Eds.), *La reeducation en neuropsychologie: Etudes de cas* (pp.249-564). Marseille, France: Solal.
- Mayer, E. & Rossion, B. (2007). Prosopagnosia. In O. Godefroy & J. Bogousslavsky (Eds.), *The Behavioral Cognitive Neurology of Stroke* (pp. 315-334). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- McConachie, H. R. (1976). Developmental prosopagnosia. A single case report. *Cortex*, 12, 76-82. doi : 10.1016/S0010-9452(76)80033-0
- McNeil, J. E. & Warrington, E. K. (1993). Prosopagnosia: A face-specific disorder. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46, 1-10.
- Money, J., Alexander, D., & Walker, H. T. (1976). *A Standardised Road-Map Test of Direction Sense*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Nummenmaa, L. & Calder, A. J. (2009). Neural mechanisms of social attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 13, 135-143. doi: 10.1016/j.tics.2008.12.006
- Otsuka, Y., Mareschal, I., Calder, A. J., & Clifford, C. W. (2014). Dual-route model of the effect of head orientation on perceived gaze direction. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40, 1425-1439. doi: 10.1037/a0036151
- Perrett, D. I., Mistlin, A., Chitty, A., Harries, M., Newcombe, F., & De Haan, E. (1988). Neuronal mechanisms of face perception and their pathology. In C. Kennard & F. Clifford Rose (Eds.), *Physiological Aspects of Clinical Neuro-Ophthalmology* (pp. 137-154). London, United Kingdom: Champman and Hall.

- Perrett, D. I., Rolls, E. T., & Caan, W. (1982). Visual neurones responsive to faces in the monkey temporal cortex. *Experimental Brain Research*, *47*, 329-342. doi: 10.1007/bf00239352
- Perrett, D. I., Smith, P. A. J., Potter, D. D., Mistlin, A. J., Head, A. S., Milner, A. D., & Jeeves, M. A. (1985). Visual cells in the temporal cortex sensitive to face view and gaze direction. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, *223*, 293-317. doi: 10.1098/rspb.1985.0003
- Puce, A., Allison, T., Bentin, S., Gore, J. C., & McCarthy, G. (1998). Temporal cortex activation in humans viewing eye and mouth movements. *Journal of Neuroscience*, *18*, 2188-2199.
- Rakover, S. S. & Teucher, B. (1997). Facial inversion effects: Parts and whole relationship. *Perception & Psychophysics*, *59*, 752-761. doi: 10.3758/BF03206021
- Ramon, M., Busigny, T., Gosselin, F., & Rossion, B. (2016). All new kids on the block? Impaired holistic processing of personally familiar faces in a kindergarten teacher with acquired prosopagnosia. *Visual Cognition*, *24*, 321-355. doi: 10.1080/13506285.2016.1273985
- Ramon, M. & Rossion, B. (2010). Impaired processing of relative distances between features and of the eye region in acquired prosopagnosia—Two sides of the same holistic coin? *Cortex*, *46*, 374-389. doi: 10.1016/j.cortex.2009.06.001
- Ricciardelli, P., Baylis, G., & Driver, J. (2000). The positive and negative of human expertise in gaze perception. *Cognition*, *77*, 1-14. doi: 10.1016/S0010-0277(00)00092-5
- Riddoch, M. J. & Humphreys, G. W. (1993). *Birmingham object recognition battery*. Hove, United Kingdom: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ristic, J., Friesen, C. K., & Kingstone, A. (2002). Are eyes special? It depends on how you look at it. *Psychonomic Bulletin & Review*, *9*, 507-513.
- Rhodes, G., Brake, S., & Atkinson, A. P. (1993). What's lost in inverted faces?. *Cognition*, *47*, 25-57. doi: 10.1016/0010-0277(93)90061-Y
- Rossion, B. (2014). Understanding face perception by means of human electrophysiology. *Trends in Cognitive Sciences*, *18*, 310-318. doi: 10.1016/j.tics.2014.02.013
- Rossion, B., Caldara, R., Seghier, M., Schuller, A. M., Lazeyras, F., & Mayer, E. (2003). A network of occipito-temporal face-sensitive areas besides the right middle fusiform gyrus is necessary for normal face processing. *Brain*, *126*, 2381-2395. doi: 10.1093/brain/awg241
- Rossion, B., Dricot, L., Devolder, A., Bodart, J. M., Crommelinck, M., Gelder, B. D., & Zoontjes, R. (2000). Hemispheric asymmetries for whole-based and part-based face processing in the human fusiform gyrus. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *12*, 793-802.
- Schiltz, C., Sorger, B., Caldara, R., Ahmed, F., Mayer, E., Goebel, R., & Rossion, B. (2006). Impaired face discrimination in acquired prosopagnosia is associated with abnormal response to individual faces in the right middle fusiform gyrus. *Cerebral Cortex*, *16*, 574-586. doi: 10.1093/cercor/bhj005
- Schurz, M., Kronbichler, M., Weissengruber, S., Surtees, A., Samson, D., & Perner, J. (2015). Clarifying the role of theory of mind areas during visual perspective taking: Issues of spontaneity and domain-specificity. *NeuroImage*, *117*, 386-396. doi: 10.1016/j.neuroimage.2015.04.031
- Sergent, J. & Poncet, M. (1990). From covert to overt recognition of faces in a prosopagnosic patient. *Brain*, *113*, 989-1004. doi: 10.1093/brain/113.4.989
- Shallice, T. (1995). *Symptômes et modèles en neuropsychologie : des schémas aux réseaux*. Paris, France : Presse Universitaire de France.
- Snowden, J. S., Gibbons, Z. C., Blackshaw, A., Doubleday, E., Thompson, J., Craufurd, D., . . . Neary, D. (2003). Social cognition in frontotemporal dementia and Huntington's disease. *Neuropsychologia*, *41*, 688-701.
- Sorger, B., Goebel, R., Schiltz, C., & Rossion, B. (2007). Understanding the functional neuroanatomy of acquired prosopagnosia. *NeuroImage*, *35*, 836-852. doi: 10.1016/j.neuroimage.2006.09.051
- Sormaz, M., Andrews, T. J., & Young, A. W. (2013). Contrast negation and the importance of the eye region for holistic representations of facial identity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *39*, 1667-1677. doi: 10.1037/a0032449
- Tipples, J. (2002). Eye gaze is not unique: Automatic orienting in response to uninformative arrows. *Psychonomic Bulletin & Review*, *9*, 314-318. doi: 10.3758/BF03196287
- Tombaugh, T. N. (2004). Trail Making Test A and B: Normative data stratified by age and education. *Archives of clinical neuropsychology*, *19*, 203-214. doi: 10.1016/S0887-6177(03)00039-8
- Tranel, D., Damasio, A. R., & Damasio, H. (1988). Intact recognition of facial expression, gender, and age in patients with impaired recognition of face identity. *Neurology*, *38*, 690-690. doi: 10.1212/wnl.38.5.690
- Vecera, S. P. & Johnson, M. H. (1995). Gaze detection and the cortical processing of faces: Evidence from infants and adults. *Visual Cognition*, *2*, 59-87. doi: 10.1080/13506289508401722
- Vuilleumier, P. & Pourtois, G. (2007). Distributed and interactive brain mechanisms during emotion face perception: Evidence from functional neuroimaging. *Neuropsychologia*, *45*, 174-194. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.06.003
- Wechsler, D. (2001). *MEM-III: Echelle clinique de mémoire de Wechsler*. Paris, France: Éditions du Centre de psychologie appliquée.

- Wechsler, D. (2008). *Wechsler Adult Intelligence Scale Fourth Edition*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Wicker, B., Michel, F., Henaff, M. A., & Decety, J. (1998). Brain regions involved in the perception of gaze: A PET study. *Neuroimage*, *8*, 221-227. doi: 10.1006/nimg.1998.0357
- Yin, R. K. (1969). Looking at upside-down faces. *Journal of Experimental Psychology*, *81*, 141-145. doi: 10.1037/h0027474
- Yin, R. K. (1970). Face recognition by brain-injured patients: A dissociable ability?. *Neuropsychologia*, *8*, 395-402. doi: 10.1016/0028-3932(70)90036-9

Receive January 7, 2019
Revision received May 11, 2019
Accepted July 28, 2019

Harnessing the Brain's Neuro-Compensatory Processes: Lessons from a High-Functioning Person with Complete Agenesis of the Corpus Callosum

Krysta J. Trevis, Ph. D., Eugene McTavish, M. Sc., Taylor Winter, M. Sc., Yan Fu, Ph. D.,
Jessica McTavish, M. Sc., Ben Wilson, M. D., Jill Oliver, & Elizabeth A. Franz, Ph. D.

University of Otago

It remains elusive how and why some people born with profound brain structure abnormalities develop high levels of intellect and near normal behaviour, while others with what appears to be the same or similar structural abnormalities experience far more concerning phenotypical outcomes. To begin to address this issue, a high-functioning female (aged 17 years at testing) born with complete callosal agenesis (ACC1) was tested on a series of psychophysical tests requiring unimanual-sequential or bimanual object weight discrimination; the latter of which is believed to depend on the integrity of the corpus callosum. In all five variants of the weight-discrimination task, ACC1's performance was well within two standard deviations of the sample distribution mean. Arguably within the normal range, her performance warrants further investigation. Results suggest that individuals like ACC1 hold the secret to future understanding of the elusive neuro-compensatory processes of the human brain.

Keywords: corpus callosum, agenesis, weight discrimination, neuroplasticity, bimanual actions

Il demeure difficile d'expliquer comment et pourquoi certaines personnes nées avec des anomalies structurelles cérébrales profondes développent des niveaux d'intellect supérieurs et des comportements dans la norme, alors que d'autres, présentant des anomalies structurelles identiques ou similaires, subissent des impacts préoccupants. Pour explorer cette problématique, une participante hautement fonctionnelle de 17 ans, née avec une agénésie du corps calleux complète (ACC1), a été évaluée à l'aide d'une série de tests psychophysiques impliquant une discrimination séquentielle à une ou deux mains du poids d'un objet, cette dernière considérée dépendante de l'intégrité du corps calleux. Pour les cinq étapes de la tâche de discrimination, la performance d'ACC1 était à moins de deux écarts types par rapport à la moyenne de l'échantillon. Sa performance dans la normale illustre la nécessité d'études supplémentaires. Les résultats indiquent que les individus comme ACC1 détiennent le secret d'une meilleure compréhension du processus neuro-compensatoire du cerveau humain.

Mots clé : corps calleux, agénésie, discrimination de poids, neuroplasticité, actions bimanuelles

The human brain is a highly neuroplastic system formed through complex interactions between genes and environment, with adaptive changes occurring throughout development. Neuroplasticity describes the anatomical and functional adaptability of the brain.

Conflict of interest statement: There are no conflicts of interest for any authors.

Funding: Internal funding from the University of Otago provided the running costs for this work. A Marsden grant from the Royal Society of New Zealand provided funding for EAF during part of this project.

Correspondence concerning this article should be addressed to/La correspondance concernant cet article doit être adressée à:
Liz Franz, University of Otago
E-mail/courriel: lf Franz@psy.otago.ac.nz

This is most commonly in the context of compensatory mechanisms that reorganize the brain following in response to injury, disease or malformation, such as callosal agenesis (Tovar-Moll et al., 2014). Some of the most intriguing issues for scientific inquiries concern the manner and extent to which neuroplasticity occurs. A potential avenue for obtaining critical insights is to examine the nature of neuro-compensatory processes during human development when large structural abnormalities are present from birth.

The corpus callosum is the largest bundle of nerve fibers, estimated at 200 million, that enables direct communication between the two cerebral hemispheres

of the brain, facilitating integration of motor, sensory, and cognitive processes (Paul et al., 2007; Taylor & David, 1998). Agenesis of the corpus callosum (AgCC) refers to a partial or complete absence of the corpus callosum since birth, with estimated prevalence varying somewhat across studies (1.8 per 10,000, including AgCC and hypoplasia, the latter referring to underdevelopment but not necessarily lack of the corpus callosum; Glass, Shaw, Ma, & Sherr, 2008). AgCC poses a broad range of deficits, often seen with associated anomalies and/or pervasive mental disorders and pronounced disabilities, including learning disorders and a high rate of epilepsy (Taylor & David, 1998). Curiously, however, some people with AgCC demonstrate subtle or almost unnoticeable symptoms. There are some very rare instances of individuals with complete callosal agenesis who are considerably high-functioning. These individuals strongly contrast with the numerous cases reported with more serious and often severe impairments (Bedeschi et al., 2006; Siffredi, Anderson, Leventer, & Spencer-Smith, 2013; Taylor & David, 1998). The underlying mechanisms leading to the range of severity and phenotypes are just beginning to be elucidated, with genetic advances providing key clues (see Paul et al., 2007 for a review). Evidence suggests polygenic and complex interactions are likely causes of AgCC phenotypes interrupting callosal development processes from neurogenesis to post-guidance development (Edwards, Sherr, Barkovich, & Richards, 2014; Paul et al., 2007). More importantly, reasons for a positive versus negative correlation of extent of agenesis and disabilities/impairments remain largely unknown. Furthermore, information is lacking as to how parents might be able to facilitate development in their child with AgCC and, in particular, foster appropriate and effective learning strategies and environments (Badaruddin et al., 2007).

The corpus callosum, widely studied in the context of surgical callosotomy to ameliorate symptoms of severe seizures in people with intractable epilepsy, is known to be critical in the normal coordination between the two hands (Bears, Connors, & Paradiso, 2007; Franz, 1997, 2003, 2012; Franz & Fahey, 2007; Franz & McCormick, 2010; Franz, Waldie, & Smith, 2000; Lasseonde, Sauerwein, & Lepore, 2003), of which the manipulation and discrimination of objects is a primary example (Amazeen, Tseng, Valdez, & Vera, 2011; Dresslar, 1894; Flanagan & Bandomir, 2000; Lederman & Klatzky, 1993; Lehmann & Lampe, 1970). Callosal agenesis does not show the same disconnection syndrome as surgical disconnection and often reveals some evidence of interhemispheric transfer of information, which implicates forms of neuro-compensation (Tovar-Moll et al., 2014).

Many seemingly simple day-to-day tasks are achieved with minimal conscious effort to the complex interactions of our sensory, neural, and motor systems. Consider common manipulative tasks such as opening a bottle, lifting and placing objects, and picking fruits. Producing the appropriate and coordinated movements of the hands involved in such tasks requires an individual to have some idea of the weight and size of the objects. Such sensory-perceptual information is obtained through the dexterous movements of the motor systems involved (Amazeen, Tseng, Valdez, & Vera, 2011; Ellis & Lederman, 1993). Each hand's cutaneous mechanoreceptors respond to changing pressure sensed during object grasping (Goodwin & Wheat, 2008), and proprioceptive receptors respond to changes in muscle tension and length resulting from the forces required for lifting and moving objects (Giachritsis, Wright, & Wing, 2010; Halata & Baumann, 2008; Jones, 1986; Voisin, Lamarre, & Chapman, 2002). Afference from a single hand is projected to the contralateral cerebral cortex for interpretation or perception via the dorsal column-medial lemniscal pathway (cf. Figure 1) (Anton et al., 1996; Bears, Connors, & Paradiso, 2007; Fagot, Lacreuse, & Vauclair, 1997; Hsiao & Yau, 2007; Valdez & Amazeen, 2008). The corpus callosum comes into play particularly for the direct interhemispheric interactions involved in online cooperation between the hands (Franz, 2003, 2012) and in weight comparisons involving bimanual object manipulations (Bears, Connors, & Paradiso, 2007; Lasseonde, Sauerwein, & Lepore, 2003). Furthermore, even though actions that are solely unimanual are thought to rely on predominantly contralateral projections, a small proportion (about 10-30%) of the descending tracts are thought to be non-crossed ipsilateral projections (Bears, Connors, & Paradiso, 2007; Ziemann et al., 1999), for which no functional role is so far known (cf. Figure 1).

A single study, conducted over four decades ago, investigated object weight discrimination in people with callosal agenesis, people with no neurological disorders (controls), and people with epilepsy (Lehmann & Lampe, 1970). In the most relevant experimental condition, participants were asked to hold a test weight in one hand while selecting a second object of equal weight using the other hand. Results revealed errors on the bimanual task that were nearly double in the acallosal group compared to the control group, both in terms of incorrect matches and in the estimated differences between test weights and selected weights (Lehmann & Lampe, 1970), which is suggestive of some disconnection syndrome. Since that study, almost 50 years have transpired, and no data has shown normal performance in people with

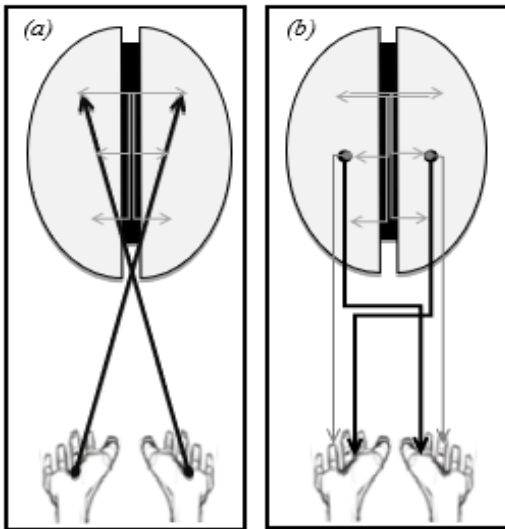


Figure 1. Schematic of input, output, and central cognitive comparator processes involved in weight discrimination. The intact corpus callosum is depicted as the black bar between hemispheres. Arrows indicate direction of information flow involving interhemispheric transfer of information. Panel (a) illustrates sensory pathways for weight perception from sensory receptors (cutaneous mechanoreceptors and proprioceptive receptors) to cortex. Panel (b) depicts motor pathways to hands for action generation and adjustment for contralateral (bold) and the ipsilateral (light) projections, the latter of which are believed to be of negligible functional contribution in the neurologically-normal brain.

callosal agenesis on such a dexterous task coordinating the two hands. Such a finding would encourage future-focused studies to identify forms of developmental neuro-compensation and neuroplasticity in addition to conditions (environmental, genetic, or a combination) that might promote optimal adaptations in behaviour. Therefore, tasks that have been established to rely on interhemispheric transfers, such as bimanual weight discrimination, and have shown a performance deficit in people with AgCC provide a powerful tool to interrogate the presence of possible neuro-compensatory mechanisms in high-functioning AgCC cases. Such tasks are useful because they rely on two elements of our ability to detect a true signal. This occurs when a stimulus is truly presented and someone recognizes the presence of the presented stimulus (a *hit*), as opposed to a *false* alarm when someone reports the presence of stimulus that is not truly there, or a *miss* when a stimulus is presented but not recognized. As such, in the Theory of Signal Detection, these tasks that capture both an individual's sensitivity to a target stimulus reflect the ability to detect or discriminate the target; *criterion* refers to a person's willingness to indicate the presence of the target stimulus (Allin, Matsuoka, & Klatzky, 2002; Danziger & Botwinick, 1980), or in the context of

weight discrimination, one's own bias in judgment with respect to relevant factors.

The present study began with a simple question: is it possible for a high-functioning individual with complete absence of the primary connections between the two cerebral hemispheres to perform in the normal range on tasks that are known to rely heavily on the corpus callosum, such as precise weight comparisons of objects held in the two hands? Specifically, it was hypothesized that if a neuro-compensatory mechanism was present, then performance on a task reliant on the corpus callosum would fall within the normal range (± 2 standard deviations) of healthy controls, particularly for bimanual compared to unimanual comparisons. If so, such performance would be an initial step toward elucidating possible neuro-compensatory mechanisms.

Method

Participants

The family of a female with complete agenesis of the corpus callosum (16.5 years old during the present study) contacted our research team. The family and the patient (ACC1; described in detail below; cf. Figure 2) were keen to participate in research opportunities exploring AgCC. ACC1 is right-handed according to the *Edinburgh Handedness Inventory*, with a score of +100. Twenty female controls, in the 18-23 age range ($M = 19.55$, $SD = 1.15$), were recruited for a broader study on haptic weight discrimination, with an additional five female controls who were recruited and age-matched with ACC1. These five controls were between 16 and 17 years of age ($M = 16.46$, $SD = 0.80$). All controls ($n = 30$ in total) were recruited from the University of Otago community (New Zealand); all were strongly right-handed ($M = 0.94$: Oldfield, 1971), similar to ACC1. All participants were fully informed about the purpose of the study and were required to sign consent forms prior to testing. A parent or caretaker was asked to provide signed informed consent on behalf of those under the age of 18.

ACC1. Structural MRI scans (cf. Figure 2) revealed a clear absence of her entire corpus callosum. No other obvious abnormalities were present on radiological report other than apparent widened separation of lateral ventricles. No other sequences, such as diffusion-weighted imaging, were completed, as ACC1 did not want to continue the scanning due to the MRI scanner environment.

The following clinical observations and details were recorded during pre-testing interviews and are reported as such. Observations reported here were obtained from a neurologist report, interactions and

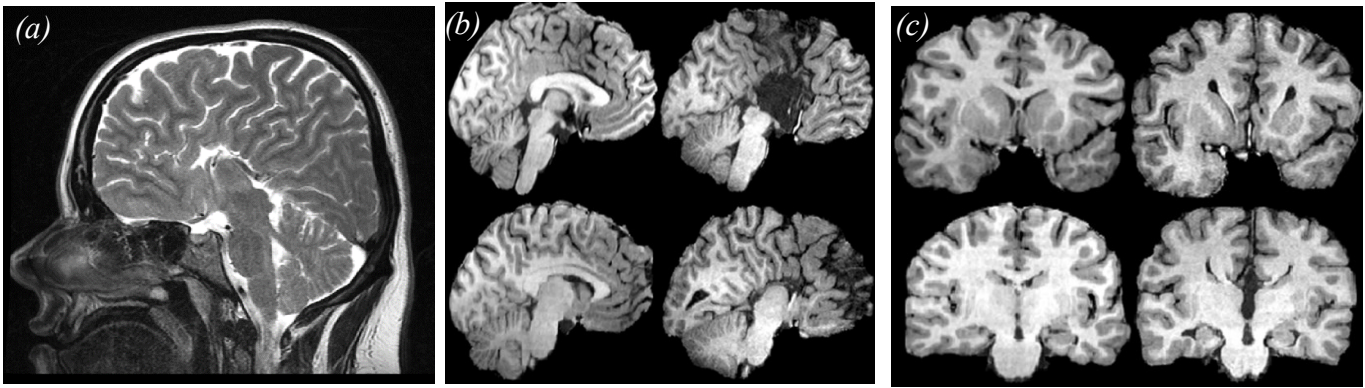


Figure 2. Structural MRI scans of ACC1 indicate complete agenesis of the corpus callosum in sagittal T2-weighted (panel (a)), T1-weighted sagittal (panel(b): right panel ACC1 in comparison to left panel depicting same-age neurologically-normal brain), and coronal (panel (c): right panel ACC1 in comparison to left panel depicting same-age neurologically-normal brain)

observations with ACC1 by the experimenters, and parent-reports.

Since AgCC is a rare disease and personal information about ACC1 is already provided (i.e. her age and the name of the establishment who recruited her), neuropsychological testing scores are not provided for confidentiality reasons. ACC1 was considered to be very high-functioning for someone diagnosed with AgCC, both by the experimenters and by the neurologist report. ACC1 had no hearing difficulties, no history of epilepsy, and has worn corrective lenses from a young age with the presence of *nystagmus* (involuntary eye movements). ACC1 attended regular secondary school. Her parents reported impressive skill levels in English, especially in reading and spelling, and in mathematics even though she had difficulties with algebra. ACC1 has excelled in more concrete subjects at school, but struggled a bit with more abstract concepts. Although she had difficulty in the past with fine motor unimanual skills like writing, she now demonstrates neat linked handwriting. She was also able to draw and copy drawings by others. ACC1 enjoyed textiles and sewing/crafts at school and has completed a kitchen skills achievement standard as part of a National Certificate of Educational Achievement in New Zealand. ACC1 texted on a cellphone using both hands and enjoyed computer games. However, she was quite sensitive to textured objects (particularly when she was younger) and was sometimes sensitive to loud noises. She was also known for staring at lights. As such, a screen for autism-related behaviours was conducted using the *Childhood Autism Rating Scale (second edition) High Functioning version (CARS2-HF)*, which is more sensitive to detecting autistic features in verbally fluent individuals (Schopler, Van Bourgondien, Wellman, & Love, 2010). ACC1 scored in the *likely nonautistic* range with a very low level of autism-related symptoms

compared to those with a diagnosis on the autism spectrum (total score = 26.5).

On the present task, ACC1 fully comprehended all instructions, was able to explain the instructions back to the experimenter, and even administered the instructions and the task to other members of her family. She was very attentive and certain of her answers when questioned further by the experimenter.

Apparatus

Twenty cylindrical plastic containers (height: 3.8 cm; lid diameter: 3.8 cm; base diameter: 3.5 cm; overall surface area: 63.94 cm²) were filled with stones and fishing sinkers to produce hand-held weight stimuli ranging from 10 to 100 g at 5 g intervals (cf. Figure 3a). Two standard weights of 55 g were used as the midpoint of the stimulus series, which ranged from 45 g lighter than the standard (10 g weight), to 45 g heavier than the standard (100 g weight), with 19 pairs for comparison. Cotton wool packed in the containers prevented any noise cues. A blindfold was used to prevent any visual cues, thus ensuring discrimination via haptic and proprioceptive senses only.

Design and Procedure

Control participants were randomly assigned to one of two groups to make up a between-subjects factor of *instructions*. Group A were asked “are they the same?” and group B were asked “are they different?”, referring to two objects of comparison in each case. Participants in all conditions sat with their elbows and forearms resting on a table with hands positioned palms-up in a relaxed state. Small circles were drawn on the palms of the participants’ hands to guide the experimenter in placement of the stimulus. On each trial the experimenter placed the standard weight on the natural indent in the middle of one palm, as indicated by the circle. Prior to experimental trials, all

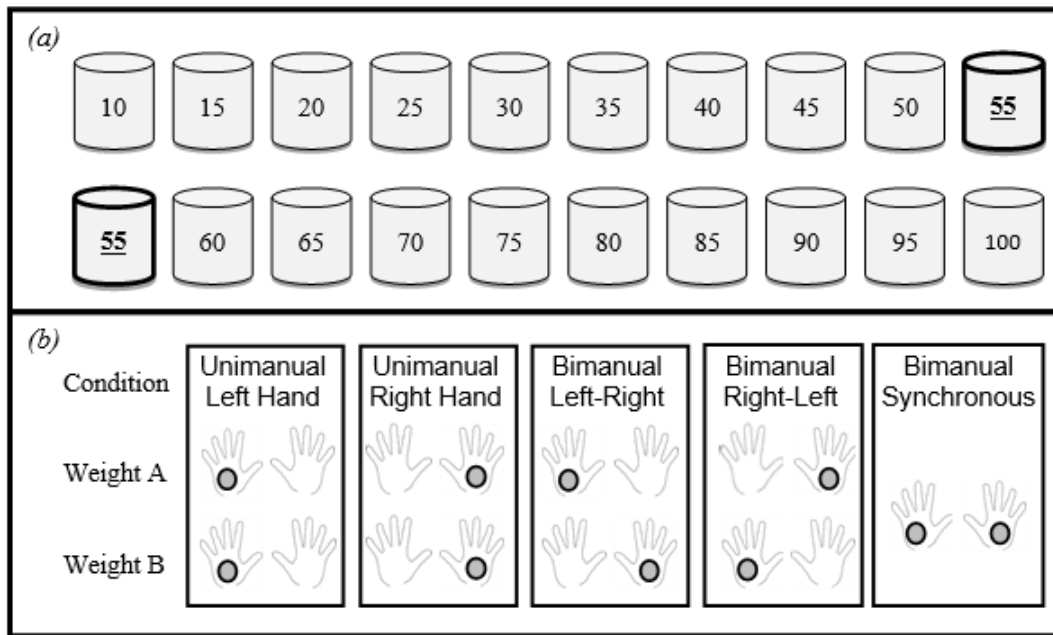


Figure 3. Weight stimuli and comparison conditions: a) weight stimuli used in the experiment ranging from 10 g to 100 g at 5 g intervals with two standard weights of 55 g; b) weight comparison conditions, showing the temporal sequence and hands used in each condition: weight A = time 1; weight B = time 2.

procedures were demonstrated and explained. The participant was encouraged to practice. This involved grasping the object placed on the palm by curving the fingers around it and then lifting it to the shoulder by bending at the elbow and then lowering the arm and releasing the weight, similar to techniques found in previous weight perception studies using neurologically-normal participants (Kahrimanovic, Bergmann Tiest, & Kappers, 2010).

Once it was clear that participants understood instructions, they were blindfolded. For each trial, the experimenter placed the required weight in the appropriate hand. The participant had 4 seconds to grasp, lift, and release the weight and then answer the question “are they the same?” (group A) or “are they different?” (group B). Scheduled breaks occurred between each condition or at a rate required by the participant to prevent fatigue.

The experiment with controls used a mixed-effects design with the between-subjects factor of instruction and two within-subject factors: 1) *weight difference* was measured in grams (g) from the standard at 5 g intervals and 2) *weight presentation* had five different combinations. Each weight presentation condition measured participants’ ability to discriminate between the two weights (“are they the same?” or “are they different?”). There were two unimanual weight presentation conditions (left-hand unimanual and right-hand unimanual), which involved sequential placement of the first weight stimulus in one hand

followed by the second weight stimulus to that same hand (cf. Figure 3b). There were also two temporally separated bimanual conditions (left-right bimanual and right-left bimanual) which also involved sequential placement with the first stimulus placed on the one hand and then, once released, the second stimulus placed on the other hand. The final condition was bimanual synchronous in which the two weights were simultaneously presented to the two hands and the grasping/lifting motions were to be made simultaneously.

Probabilities of stimulus presentation were controlled in an attempt to reduce response bias. Each condition had 96 trials in which 24 had two identical weights, 16 had two weights 5 g above or below the standard (a “close match”), and 56 had two weights that were 10-45 g above or below the standard. Furthermore, presentation of the standard occurred an equal number of times for each hand, with the first and second temporal order.

Each experimental session lasted approximately 90 minutes and consisted of 96 trials in randomized order for each of the five response conditions (also with randomized order). Participants returned one week later for a second session. In the second session, each participant repeated the above weight discrimination procedure with the five response conditions presented in a different order, so that no two sessions or participants were presented an identical order. ACC1 was tested on the same conditions with

counterbalancing of instructions and weight presentation conditions across four sessions.

Data Reduction and Analysis

All analyses were conducted using Microsoft Excel 2010 and SPSS (version 18). Components of the Theory of Signal Detection were used to inform analysis, particularly the use of the discriminability index (d') which measures the internal response to a stimulus independent of an individual's cognitive bias or response criterion (Stern & Johnson, 2010). To calculate d' , the *hit rate* (proportion of *same* trials to which participants responded "same" for group A) and the *false alarm rate* (proportion of *different* trials to which participants responded "same" for group A) were calculated and transformed into z -scores where d' is equal to z (hit rate) $- z$ (false alarm rate). The higher the value of d' , the greater the participant's ability to detect weight differences successfully, with a d' of zero representing chance (50%) (Heeger, 1998; Keating, 2005).

Each participant's responses from the two sessions were entered into an analysis in which the frequencies of "same" and "different" responses for each weight combination were calculated. The values were then averaged across positive and negative weight differences from the standard to obtain results for *absolute weight differences* (from the standard). For example, the 10 g and 100 g comparisons were combined to give the 45 g absolute difference from the standard. Following this, d' analyses were conducted on each individual's dataset.

For each of the two analysis, a mixed-effects ANOVA on the between-subject factor *instruction* (two-levels: "same" or "different") and the within-subject factor of *weight presentation* (five-levels: unimanual left, unimanual right, bimanual left-right, bimanual right-left, and bimanual synchronous) was conducted. We calculated effect size estimates for this model using eta squared (η^2) (Fritz, Morris, & Richler, 2012). Planned contrasts, corrected for multiple comparisons, were conducted to determine any differences between unimanual comparisons and bimanual comparisons.

Results

For the primary group of controls, a significant main effect of weight presentation for d' with a large effect size (Cohen, 1988) was found as shown in Figure 4, $F(4, 72) = 5.29$, $p = .018$, $\eta^2 = 0.22$, Greenhouse-Geisser corrected. The interaction between weight presentation and instruction was not significant, with a very small effect size $F(4, 72) = 1.29$, $p = .284$, $\eta^2 = 0.05$. Moreover, there was no significant differences between session one and session two for any of the response conditions ($p > .05$). Planned contrasts with corrections for multiple comparisons were conducted for all pairwise comparisons of the levels of weight presentations. All planned contrasts were significant, except those involving the unimanual left hand condition ($p < .05$), as seen in Figure 4. The best performance was observed in the unimanual right hand condition, whereas the lowest performance was observed for the bimanual left-right condition.

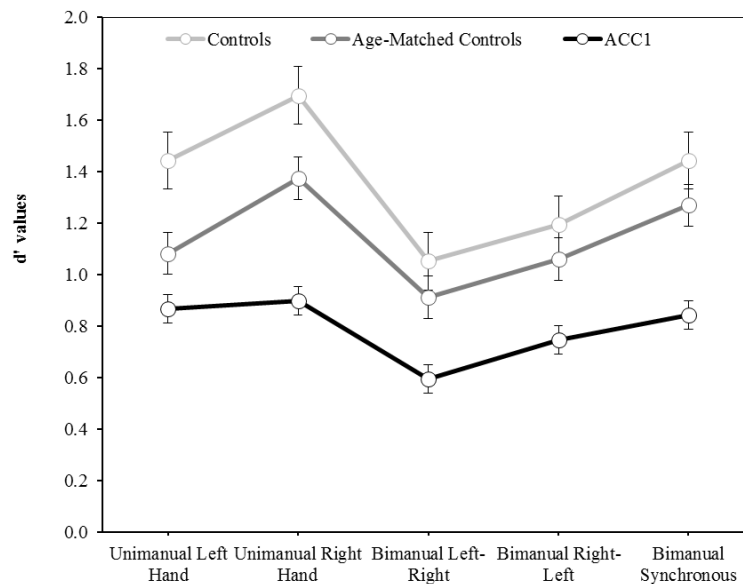


Figure 4. The mean d' values for neurologically-normal controls, the age-matched sample, and ACC1 across all weight presentation conditions. In each case, standard error is shown with bars.

The same pattern of results was found in the age-matched control sample (as seen in the primary group of controls; $p > .05$). With the performance of ACC1 being consistently well within 0.5-1.0 standard deviation of the primary control group, this suggests that age is not a limitation of the results. Specifically, as mentioned above, no significant differences were found between sessions ($p > .05$). It can be concluded that the ability to discriminate between two weights varies across response modality in neurologically-healthy controls.

Using the same data reduction and analysis for ACC1, her d' analysis revealed performance clearly above chance levels in all conditions, with a pattern of performance across conditions similar to that of controls (including the age-matched sample) (cf. Figure 4). The d' scores of ACC1 are within 1 standard deviation of the distribution of control data in the unimanual right hand condition and well within 1-2 standard deviations in all other conditions (cf. Table 1).

These data revealed that ACC1 performed above chance levels at weight discrimination and followed the same trend as controls. Her performance cannot be clearly discriminated from the control groups. Therefore, it appears she is not clearly disadvantaged in simple bimanual comparisons, as one might have expected given the lack of a corpus callosum.

Discussion

Using a systematic design to determine humans' ability to haptically discriminate weights, this study examined if between-hemisphere weight comparisons (bimanual) would yield poorer weight discrimination (i.e., lower d' values), particularly in a person without a corpus callosum. Overall, findings suggest that synchronous bimanual haptic weight discrimination is performed as well as unimanual weight discrimination, when taking both unimanual conditions into account; although both bimanual synchronous and the unimanual response modalities produced superior performance to the sequential bimanual response

modality. Most importantly, the pattern of results was very similar across the control groups and ACC1, and a very similar pattern of effects across conditions were found for the two instructional modalities (whether making decisions that two weights were the same or different), further indicating that the form of question used did not significantly influence decisional processes. ACC1 was well within 1-2 standard deviations of the control distribution on all conditions, revealing performance that cannot be clearly distinguished from that of people with an intact corpus callosum. To summarize these primary results, ACC1 was clearly capable of discriminating weights using haptic judgments, demonstrating this ability across both unimanual and bimanual presentation modalities.

Below, results are discussed in terms of their implications on high-order processes in the neurological normal brain. This work highlights how remarkable the human brain can be. Even when the corpus callosum is congenitally absent, functions as important as weight discrimination can still be performed with a high level of competence. In turn, this suggests the presence of possible mechanisms to explain the observed performance of ACC1 (cf. Figure 5, top panel) relative to controls (cf. Figure 5, bottom panel).

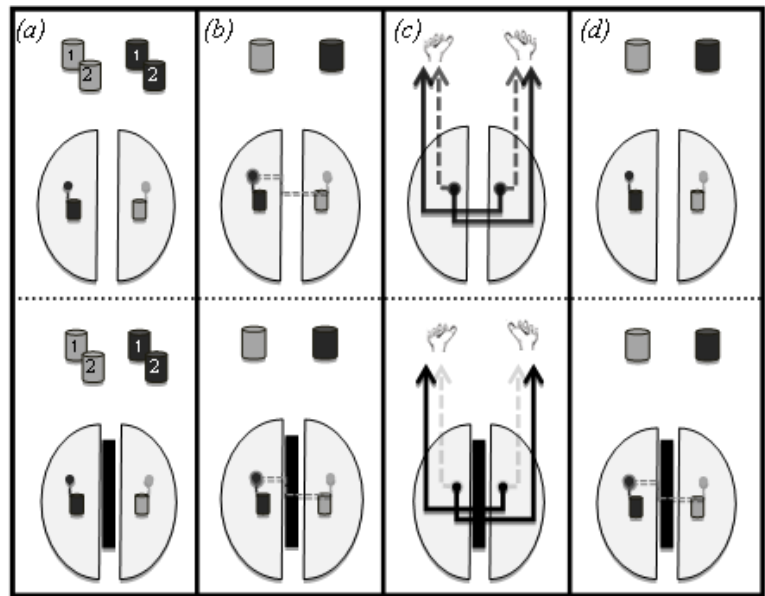
The primary finding of interest is that both hemispheres of the brain can ostensibly process weight and discriminate between same and different weights reasonably well, a finding that has not been shown in the literature before to our knowledge. Moreover, within the bimanual sequential comparisons, d' was consistently at its lowest when the left hand preceded the right hand in holding of the weights, for both controls and ACC1. This finding suggests support for the notion of left hemisphere (right hand) dominance (which is consistent with being right-handed; Oldfield, 1971). Of potential relevance, it is noted that the right hand on its own appears to be more sensitive to the discrimination of two weights (and all participants were strongly right-handed), which raises two key possibilities. Perhaps the right hand is superior at weight discrimination

Table 1

Control sample distribution mean (top row), mean of ACC1 (middle row), and Standard Deviation of ACC1 from the Mean Weight Discrimination (d') of Neurologically-Normal Control Participants (bottom row) for the different experimental conditions.

	Unimanual Left Hand	Unimanual Right Hand	Bimanual Left-Right	Bimanual Right-Left	Bimanual Synchronous
Control mean ($n = 20$)	1.440	1.700	1.050	1.190	1.440
ACC1 mean	0.868	0.897	0.593	0.763	0.827
Standard deviation of ACC1's scores relative to control distribution	1.679	0.706	1.510	1.354	1.254

Figure 5. Possible models for weight comparisons in ACC1 (top panel) and neurologically-normal controls (lower panel) with intact corpus callosi (depicted as a black bar): Model one (panel (a)): Unimanual weight comparisons processed by the hemisphere contralateral to the stimulated hand do not require callosal interactions for successful discrimination, thereby predicting identical effects in ACC1 and controls; Model two (panel (b)); Weight comparisons may occur via a subcortical pathway in ACC1 and in controls, and this compensates for the lack of callosal fibers in ACC1 (dotted lines in each case represent subcortical transfer), also predicting similar effects in ACC1 and controls; Model three (panel (c)): Bimanual weight comparisons via stronger ipsilateral projections in ACC1 compared to controls. Contralateral output projections are shown in bold with the assumed known dominance of approximately 80% crossed; extra ipsilateral projections are shown as dashed lines, which are bolder in ACC1 (top panel). Predictions differ for ACC1 and controls, although one must consider possible callosal interactions in the controls that would not assist ACC1, although the interplay of ipsilateral projections and callosal processes is not yet known and would have to be further disentangled, and Model four (panel (d)): Inability in ACC1 to communicate information from one hemisphere to another leading to chance performance, in contrast to controls who would perform better due to callosal transfer of information.



because it was the dominant hand in all participants. For example, it may be more sensitive due to increased use in everyday life including sensory discrimination such as weight. Alternatively, the right hand may be more able to discriminate weights because the left hemisphere of the brain may be superior to the right hemisphere at haptic processing and/or weight discrimination, as has been debated in the literature (Fagot, Lacreuse, & Vauclair, 1997; Kaas, Stoeckel, & Goebel, 2008; Nishizawa, 1991). It is also of interest that left hand unimanual performance was equal to the bimanual-synchronous condition, which suggests that the left hand may be a limiting factor in bimanual processing of weights for haptic discrimination. The *limiting effect* is a possibility as there were no additive effects seen in the neurologically-healthy controls to suggest enhancement of discriminability when using both hands in synchrony or in sequence. Future research with left-handed individuals would be beneficial to clarify these observations and the interpretation of findings.

The decreased sensitivity in bimanual sequential compared to unimanual sequential conditions may be a result of the memory processes involved when there is a delay in presentation, as synchronous weight presentation bimanually does not decrease sensitivity as significantly. This may result from the memory process involved in maintaining the information from weight A (cf. Figure 5b) for comparison with weight B which would require both hemispheres in bimanual conditions, thereby contributing to cognitive

load which could diminish performance. Future research should include neuropsychological testing, particularly for intelligence quotient (IQ), memory, attention, and sensory processing, to unpack the potential contribution of these processes to a neuro-compensatory mechanism. The finding that d' was consistently at its lowest for both controls and ACC1 when the left hand preceded the right hand in holding of the weights is also consistent with the notion of left hemisphere (right hand) dominance. This would also be consistent with the possibility that the left hemisphere projects fibers to the right hemisphere to inhibit it during development (Corballis & Morgan, 1978). Therefore, it is plausible that the left hemisphere is favored in the transfer of information which results in better performance when the left hemisphere is dominant in sequential bimanual comparisons of weight (i.e., when the right hand leads the comparative sequence). These are all issues requiring further research.

As already emphasized, ACC1's performance indicates a substantially above chance ability to discriminate weights successfully in both unimanual and in all bimanual discrimination conditions tested. Strikingly, ACC1's performance relative to controls reveals the same basic pattern, with her performance never falling below two standard deviations of the mean of controls. These results support the possibility of a subcortical comparative mechanism being used by ACC1 to compare weights bimanually (cf. Figure 5b). If a subcortical mechanism were involved, this process

would most likely be slower and potentially less accurate in transferring information, thereby accounting for the slight decrease in sensitivity to weight differences in the data of ACC1 compared to controls. It is debatable, however, whether the four seconds response window used in the present study is still ample time to allow for the transmission of information, even at decreased rates, and may represent a limitation of the current study to external validity. To ensure some experimental control over timing, the four-second timing was used. Of note, the present task using real objects poses constraints on trial time because the task requires far more time than estimates of callosal transfer even with an intact callosum. Any decrease in sensitivity via such a subcortical pathway could be due to the length of the pathway or the nature of the pathway. For example, it may be that a compensatory pathway developed for general communication rather than as a specialized mechanism for certain types of information (as in the case of the corpus callosum). The current study is limited in its ability to distinguish between possible compensatory mechanisms, and further research is required to disentangle and understand the mechanisms underpinning this phenomenon through behavioural and neuroimaging work.

A second model, that of the presence of active ipsilateral projections, may account for ACC1's ability to discriminate weights in the bimanual conditions. An important source of information in the discrimination of weights comes from motor output and feedback projections. To gain sensory information an action must be generated—the initial action is then corrected with sensory information to obtain the right force and tension to lift the object. This corrective process is posited as being very influential in the judgment of weight. In neurologically—normal individuals, the motor output projections are predominantly contralateral (approximately 80%). However, studies have shown that in callosal agenesis, there can be a strengthening of ipsilateral projections that may aid in the ability to coordinate bimanual functions (Ziemann et al., 1999). Accordingly, it is possible that in ACC1, the motor information from the right hand is projected to the contralateral hemisphere (left hemisphere) and also to the ipsilateral hemisphere (right hemisphere). Likewise, information from the left hand might be projected to both the right hemisphere (contralateral) and left hemisphere (ipsilateral) (cf. Figure 5c). As a result, the comparison could occur in one hemisphere only as information from each hand would be present; if ipsilateral tracts were indeed enlarged in ACC1, then the ipsilateral information might be strong enough for a comparison of weights at an above chance level as seen in this study.

The ability of ACC1 to perform successful weight comparisons bimanually likely points to the remarkable compensatory ability of the human brain. People with callosal agenesis tend not to display the classic “disconnection syndrome” of callosotomy and commissurotomy patients. Some of the most famous findings of the “disconnection syndrome”, such as difficulties naming or describing material presented to the left visual field, are not seen in identical tests performed by people with callosal agenesis (Sperry, 1970), nor are they seen as remarkably in ACC1. As a result, it is highly likely that this difference reveals effects of plasticity in the brain and central nervous system. Our earlier work with three participants with callosal agenesis revealed a lack of rudimentary callosal interactions on a simple bimanual response task (Franz & Fahey, 2007). One of the participants tested in that study was ACC1. Thus, without such rudimentary callosal interactions, it is likely that forms of developmental plasticity compensate for a lack of communication between the cerebral hemispheres. This might include the strengthening of ipsilateral projections and/or subcortical structures to allow for integration of information between the two hemispheres, as described above (Chiarello, 1980; Lassonde, Sauerwein, Chicoine, & Geoffroy, 1991).

The results of this study indicate there may be a neuro-compensatory mechanism present in ACC1, facilitating her ability to perform a task known to rely on the corpus callosum. This has implications for the clinical evaluation of AgCC, where standard tests of behaviour and cognition may not readily identify AgCC without neuroimaging, but rather present a mixed profile or subtle performance deficits. Practitioners should aim to identify an individual's neuro-compensatory mechanism so they can be best supported through assessment and treatment strategies that harness this mechanism. While the precise mechanism is unable to be identified, this suggests that there is potential benefit in clinical and learning strategies that promote interhemispheric communication. Similarly, cross-hemisphere cognitive strategies may support development of, or strengthen, neuro-compensatory mechanisms in children with AgCC. These may include cognitive exercises, such as memory and attention, or sensory-motor exercises, such as tasks relying on coordination or development of more granular sensory-motor networks.

It is plausible that if the corpus callosum does not begin to form as in typical neurodevelopment, opportunities arise for other pathways that naturally exist in the young brain and central nervous system. These pathways may have unrestrained development without the competing (and dominant) development of such a significant interhemispheric band of fibers. Of note, however, not all people with callosal agenesis

are as high-functioning as ACC1 or the others in our earlier study (Franz & Fahey, 2007). In fact, it has been noticed across testing with people who have various degrees of callosal agenesis, that those with complete agenesis (as in ACC1) tend to be far more highly functioning than those with partial agenesis (though this inference comes from our own limited sample).

Conclusion

Neurologically-normal controls are able to discriminate weight differences reasonably well using haptic information and no vision. The results of ACC1 clearly indicate that weight discrimination is possible at well above chance levels, both unimanually and bimanually. A parsimonious interpretation is that this provides novel evidence for an alternative mechanism to the corpus callosum, which allows for comparative judgments of weights between the two hands (although there are other possibilities, as detailed above). This key finding may reflect plasticity of the brain and central nervous system in callosal agenesis via a subcortical hemispheric communication mechanism, and/or strengthening of ipsilateral motor projections.

It is important that clinicians and researchers take the opportunity to learn from naturally-occurring anomalies, as we are constantly reminded that ACC1 demonstrates a remarkable example of the human ability to adapt. People with a normal corpus callosum rely on that structure for their everyday activities, such as buttoning, texting, tying shoelaces, and opening jars, to mention a few among a vast range of bimanual activities. Here, we have a remarkable example of a young woman who cannot rely on this brain structure to perform such tasks, yet she is still able to integrate information and adapt in a manner that reveals within normal ranges of performance. People such as ACC1 offer such valuable examples of what human beings are capable of, and they make such important and valuable contributions to society if given the opportunity to learn and adapt and thus to reach their potential. They may lack their corpus callosum, but this should not be taken to mean that they lack the integrative skills to function successfully in their lifetime.

References

- Allin, S., Matsuoka, Y., & Klatzky, R. (2002). Measuring just noticeable differences for haptic force feedback: Implications for rehabilitation. In A. Jacobs. (Ed.), *Proceedings of the 10th Symposium on haptic interfaces for virtual and teleoperator systems. HAPTICS 2002* (pp. 299-302). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society.
- Amazeen, E. L., Tseng, P. H., Valdez, A. B., & Vera, D. (2011). Perceived heaviness is influenced by the style of lifting. *Ecological Psychology*, *23*, 1-18. doi: 10.1080/10407413.2011.539100
- Anton, J. L., Benali, H., Guigon, E., Di Paola, M., Bittoun, J., Jolivet, O., & Burnod, Y. (1996). Functional MR imaging of the human sensorimotor cortex during haptic discrimination. *NeuroReport*, *7*, 2849-2852. doi: 10.1097/00001756-199611250-00008
- Badaruddin, D. H., Andrews, G. L., Bölte, S., Schilmoeller, K. J., Schilmoeller, G., Paul, L. K., & Brown, W. S. (2007). Social and behavioral problems of children with agenesis of the corpus callosum. *Child Psychiatry and Human Development*, *38*, 287-302. doi: 10.1007/s10578-007-0065-6
- Bears, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2007). *Neuroscience: Exploring the brain* (3rd ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Bedeschi, M. F., Bonaglia, M. C., Grasso, R., Pellegrini, A., Garghentino, R. R., Battaglia, M. A., . . . Borgatti, R. (2006). Agenesis of the corpus callosum: Clinical and genetic study in 63 young patients. *Pediatric Neurology*, *34*, 186-193. doi: 10.1016/j.pediatrneurol.2005.08.008
- Chiarello, C. (1980). A house divided? Cognitive functioning with callosal agenesis. *Brain and Language*, *11*, 128-158. doi: 10.1016/0093-934X(80)90116-9
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Corballis, M. C. & Morgan, M. J. (1978). On the biological basis of human laterality: I. Evidence for a maturational left-right gradient. *Behavioral and Brain Sciences*, *1*, 261-269. doi: 10.1017/S0140525X00074471
- Danziger, W. L. & Botwinick, J. (1980). Age and sex differences in sensitivity and response bias in a weight discrimination task. *Journal of Gerontology*, *35*, 388-394. doi: 10.1093/geronj/35.3.388
- Dresslar, F. B. (1894). Studies in the psychology of touch. *The American Journal of Ability*, *6*, 313-368. doi: 10.2307/1411644
- Edwards, T. J., Sherr, E. H., Barkovich, A. J., & Richards, L. J. (2014). Clinical, genetic and imaging findings identify new causes of corpus callosum development syndromes. *Brain*, *137*, 1579-1613. doi: 10.1093/brain/awt358
- Ellis, R. R. & Lederman, S. J. (1993). The role of haptic versus visual volume cues in the size-weight illusion. *Perception & Psychophysics*, *53*, 315-324. doi: 10.3758/BF03205186

- Fagot, J., Lacreuse, A., & Vauclair, J. (1997). Role of sensory and post-sensory factors on hemispheric asymmetries in tactual perception. In S. Christman (Ed.), *Cerebral asymmetries in sensory and perceptual processing* (pp. 469-494). Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science B.V.
- Flanagan, J. R. & Bandomir, C. A. (2000). Coming to grips with weight perception: Effects of grasp configuration on perceived heaviness. *Perception & Psychophysics*, *62*, 1204-1219. doi: 10.3758/BF03212123
- Franz, E. A. (1997). Spatial coupling in the coordination of complex actions. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *50*, 684-704. doi: 10.1080/713755726
- Franz, E. A. (2003). Bimanual action representation: A window to human evolution. In S. H. Johnson-Frey (Ed.), *Taking action: Cognitive neuroscience perspectives on the problem of intentional acts* (pp. 259-288). Cambridge, MA: 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. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00535
- Franz, E. A. & Fahey, S. (2007). Developmental change in interhemispheric communication: Evidence from bimanual cost. *Psychological Science*, *18*, 1030-1031. doi: 10.1111/j.1467-9280.2007.02020.x
- Franz, E. A. & McCormick, R. (2010). Conceptual unifying constraints on anticipatory bimanual control. *Experimental Brain Research*, *205*, 273-282. doi: 10.1007/s00221-010-2365-5
- Franz, E. A., Waldie, K. E., & Smith, M. J. (2000). The effect of callosotomy on novel versus familiar bimanual actions: A neural dissociation between controlled and automatic processes? *Psychological Science*, *11*, 82-85. doi: 10.1111/1467-9280.00220
- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, *141*, 2-18. doi: 10.1037/a0024338
- Giachritsis, C., Wright, R., & Wing, A. (2010). The contribution of proprioceptive and cutaneous cues in weight perception: Early evidence for maximum-likelihood integration. In A. M. L. Kappers, J. B. F Van Erp, M. W. Bergmann Tiest, & F. C. T. Van der Helm, (Eds.), *Haptics: Generating and perceiving tangible sensations, Part I* (pp. 11-16). Amsterdam, Pays-Bas: Springer-Verlag.
- Glass, H. C., Shaw, G. M., Ma, C., & Sherr, E. H. (2008). Agenesis of the corpus callosum in California 1983-2003: A population-based study. *American Journal of Medical Genetics A*, *146*, 2495-2500. doi: 10.1002/ajmg.a.32418
- Goodwin, A. W. & Wheat, H. E. (2008). Physiological mechanisms of the receptor system. In Grunwald, M. (Ed.), *Human Haptic Perception: Basics and Applications* (pp. 93-102). Basel: Birkhäuser.
- Heeger, D. (1998). *Signal Detection Theory Handout*. Retrieved from <http://www.sjsu.edu/people/steven.macramalla/courses/c1/s1/Signal-Detection-Theory-Handout.doc>
- Halata, Z. & Baumann, K. I. (2008). Anatomy of receptors. In M. Grunwald (Ed.), *Human haptic perception: Basics and applications* (pp. 85-92). Basel, Switzerland: Birkhäuser.
- Hsiao, S. & Yau, J. (2008). Neural basis of haptic perception. In M. Grunwald (Ed.), *Human haptic perception: Basics and applications* (pp. 103-112). Basel, Switzerland: Birkhäuser.
- Kaas, A. L., Stoeckel, M. C., & Goebel, R. (2008). The neural bases of haptic working memory. In Grunwald, M. (Ed.), *Human Haptic Perception: Basics and Applications* (pp. 113-129). Basel, Switzerland: Birkhäuser.
- Kahrimanovic, M., Bergmann Tiest, W. M., & Kappers, A. M. L. (2010). The shape-weight illusion. In A. M. L. Kappers, J. B. F Van Erp, M. W. Bergmann Tiest, & F. C. T. Van der Helm, (Eds.), *Haptics: Generating and perceiving tangible sensations, Part II* (pp. 17-22). Amsterdam, Netherlands: Springer-Verlag.
- Keating, P. (2005). *D-prime (signal detection) analysis*. Retrieved from <http://www.linguistics.ucla.edu/faciliti/facilities/statistics/dprime.htm>
- Jones, L. A. (1986). Perception of force and weight: Theory and research. *Psychological Bulletin*, *100*, 29-42. doi: 10.1037/0033-2909.100.1.29
- Lassonde, M. C., Sauerwein, H. C., & Lepore, F. (2003). Agenesis of the corpus callosum. In E. Zaidel & M. Iacoboni (Eds.), *The parallel brain: The cognitive neuroscience of the corpus callosum* (pp. 357-369). Cambridge, MA: MIT Press.
- Lassonde, M., Sauerwein, H., Chicoine, A. J., & Geoffroy, G. (1991). Absence of disconnection syndrome in callosal agenesis and early callosotomy: Brain reorganization or lack of structural specificity during ontogeny? *Neuropsychologia*, *29*, 481-495. doi: 10.1016/0028-3932(91)90006-T
- Lederman, S. J. & Klatzky, R. L. (1993). Extracting object properties through haptic exploration. *Acta Psychologica*, *84*, 29-40. doi: 10.1016/0001-6918(93)90070-8
- Lehmann, H. J. & Lampe, H. (1970). Observations on the interhemispheric transmission of information in 9 patients with corpus callosum defect. *European Neurology*, *4*, 129-147. doi: 10.1159/000114016
- Nishizawa, S. (1991). Different pattern of hemisphere specialization between identical kinesthetic spatial and weight discrimination tasks. *Neuropsychologia*, *29*, 305-312. doi: 10.1016/0028-3932(91)90044-9

- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, *9*, 97-113. doi: 10.1016/0028-3932(71)90067-4
- Paul, L. K., Brown, W. S., Adolphs, R., Tyszka, J. M., Richards, L. J., Mukherjee, P., & Sherr, E. H. (2007). Agenesis of the corpus callosum: Genetic, developmental and functional aspects of connectivity. *Nature Reviews Neuroscience*, *8*, 287-299. doi: 10.1038/nrn2107
- Schopler, E., Van Bourgondien, M. E., Wellman, G. J., & Love, S. R. (2010). *Childhood autism rating scale* (2nd ed.). Los Angeles, CA: Western Psychological Services.
- Siffredi, V., Anderson, V., Leventer, R. J., & Spencer-Smith, M. M. (2013). Neuropsychological profile of agenesis of the corpus callosum: A systematic review. *Developmental Neuropsychology*, *38*, 36-57. doi: 10.1080/87565641.2012.721421
- Sperry, R. W. (1970). Perception in the absence of the neocortical commissures. *Perception and its Disorders*, *48*, 123-138.
- Stern, M. K. & Johnson, J. H. (2010). Just noticeable difference. In I. B. Weiner & W. E. Craighead (Eds.), *Corsini Encyclopedia of Psychology* (vol. 2, pp. 803-804). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Taylor, M. & David, A. S. (1998). Agenesis of the corpus callosum: a United Kingdom series of 56 cases. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *64*, 131-134. doi: 10.1136/jnnp.64.1.131
- Tovar-Moll, F., Monteiro, M., Andrade, J., Bramati, I. E., Vianna-Barbosa, R., Marins, T., . . . Lent, R. (2014). Structural and functional brain rewiring clarifies preserved interhemispheric transfer in humans born without the corpus callosum. *Proceedings of the National Academy of Science*, *111*, 7843-7848. doi: 10.1073/pnas.1400806111
- Valdez, A. B. & Amazeen, E. L. (2008). Sensory and perceptual interactions in weight perception. *Perception & Psychophysics*, *70*, 647-657. doi: 10.3758/PP.70.4.647
- Voisin, J., Lamarre, Y., & Chapman, C. E. (2002). Haptic discrimination of object shape in humans: Contribution of cutaneous and proprioceptive inputs. *Experimental Brain Research*, *145*, 251-260. doi: 10.1007/s00221-002-1118-5
- Ziemann, U., Ishii, K., Borgheresi, A., Yaseen, Z., Battaglia, F., Hallett, M., . . . Wassermann, E. M. (1999). Dissociation of the pathways mediating ipsilateral and contralateral motor-evoked potentials in human hand and arm muscles. *Journal of Physiology*, *518*, 895-906. doi: 10.1111/j.1469-7793.1999.0895p.x

Received January 7, 2019

Revision received March 24, 2019

Accepted May 13, 2019 ■

Cross-Sectional Analysis of Picture Descriptions of Healthy Young and Older Adults

Johémie Boucher^{1,2}, B. Sc., Antoine Slegers^{1,2}, B. A., B. Sc., & Simona M. Brambati^{1,2}, Ph. D.

¹ Département de psychologie, Université de Montréal

² Centre de Recherche de l'Institut Universitaire de Gériatrie de l'Université de Montréal

It is poorly understood whether and how normal aging affects different aspects of connected speech production, such as fluency, informativity, efficiency, and vocabulary use. The present study cross-sectionally investigates the effects of age on a broad variety of language production measures, using connected speech samples elicited by the two most frequently used picture description tasks. Twenty-six young (20-25 y.o.) and twenty-two older participants (55-90 y.o.) were included in this study. Speech samples were transcribed using the CLAN program and eight measures were extracted. Our results indicate that, in a picture description task, older adults produce more disruptions to fluency, but that lexical diversity, informativity, and efficiency of speech remain unaffected by age. The use of less frequent words by older adults might reflect a larger vocabulary size. These findings have implications for future studies assessing changes in connected speech production, in both healthy and clinical populations.

Keywords: normal aging, language production, connected speech, picture description task, word-finding difficulties

Le vieillissement normal module certaines habiletés cognitives, mais on ne sait pas si, et de quelle manière, différents aspects de la production du discours continu, tels que la fluence, l'informativité, l'efficacité et l'utilisation du vocabulaire, sont affectés. La présente étude transversale examine les effets de l'âge sur plusieurs mesures langagières à partir d'échantillons de discours continu suscités par les deux tâches de description d'image les plus utilisées. Vingt-six jeunes (20-25 ans) et vingt-deux participants âgés (55-90 ans) ont été recrutés. Les échantillons ont été transcrits via le programme CLAN et huit mesures ont été extraites. Nos résultats indiquent que les adultes plus âgés produisent plus de bris de fluidité verbale, mais que la diversité lexicale, l'informativité et l'efficacité du langage ne sont pas affectées par l'âge. L'usage de mots moins fréquents par les adultes plus âgés pourrait refléter un vocabulaire plus étendu. Ces résultats ont des implications pour les études futures portant sur les changements dans la production de discours continu chez les populations saines et cliniques.

Mots clés : vieillissement normal, production langagière, discours continu, tâche de description d'images, manque du mot

While the literature has consistently shown that an evolution of language production abilities is expected to occur across the adult lifespan, the extent to which normal aging may affect language production remains unclear. Indeed, the available evidence provides mixed results: some studies show that aspects of language function remain relatively stable or improve over time (Cooper, 1990; Salthouse, 2003; Verhaegen, 2003) while others show a significant decline in language production with normal aging (Burke, MacKay, & James, 2000; Verhaegen & Poncelet, 2012). A better understanding of the evolution of language production abilities throughout normal aging is a fundamental step to identify changes that could be associated with pathological aging (Shewan &

Henderson, 1988). However, more research is needed in that field.

Previous studies have attempted to measure age-related changes in language abilities by comparing the performance of young and older adults without cognitive impairment in various standardized tasks involving single-word processing. Common procedures include verbal fluency (Brickman et al., 2005; Clark et al., 2009), a timed task which requires participants to produce words that either begin with a certain letter of the alphabet or are exemplars of a particular category (e.g., animals, vegetables), and picture naming tests (Verhaegen & Poncelet, 2012), where the participants are asked to name various pictures correctly. Some authors also use vocabulary tests which, as opposed to naming and fluency tasks, do not rely on explicit word retrieval. In this type of task, participants are asked to supply dictionary-like definitions for various words (Verhaegen, 2003). In

Correspondence concerning this article should be addressed to/ La correspondance concernant cet article doit être adressée à :
Simona Brambati, Département de psychologie, Université de Montréal
E-mail/courriel: simona.maria.brambati@umontreal.ca

general, single-word processing studies have reported a preservation of abilities in language tasks that do not imply explicit word retrieval (Kavé & Yafé, 2014; Verhaegen, 2003), but a significant decline of performance with advancing age in language production tasks involving naming and fluency (Brickman et al., 2005; Connor, Spiro, Obler, & Albert, 2004; Heine, Ober, & Shenaut, 1999; Tombaugh, Kozak, & Rees, 1999; Verhaegen & Poncelet, 2012). Thus, evidence from single-word processing task suggests that unlike knowledge of word meaning, which is preserved or even improved with aging (Chapleau et al., 2017; Verhaegen, 2003), the ability to retrieve words typically declines with age (Burke & Shafto, 2004). In fact, word-finding difficulties (WFD; i.e., difficulties in retrieving words in the mental lexicon; Hughes, 2009) are one of the most frequent concerns expressed by healthy older adults, with as many as two-thirds reporting difficulties with word retrieval (Condret-Santi et al., 2013). In literature on aging, the most common explanation for WFD in older adults is Burke, MacKay, Worthley, and Wade's (1991) hypothesis of a "transmission defect" associated with normal aging (Le Dorze & Bédard, 1998; Spieler & Griffin, 2006; Thornton & Light, 2006). According to this hypothesis, aging weakens the connection between a word's semantic (i.e., meaning of a word) and phonological (i.e., sound or appearance of a word) forms, causing word production failures.

However, whereas single-word processing tasks are widely used and can provide information about age-related changes affecting language production, they do not allow the understanding of the impact of healthy aging on speech production in a context more representative of everyday communication. In addition, the ecological validity of single-word tests is subject to debate (Kavé, Samuel-Enoch, & Adiv, 2009; Sajjadi, Patterson, Tomek, & Nestor, 2012).

Growing consensus indicates that the analysis of connected speech samples allows to draw a global approximation of language production abilities and may offer a more ecologically valid approach to understanding the effects of age-related changes in speech production. Connected speech refers to the "term used in linguistics to refer to spoken language when analyzed as a continuous sequence, as in normal utterances and conversations" (Hughes, 2009). Several tasks can be used to elicit connected speech samples. These include: structured or semi-structured interviews (Glosser & Deser, 1992; Kemper, Kynette, Rash, O'Brien, & Sprott, 2008; Mackenzie, 2000), in which participants are asked to answer open-ended questions or to describe important events, people, etc.; story-telling procedures (Conroy, Sage, & Ralph, 2011; Fraser et al., 2014; Wright, Capilouto,

Srinivasan, & Fergadiotis, 2011), where connected speech samples are elicited by asking the participant to tell a specific story; and picture description tasks (Brookshire & Nicholas, 1994b; Capilouto, Wright, & McComas Maddy, 2016; Kavé et al., 2009; Le Dorze & Bédard, 1998). The latter consists in the detailed description of a standardized pictorial stimulus representing an everyday-life scene. As opposed to the other aforementioned speech-eliciting methods, picture description tasks present the advantage of providing a relatively constrained discourse sample with expected topics (Chenery & Murdoch, 1994). This allows a standardized approach to study language production in a specific context while facilitating speech comparison across groups. Moreover, picture description tasks are quick and easy to administer and can provide information about multiple aspects of speech production. This procedure is the most frequently used to study connected speech in various populations, including healthy older adults (e.g., Kavé et al., 2009; Le Dorze & Bédard, 1998; Mortensen, Meyer, & Humphreys, 2006), patients with Alzheimer's disease (AD; Slegers, Filiou, Montembeault, & Brambati, 2018) or at risk for developing AD (Ahmed, Haigh, de Jager, & Garrard, 2013), and individuals with aphasia (Gordon, 2008; Vandenborre, Visch-Brink, van Dun, Verhoeven, & Mariën, 2018).

Disruptions to fluency, lexical measures, informativity, and efficiency are aspects of speech production that are suspected to be influenced by age and have thereby been frequently studied in the connected speech literature (e.g., Kavé & Goral, 2016a; Le Dorze & Bédard, 1998). While available literature relying on picture description tasks suggests certain trends regarding the effects of age on these various aspects of speech production, findings have not systematically been replicated across studies. The following paragraphs attempt to summarize the findings regarding the four most frequently analyzed aspects of speech production in studies using picture-description tasks.

Disruptions to fluency

Disruptions to fluency refer to interruptions in the normal course of speech production. Most studies relying on connected speech elicited by picture description tasks showed an increase in disruptions to fluency with normal aging, indicated among others by a significant increase in word repetitions (Le Dorze & Bédard, 1998) and "retracings" (i.e., self-corrections or reformulations; Schmitter-Edgecombe, Vesneski, & Jones, 2000). This effect was mainly attributed to an increase in WFD in healthy older adults (Burke et al., 1991). In the connected speech literature, disruptions to fluency are considered evidence for word-finding

failures as they could indicate that individuals are searching for words during speech production (Kavé & Goral, 2016a). Le Dorze and Bédard (1998) suggested that an increase in the number of repetitions in older adults' speech is compatible with the transmission defect hypothesis (Burke et al., 1991). Due to a weakened connection between the words' semantic and phonological forms, older adults may have more difficulty in retrieving new words and may more readily access words that have been recently activated, hence their re-use.

Lexical measures

Lexical aspects of speech refer to the vocabulary used in the task and include both lexical diversity (i.e., the range of vocabulary deployed by a speaker; Fergadiotis, Wright, & Capilouto, 2011) and lexical frequency (i.e., the mean frequency, according to published norms, of the words selected for production) measures. These measures could both provide an estimation of vocabulary size (Kavé & Goral, 2016a). When it comes to these aspects of speech, it currently remains unclear how age affects the performance of healthy older adults.

Lexical diversity. Across studies, lexical diversity is generally estimated by comparing the number of different words used by the participants (types) to the total number of words produced (tokens). The most common measures of lexical diversity are the Type-token ratio (TTR) and the *Voc-D* (i.e., TTR adjusted for speech sample size). Some studies propose that aging may result in an impoverished lexical diversity in a picture description task (Capilouto et al., 2016): as lexical diversity reflects the frequency with which the participant retrieves unique labels, it could decline as a result of repetitiveness in older adults' speech (Kavé et al., 2009). However, Fergadiotis, Wright, and Capilouto (2011) found that older adults did not use a restricted lexicon, which suggests that lexical diversity measures do not capture age-related changes in language production abilities.

Lexical frequency. Some evidence from single word production tasks supports the hypothesis that older adults have more difficulties in retrieving low frequency words (Burke & Shafto, 2004), for which, due to less frequent use, the connections between the semantic and phonological forms are weaker and harder to activate. Kavé et al. (2009) and Dennis and Hess (2016) instead found that connected speech samples of older adults were characterized by a lower mean word frequency (that is, they used less frequent words than younger adults). After ruling out the possibility that age-related changes in lexical frequency could result from a generational difference in the common lexicon, Kavé et al. (2009)

hypothesized that older adults have a larger vocabulary size: they might benefit from a richer lexicon, containing more low-frequency words, some of which haven't been learned by younger speakers yet.

Informativity and efficiency

Most of the research focusing on informativity (i.e., the meaning and quantity of information transmitted) and efficiency of speech (i.e., the rate at which relevant information is transmitted) indicates a preservation of informativity with age, but a decline in efficiency.

Informativity. Informativity can be measured by evaluating the number of thematic (Marini, Boewe, Caltagirone, & Carlomagno, 2005) or content units (Le Dorze & Bédard, 1998; Mackenzie, 2000) produced by a participant. With regards to this measure, while results are not entirely consistent (Marini et al. 2005), it is generally agreed upon that healthy aging is not accompanied by a decline in the ability to convey relevant information (Le Dorze & Bédard, 1998; Mackenzie, Brady, Norrie, & Poedjianto, 2007). On the contrary, a deterioration of the ability to convey relevant information was associated with neurodegenerative diseases or language-specific impairments (Shewan & Henderson, 1988).

Efficiency. As for the efficiency of speech, available literature generally points to a decline with normal aging, older adults usually taking more time and/or more words to convey the same amount of information (Capilouto et al., 2016; Le Dorze & Bédard, 1998). This being said, literature remains unclear as to whether this could be caused by an increase in WFD (Le Dorze & Bédard, 1998), or by general processes that are not language-specific, such as an age-related decline in the ability to inhibit irrelevant information, resulting in an increase in off-topic speech (Arbuckle, Nohara-LeClair, & Pushkar, 2000) and a decrease in efficiency.

This summary of available data suggests that, up until now, studies analyzing connected speech elicited by picture description tasks have not provided a general and consistent approximation of the way language production evolves during normal aging. Previous studies usually focused on a restricted set of variables, which varied greatly from a study to another, but did not draw a complete estimation of the way healthy aging may affect the different aspects of speech production. Additionally, different picture stimuli have been used in connected speech literature. While the most commonly used picture stimulus is the *Cookie Theft Picture* from the *Boston Diagnostic Aphasia Examination* (Goodglass & Kaplan, 1972),

some authors have chosen to rely on other stimuli, such as the *Picnic Scene* (*Western Aphasia Battery*; Risser & Spreen, 1985) or, less often, the *Bank Robbery Picture* (*Montreal-Toulouse 86 Battery*; Joannette, Nespoulous, & Roch Lecours, 1998). However, it is unclear how the characteristics of the stimulus may affect language production in healthy older adults.

Moreover, despite the numerous advantages associated with picture description tasks, it has been suggested that connected speech samples elicited by a single picture stimulus might not be long enough to allow a representative evaluation of one's language production abilities. While in a picture description task, sample length is restricted by the constraints of the task (Sajjadi et al., 2012), most studies focusing on age-related changes in language production used connected speech samples elicited by only one stimulus (Capilouto, Wright, & Wagovich, 2005). Work from aphasia literature showed that sample length influences the stability of speech measures, hence Brookshire and Nicholas' (1994a, 1994b) suggestion that connected speech samples between 300 and 400 words obtained by combining different stimuli should be used for a language evaluation. While guidelines regarding the amount of data that should be made available to allow a representative approximation of the language performance of healthy older adults with picture description tasks remains unclear, recommendations from previous literature suggest that using only one picture description might not be enough.

Thus, this study investigated the impact of age on connected speech production while broadening the variety of variables studied within a single sample and combining speech elicited by two picture description tasks in order to obtain more data to analyze. Our main objective was to cross-sectionally investigate the effects of age on connected speech variables relating to lexical, disruptions to fluency, informativity, and efficiency measures extracted from connected speech samples elicited by the two most commonly used picture description tasks (i.e., the *Picnic Scene* and the *Cookie Theft Picture*).

A secondary and exploratory objective was to assess if the results regarding the effects of age on speech production obtained using each picture stimulus are comparable to the ones obtained by combining the connected speech samples elicited by both picture description tasks. To our knowledge, no previous study has compared the effects of the two most commonly used picture description tasks on measures of discourse production in healthy older adults.

We hypothesize that:

1. Older adults will produce more disruptions to fluency (i.e., repetitions and retracings) than young adults.
2. The lexical diversity of young and older adults' speech will not differ, but older adults will produce less frequent words than the younger group.
3. Older participants will convey as much relevant information as the younger group.
4. Older participants will be less efficient than young adults: they will take more words and more time to convey relevant information.

Materials and methods

Participants

Twenty-six young participants (20-25 y.o.) and thirty older participants (50-90 y.o.) were recruited through the participants' bank of the *Centre de recherche de l'Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal*. They were all Canadians, and their first language was French. Exclusion criteria included language or neurological impairments and uncorrected visual or auditive deficits. Seven participants from the older group were excluded due to a *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA; Nasreddine et al., 2005) score below 26/30, which is the proposed cut-off for possible neurocognitive impairment. An additional older participant presenting extreme scores (≥ 3.29 *SD* from the mean) for several language measures was excluded from our sample.

Procedure

The experiment took place at the *Centre de recherche de l'Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal* in one uninterrupted session which lasted up to an hour. After signing the consent form and completing a health and sociodemographic questionnaire, all participants underwent the same protocol. They first completed the MoCA, a brief screening tool for mild cognitive impairment targeting short term memory, visuospatial abilities, executive functions, attention, concentration, working memory, orientation to time and place, and language. As a complement to the picture description tasks, participants then had to complete the *Pyramids and Palm Trees Test* (PPTT; Howard & Patterson, 1992), a 52-items test assessing the degree to which a subject can access meaning from pictures and words, and the French-Canadian abbreviated version of the *Boston Naming Test* (BNT-30; Colombo & Assal, 1992), a 30-items picture naming test on which young adults generally outperform older adults (Slegers et al., 2018). Then, the *Similarities*, a verbal subtest of the

Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS-IV; Wechsler, 2008) where the participant is asked to describe the relationship between two words, as well as the *Trail Making Tests A and B* (TMT: Army Individual Test Battery, 1944), a visual-motor sequencing task evaluating motor speed and flexibility, were administered. Finally, the participants completed the two most commonly used picture description tasks, with their order of presentation randomized across participants: The *Picnic Scene* from the *Western Aphasia Battery* and the *Cookie theft Picture* from the *Boston Diagnostic Aphasia Examination*. For each task, connected speech samples were recorded using a *Sony IC recorder icd-px312*.

Transcription

Recordings were transcribed by the investigator and a research assistant using the *Computerized Language Analysis* (CLAN; MacWhinney & Wagner, 2010) program, following the CHAT format guidelines (MacWhinney, 2000). The investigator annotated hesitations, repetitions, commentaries on the task, and examiner's interventions.

Connected speech measures

Disruptions to fluency.

Repetition. A repetition is counted by the CLAN program every time a word is inappropriately uttered more than one time (e.g., “*c'est le le le ballon*”/“it is the the the ball”). For each participant, repetition scores from the two tasks were summed.

Retracing. A retracing is counted by the CLAN program every time a modification is made to one or more previous words, for example: “*elle a bloqué bouché [le renvoi d'eau]*”/“she blocked clogged [the backwater]”. For each participant, retracing scores from the two tasks were summed.

Lexical measures.

Lexical diversity.

Type/token ratio (TTR). Lexical diversity measure automatically calculated by the CLAN program by dividing the number of different words used by the participants (types) by the total number of words produced (tokens), excluding repetitions and retracings (Types/Tokens). For each participant, TTR scores for the two tasks were averaged. This measure is the most frequently used to evaluate the lexical diversity of speech samples.

D. Lexical diversity measure estimated using the *Voc-D* program in CLAN. It provides a measure of lexical diversity that is considered more robust to differences in sample length than the TTR (Capilouto

et al., 2016). Essentially, this measure is calculated by comparing randomly sampled data from the transcript to a mathematical model representing how TTR varies with token size (cf. McKee, Malvern, & Richards, 2000 for a detailed explanation of how *D* is calculated from a transcript). For each participant, *D* scores for the two tasks were averaged.

Lexical frequency. Frequency of each word type (i.e., all the different words used by a given participant) are retrieved from *Lexique 3.82* (New, Pallier, Ferrand, & Matos, 2001). This database contains the lexical frequencies of 135 000 French words extracted from a 15-million-words corpus (Frantext; <https://www.frantext.fr/>). A mean of word frequencies was computed. For each speech sample, we used the procedure described by Kavé et al. (2009): we computed the mean frequency by first adding up the lexical frequencies of all types and then dividing it by the total number of types produced by that person. This allowed to control for the length of the picture description, ensuring that the frequency score was not affected by the number of words produced. For each participant, the lexical frequency means for the two tasks were averaged.

Informativity.

Information content units (ICUs). Prespecified unit of truthful and relevant information conveyed by the speaker (Cooper, 1990). Both connected speech samples were scored for ICU by two independent examiners, using a list of predefined ICUs, separated in places (e.g., in a kitchen), people (e.g., the mother), objects (e.g., a kite), and actions (e.g., pouring [a drink]). The mean inter-rater agreement for both picture stimuli reached 99%. For the *Cookie Theft Picture*, we used a list of 24 ICUs defined by Croisile et al. (1996), and for the *Picnic Scene*, we used a list of 30 ICUs adapted from Jensen, Chenery, and Copland (2006). Scores on both lists were summed, so that each participant could obtain a maximal score of 54 ICUs.

Efficiency.

Efficiency 1. Number of words needed for the participant to convey one ICU (Number of words produced/number of ICUs). For each participant, mean efficiency 1 was calculated by averaging efficiency scores obtained on both tasks.

Efficiency 2. Number of seconds needed for the participant to convey one ICU (Number of seconds of the connected speech sample/number of ICUs). For each participant, mean efficiency 2 was calculated by averaging efficiency scores obtained on both tasks.

Results

We expected older adults to produce more disruptions to fluency and less frequent words than the younger group, but that lexical diversity would not differ between the two groups. We also hypothesized that older participants would convey as much information as the younger group but would take more words and time to do so. We conducted independent samples *t*-tests to compare the young and older adults for sociodemographic characteristics, scores on the neuropsychological assessment tasks, and all of the connected speech measures. We then tested for possible interactions between age (i.e., young and older adults) and picture stimulus (i.e., *Picnic Scene* or *Cookie Theft Picture*) for all the connected speech measures using mixed design ANOVAs. For the duration of the connected speech samples, non-parametric Mann-Whitney *U* tests were used for group comparison. To minimize their impact on mean estimation without reducing sample size, extreme scores presented by a participant were reduced at $+3.29 SD$ from the mean score (Field, 2013).

General results

Sociodemographic characteristics of the sample are presented in Table 1. While both groups contained more females than males (younger group: 19/7; older group: 16/6), the female/male ratio did not significantly differ from one group to another ($t = 0.03, p = .979$). Moreover, for most speech measures, available literature relying on picture description tasks does not mention any significant gender effect (Mackenzie, 2000; Mackenzie et al., 2007). No group differences were observed for education level ($t = -0.30, p = .762$). Descriptions for the *Cookie Theft Picture* were on average 166.15 words long, and descriptions for the *Picnic Scene* were significantly longer ($t = -4.94, p < .001$), containing on average 222.27 words. No significant difference ($t = -0.56, p = .578$) was detected between the younger and the older group regarding the number of words produced for the combined samples. Both groups produced connected speech samples of equal

duration ($U = 221, p = .179$), and comparable words per minute ($t = -0.85, p = .398$). No interaction was found between age and picture stimulus for any of those measures ($p = .325; .183; .881$).

Neuropsychological assessment

Group comparison revealed no significant difference for the performance on the MoCA ($t = 0.23, p = .814$), the BNT-30 ($t = -0.94, p = .351$), and the *Similarities* ($t = 1.51, p = .138$). Older adults performed slightly better on the PPTT ($t = -3.15, p = .003$) and took significantly more time to complete both versions of the TMT (A: $t = -6.23, p < .001$; B: $t = -5.29, p < .001$). Results from the neuropsychological and language assessments are summarized in Table 2.

Connected speech measures

Disruptions to fluency. Group comparisons of the combined connected speech samples showed that the older group produced on average more disruptions to fluency compared to the younger group. When considering data for both picture stimuli, the older group produced more repetitions ($t = -3.36, p = .002, d = 4.43$) and retracings ($t = -3.92, p < .001, d = 3.99$; cf. Table 3 for mean scores). No significant age by picture stimulus interaction was found for any of these measures ($p_s = .290; .279$).

Lexical measures.

Lexical diversity. An independent samples *t*-test conducted on the combined connected speech samples showed no significant differences between the younger and the older group, for both lexical diversity measures investigated. Means TTR ($t = 0.67, p = .506$) and *D* ($t = 0.54, p = .590$) were similar for both groups. No age by picture stimulus interactions were found ($p_s = .457; .379$).

Lexical frequency. Group comparison conducted on combined connected speech samples revealed a significant effect of age on lexical frequency ($t = 2.49, p = .017, d = 0.11$), with the older group producing more low-frequency words than the younger group. A significant age by picture stimulus interaction was found ($p = .019$). Analysis of simple effects showed that the older group produced significantly more low-frequency words during the description of the *Cookie Theft Picture* ($t = 3.01, p = .002$), but did not show any significant differences between the two groups' mean lexical frequency on the *Picnic Scene* ($t = 1.24, p = .145$).

Informativity. Analysis conducted on combined results for both picture description tasks showed that the older group conveyed as many ICUs as the younger group ($t = -0.28, p = .783$). No age by picture

Table 1

Sociodemographic characteristics of sample

	Young group	Older group
	(<i>n</i> = 26)	(<i>n</i> = 22)
Female/male ratio	19/7	16/6
Age <i>M</i> (<i>SD</i>)	22.27 (1.99)	73.32 (9.86)
Education (years) <i>M</i> (<i>SD</i>)	15.62 (1.75)	16.00 (6.17)

Table 2

Neuropsychological and language assessment

	Younger participants		Older participants		<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
MoCA	28.31	1.12	28.23	1.23	
PPTT	48.69	1.85	50.18	1.33	**
BNT	29.61	0.64	29.55	0.60	
Similitudes	29.00	2.93	27.45	4.14	
TMT-A (seconds)	22.15	7.13	37.14	9.52	**
TMT-B (seconds)	49.69	18.33	83.11	26.16	**

Note. ** = $p < .01$; MoCA = *Montreal Cognitive Assessment* score; PPTT = *Pyramids and Palm Trees Test* score; BNT = *Boston Naming Test* score; TMT-A = *Trail-Making Test, version A*; TMT-B = *Trail-Making Test, version B*.

Table 3

Participants' scores for the combined picture description tasks

	Younger participants		Older participants		<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
General					
Total number of words	351.12	177.98	379.71	170.80	
Total duration	146.77	79.06	166.95	83.89	
Meanwords per minute	146.03	23.46	140.49	33.61	
Disruptions to fluency					
Total number of repetitions	4.19	3.98	8.50	4.91	**
Total number of retracings	4.15	3.86	8.68	4.13	**
Lexical					
Mean lexical frequency	2.26	0.12	2.17	0.09	*
Mean TTR	0.52	0.08	0.51	0.07	
Mean <i>D</i>	71.28	14.92	68.93	14.93	
Semantic					
Total number of ICUs	39.61	6.98	40.14	6.07	
Pragmatic					
Mean efficiency 1	8.79	3.03	9.29	3.54	
Mean efficiency 2	3.68	1.41	4.19	1.84	

Note. * = $p < .05$; ** = $p < .01$; TTR = type-token ratio; ICUs = information content units; Efficiency 1 = number of words produced / total number of ICUs; Efficiency 2 = number of seconds of the samples / total number of ICUs.

stimulus interaction was found for the amount of relevant information conveyed ($p = .486$).

Efficiency. ICUs/duration ($t = -1.08, p = .286$) and ICUs/words did not differ significantly ($t = -0.52, p = .606$) between the two groups. No significant age by picture stimulus interaction were found for neither of the efficiency measures ($p_s = .331; .431$).

Discussion

The present study allowed for the investigation of multiple aspects of speech production within a single sample by analyzing connected speech elicited by two picture description tasks. Our results indicate that

connected speech samples of older adults are characterized by a higher rate of disruptions to fluency and more low-frequency words. However, lexical diversity, informativity, and efficiency of speech are not significantly affected by age.

Older and younger adults' performances were comparable for all standardized assessment tasks (i.e., MoCA, BNT-30, and *Similarities*), except for the TMTs A and B and the PPTT. As a result of general age-related perceptual and motor speed differences, poorer performance of older adults on the TMTs was expected (Salthouse et al., 2000). Older adults performed only slightly better on the PPTT, which is

consistent with the assumption that no degradation of semantic knowledge occurs throughout healthy aging (Nilsson, 2003).

Interestingly, while previous literature had suggested that healthy aging could affect picture naming abilities, the difference between the younger and the older group for scores on the BNT-30 did not reach significance. Thus, while the observed increase in disruptions to fluency suggests an effect of age on speech production in context, older adults did not perform significantly worse than the younger adults on this picture naming task. To explain these unexpected results, we can hypothesize that picture description tasks may be more sensitive tools than standardized, single-picture naming tasks such as the BNT-30 for assessing changes occurring in healthy individuals over the course of aging. Nevertheless, these results should be interpreted with care.

First, while naming accuracy is known to be influenced by education level, our sample was composed of highly educated older adults. This may have led to underestimating the effects of healthy aging on participants' performance on our naming task. Additionally, the BNT-30, a 30-items single-picture naming task, may have been too easy a task for our healthy and highly educated older adults to reveal significant retrieval failures. In fact, it was shown that other naming tasks including more "difficult" items such as semantically unique entities (e.g., proper nouns designating famous people and places) could be associated with more WFD, in healthy as well as clinical populations (Brédart, 1993; Montembeault et al., 2017). Finally, while WFD may also result in slower naming latencies in healthy older adults, response time was not considered for the BNT-30 score in this study.

This study's design did not allow to investigate the stability of the connected speech measures elicited by the picture description tasks. However, the amount of available data obtained by combining the two most commonly used picture description tasks was sufficient (cf. Table 3) according to the most cited guidelines of Brookshire and Nicholas' (1994a, 1994b) in connected speech studies (Bryant, Ferguson, & Spencer, 2016; Larfeuil & Le Dorze, 1997; Mayer & Murray, 2003). This strengthens our confidence in this study's results, considering that the available literature based on connected speech samples elicited by a single picture stimulus did not provide a consistent approximation of language production abilities in healthy older adults.

Our results suggest that older adults' speech is characterized by more disruptions to fluency, as they produce a significantly higher rate of both repetitions and retracings. The relationship between disruptions to

fluency and age has been largely documented (Kavé & Goral, 2016a). While, as previously stated, previous literature is not entirely consistent, our findings replicate the trend indicated by most studies: a majority of authors who used picture description tasks also found an increase of disruptions to fluency in older adults' speech, as measured by more repetitions and/or retracings (Kemper & Sumner, 2001; Le Dorze & Bédard, 1998). A higher rate of disruptions to fluency with age was also reported in studies using speech eliciting procedures other than picture description. Among others, Schmitter-Edgecombe et al. (2000) found that older adults produced more repetitions in story narratives, and Bortfeld, Leon, Bloom, Schober, and Brennan (2001) showed that older adults' conversational speech samples were characterized by a slightly higher rate of disruptions to fluency, which included both repetitions and retracings. Thus, our results provide support to the hypothesis that age-related WFD may result in a higher rate of disruptions in older adult's speech. Older adults' tendency to repeat the same words is also consistent with the hypothesis of WFD originating from a "transmission defect" (Burke et al., 1991), according to which aging weakens the connection from lexical to phonological nodes, making word retrieval harder for older adults. Older adults, having more difficulty in retrieving new words, tend to re-use words that have been recently used as their activation requires less effort, hence the repetitions.

As hypothesized and in agreement with most previous literature, analysis of lexical measures typically investigated (i.e., lexical frequency and lexical diversity) did not show that older adults used a restricted lexicon in picture description tasks. Our results rather suggest that while older adults' speech is characterized by a higher rate of disruptions to fluency, their performance on lexical diversity and frequency measures does not decline with age. In fact, Kavé and Goral's review (2016a) suggested that older adults do not use a more restricted set of words in connected speech production. This indicates that the typically investigated lexical measures may not be informative of the extent to which older adults could experience WFD. This being said, even though performance on lexical measures frequently investigated in the scientific literature should not be expected to decrease over the course of healthy aging, these measures could still provide information about other factors affecting language production, such as one's vocabulary size.

Regarding lexical diversity measures, no significant difference was observed between the two groups for the combined picture descriptions. Thus, this measure did not reflect an increase in vocabulary

size for the older group, both TTR and *D* scores being statistically equivalent between the two groups. Previous connected speech studies relying on picture description tasks and investigating the effects of age on lexical diversity had yielded highly inconsistent results. While our findings replicate those from Kavé et al. (2009), who used the TTR measure and found no age-related differences for lexical diversity, Capilouto et al. (2016), using the *D*-measure, found a reduced lexical diversity in older adults' speech. As for studies investigating lexical diversity in speech samples elicited by tasks other than picture descriptions, Fergadiotis, Wright, and Capilouto (2011) and Kemper and Sumner (2001) found age-related differences in TTR favoring the older group in conversational speech.

In Fergadiotis et al. (2011), these differences were eliminated when language samples were elicited with pictorial stimuli. Conversely, while Capilouto et al. (2016) had found lower *D* scores for older participants using a single picture stimulus, group effect was no longer significant when analyzing connected speech samples elicited by a sequential picture task. Thereby, the available literature indicates that the most typical lexical diversity measures do not yield consistent results in picture description tasks and that they do not remain stable across different connected speech eliciting methods. These inconsistencies suggest that lexical diversity measures might present limitations when it comes to estimating vocabulary size, which is compatible with existing criticism. For instance, TTR and other derived measures have been shown to be sensitive to sample length (i.e., shorter samples produce a higher TTRs and longer texts usually have lower TTRs; Fergadiotis et al., 2011; Jarvis, 2002). While *D* is considered more robust than earlier measures (Owen Van Horne & Leonard, 2002), Fergadiotis, Wright, and Green (2015) suggested that it may also be sensitive to other factors, such as the number of themes introduced by the participant.

As for the lexical frequency measure, the use of more low-frequency words by older adults in our sample provides support to the hypothesis that a positive age-related change regarding language production is the vocabulary size increase throughout the adult lifespan (Kavé & Goral, 2016a; Kemper & Sumner, 2001). Furthermore, our findings are consistent with evidence from previous literature relying on single-word processing tasks, showing that healthy older participants may even outperform younger participants on tasks that do not involve word retrieval and focus on vocabulary knowledge (Kavé & Yafé, 2014). Interestingly, the significant age by picture stimulus interaction suggests that the lexical frequency measure is sensitive to characteristics of the picture stimulus used to elicit connected speech.

Analysis of simple effects showed that connected speech samples elicited by the *Cookie Theft Picture*, but not the *Picnic Scene*, led to differences in mean word frequency between the two groups. As the *Cookie Theft Picture* elicits a shorter sample but yields results more representative of the combined results, these findings cannot be explained simply by the length of the connected speech sample. We suggest that they could be attributed to the characteristics of the picture stimulus. The *Picnic Scene* task might place more constraints on the participant's speech, as our results show that this stimulus tends to elicit more low frequency words for both groups.

In contrast, the *Cookie Theft Picture* is described with words that are, on average, more frequent (cf. Table 3). This stimulus could elicit less constrained connected speech and procure more opportunities for variation in vocabulary use, which increases the probability of finding significant differences between younger and older adults. Thereby, we recommend that the choice of picture stimulus is considered if vocabulary breadth is a variable of interest. Globally, these results indicate that the performance of healthy older adults on lexical measures of speech production should not be expected to decline as a result of age.

Regarding informativity of speech, no significant difference was found between the older and the younger participants for the number of ICUs, with older adults conveying as much relevant information as the younger group. This confirms the trend observed in most studies using ICU extraction (Cooper, 1990) or other methods (Le Dorze & Bédard, 1998; Mackenzie et al., 2007), suggesting that age does not affect healthy older adults' ability to convey relevant information. As for studies using connected speech eliciting methods that do not involve picture description, they also usually showed that older adults' speech was as informative as the younger group's (Light & Anderson, 1983; Shewan & Henderson, 1988). Thus, consensus generally indicates that a decline of speech's informativity is not associated with the evolution of language production in healthy aging. On the contrary, Shewan and Henderson (1988) associated poorer semantic content to neurodegenerative diseases or language-specific impairments associated with pathological aging.

As for the efficiency of discourse, older participants were not significantly less efficient than the younger group in their picture descriptions, though a tendency was observed. While our findings replicate Cooper's (1990), they are not in agreement with most studies using picture description tasks, which converge towards a slight but significant reduction of efficiency in older adults' speech (Capilouto et al., 2016; Capilouto et al., 2005; Kemper, Thompson, &

Marquis, 2001; Le Dorze & Bédard, 1998). As for speech eliciting tasks that do not involve picture descriptions, Arbuckle et al. (2000), Bortfeld et al. (2001), and Mackenzie (2000) found that older adults are significantly less efficient in conversational speech, and James, Burke, Austin, and Hulme (1998) suggested that older adults produce more irrelevant speech in conversational speech, and are thereby less efficient when talking about a personal topic. However, James et al. (1998) found that when presented with a picture stimulus, older adults are as efficient as young adults, in agreement with our results.

While previous literature was unclear as to what caused this reduction in efficiency in healthy older adults, Arbuckle et al. (2000) suggested that the decline in efficiency is explained by a general decline in the ability to inhibit irrelevant information, which results in an increase of off-topic speech with advancing age. This explanation is particularly interesting in that it accounts for inconsistencies between different speech eliciting tasks regarding efficiency (i.e., age-related differences are more subtle in picture description tasks than in tasks that do not involve pictorial stimuli; Bortfeld et al., 2001; Mackenzie, 2000). Indeed, speech eliciting tasks placing fewer constraints on the participant's speech (e.g., conversation), could allow more opportunity for off-topic speech than picture description tasks.

An additional explanation for our findings could reside in methodological factors associated with the efficiency measure. Both our study and Cooper's (1990) scored for efficiency using a list of ICUs defined and validated prior to the investigation. In comparison, Capilouto et al. (2005; 2016) found age-related differences in speech efficiency using the percentage of correct information unit (CIU) method proposed by Nicholas and Brookshire (1993), while Le Dorze and Bédard (1998) and Mackenzie (2000) used a similar metric (i.e., the number of different content units per minute or words), and Kemper and Sumner (2001) measured the propositional density index. These studies accounted for all true and relevant information a posteriori, which suggests that means of evaluating the information content of discourse might impact the estimation of the participants' efficiency. For instance, measures such as ICUs/time and ICUs/words might not allow enough variability to detect age-related differences in speech efficiency. Thus, our method, though less time-consuming and possibly more suitable for clinical settings, might be less sensitive to subtle variations in efficiency.

Conclusion

This study allowed the investigation of multiple aspects of speech production within a single sample, using a standardized and ecological task. In agreement with our expectations, we showed that normal aging didn't affect all aspects of language production equally. On the one hand, our results indicate an age-related increase in the rate of disruptions to fluency, which could result from WFD, while lexical diversity, informativity, and efficiency of speech remain unaffected by age in our healthy, highly educated older group. On the other hand, the use of less frequent words by older adults could reflect an increase in vocabulary size with aging. Interaction effects found between picture stimulus and age suggest that the lexical frequency measure is sensitive to the stimulus' properties. Thus, we recommend that the choice of picture stimulus is taken into account if a study aims to estimate vocabulary size. For the other, possibly more clinically relevant connected speech measures that were investigated, the impact of age on speech production does not vary as a function of the stimulus used.

Knowledge of the way age-related changes appear in connected speech is needed to distinguish changes that are expected to occur with age alone from signs of neurodegenerative disorders. For instance, while it is well established that patients with AD experience more lexical retrieval difficulties than their healthy counterparts (Kavé & Goral, 2016b), some studies suggested that a slight decline in naming abilities is one of the first predictors of conversion to AD (Mickes et al., 2007; Pekkala et al., 2013). However, these findings could not be systematically replicated across studies relying on confrontation naming (Schmidtke & Hermeneit, 2008; Testa et al., 2004) and fluency tasks (Schmidtke & Hermeneit, 2008). While such changes might be too subtle to allow consistent detection in standardized tasks involving single-word production at a preclinical stage, this study suggests that some measures of connected speech may be more sensitive to age-related changes in language production and could eventually prove useful in identifying changes in word-retrieval that could help predict conversion towards AD.

References

- Ahmed, S., Haigh, A.-M. F., de Jager, C. A., & Garrard, P. (2013). Connected speech as a marker of disease progression in autopsy-proven Alzheimer's disease. *Brain*, *136*, 3727-3737. doi: 10.1093/brain/awt269
- Arbuckle, T. Y., Nohara-LeClair, M., & Pushkar, D. (2000). Effect of off-target verbosity on communication efficiency in a referential communication task. *Psychology and Aging*, *15*, 65-77. doi: 10.1037/0882-7974.15.1.65

- Army Individual Test Battery. (1944). *Manual of Directions and Scoring*. Washington, DC: War Department Adjutant General's Office.
- Bortfeld, H., Leon, S. D., Bloom, J. E., Schober, M. F., & Brennan, S. E. (2001). Disfluency rates in conversation: Effects of age, relationship, topic, role, and gender. *Language and Speech, 44*, 123-147. doi: 10.1177/002383090104440020101
- Bredart, S. (1993). Retrieval failures in face naming. *Memory, 1*, 351-366. doi: 10.1080/09658219308258243
- Brickman, A. M., Paul, R. H., Cohen, R. A., Williams, L. M., MacGregor, K. L., Jefferson, A. L., . . . Gordon, E. (2005). Category and letter verbal fluency across the adult lifespan: relationship to EEG theta power. *Archives of Clinical Neuropsychology, 20*, 561-573. doi: 10.1016/j.acn.2004.12.006
- Brookshire, R. H. & Nicholas, L. E. (1994a). Speech sample size and test-retest stability of connected speech measures for adults with aphasia. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 37*, 399-407.
- Brookshire, R. H. & Nicholas, L. E. (1994b). Test-retest stability of measures of connected speech in aphasia. *Clinical Aphasiology, 22*, 119-133. doi: 10.1044/jshr.3702.399
- Bryant, L., Ferguson, A., & Spencer, E. (2016). Linguistic analysis of discourse in aphasia: A review of the literature. *Clinical Linguistics & Phonetics, 30*, 489-518. doi: 10.3109/02699206.2016.1145740
- Burke, D. M., MacKay, D. G., & James, L. E. (2000). Theoretical approaches to language and aging. In T. J. Perfect & E. A. Maylor (Eds.), *Debates in psychology. Models of cognitive aging* (pp. 204-237). New York, NY: Oxford University Press.
- Burke, D. M., Mackay, D. G., Worthley, J. S., & Wade, E. (1991). On the tip of the tongue: What causes word finding failures in young and old adults? *Journal of Memory and Language, 30*, 542-579. doi: 10.1016/0749-596X(91)90026-G
- Burke, D. M. & Shafto, M. A. (2004). Aging and language production. *Current Directions in Psychological Science, 13*, 21-24. doi: 10.1111/j.0963-7214.2004.01301006.x
- Capilouto, G., Wright, H. H., & McComas Maddy, K. (2016). Microlinguistic processes that contribute to the ability to relay main events: influence of age. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 23*, 445-463. doi: 10.1080/13825585.2015.1118006
- Capilouto, G., Wright, H. H., & Wagovich, S. A. (2005). CIU and main event analyses of the structured discourse of older and younger adults. *Journal of Communications Disorders, 38*, 431-444. doi: 10.1016/j.jcomdis.2005.03.005
- Chapleau, M., Wilson, M. A., Potvin, K., Harvey-Langton, A., Montembeault, M., & Brambati, S. M. (2017). Word reading aloud skills: their positive redefinition through ageing. *Journal of Research in Reading, 40*, 297-312.
- Chenery, H. J. & Murdoch, B. E. (1994). The production of narrative discourse in response to animations in persons with dementia of the Alzheimer's type: Preliminary findings. *Aphasiology, 8*, 159-171. doi: 10.1080/02687039408248648
- Clark, L. J., Gatz, M., Zheng, L., Chen, Y.-L., McCleary, C., & Mack, W. J. (2009). Longitudinal verbal fluency in normal aging, preclinical and prevalent Alzheimer disease. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias, 24*, 461-468. doi: 10.1177/1533317509345154
- Colombo, F. T. & Assal, G. (1992). Adaptation française du test de dénomination de Boston. Versions abrégées. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée, 42*, 67-71.
- Condret-Santi, V., Barbeau, E., Matharan, F., Le Goff, M., Dartigues, J.-F., & Amieva, H. (2013). Prevalence of word retrieval complaint and prediction of dementia in a population-based study of elderly subjects. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders, 35*, 313-324.
- Connor, L. T., Spiro, A., Obler, L. K., & Albert, M. L. (2004). Change in object naming ability during adulthood. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 59*, 203-209. doi: 10.1093/geronb/59.5.P203
- Conroy, P., Sage, K., & Ralph, M. L. (2011). Improved vocabulary production after naming therapy in aphasia: can gains in picture naming generalise to connected speech? *International Journal of Language and Communication Disorders, 44*, 1036-1062. doi: 10.1080/13682820802585975
- Cooper, P. V. (1990). Discourse production and normal aging: Performance on oral picture description tasks. *Journal of Gerontology, 45*, 210-214. doi: 10.1093/geronj/45.5.P210
- Croisile, B., Ska, B., Brabant, M. J., Duchene, A., Lepage, Y., Aimard, G., & Trillet, M. (1996). Comparative study of oral and written picture description in patients with Alzheimer's disease. *Brain and language, 53*, 1-19. doi: 10.1006/brln.1996.0033
- Dennis, P. A. & Hess, T. M. (2016). Aging-related gains and losses associated with word production in connected speech. *Neuropsychology, Development and Cognition., 23*, 638-650. doi: 10.1080/13825585.2016.1158233
- Fergadiotis, G., Wright, H. H., & Capilouto, G. J. (2011). Productive vocabulary across discourse types. *Aphasiology, 25*, 1261-1278. doi: 10.1080/02687038.2011.606974
- Fergadiotis, G., Wright, H. H., & Green, S. B. (2015). Psychometric evaluation of lexical diversity indices: Assessing length effects. *Journal of Speech,*

- Language, and Hearing Research*, 58, 840-852. doi: 10.1044/2015_JSLHR-L-14-0280
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications Ltd.
- Fraser, K. C., Meltzer, J. A., Graham, N. L., Leonard, C., Hirst, G., Black, S. E., & Rochon, E. (2014). Automated classification of primary progressive aphasia subtypes from narrative speech transcripts. *Cortex*, 55, 43-60. doi: 10.1016/j.cortex.2012.12.006
- Glosser, G. & Deser, T. (1992). A comparison of changes in macrolinguistic and microlinguistic aspects of discourse production in normal aging. *Journal of Gerontology*, 47, 266-272. doi: 10.1093/geronj/47.4.P266
- Goodglass, H., & Kaplan, E. (1972). *The assessment of aphasia and related disorders*. Philadelphia, PA: Lea & Febiger.
- Gordon, J. K. (2008). Measuring the lexical semantics of picture description in aphasia. *Aphasiology*, 22, 839-852. doi: 10.1080/02687030701820063
- Heine, M. K., Ober, B. A., & Shenaut, G. K. (1999). Naturally occurring and experimentally induced tip-of-the-tongue experiences in three adult age groups. *Psychology and Aging*, 14, 445-457.
- Howard, D. & Patterson, K. (1992). *The Pyramids and Palm Trees Test: A test of semantic access from words and pictures*. Bury St Edmunds, Angleterre: Thames Valley Test Company.
- Hughes, H. G. A. (2009). Dictionary of Linguistics and Phonetics (6th edition). *Reference Reviews*, 23, 33-34. doi: 10.1108/09504120910969041
- James, L. E., Burke, D. M., Austin, A., & Hulme, E. (1998). Production and perception of "verbosity" in younger and older adults. *Psychology and Aging*, 13, 355-367. doi: 10.1037/0882-7974.13.3.355
- Jarvis, S. (2002). Short texts, best fitting curves and new measures of lexical diversity. *Language Testing*, 19, 57-84. doi: 10.1191/0265532202lt220oa
- Jensen, A. M., Chenery, H. J., & Copland, D. A. (2006). A comparison of picture description abilities in individuals with vascular subcortical lesions and Huntington's disease. *Journal of Communication Disorders*, 39, 62-77. doi: 10.1016/j.jcomdis.2005.07.001
- Joanette, Y., Nespoulous, J.-L., & Roch Lecours, A. (1998). *MT 86- Protocole Montréal-Toulouse d'examen linguistique de l'aphasie*. Isbergues, France: Ortho Edition
- Kavé, G. & Goral, M. (2016a). Do age-related word retrieval difficulties appear (or disappear) in connected speech? *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 24, 508-527. doi: 10.1080/1382558.52016.1226249
- Kavé, G. & Goral, M. (2016b). Word retrieval in picture descriptions produced by individuals with Alzheimer's disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 38, 958-966. doi: 10.1080/13803395.2016.1179266
- Kavé, G., Samuel-Enoch, K., & Adiv, S. (2009). The association between age and the frequency of nouns selected for production. *Psychology and Aging*, 24, 17-27. doi: 10.1037/a0014579
- Kavé, G. & Yafé, R. (2014). Performance of younger and older adults on tests of word knowledge and word retrieval: Independence or interdependence of skills? *American Journal of Speech-Language Pathology*, 23, 36-45.
- Kemper, S., Kynette, D., Rash, S., O'Brien, K., & Sprott, R. (2008). Life-span changes to adults' language: Effects of memory and genre. *Applied Psycholinguistics*, 10, 49-66. doi: 10.1017/S0142716400008419
- Kemper, S. & Sumner, A. (2001). The structure of verbal abilities in young and older adults. *Psychology and Aging*, 16, 312-322. doi: 10.1037/0882-7974.16.2.312
- Kemper, S., Thompson, M., & Marquis, J. (2001). Longitudinal change in language production: Effects of aging and dementia on grammatical complexity and propositional content. *Psychology and Aging*, 16, 600-614. doi: 10.1037//0882-7974.16.4.600
- Larfeuil, C. & Le Dorze, G. (1997). An analysis of the word-finding difficulties and of the content of the content of the discourse of recent and chronic aphasic speakers. *Aphasiology*, 11, 783-811. doi: 10.1080/02687039708250456
- Le Dorze, G. & Bédard, C. (1998). Effects of age and education on the lexico-semantic content of connected speech in adults. *Journal of Communication Disorders*, 31, 53-71. doi: 10.1016/S0021-9924(97)00051-8
- Light, L. L. & Anderson, P. A. (1983). Memory for scripts in young and older adults. *Memory & Cognition*, 11, 435-444. doi: 10.3758/BF03196980
- Mackenzie, C. (2000). Adult spoken discourse: the influences of age and education. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 35, 269-285. doi: 10.1080/136828200247188
- Mackenzie, C., Brady, M., Norrie, J., & Poedjianto, N. (2007). Picture description in neurologically normal adults: Concepts and topic coherence. *Aphasiology*, 21, 340-354. doi:10.1080/02687030600911419
- MacWhinney, B. (2000). *The CHILDES Project: Tools for Analyzing Talk* (3rd ed). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associate
- MacWhinney, B. & Wagner, J. (2010). Transcribing, searching and data sharing: The CLAN software and the TalkBank data repository. *Gesprächsforschung: Online-Zeitschrift zur verbalen Interaktion*, 11, 154-173.
- Marini, A. Boewe, A., Caltagirone, C., & Carlomagno, S. (2005). Age-related differences in the production of textual descriptions. *Journal of Psycholinguist*

- Research*, 34, 439-463. doi: 10.1007/s10936-005-6203-z
- Mayer, J. & Murray, L. (2003). Functional measures of naming in aphasia: Word retrieval in confrontation naming versus connected speech. *Aphasiology*, 17, 481-497. doi: 10.1080/02687030344000148
- McKee, G., Malvern, D., & Richards, B. (2000). Measuring vocabulary diversity using dedicated software. *Digital Scholarship in the Humanities*, 15, 323-338. doi: 10.1093/llc/15.3.323
- Mickes, L., Wixted, J. T., Fennema-Notestine, C., Galasko, D., Bondi, M. W., Thal, L. J., & Salmon, D. P. (2007). Progressive impairment on neuropsychological tasks in a longitudinal study of preclinical Alzheimer's disease. *Neuropsychology*, 21, 696-705. doi: 10.1037/0894-4105.21.6.696
- Montembeault, M., Brambati, S., Joubert, S., Boukadi, M., Chapleau, M., Laforce, R. J., . . . Rouleau, I. (2017). Naming unique entities in the semantic variant of primary progressive aphasia and Alzheimer's disease: Towards a better understanding of the semantic impairment. *Neuropsychologia*, 95, 11-20. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2016.12.009
- Mortensen, L., Meyer, A. S., & Humphreys, G. W. (2006). Age-related effects on speech production: A review. *Language and Cognitive Processes*, 21, 238-290. doi: 10.1080/01690960444000278
- 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. doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x
- New, B., Pallier, C., Ferrand, L., & Matos, R. (2001). Une base de données lexicales du français contemporain sur internet: LEXIQUE™. *L'Année Psychologique*, 101, 447-462.
- Nicholas, L. E. & Brookshire, R. H. (1993). A system for scoring main concepts in the discourse of non-brain-damaged and aphasic speakers. *Clinical Aphasiology*, 21, 87-99.
- Nilsson, L. G. (2003). Memory function in normal aging. *Acta Neurologica Scandinavica*, 107, 7-13.
- Owen Van Horne, A. & Leonard, L. (2002). Lexical diversity in the spontaneous speech of children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45, 927-937. doi: 10.1044/1092-4388(2002/075)
- Pekkala, S., Wiener, D., Himali, J. J., Beiser, A. S., Obler, L. K., Liu, Y., . . . Wolf, P. A. (2013). Lexical retrieval in discourse: An early indicator of Alzheimer's dementia. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 27, 905-921. doi: 10.3109/02699206.2013.815278
- Risser, A. H. & Spreen, O. (1985). The western aphasia battery. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 7, 463-470. doi: 10.1080/01688638508401277
- Sajjadi, S. A., Patterson, K., Tomek, M., & Nestor, P. J. (2012). Abnormalities of connected speech in semantic dementia vs Alzheimer's disease. *Aphasiology*, 26, 847-866. doi: 10.1080/02687038.2012.654933
- Salthouse, T. A. (2003). Interrelations of aging, knowledge, and cognitive performance. In U. M. Staudinger & U. Lindnberger (Eds.), *Understanding human development* (pp. 265-287). Heidelberg, Allemagne: Springer.
- Salthouse, T. A., Toth, J., Daniels, K., Parks, C., Pak, R., Wolbrette, M., & Hocking, K. J. (2000). Effects of aging on efficiency of task switching in a variant of the trail making test. *Neuropsychology*, 14, 102-111.
- Schmidtke, K. & Hermeneit, S. (2008). High rate of conversion to Alzheimer's disease in a cohort of amnesic MCI patients. *International Psychogeriatrics*, 20, 96-108. doi: 10.1017/S1041610207005509
- Schmitter-Edgecombe, M., Vesneski, M., & Jones, D. W. R. (2000). Aging and word-finding: A comparison of spontaneous and constrained naming tests. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 15, 479-493. doi: 10.1016/S0887-6177(99)00039-6
- Shewan, C. M. & Henderson, V. L. (1988). Analysis of spontaneous language in the older normal population. *Journal of Communication Disorders*, 21, 139-154. doi: 10.1016/0021-9924(88)90002-0
- Slegers, A., Filiou, R.-P., Montembeault, M., & Brambati, S. M. (2018). Connected speech features from picture description in Alzheimer's disease: A systematic review. *Journal of Alzheimer's Disease*, 65, 519-542. doi: 10.3233/JAD-170881
- Spieler, D. H. & Griffin, Z. M. (2006). The influence of age on the time course of word preparation in multiword utterances. *Language and Cognitive Processes*, 21, 291-321. doi: 10.1080/01690960400002133
- Testa, J. A., Ivnik, R. J., Boeve, B., Petersen, R. C., Pankratz, V. S., Knopman, D., . . . Smith, G. E. (2004). Confrontation naming does not add incremental diagnostic utility in MCI and Alzheimer's disease. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10, 504-512. doi: 10.1017/S1355617704104177
- Thornton, R. & Light, L. L. (2006). Language comprehension and production in normal aging. In J. E. Birren, K. W. Schaie, R. P. Abeles, M. Gatz, & T. A. Salthouse (Eds.), *Handbook of the Psychology of Aging* (pp. 261-287). Cambridge, MA: Elsevier.
- Tombaugh, T. N., Kozak, J., & Rees, L. (1999). Normative data stratified by age and education for

- two measures of verbal fluency: FAS and animal naming. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *14*, 167-177. doi: 10.1093/arclin/14.2.167
- Vandenborre, D., Visch-Brink, E., van Dun, K., Verhoeven, J., & Mariën, P. (2018). Oral and written picture description in individuals with aphasia. *International Journal of Language & Communication Disorders*, *53*, 294-307. doi: 10.1111/1460-6984.12348
- Verhaegen, P. (2003). Aging and vocabulary score: A meta-analysis. *Psychology and Aging*, *18*, 332-339. doi: 10.1037/0882-7974.18.2.332
- Verhaegen, C., & Poncelet, M. (2012). Changes in naming and semantic abilities with aging from 50 to 90 years. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *19*, 119-126. doi: 10.1017/S1355617712001178
- Wechsler, D. (2008). *Wechsler adult intelligence scale—Fourth Edition (WAIS-IV)*. San Antonio, TX: NCS Pearson.
- Wright, H. H., Capilouto, G. J., Srinivasan, C., & Fergadiotis, G. (2011). Story processing ability in cognitively healthy younger and older adults. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research : JSLHR*, *54*, 900-917. doi: 10.1044/1092-4388(2010/09-0253)

Received January 7, 2019
Revision received March 26, 2019
Accepted July 14, 2019 ■

Investigation of Emotional Expression Processing Following Cognitive Behavioural Therapy for Patients with Schizophrenia: An Event-Related Potentials Study

Dhrasti Shah¹, Ph. D., Verner Knott^{1,2,3}, Ph. D., Ashley Baddeley³, M. Sc., Hayley Bowers⁴, B. A., Nicola Wright², Ph. D., Allen Labelle², M. D., Dylan Smith¹, Ph. D., & Charles Collin¹, Ph. D.

¹School of Psychology, University of Ottawa

²The Royal Ottawa Mental Health Centre

³University of Ottawa Institute of Mental Health Research

⁴Department of Psychology, University of Guelph

Growing evidence supports the use of cognitive behavioural therapy (CBT) for psychosis, including CBT for voices (CBTv), which targets auditory verbal hallucinations (AVH). The present study observed the effects of CBTv on electrophysiological measures of facial expression processing in patients with schizophrenia with AVH. Twenty-five patients with schizophrenia were randomly assigned to a treatment group (TG; $n = 14$) or a treatment as usual (TAU) group ($n = 11$). The TG received group CBTv for five-six months in addition to their TAU. The matched waitlist group received TAU for the five-six months. The CBTv treatment showed shorter P100 latency in response to facial expressions following treatment compared with baseline, but not the TAU group. Amount of negative content of voices and “omnipotence” of voices were modified following CBTv treatment, but not following TAU. This study provides evidence that CBTv decreases early visual information processing time as indexed by the P100 latency.

Keywords: schizophrenia, cognitive-behavioural therapy, event-related potentials, auditory-verbal hallucinations, face processing

Une quantité grandissante de preuves soutient l'utilisation de la thérapie cognitivo-comportementale (TCC) pour la psychose, dont la TCC pour les voix (TCCv) ciblant les hallucinations auditives verbales (HAV). L'étude relevait les effets de la TCCv sur les mesures électrophysiologiques du traitement de l'expression faciale chez les patients schizophrènes avec HAV. Twenty-five patients étaient affectés aléatoirement au groupe de traitement (GT; $n = 14$) ou du traitement habituel (GTH; $n = 11$). Le GT suivait une TCCv de groupe pendant cinq à six mois en plus du TH. Le groupe apparié en liste d'attente suivait le TH pendant cette période. Uniquement le traitement de TCCv diminuait le temps de latence de P100 par rapport au niveau de base, en réponse aux expressions faciales. La quantité de contenus négatifs et «l'omnipotence» des voix ont changé à la suite de la TCCv seulement. Cette étude supporte que la TCCv diminue le temps de traitement de l'information visuelle.

Mots clés : schizophrénie, thérapie cognitivo-comportementale, potentiels liés aux événements, hallucinations auditives verbales, traitement du visage

Schizophrenia is a psychotic disorder characterized by positive and negative symptoms. Positive symptoms appear to reflect an excess or distortion of normal functions, such as distortions in thought content (delusions) and perception (hallucinations). Negative symptoms reflect the absence of or diminished normal functions, such as disorganized speech, impairment in motivation and

self-monitoring of behaviour (which is observed by grossly disorganized or catatonic behaviour), and deficits in social skills (American Psychiatric Association [APA], 2013).

Persistent positive symptoms such as hallucinations and delusions are severely distressing and disruptive of daily functioning, including social functioning (Kuipers et al., 2006). Auditory hallucinations are a common characteristic of schizophrenia, with prevalence estimates ranging between 40% and 80% (Sommer et al., 2012). Auditory hallucinations are defined as a “sensory perception that has a compelling sense of reality, but which occurs without external stimulation of the sensory organ” (APA, 1994, p.767). Pharmacotherapies are not completely effective in

Correspondence concerning this article should be addressed to /
La correspondance concernant cet article devrait être adressée à :
Dhrasti Shah, School of Psychology, University of Ottawa
136 Jean Jacques Lussier,
Ottawa, Ontario
K1N 6N5, Canada
613-562-5800 ext. 7150
Courriel/e-mail : dshah090@uottawa.ca

treating and reducing distress in patients who experience auditory hallucinations. Many patients remain symptomatic despite adequate doses of antipsychotic drugs (Kane, 1996; Lieberman et al., 2005). The negative impacts of experiencing auditory hallucinations have been found to affect not only the auditory modality, but also extend to impairments in visual processing (Bruder et al., 2011; van Lutterveld, Sommer, & Ford, 2011), including face processing (Kayser et al., 2012). Cognitive Behavioural Therapy (CBT) has been suggested to be a promising approach for improving information processing difficulties in patients with schizophrenia and, by so doing, facilitating social cognition and daily functioning (Pontillo et al., 2016). As such, CBT has been suggested as a complement to pharmacotherapies, specifically to target psychosis in treatment-resistant cases (Pilling et al., 2002a, 2002b; Tarrier & Wykes, 2004; Zimmermann, Favrod, Trieu, & Pomini, 2005).

Patients with schizophrenia usually report high levels of distress in response to auditory hallucinations (Birchwood & Chadwick, 1997; van der Gaag, Hageman, & Birchwood, 2003). Specialized Cognitive Behavioural Therapy for psychosis (CBTp), developed as a psychosocial treatment to decrease patient distress associated with hallucinations and delusions (Haddock et al., 1998), is recommended as an adjunctive treatment for individuals who experience persistent auditory hallucinations (National Collaborating Centre for Mental Health [NCCMH], 2009). Multiple meta-analyses on the effectiveness of CBTp have evaluated treatment effects on the frequency and severity of positive symptoms (Lincoln et al., 2012; Lynch, Laws, & McKenna, 2010; Pfammatter, Junghan, & Brenner, 2006; van der Gaag, Valmaggia, & Smit, 2014; Wykes, Steel, Everitt, & Tarrier, 2008; Zimmermann et al., 2005), negative symptoms (Rector & Beck, 2001), general psychopathology (Sarin, Wallin, & Widerlov, 2011; Wykes et al., 2008), and have found CBTp to result in modest but significant positive impact in controlled studies (average effect around 0.35 - 0.40; Sivec & Montesano, 2012).

CBTp for psychosis is a broad therapy approach allowing patients and clinicians to address any mental health symptom that is problematic for the patient. Several authors have advocated for administering tailored therapy based on specific symptoms, such as hallucinations (Morrison & Barratt, 2010; Steel et al., 2007), rather than administering CBTp that encompasses interventions targeting a broad array of symptoms. Researchers suggest that the effects of CBTp on psychosis symptoms may be greater by using a symptom-specific approach, such as CBT for voices (CBTv; Lincoln & Peters, 2019; van der Gaag et al., 2014), to specifically target auditory hallucinations.

The cognitive model of voice hearing proposes that the distress is related to idiosyncratic beliefs or cognitive appraisals involving factors such as control, power, identity of voice, authority, and consequences of not complying with the voices (Birchwood et al., 2004; Chadwick & Birchwood, 1994; Mawson, Cohen, & Berry, 2010). These beliefs/appraisals impact the individual's emotional, behavioural, and somatic responses to the voice hearing experiences. In turn, emotional and behavioural responses influence cognitive appraisals about the voices (Chadwick & Birchwood, 1994; Mawson, Cohen, & Berry, 2010; Morrison & Haddock, 1997; Morrison, Haddock, & Tarrier, 1995). The experience of an auditory hallucination has been suggested to occur when an individual misattributes some internal stimuli (e.g., unwanted intrusive thoughts), to an external source (Morrison & Haddock, 1997; Morrison et al., 1995). The proposed mechanism of change resulting from CBT is through changing beliefs about voices, thereby reducing distress, as well as enhancing effective coping strategies (Ruddle, Mason, & Wykes, 2011). Although evidence of the effectiveness of CBT to specifically target auditory verbal hallucinations is growing, individual CBT for voices remains costly, and demands typically exceed available resources. A good alternative to individual therapy is group therapy, as it is cost-effective, provides a place for patients to relate to other's experiences and to feel less stigmatized and more accepted, and helps to improve social functioning (Goodliffe, Hayward, Brown, Turton, & Dannahy, 2010; Lecomte et al., 2008; McLeod, Morris, Birchwood, & Dovey, 2007a). Three randomized controlled trials (RCTs) of group CBT for voices (CBTv) have been conducted. An RCT comparing group CBTv to treatment as usual (TAU) with a sample size of 85 outpatients found significant improvements in social functioning for up to six months after the end of group CBTv, as well as some improvement in self-esteem and effective coping strategies (Wykes et al., 2005). Another RCT demonstrated a significant reduction in voice frequency and in perceived voice power, as well as a trend towards distress reduction, and at a much lower cost than individual therapy (McLeod, Morris, Birchwood, & Dovey, 2007a, 2007b). A third RCT compared group CBTv to a treatment consisting of supportive therapy and found significant improvements in general symptoms and positive symptoms (Penn et al., 2009).

Neuroimaging studies suggest that psychotherapy can lead to lasting structural changes in brain regions that are important for effective information processing (see Weingarten & Strauman, 2015 for review). Studies have documented neural changes following CBT for a number of psychological illnesses (e.g.,

depression (Fu et al., 2008), obsessive-compulsive disorder (Schwartz, Stoessel, Baxter, Martin, & Phelps, 1996), panic disorder (Prasko et al., 2004), social anxiety (Furmark et al., 2002), and specific anxiety (Schienle, Schäfer, Stark, & Vaitl, 2009). Two fMRI studies have examined neural changes following CBT treatment of psychosis (Kumari et al., 2010, 2011). Of the two studies, only one explored changes in face processing following a course of CBTp (Kumari et al., 2011). The authors examined functional brain changes following CBT for psychosis in patients with persistent and distressing positive symptoms of schizophrenia. Participants completed an implicit affective processing task with stimuli depicting facial emotions of fear, anger, happiness, or neutrality. Following treatment, patients in the CBTp group showed a decrease in activation in a number of regions (e.g., inferior frontal lobe, insula, thalamus, occipital lobe) during the processing of angry and fearful facial expressions. The authors suggested that their study was the first to provide evidence that CBTp attenuates brain responses to threatening stimuli. They also suggested that the treatment may mediate symptom reduction by promoting the processing of threats in a less distressing way.

Using electrophysiological measures, such as event-related potentials (ERPs), is an effective way to assess various levels of perceptual and cognitive processing. ERPs provide direct and non-invasive measurements of electrical activity in the brain. They are recorded through the scalp at the time of a response, leading to excellent temporal resolution (Woodman, 2010) allowing for measurement of brain activity from one millisecond to the next. ERPs result from averaging time-sequences of electroencephalogram (EEG) data that is time-locked to an event, such as the presentation of a stimulus or the execution of a manual response. ERPs are embedded in the EEG signals and their extraction requires averaging of raw EEG data across many repetitions of the same type of trials (as well as other signal cleaning measures). When averaged in this way, an ERP waveform/peak is unmasked with a positive (P) or negative (N) deflection. ERPs are categorized according to their polarity (positive or negative going voltage), scalp distribution, and latency following stimulus presentation. Electrophysiological studies of face recognition have revealed a number of ERP components associated with face recognition that can be used to investigate the time-course and stages of face processing: P100, N170, and P300 (Earls, Curran, & Mittal, 2015; Hinojosa, Mercado, & Carretié, 2015; Turetsky et al., 2008). The P100 is one of the earliest components thought to reflect initial visual information processing and index automatic attention allocation (Luck et al., 1994). The N170 component is thought to represent the earliest stage of facial

structure encoding (Herrmann, Ehlis, Ellgring, & Fallgatter, 2005). Finally, the P300 component is believed to reflect higher-level cognitive processing, including stimulus evaluation and selection, and is believed to index the affect encoding stage in processing emotions (An et al., 2003).

The P100 (Earls, Curran, & Mittal, 2015), N170 (Hinojosa, Mercado, & Carretié, 2015), and P300 (Shah et al., 2018; Turetsky et al., 2008) have all been reported to be impaired in patients with schizophrenia relative to controls (Earls, Curran, & Mittal, 2015; McCleery et al., 2015; Turetsky et al., 2008). Several studies have shown smaller or delayed ERP amplitudes in patients with schizophrenia to facial emotion recognition or face perception tasks (McCleery et al., 2015; Earls, Curran, & Mittal, 2015), suggesting reduced and delayed attention allocation (engagement) to face and facial emotion stimuli.

Researchers have suggested that experiencing auditory hallucinations interferes with processing in both auditory and visual modalities (Bruder et al., 2011; van Lutterveld, Sommer, & Ford, 2011). Kayser and his colleagues (2012) examined whether patients' tendency to experience auditory hallucinations affects early visual processing. The authors found that patients who reported experiencing auditory hallucinations had substantially reduced N170 to faces compared to controls and non-hallucinators, suggesting that the association between hearing voices and impaired auditory processing is not limited to the auditory modality but also extends to impairment in visual processing, particularly face processing (Kayser et al., 2012). Thus, patients with auditory hallucinations show increased distress over hearing voices as well as experience impairments secondary to the positive symptoms (i.e., impaired early visual processing).

The Present Study

Group CBTv for schizophrenia has been shown to reduce overall symptoms, including distress associated with auditory hallucinations. Also, it has been shown to improve social functioning (McLeod et al., 2007a, 2007b; Penn et al., 2009; Wykes et al., 2005). Although there is evidence of CBTv's effectiveness in schizophrenia patients, no researchers, to our knowledge, have investigated if CBTv affects the electrophysiological markers of schizophrenia. The aim of the present study was to observe, for the first time, what kind of neural changes, if any, might emerge following CBTv in patients with persistent and distressing positive symptoms—specifically auditory verbal hallucinations. This was done by testing whether ERPs elicited by facial expressions were altered in patients with schizophrenia following

completion of CBTv. Auditory verbal hallucinations are thought to be related to attentional processing (Ensum & Morrison, 2003; Morrison & Haddock, 1997). The CBTv treatment protocol used in the present study aimed to reduce emotional salience and distress associated with hearing voices, which in turn, was expected to increase focus on external rather than internal stimuli (voices) resulting in improved cognitive and social functioning, as measured by face processing. Measuring ERPs pre- and post-therapy allowed us to observe any underlying neurophysiological changes that arose as a result of CBTv intervention.

The participants in the treatment group underwent CBTv group therapy, which was designed to be especially effective in helping patients cope with auditory hallucinations. The pre-post data from the CBTv treatment group and TAU group were compared. Participants in the TAU group continued to receive their usual treatment that included psychiatric medication and doctors' appointments. As the therapy intervention aims to reduce distress related to auditory hallucinations and improve functioning, only patients with schizophrenia who reported experiencing auditory verbal hallucinations were included in the study. The CBTv administered an integrated Attention Training Technique (ATT; Wells, 1990) and Acceptance and Commitment Therapy (ACT; Bach & Hayes, 2002) with the goal of reducing the emotional salience and distress associated with voices. ATT requires participants to listen to sounds and to systematically apply selective attention, attention switching, and divided attention. The ATT was integrated into group CBTv to reduce the attention capture of voices, in turn, decreasing ruminative processing and negative affect. The technique is aimed at enhancing executive control and learning that the control of attention is independent of internal and external events (Carter & Wells, 2018). ACT incorporates acceptance, mindfulness, and values clarification techniques to facilitate traditional behavioural interventions by focusing on modifying the patient's relationship with their thinking. Specifically, ACT aims to accept and experience internal events with a non-judgmental stance, while, at the same time, working toward reaching behavioural goals (Gaudiano & Herbert, 2006; Hayes, Strosahl, & Wilson, 1999). The goal of CBTv with ATT and ACT interventions was to reduce the emotional salience and distress associated with voices. The resulting reduction in perceived threat of the voices with CBTv (integrating ATT and ACT interventions) was expected to allow for greater focus on external rather than internal stimuli (i.e., voices), hence positively impacting cognitive and daily functioning. Following completion of CBTv, we expected to observe larger P100 and N170 amplitudes and P300 mean activity

and shorter P100 and N170 latencies in response to facial expressions. Changes in P100, N170 amplitudes, and P300 mean activity following completion of CBTv would reflect improvement (increased brain activation) in early visual information processing, facial encoding and affect encoding, respectively. Changes in P100 and N170 latencies following CBTv would reflect improvement (earlier/faster brain activation) of early visual information processing and facial encoding, respectively. We also hypothesized that we would observe reduced clinical ratings of hallucinatory activity (as evidenced by the *Psychotic Symptom Rating Scale* and *Positive and Negative Syndrome Scale* scores) and an improvement in accuracy scores on the social cognition measure MiniPONS (Short Multichannel Version of the *Profile of Nonverbal Sensitivity*). Finally, we predicted an improvement in accuracy scores and reaction times in categorizing facial expressions. We did not expect to observe any changes in these measures following the wait time period in the TAU group. Our prior work comparing facial processing in this sample of patients and healthy controls revealed a general impairment in facial expression processing across five basic emotions (neutral, joy, sad, fear, anger; Shah et al., 2018). Based on our findings from prior work, we did not hypothesize a change in the processing of any one particular emotional expression or group of expressions and did not include an emotional expression factor in our analyses.

Method

Participants

The study was approved by the Research Ethics Boards of the Royal Ottawa Mental Health Centre and the University of Ottawa. Informed consent was obtained from all participants prior to participation. The study involved 25 individuals (10 women, 15 men) with schizophrenia (SCZ; $M = 45.95$ years, $SD = 12.60$), who were diagnosed by trained psychiatrists using the *Structural Clinical Interview DSM-IV-TR* (SCID-I). All participants included met these inclusion criteria: 1) being between the ages of 18 and 60; 2) having a consistent history of auditory verbal hallucinations over the course of their illness; 3) in the *Positive and Negative Symptoms Scale* (PANSS; Kay, Fiszbein, & Opler, 1987), having a score greater than 3 on the hallucination item of the *Positive Symptom Scale* (reflecting mild or greater auditory/verbal hallucinatory experience) and less than 65 on the total score (to screen out individuals with severe level of symptoms and severe impaired functioning that would impact their ability to participate in group CBTv); 4) having no history of neurological conditions or head injury; 5) being clinically stable, as indicated by no significant change in symptoms or medication, for at

least the last three months prior to testing; 6) having included in their primary medication one of the atypical antipsychotics; and 7) being willing to participate in five-six months of CBT for voices group therapy in addition to their usual treatment. Of note, participants were not asked about the use of general anesthesia, as such the use of general anesthesia was not controlled for. All participants filled out the PANSS and the *Global Assessment of Functioning* (GAF; American Psychiatric Association, 2000).

Nineteen adult controls (8 women, 11 men) with no psychiatric history were also assessed. Healthy controls (HC) were matched to the patient group with regards to gender, age and education level. Control participants were interviewed by a trained investigator to ensure absence of these exclusion criteria: psychopathology, alcohol or drug abuse (assessed with an adaptation of the *Structured Clinical Interview, Non-Patient* version [SCID-I/NP]; First, Spitzer, Gibbon, & Williams, 1996), history of seizures, history of significant brain trauma, known anatomical brain lesions, or presence of schizophrenia history in a first-degree relative. HCs completed the *Beck Depression Inventory-II* (BDI-II; Beck, Steer, & Brown, 1996) and the *Beck Anxiety Inventory* (BAI; Beck, Epstein, Brown, & Steer, 1988). A hearing test was also administered and those who exhibited a hearing loss greater than 30 dB SPL were excluded from study participation. Participants with refractive errors were required to correct their vision with glasses while undergoing the study assessments. Of note, the researchers did not control for strabismus or colour-blindness.

Study Design

Of the twenty-five patients recruited, fourteen patients (eight males) received CBT for voices

(CBTv) group therapy for five-six months in addition to their usual treatment (CBTv+TAU group) and eleven (seven males) continued their treatment as usual (TAU-only group). The patients in both groups were recruited from the Outpatient Schizophrenia Program of the Royal Ottawa Mental Health Centre and randomly assigned to one of the two groups. The patients in the study followed a randomized parallel group design. The recruitment and creation of groups were made following these steps: 1) a patient referral through a hospital psychiatrist to the study team; 2) the introduction of the study requirements and involvement by the study team and consent from participants; 3) completion of screening session to ensure patients met the study requirements; 4) recruitment into the CBTv+TAU group based on clinical suitability; and 5) recruitment into the TAU-only group based on similar demographic and clinical characteristics. Groups were matched with respect to clinical history (duration of illness, number of episodes/hospitalizations), medication, PANSS score, Auditory Hallucinations subscale of the *Psychotic Symptom Rating Scale* ratings (PSYRATS; Haddock, McCarron, Tarrier, & Faragher, 1999), age, education level and gender. Patients in the CBTv+TAU group received CBTv for five-six months, while patients in the TAU-only group were followed for five-six months during the study. This group then received CBTv treatment for five-six months. Patient assessments were compared with HC tested on the same experiments but assessed only once. Refer to Figure 1 for the study outline schematic.

Of the fourteen patients recruited in the CBTv+TAU group, eleven patients (six males) completed all assessments at baseline and follow-up and provided usable EEG data. Of the eleven patients recruited in the TAU-only group, nine (five males)

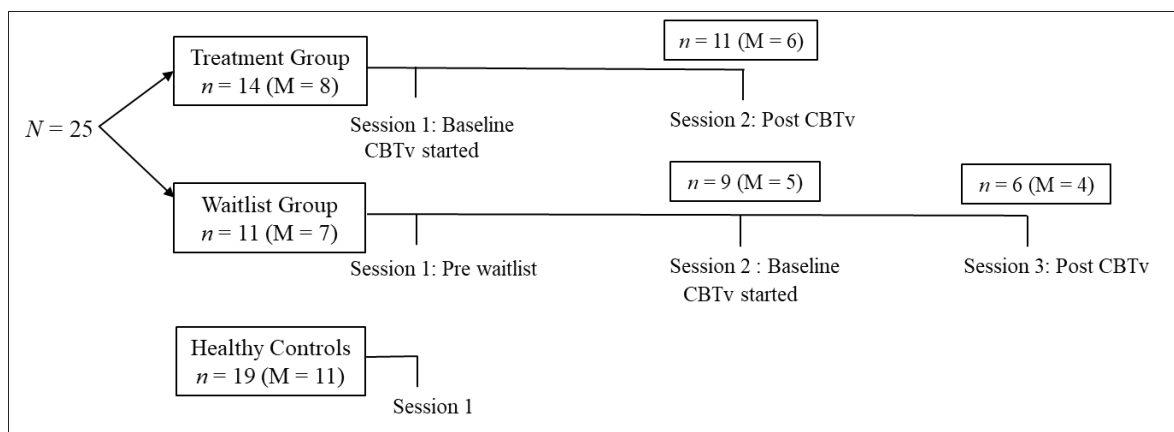


Figure 1. Study design with number of participants in each group at the beginning and after completing all study assessment. M: number of males in the group.

completed all assessments at baseline and follow-up and provided usable EEG data. The TAU-only group also received CBTv+TAU following completion of their TAU-only group period. Thus, five patients dropped out or provided unusable data, resulting in an attrition rate of 20%. Of the nine patients who completed the TAU-only group, six completed all assessment at baseline, follow-up and post CBTv and provided usable EEG data. Throughout the study, patients continued with their regular medication and psychosocial interventions. These patients dropped or were excluded for these following reasons: 1) consent withdrawal; 2) incomplete or unusable EEG data at both time points (e.g., noisy EEG data, less than 40 epochs per condition, data with missing channels, and/or incomplete task); 3) medication change; and 4) onset of medical illness. Table 1 shows clinical and demographic characteristics of the final patient samples in both groups. Study sessions consisted of obtaining assessment of mood, psychotic symptoms, and social cognitive functioning. Also, most importantly for the current study, EEG activity during an emotional facial identification task was measured.

The final CBTv+TAU and TAU-only groups were similar in age, gender, years of education, duration of illness, and all clinical symptom scores (BDI, BAI, PANSS positive items, PANSS negative items, PANSS total score, and PSYRATS total score). Accuracy scores and reaction times to respond to facial expressions were also similar between the CBTv+TAU and TAU groups. Table 1 provides means and standard deviations for both groups.

Cognitive Behavioural Therapy for Voices (CBTv) Protocol

Consistent with the NICE and PORT guidelines (Kreyenbuhl, Buchanan, Dickerson, & Dixon, 2010; NCCMH, 2009), group CBTv was delivered using a manualized approach. A manualized approach is one where prescribed goals and techniques to be used during treatment sessions are outlined and followed throughout treatment. This was done in eighteen planned sessions over five months, facilitated by highly trained group leaders. The CBTv intervention incorporated CBT strategies for positive symptoms and ATT as well as ACT within a CBT framework. Each participant was given a copy of the participant manual, which included all homework/practice assignments. The eighteen session CBTv group was administered on a weekly basis for five months (during the last two months, sessions were spread out to every two weeks). Each CBTv group had approximately nine participants. Adherence to the CBTv protocol across the groups was assessed by adherence to the treatment manual and measured by

the *Cognitive Therapy Scale for Psychosis (CTS-Psy; Haddock et al., 2001)*.

Symptom Assessment

Patients were assessed independently at two test sessions: at baseline and at the end of therapy (five months after baseline). The TAU-only group was assessed at three test sessions: baseline, at the end of the waitlist period (five months after baseline) and at the end of therapy (ten months after baseline). The MiniPONS was administered during the test sessions to measure social cognition skills. The following primary CBTv outcome measures were implemented:

Positive and Negative Syndrome Scale (PNASS). The Structured Clinical Interview for the PANSS (Kay et al., 1987) is a 30-item rating scale designed to measure the presence and severity of psychopathology in patients with schizophrenia, schizoaffective disorder, and other psychological disorders. The PANSS was completed by a trained clinician following a semi-structured interview format and using available clinical information. The clinician was blind to the group assignments. Each item was rated by the clinician on a Likert scale ranging from 1 (*not present*) to 7 (*extremely severe*). Three subscales scores were derived: *Positive Symptoms* scores (possible range of scores: 9-49); *Negative Symptoms* scores (possible range of scores: 7-49) and *General Symptoms* Scores (possible range of scores: 16-112).

The Psychotic Symptom Rating Scales (PSYRATS). The PSYRATS (Haddock, McCarron, Tarrier, & Faragher, 1999) includes two scales designed to measure the severity of a number of dimensions of auditory hallucinations and delusions. Only the *Auditory Hallucinations* subscale was administered to the patients, which includes an 11-item scale that assesses dimensions of auditory hallucinations. The items include frequency, duration, location, loudness, amount and intensity of distress, amount and intensity of negative content, disruption, controllability, and number of voices. Symptoms scores are rated on a 5-point ordinal scale (0-4).

Global Assessment of Functioning (GAF). The GAF (American Psychiatric Association, 2000) was used to rate the patients' social, occupational, and psychological functioning. The GAF is an overall measure of how patients are doing and can be useful in tracking the clinical progress of individuals in global terms. The GAF scores range from 1-100, where lower scores indicate reduced functioning and higher scores indicate that the patient is not in need of therapy. The GAF was completed by a trained clinician, who was blind to the group assignments.

Table 1
 Demographics, clinical characteristics and task performance data of patients and HCs

	CBTv+TAU group		TAU-only group		HC
	<i>(n = 11; 6 males)</i>		<i>(n = 9; 5 males)</i>		<i>(n = 19; 11 males)</i>
	<i>M (SD)</i> <i>Baseline</i>	<i>M (SD)</i> <i>Follow-up</i>	<i>M (SD)</i> <i>Baseline</i>	<i>M (SD)</i> <i>Follow-up</i>	<i>M (SD)</i>
Demographics					
Age (years)	44.82 (13.82)		48.78 (12.09)		47.00 (7.97)
Education (Years)	4.64 (1.43)		5.50 (1.18)		5.37 (1.38)
Duration of illness (Years)	18.88 (11.39)		21.78 (9.60)		
BDI	10.46 (8.18)	9.09 (7.80)	16.60 (16.29)	16.50 (14.38)	4.97 (4.77)
BAI	20.91 (13.03)	16.82 (14.14)	22.20 (14.74)	19.00 (13.54)	3.95 (4.28)
MiniPONS %	60.14 (9.30)	59.31 (11.10)	65.63 (7.76)	64.24 (6.02)	76.55 (1.47)
GAF ^a	46.00 (9.22)	50.10 (7.65)	44.60 (11.84)	52.86 (17.17)	
PSYRATS	25.09 (5.77)	22.64 (6.80)	27.50 (4.62)	27.40 (5.99)	
PANNS^b					
Positive Scale	15.45 (4.83)	15.80 (5.06)	15.60 (3.74)	16.71 (5.74)	
Negative Scale	15.82 (4.83)	15.20 (4.16)	15.33 (4.39)	14.43 (4.86)	
General Psychopathology	33.54 (4.90)	28.80 (4.51)	31.33 (6.79)	28.43 (9.27)	
Performance Emotion identification accuracy (%)					
Neutral	63.79 (32.36)	69.46 (30.01)	59.47 (34.65)	62.60 (38.58)	70.39 (26.98)
Joyful	85.29 (9.32)	84.03 (24.18)	89.04 (14.73)	74.98 (35.73)	94.35 (18.17)
Sad	69.77 (2.74)	60.75 (23.85)	58.99 (20.09)	70.92 (19.34)	73.21 (24.41)
Angry	75.43 (4.66)	74.55 (31.18)	67.36 (19.82)	65.42 (36.06)	88.68 (14.42)
Fearful	75.21 (8.98)	74.30 (24.18)	82.00 (14.76)	77.75 (26.86)	88.84 (18.33)

Note. PSYRATS: *The Auditory Hallucinations subscale* from the *Psychotic Symptom Rating Scale*; PANNS: *Positive and Negative Syndrome Scale*; MiniPONS: *Short Multichannel*

^{a,b} follow-up for the GAF and PANNS measures included missing data (one missing case for the CBT + TAU group and three missing cases for the TAU-only group).

Beliefs About Voices Questionnaire-Revised (BAVQ-R). The BAVQ-R (Chadwick, Lee, & Birchwood, 2000; Appendix I) is a 35-item self-report questionnaire that measures perceptual, emotional and behavioural responses to auditory verbal hallucinations. The items are rated on a 4-point scale ranging from 0 (*disagree*) to 4 (*strongly agree*). The questionnaire consists of five subscales measuring different meanings given to the voices: *omnipotence* with six items (e.g., *My voice is very powerful*), *malevolence* with six items (e.g., *My voice is persecuting me for no good reason*), *resistance* with nine items (four items for *emotion* (e.g., *My voice frightens me*), and five items for *behaviour* (e.g., *When I hear my voice usually I tell it to leave me alone*)), *benevolence* with six items (e.g., *My voice wants to help me*) and *engagement* with eight items (four for *emotion* (e.g., *My voice makes me feel calm*) and four for *behaviour* (e.g., *I seek the advice of my voice*)).

The Short Multichannel Version of the Profile of Nonverbal Sensitivity (MiniPONS). The MiniPONS (Bänziger, Scherer, Hall, & Rosenthal, 2011) was used to assess social cognition, which is the ability to recognize the communication of feelings, attitudes, and intentions from nonverbal expression in faces, voices, gestures, and body postures. The MiniPONS correlates highly with the full version and has shown construct validity through significant correlations with other tests of emotion recognition ability (Bänziger et al., 2011). The shorter version of the Pons was used to account for the limited time during test sessions. A series of 64 two-second video clips of a Caucasian female were used in the MiniPONS. Each scene contained, either singly or in combination, facial expressions, voice intonations, and bodily gestures. After watching each scene, the participants were asked which of two labels (e.g., *talking to a child* or *saying a prayer*) best described the scene. A practice session was administered with three supplement scenes to ensure participants understood the task. The percentage of correct responses was used as the dependent measure.

EEG Session Procedures

Upon arrival at the laboratory, all participants were administered the MiniPONS. Only the patients were administered the PSYRATS. Electrodes were applied to the participant's scalp and face, from which EEG activity was recorded while completing the emotional facial identification task.

Emotional Facial Identification Task

Stimuli. A detailed description of the stimuli used for the study can be found in Shah et al. (2018). Facial expression stimuli were derived from Gosselin,

Kirouac, and Doré (1995). Each facial expression was displayed by four actors (two female). Twenty photographic faces displaying one of five facial expressions (four joyful, four angry, four fearful, four sad, and four neutral) were used. Each facial expression image was presented 17 times, yielding a total of 340 trials with facial expression stimuli. In addition to face stimuli, four different chair photographs were used as control stimuli and each chair photograph was presented 17 times for a total of 68 trials with chair stimuli. Altogether, there were 408 trials (340 with faces and 68 with chairs). All photographs were digitized and converted to grey-scale images and matched for luminance and contrast. Neck and background were cropped out and the face stimuli were trimmed into rectangles.

Emotional Facial Identification Task Procedures. During the task, all participants were seated in a comfortable chair and viewed all stimuli presented on a 17-inch computer screen positioned approximately 1 m in front of the seated participant in a dark room. Each grey-scale picture of a neutral, joyful, fearful, angry, or sad facial expression, as well as each chair stimulus, was presented a total of 68 times. Trials were presented in random order. Three rest periods were given, one after each quarter of the trials had been completed. Each trial began with a fixation cross (200ms), followed by a face or chair stimulus (500ms). For 120 of the trials, the face or chair stimulus was followed by a response prompt asking the participant to identify the emotion being expressed via a key press. A blank screen appeared between trials (ITI = 800-1,000 ms). An equal number of trials requiring a response appeared for each stimulus type (i.e., 20 for each facial expression and 20 for the chairs). Participants' responses and reaction times (RT) were recorded automatically. Responses were requested for chair stimuli as well as face stimuli, even though the chairs would not normally be said to express an emotion.

Electrophysiological Recordings and Data Reduction

During the emotional facial identification task, continuous EEG activity was recorded with a cap embedded with Ag+/Ag+-Cl ring electrodes (EasyCap®, Herrsching-Breitbrunn, Germany) at 32 scalp sites positioned according to the 10-10 system of electrode placement. Additional electrodes were placed on the orbital ridges and external canthi of the eyes to monitor vertical and horizontal electrooculographic (EOG) activity and subsequently minimize contamination from eye movements and blinks. Linked electrodes positioned at the left and right mastoids served as the reference and a frontally positioned electrode served as the ground. Electrode

impedances were kept below 5 K Ω and EEG activity was digitally sampled at 500 Hz (BrainVision Recorder®, Richardson, TX, USA). The electrical signals were amplified with a bandwidth filter set at 0.1-80 Hz and stored on a hard disk for subsequent off-line processing and analysis (BrainVision Recorder®, Richardson, TX, USA).

Off-line EEG data analysis was carried out using BrainVision Analyzer 2 (BrainVision Analyzer®, Richardson, TX, USA). During off-line signal processing, analytical procedures were applied to the stored digitized recordings: 1) individual trials were filtered at 0.1-30.0 Hz; 2) an ocular correction software algorithm (Gratton, Coles, & Donchin, 1983) was employed to correct for the effects of eye movements and blinks based on the EOG recordings; 3) Data was segmented into 1,600 ms epochs for each stimulus, with a timespan from 100 ms pre-stimulus onset to 1,500 ms post-stimulus onset. Epochs with responses were pooled with those without responses; 4) trial epochs with EEG voltages greater than $\pm 75\mu\text{V}$ were removed; 5) filtered epochs were baseline corrected by subtracting averaged electrical activity 100 ms prior to stimulus onset; and 6) codes synchronized with stimulus delivery were used to average together epochs associated with the different stimulus categories (i.e., angry, fearful, joyful, neutral, and sad faces, plus chairs).

ERP Analysis

ERPs were identified based on visual examination of grand-averaged waveforms and previous literature (Campanella, Montedoro, Streeb, Verbanck, & Rosier, 2006; Jung, Kim, Kim, Im, & Lee, 2012; Lee, Kim, Kim, & Bae, 2010; Luo, Feng, He, Wang, & Luo, 2010; Turetsky et al., 2007; Wynn, Lee, Horan, & Green, 2008). The following components were identified for facial expressions and chair stimuli: P100 (measured at P_{7/8} and O_{1/2}; with maximum positive voltage within the time window of 80-130 ms following face stimulus onset), N170 (measured at P_{7/8}; with maximum negative voltage within the time window of 140-230 ms following stimulus onset), and P300 (measured at P_z with mean positive activity within the time window of 200-600 ms). All peak amplitudes and mean amplitudes were measured relative to mean pre-stimulus voltage levels. Peak latencies of the P100 and N170 (i.e., time to reach maximum voltage) were assessed relative to stimulus onset.

Statistical Analysis

CBTv+TAU compared with TAU-only groups: baseline comparisons. Independent samples t-tests were used to compare the final CBTv+TAU and TAU-only groups at baseline on age, gender, education,

MiniPONS scores, and clinical symptoms scores (PANSS, PSYRATS, GAF, BDI and BAI). Independent samples t-tests were also used to compare behavioural performance indices (accuracy and median RT) across groups. These were calculated regarding the identification of all facial expressions (i.e., accuracy for joyful, angry, sad, fearful and neutral face stimuli collapsed together). An alpha level of .05 for testing significance was maintained.

Effects of CBTv: Symptom, accuracy and ERP changes in CBTv+TAU compared TAU groups. CBTv treatment changes in clinical symptom (PANSS, GAF, PSYRATS and PSYRATS items) and social cognition (MiniPONS) scores were analyzed using paired-samples t-tests for both the CBT+TAU and TAU-only groups. Behavioural performance (accuracy and median RT) data was analyzed with mixed repeated measures ANOVA using group (CBTv+TAU and TAU-only) as a between-subjects factor and time (baseline and follow-up) as within-subjects factor.

P100 amplitude and latency data were analyzed with mixed repeated measures ANOVA using group (CBTv+TAU and TAU-only) as a between-subjects factor and site (occipital, parietal), hemisphere (right, left) and time (baseline, follow-up) as within-subjects factors. N170 amplitude and latency data were analyzed with mixed repeated measures ANOVA using group (CBTv+TAU and TAU-only) as a between-subjects factor and hemisphere (right, left) and time (baseline, follow-up) as within-subjects factors. P300 mean activity data was analyzed with mixed repeated measures ANOVA using group (CBTv+TAU and TAU-only) as a between-subjects factor and time (baseline, follow-up) as within-subjects factors. Significant main effects or interactions involving the group factor were followed up by within-subjects ANOVAs for each group. An alpha level of .05 for testing significance was maintained.

Patient group compared with healthy participants. We tested for differences between the patient group (at baseline) and the healthy control group in age, education, clinical symptom scores (BDI and BAI), and MiniPONS accuracy scores using independent samples t-tests. Similar comparisons regarding performance were tested for using an ANOVA with Group (SCZ, HC) as the between-subjects variable and facial expression (fearful, joyful, sad, angry and neutral) as the within-subjects variable. Group differences in ERP responses to facial expressions between patients (at baseline) and healthy controls were also tested for with repeated-measures ANOVAs. These had group (SCZ, HC) as the between-subject variable and facial expression (fearful, joyful,

sad, angry and neutral), hemisphere (right, left: for P100 and N170) and site (parietal, occipital: only for P100) as within-subjects variables. The error terms from the ANOVA were used to conduct planned contrasts (Rosenthal & Rosnow, 1985) to test study hypotheses (Shah et al., 2018).

Results

Patient Group Compared with Healthy Participants

The detailed results of these ANOVAs can be found in Shah et al. (2018), but in summary, patients with schizophrenia were slower at identifying all facial expressions, including neutral ones. They also showed smaller P100 amplitude to sad, angry, and fearful facial expressions relative to healthy controls. N170 amplitude was smaller in patients in response to neutral, joyful, angry, and fearful facial expressions. Patients showed smaller P300 mean amplitudes to all facial expressions, including neutral ones.

Effects of CBTv: Task Performance and Symptom Scores

The ANOVA revealed no changes in accuracy scores or reaction time in facial expression categorization at follow-up (post-treatment) compared to baseline (pre-treatment) in either the CBTv+TAU or TAU-only groups ($F < 1$ for Group, and Group x Time). Paired-sample *t*-tests were conducted to test for changes in symptom scores and MiniPONS accuracy scores between baseline (pre-treatment) and follow-up (post-treatment) in both the CBTv+TAU and the TAU-only groups. There were no significant differences in symptom scores from baseline to follow-up for GAF, PANSS-positive, and PSYRATS-total scores.

CBTv+TAU group

PSYRATS items. The paired sample *t*-test for the CBT+TAU revealed a significant difference across testing sessions in the score for one of the PSYRATS items: “amount of negative content”, where the treatment group reported a reduced amount of negative content in their voices following group CBTv treatment ($M = 2.18$, $SD = 1.17$) relative to baseline ($M = 3.00$, $SD = 0.89$); $t(10) = 2.76$, $p = .02$. The treatment group also showed a trend towards reduction in the “loudness of auditory hallucinations” following group CBTv treatment ($M = 1.73$, $SD = .65$) relative to baseline ($M = 2.18$, $SD = 0.75$); $t(10) = 1.84$, $p = .09$.

BAVQ-R. A significantly improved BAVQ-R subscale *omnipotence* score was observed in the CBTv+TAU group following group CBTv treatment ($M = 4.64$, $SD = 5.66$) relative to baseline ($M = 7.00$, $SD = 5.16$); $t(10) = 2.34$, $p = .04$. A trend towards improvement in the *resistance-behaviour* subscale

following group CBTv treatment ($M = 10.64$, $SD = 4.46$) relative to baseline ($M = 8.73$, $SD = 4.96$); $t(10) = -1.92$, $p = .08$ was also observed.

MiniPONS. A trend towards improvement in MiniPONS accuracy scores following group CBTv treatment ($M = 64.69\%$, $SD = 11.27$) relative to baseline ($M = 59.31\%$, $SD = 11.10$); $t(9) = -1.96$, $p = .08$ was observed.

TAU-Only Group

The significant differences reported above in the CBTv+TAU group following treatment were not observed in the TAU-only group. However, the TAU-only group did reveal a trend towards reduction of PANSS negative scores $t(5) = 2.45$, $p = .06$, and a trend towards improvement of the BAVQ-R subscale *benevolence* $t(8) = -2.18$, $p = .06$ at follow-up (PANSS negative: $M = 14.00$, $SD = 5.17$; BAVQ-R *benevolence*: $M = 5.44$, $SD = 4.80$) relative to baseline (PANSS negative: $M = 16.00$, $SD = 3.69$; BAVQ-R *benevolence*: $M = 2.56$, $SD = 3.47$).

Effects of CBTv: ERP Changes Following CBTv

P100 Amplitude and Latency. The P100 amplitude mixed repeated measures ANOVA revealed significant site by group $F(1, 18) = 5.07$, $p = .04$, $\eta_p^2 = .22$ and time by hemisphere by group $F(1, 18) = 6.19$, $p = .02$, $\eta_p^2 = .26$ interactions. A follow-up ANOVA within the CBTv+TAU group showed significant time by hemisphere $F(1, 10) = 5.97$, $p = .04$, $\eta_p^2 = .37$ and site by hemisphere interactions $F(1, 10) = 10.03$, $p = .01$, $\eta_p^2 = .50$. Follow-up pairwise comparisons of the time by hemisphere interaction revealed larger P100 amplitude over the right ($M = 5.05 \mu V$, $SD = 2.61$) compared with the left ($M = 3.75 \mu V$, $SD = 1.34$) hemisphere at follow-up, $p = .02$.

A follow-up ANOVA within the TAU-only group showed a significant interaction of time by site $F(1, 8) = 10.52$, $p = .01$, $\eta_p^2 = .57$. Follow-up pairwise comparison of the time by site interaction revealed larger P100 amplitude over the occipital ($M = 5.53 \mu V$, $SD = 3.17$) relative to the parietal ($M = 4.03 \mu V$, $SD = 2.31$) site at follow-up, $p = .009$. Neither the CBTv+TAU nor the TAU-only group showed a P100 amplitude treatment effect.

The P100 latency mixed repeated measures ANOVA revealed significant time by group interaction $F(1, 18) = 14.51$, $p = .001$, $\eta_p^2 = .45$. A follow-up ANOVA within the CBTv+TAU group showed significantly shorter P100 latency following completion of group CBTv $F(1, 10) = 19.68$, $p = .001$, $\eta_p^2 = .66$ ($M = 109.48$ ms, $SD = 7.11$) compared with baseline ($M = 114.44$ ms, $SD = 7.54$; c.f. Figure 2). A

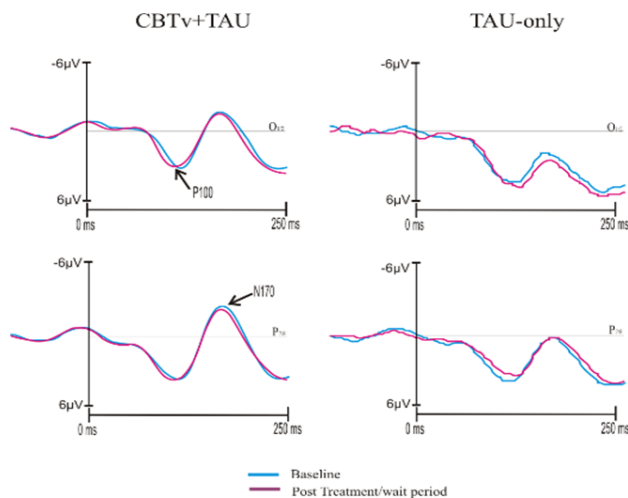


Figure 2. P100 and N170 grand averaged waveforms in response to facial expressions measured at baseline and following CBTv treatment or wait period. P100 is measured over occipital site (O_1 and O_2 pooled), N170 is measured over parietal sites (P_7 and P_8 pooled).

similar follow-up ANOVA within the TAU-only group did not show any significant main or interaction effects.

N170 Amplitude and Latency. The N170 amplitude mixed repeated measures ANOVA revealed significantly larger amplitude $F(1, 18) = 10.12$, $p = .005$, $\eta_p^2 = .67$, in the CBTv+TAU group ($M = -3.34 \mu V$, $SD = .75$) compared with the TAU-only group ($M = -0.40 \mu V$, $SD = .17$). The N170 latency mixed repeated measures ANOVA revealed a significant time by hemisphere by group interaction $F(1, 18) = 7.04$, $p = .02$, $\eta_p^2 = .28$. Follow-up N170 amplitude and latency ANOVAs within the CBTv+TAU and TAU-only groups did not show any main or interaction treatment effects.

P300 Mean Amplitude. The P300 mean amplitude mixed repeated measures ANOVA did not reveal any main or interaction effects. The TAU-only group waveforms appear noisy compared with the CBTv+TAU group waveforms. A possible reason for the difference could be related to a smaller sample size in the TAU-only group ($n = 9$) relative to the CBT+TAU group ($n = 11$).

Discussion

This study was the first to investigate neural changes following five-six months of CBT for voices (CBTv) in patients with schizophrenia using ERP and an emotional facial identification task. We expected that CBTv would significantly reduce clinical ratings of hallucinatory activity found in patients with schizophrenia and improve behavioural performance

and ERP amplitudes and latencies during the emotional facial identification task.

Clinical Symptom Findings

Based on previous findings of both randomized and non-randomized controlled trials of CBTv (Gottlieb, Romeo, Penn, Mueser, & Chiko, 2013; McLoed et al., 2007a, 2007b; Wykes et al., 2008), reductions from baseline to post-treatment measures of hearing voices and related distress were predicted in the present study. These predictions were borne out. Specifically, the CBTv+TAU group reported a significantly reduced amount of negative content of voices and improved outcomes on the *omnipotence: power of voice* item of the BAVQ-R. Furthermore, the treatment group showed a trend towards reduction in loudness of voices and improved MiniPONS accuracy score following the treatment.

Contrary to our expectations, based on the findings of randomized controlled trials of CBTp and CBTv (Birchwood et al., 2014; McLoed et al., 2007a, 2007b; Penn et al., 2009; Shawyer et al., 2012; Wykes et al., 2005), the CBTv+TAU group did not show significantly reduced PANSS symptom severity, PSYRATS total scores or GAF scores at follow-up. One possible explanation for the discrepancy between our findings and those from previous studies could be related to the theoretical approach taken for the treatment and for the measurements used to test the efficacy of treatment. That is, within the general framework of CBT, different theoretical approaches may have been used in our study versus previous ones (Pontillo et al., 2016). The effects of CBT for voices have mostly been investigated by examining the efficacy of CBTp on the overall severity of positive symptoms (hallucinations and delusions combined; Thomas et al. 2014). Previous study designs involved participants experiencing a broad range of psychotic experiences (hallucinations, delusions, negative symptoms), resulting in sample heterogeneity, delivery of therapy based on a broad range of behavioural and cognitive principles, and examination outcomes using broad indices of psychological states, such as overall positive symptoms (Thomas et al., 2014). In contrast, our sample included individuals who experienced auditory verbal hallucinations and the treatment was focused specifically on beliefs about the voices' omnipotence and the patients' relationships with the voices.

The focus of CBTv is not on reducing the experience of voices or frequency and severity of symptoms, but rather on reducing the perceived power of voices and in turn the related distress experienced by patients (Birchwood & Trower, 2006). Our findings showing reduced omnipotence and negative content of voices are in line with the goal of reduced

perceived threat with CBTv as well as Birchwood and Trower's (2006) explanation of the focus of CBT treatment for voices.

Our TAU-only group showed a trend towards reduced PANSS-negative symptoms and of improvement on the BAVQ-R subscale *benevolence* from baseline to follow-up. The reason for this is unclear. One possible explanation could be related to maturation in the TAU group over the course of the study. Specifically, TAU participants may have improved their *benevolence* score on their own without treatment (e.g., participants may become more hopeful about receiving treatment). Furthermore, repeatedly completing questionnaires about their voices may have provided participants with a different view of their voices. However, these speculations are difficult to qualitatively measure. As for the difference of the TAU PANSS-negative symptom score between baseline and follow-up, it is unclear to us why this occurred, especially given that no differences emerged for electrophysiological measures, behavioural performance indices and other clinical rating scores. As such, the change in *benevolence* and PANSS-negative symptom scores in the TAU group should not discount the clinical and electrophysiological changes observed in the CBTv group. The TAU-only group showed no change in other symptoms from baseline to follow-up in any of the following: PSYRAT total, PSYRATS items, GAF, PANNS positive, PANNS general, and MiniPONS scores. This was expected given that the inclusion criteria required all patients to be clinically stable, to be on the same medication for three months prior to study entry, and to have no change in medication during the course of the study.

Behavioural and ERP Findings

Although, in our previous work, we found slower response time in categorizing all facial expressions (Shah et al., 2018) between patients with schizophrenia and healthy controls, in the current study we did not find improvement in response time following group CBTv treatment. Additionally, the CBTv+TAU group did not improve in the accuracy of categorizing facial expressions from baseline to follow-up. The CBTv+TAU and TAU-only groups displayed similar performance on the task during both sessions. These null findings are in line with Kumari et al. (2011), who found neural changes in several brain structures following CBTp that did not extend to behavioural performance improvements in the treatment group.

In line with our hypothesis, the CBTv+TAU group at follow-up showed earlier perceptual response to facial expressions, as indexed by the P100, than they did at baseline. The P100 is believed to reflect early-stage visual information processing (Luck et al., 1994;

Santesso et al., 2008) and early preconscious direction of attention (Lee, Gosselin, Wynn, & Green, 2011; Pizzagalli et al., 2002; Turetsky et al., 2007, 2008; Utama, Takemoto, Koike, & Nakamura, 2009). P100 amplitude deficits in patients with schizophrenia have been frequently reported in response to non-face and face stimuli (Earls et al., 2015; Onitsuka, Oribe, Nakamura, & Kanba, 2013; Shah et al., 2018). However, only a limited number of studies have found longer P100 latencies in patients with schizophrenia during tasks involving faces (Lee et al., 2010; Wynn et al., 2008). The longer P100 latency may be reflective of patients' general delay in processing earlier visual information (Lee et al., 2010; Wynn et al., 2008) and attending. Our study is the first to show a change in P100 latency following a course of group CBTv treatment in patients with schizophrenia. Our findings are compatible with those of Kumari and his colleagues (2011), who found reduced fMRI activation after CBTp in visual (occipital) areas, which are thought to primarily subserve early perceptual processing (Adolphs, 2002) and to receive feedback from areas processing visual emotion (Catani, Jones, Donato, & Ffytche, 2003). Of note is that the change in P100 latency did not extend to the encoding (N170) or stimulus categorization (P300) and response stages (behavioural data).

Our CBTv protocol included ATT as well as ACT interventions. ATT was included to target auditory verbal hallucinations experienced in this population. Auditory verbal hallucinations are thought to be related to attentional processing. Levels of self-focused attention predict whether or not individuals experience auditory verbal hallucinations, and thus self-focused attention is implicated in the mediation of auditory verbal hallucinations (Ensum & Morrison, 2003; Morrison & Haddock, 1997). Acceptance and mindfulness (key components of ACT) have been found to alter ERP following treatment in patients with bipolar disorder and healthy individuals (Howells, Rauch, Ives-Deliperi, Horn, & Stein, 2014; Lin, Fisher, Roberst, & Moser, 2016). ATT and ACT were integrated into group CBTv with the goal of reducing emotional salience and distress associated with hearing voices. In turn, the reduction of the perceived threat of voices with CBTv was expected to allow for a greater focus on external rather than internal stimuli (voices) and hence, impact cognitive and social functioning. Our findings of shorter P100 latency to facial expressions provide some evidence, at a neural level, of change in attention to external stimuli.

Contrary to our hypothesis, we did not observe significant changes in P100 amplitude, N170 amplitude and latency, or P300 mean activity following a course of CBTv. The reason for this is

unclear. Given that CBTv did not target perceptual training of visual stimuli, specifically facial expressions, it is plausible that the level of early sensory activity elicited by facial expression was unaltered following treatment. Seeing that there were no changes in N170 amplitude and latency and P300 mean activity, it is plausible that earlier perceptual improvements observed in the present study following CBTv did not transfer to later more conscious processing stages. Studies have shown smaller and delayed ERP amplitudes in patients with schizophrenia to facial expressions, as well as intact P100 and N170 amplitudes and latencies (Wynn et al., 2008). Furthermore, studies have reported delayed P100 latencies, but intact P100 amplitude and subsequent N170 amplitude in patients and have suggested that the pathways for the early processing of facial expression content, reflected in the P100, and the later structural encoding of facial features, reflected in the N170, are dissociable (Pourtois, Dan, Grandjean, Sander, & Vuilleumier, 2005; Pourtois, Grandjean, Sanders, & Vuilleumier, 2004; Vuilleumier & Pourtois, 2007). This could be a reason why the present study found increased efficiency in early processing and attending to visual information but did not observe any effects at later structural encoding and affect processing stages.

It is important to note the observed N170 amplitude difference between the CBTv+TAU and TAU-only group. One explanation for the difference in N170 amplitudes between groups could be that the randomization process was flawed in some way. However, this idea does not explain the insignificant differences in clinical ratings and performance scores between groups at baseline. Another explanation could be related to the effects of antipsychotic medication. Antipsychotic medication has shown effects on neural activation (Anderer, Saletu., Semlitsch, & Pascual-Marqui, 2002; Pompéia et al., 2000). Longer P100 latency during visual discrimination task has been shown following an acute dose of bromazepam (Puga et al., 2007). However, researchers have found little to no evidence to suggest that the N170 deficits reported in patients with schizophrenia stem from or are correlated with antipsychotic medication (Batty, Francis, Innes-Brown, Joshua, & Rossel, 2014; Maher, Mashboon, Ekstrom, Lukas, & Chen, 2016). The explanation for the N170 amplitude difference between our patient groups is therefore unclear, especially given that no difference emerged for P100 amplitude, behavioural performance indices and clinical rating scores at baseline. Even with the smallest N170 in the TAU-only group, relative to the CBTv+TAU group, our P100 latency effects cannot be discounted. P100 was observed prior to N170 and over both the occipital and parietal sites. As such, any

uncertainty in the N170 data should not influence the P100 data.

Study Limitations

The study was not designed primarily to test the efficacy of CBTv. Rather, the study aimed to observe changes in ERPs over the course of CBTv. As such, the task did not specifically target mechanisms involved in improved attention, mindfulness practice, or cognitive restructuring related to auditory verbal hallucinations. Furthermore, we only tested changes in processing in the visual modality. Another limitation was that we have not yet done a long-term follow-up to determine if the benefits observed in this study were sustained following completion of group CBTv. Finally, our sample size would be considered small. Future research could investigate the effects of CBTv on clinical ratings of AVH, as well as the neural responsiveness as measured with a larger sample size and range of tasks (e.g., acoustic change detection, working memory, emotional expression identification). Finally, the study did not control or gather information on anesthesia use in participants.

Of note is that our prior work (Shah et al., 2018) explored ERP responses to facial expressions in patients with schizophrenia relative to healthy controls. Our previous work showed P100, N170 amplitudes and P300 mean activity differences in groups and did not report group differences in P100 or N170 latencies. Furthermore, based on the grand averaged P100 and N170 figures, no evidence of latency differences was observed between groups. This would suggest that in our sample, patients with schizophrenia and healthy controls did not significantly differ in speed of visual information processing and that the group differences were specific to the brain's attentional activation in response to facial expressions. Thus, the results of the present study can suggest that an earlier P100 response to faces was observed following CBTv and cannot suggest that an improvement in attentional activation was observed.

Conclusion

The CBTv group showed significantly reduced amount of negative content of voices and improved outcomes on the *omnipotence: power of voice* item of the BAVQ-R. Furthermore, the treatment group showed a trend towards reduction in loudness of voices. These changes in clinical rating scores suggest a CBTv-induced alteration in beliefs about voices. Altering the beliefs about voices has been reported to reduce distress and thus enhance effective coping strategies and improve functioning (Ruddle, Mason & Wykes, 2011). Additionally, researchers also suggest that changing the relationship that patients have with

their voices, the level of social activity, and improving self-esteem may also be a recipe for improving outcomes (Ruddle et al., 2011).

Researchers have demonstrated that experiencing auditory hallucinations interferes with auditory, visual, and face processing in particular (Bruder et al., 2011; Kayser et al., 2012; van Lutterveld, Sommer & Ford, 2011). This study, to our knowledge, provides the first evidence that a course of group CBT for voices alters early perceptual processing of faces in patients with auditory verbal hallucinations. Demonstrating CBTv-induced changes to socially relevant information—faces—is important because there is a lack of knowledge about the neural mechanisms that underlie the benefits of psychotherapy (Birchwood et al., 2014; McLoed et al., 2007a, 2007b; Penn et al., 2009; Shawyer et al., 2012; Wykes et al., 2005) observed with CBT for patients with schizophrenia. The present study provides a starting point for exploring neural changes following psychotherapy in this population. Further studies should examine electrophysiological changes that accompany CBT, in particular those that reflect information processing related to specific symptoms of schizophrenia, and their effects on face and emotion processing and social cognition.

References

- Adolphs, R. (2002). Recognizing emotion from facial expressions: psychological and neurological mechanisms. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, *1*, 21-62. doi: 10.1177/1534582302001001003
- American Psychiatric Association [APA]. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-IV* (4th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- American Psychiatric Association [APA]. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-IV-TR* (4th ed., text revision.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- American Psychiatric Association [APA]. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- An, S. K., Lee, S. J., Lee, C. H., Cho, H. S., Lee, P. G., Lee, C. I., . . . Namkoong, K. (2003). Reduced P3 amplitudes by negative facial emotional photographs in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *64*, 125-135.
- Anderer, P., Saletu, B., Semlitsch, H. V., & Pascual-Marqui, R. D. (2002). Perceptual and cognitive event-related potentials in neuropsychopharmacology: methodological aspects and clinical applications (pharmacology-ERP topography and tomography). *Methods and Findings in Experimental and Clinical Pharmacology*, *24*, 121-137.
- Bach, P. & Hayes, S. C. (2002). The use of acceptance and commitment therapy to prevent the rehospitalization of psychotic patients: A randomized controlled trial. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *70*, 1129-1139.
- Bänziger, T., Scherer, K. R., Hall, J. A., & Rosenthal, R. (2011). Introducing the MiniPONS: A short multichannel version of the Profile of Nonverbal Sensitivity (PONS). *Journal of Nonverbal Behavior*, *35*, 189-204. doi: 10.1007/s10919-011-0108-3
- Batty, R. A., Francis, A. J., Innes-Brown, H., Joshua, N. R., & Rossell, S. L. (2014). Neurophysiological correlates of configural face processing in schizotypy. *Frontiers in Psychiatry*, *5*, 1-11.
- Beck, A. T., Epstein, N., Brown, G., & Steer, R. A. (1988). An inventory for measuring clinical anxiety: psychometric properties. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *56*, 893-897.
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Brown, G. K. (1996). *Manual for the beck depression inventory-II*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Birchwood, M. & Chadwick, P. (1997). The omnipotence of voices: testing the validity of a cognitive model. *Psychological Medicine*, *27*, 1345-1353.
- Birchwood, M., Gilbert, P., Gilbert, J., Trower, P., Meaden, A., Hay, J., . . . Miles, J. N. (2004). Interpersonal and role-related schema influence the relationship with the dominant 'voice' in schizophrenia: a comparison of three models. *Psychological Medicine*, *34*, 1571-1580.
- Birchwood, M., Michail, M., Meaden, A., Tarrier, N., Lewis, S., Wykes, T., . . . Peters, E. (2014). Cognitive behaviour therapy to prevent harmful compliance with command hallucinations (COMMAND): a randomised controlled trial. *The Lancet Psychiatry*, *1*, 23-33. doi: 10.1016/S2215-0366(14)70247-0
- Birchwood, M. & Trower, P. (2006). The future of cognitive-behavioural therapy for psychosis: not a quasi-neuroleptic. *The British Journal of Psychiatry*, *188*, 107-108. doi: 10.1192/bjp.bp.105.014985
- Bruder, G. E., Alschuler, D. M., Kroppmann, C. J., Fekri, S., Gil, R. B., Jarskog, L. F., . . . Wexler, B. E. (2011). Heterogeneity of auditory verbal working memory in schizophrenia. *Journal of Abnormal Psychology*, *120*, 88-97. doi: 10.1037/a0021661
- Campanella, S., Montedoro, C., Streel, E., Verbanck, P., & Rosier, V. (2006). Early visual components (P100, N170) are disrupted in chronic schizophrenic patients: an event-related potentials study. *Clinical Neurophysiology*, *36*, 71-78. doi: 10.1016/j.neucli.2006.04.005

- Carter, K. E. & Wells, A. (2018). Effects of the Attention Training Technique on Auditory Hallucinations in Schizo-Affective Disorder: A Single Case Study. *Case reports in Psychiatry*, 1-5. doi: 10.1155/2018/1537237
- Catani, M., Jones, D. K., Donato, R., & Ffytche, D. H. (2003). Occipito-temporal connections in the human brain. *Brain*, 126, 2093-2107. doi: 10.1093/brain/awg203
- Chadwick, P. & Birchwood, M. (1994). The omnipotence of voices: A cognitive approach to auditory hallucinations. *The British Journal of Psychiatry*, 164, 190-201. doi: 10.1192/bjp.164.2.190
- Chadwick, P., Lees, S., & Birchwood, M. (2000). The revised beliefs about voices questionnaire (BAVQ-R). *The British Journal of Psychiatry*, 177, 229-232. doi: 10.1192/bjp.177.3.229
- Earls, H. A., Curran, T., & Mittal, V. (2015). Deficits in early stages of face processing in schizophrenia: a systematic review of the P100 component. *Schizophrenia Bulletin*, 42, 519-527. doi: 10.1093/schbul/sbv096
- Ensum, I. & Morrison, A. P. (2003). The effects of focus of attention on attributional bias in patients experiencing auditory hallucinations. *Behaviour Research and Therapy*, 41, 895-907.
- First, M., Spitzer, R., Gibbon, M., & Williams, J. (1996). *User's guide for the Structured Clinical Interview for DSM-IV Axis I Disorders-Research Version* (SCID-I, Version 2.0, 2/96 FINAL Version). Unpublished manual, Biometrics Research Department, New York Psychiatric Institute.
- Fu, C. H., Williams, S. C., Cleare, A. J., Scott, J., Mitterschiffthaler, M. T., Walsh, N. D., . . . Murray, R. M. (2008). Neural responses to sad facial expressions in major depression following cognitive behavioral therapy. *Biological Psychiatry*, 64, 505-512. doi: 10.1016/j.biopsych.2008.04.033
- Furmark, T., Tillfors, M., Marteinsdottir, I., Fischer, H., Pissiota, A., Långström, B., & Fredrikson, M. (2002). Common changes in cerebral blood flow in patients with social phobia treated with citalopram or cognitive-behavioral therapy. *Archives of General Psychiatry*, 59, 425-433. doi: 10.1001/archpsyc.59.5.425
- Gaudio, B. A. & Herbert, J. D. (2006). Acute treatment of inpatients with psychotic symptoms using Acceptance and Commitment Therapy: Pilot results. *Behaviour Research and Therapy*, 44, 415-437. doi: 10.1016/j.brat.2005.02.007
- Goodliffe, L., Hayward, M., Brown, D., Turton, W., & Dannahy, L. (2010). Group person-based cognitive therapy for distressing voices: views from the hearers. *Psychotherapy Research*, 20, 447-461. doi: 10.1080/10503301003671305
- Gosselin, P., Kirouac, G., & Doré, F. Y. (1995). Components and recognition of facial expression in the communication of emotion by actors. *Journal of Personality and Social Psychology*, 68, 83-96. doi: 10.1037/0022-3514.68.1.83
- Gottlieb, J. D., Romeo, K. H., Penn, D. L., Mueser, K. T., & Chiko, B. P. (2013). Web-based cognitive-behavioral therapy for auditory hallucinations in persons with psychosis: A pilot study. *Schizophrenia Research*, 145, 82-87. doi: 10.1016/j.schres.2013.01.002
- Gratton, G., Coles, M. G., & Donchin, E. (1983). A new method for off-line removal of ocular artifact. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 55, 468-484. doi: 10.1016/0013-4694(83)90135-9
- Haddock, G., TARRIER, N., Spaulding, W., Yusupoff, L., Kinney, C., & McCarthy, E. (1998). Individual cognitive-behavior therapy in the treatment of hallucinations and delusions: A review. *Clinical Psychology Review*, 18, 821-838.
- Haddock, G., Devane, S., Bradshaw, T., McGovern, J., TARRIER, N., Kinderman, P., . . . Harris, N. (2001). An investigation into the psychometric properties of the Cognitive Therapy Scale for Psychosis (CTS-Psy). *Behaviour and Cognitive Psychotherapy*, 29, 221-233. doi: 10.1017/S1352465801002089
- Haddock, G., McCarron, J., TARRIER, N., & Faragher, E. B. (1999). Scales to measure dimensions of hallucinations and delusions: the psychotic symptom rating scales (PSYRATS). *Psychological Medicine*, 29, 879-889. doi: 10.1017/S0033291799008661
- Hayes, S. C., Strosahl, K. D., & Wilson, K. G. (1999). *Acceptance and Commitment Therapy: An experiential approach to behavior change*. New York, NY: Guilford.
- Herrmann, M. J., Ehlis, A. C., Ellgring, H., & Fallgatter, A. J. (2005). Early stages (P100) of face perception in humans as measured with event-related potentials (ERPs). *Journal of Neural Transmission*, 112, 1073-1081. doi: 10.1007/s00702-004-0250-8
- Hinojosa, J. A., Mercado, F., & Carretié, L. (2015). N170 sensitivity to facial expression: A meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 55, 498-509. doi: 10.1016/j.neubiorev.2015.06.002
- Howells, F. M., Rauch, H. L., Ives-Deliperi, V. L., Horn, N. R., & Stein, D. J. (2014). Mindfulness based cognitive therapy may improve emotional processing in bipolar disorder: pilot ERP and HRV study. *Metabolic Brain Disease*, 29, 367-375. doi: 10.1007/s11011-013-9462-7
- Jung, H. T., Kim, D. W., Kim, S., Im, C. H., & Lee, S. H. (2012). Reduced source activity of event-related

- potentials for affective facial pictures in schizophrenia patients. *Schizophrenia Research*, *136*, 150-159. doi: 10.1016/j.schres.2011.10.023
- Kane, J. M. (1996). Treatment-resistant schizophrenic patients. *Journal of Clinical Psychiatry*, *57*, 35-40.
- Kay, S. R., Fiszbein, A., & Opler, L. A. (1987). The positive and negative syndrome scale (PANSS) for schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, *13*, 261-271. doi: 10.1093/schbul/13.2.261
- Kayser, J., Tenke, C. E., Kropfmann, C. J., Alschuler, D. M., Fekri, S., Gil, R., . . . Bruder, G. E. (2012). A neurophysiological deficit in early visual processing in schizophrenia patients with auditory hallucinations. *Psychophysiology*, *49*, 1168-1178. doi: 10.1111/j.1469-8986.2012.01404.x
- Kreyenbuhl, J., Buchanan, R. W., Dickerson, F. B., & Dixon, L. B. (2010). The Schizophrenia Patient Outcomes Research Team (PORT): updated treatment recommendations 2009. *Schizophrenia Bulletin*, *36*, 94-103. doi: 10.1093/schbul/sbp130
- Kuipers, E., Garety, P., Fowler, D., Freeman, D., Dunn, G., & Bebbington, P. (2006). Cognitive, emotional, and social processes in psychosis: refining cognitive behavioral therapy for persistent positive symptoms. *Schizophrenia Bulletin*, *32*, 24-31. doi: 10.1093/schbul/sbl014
- Kumari, V., Antonova, E., Fannon, D., Peters, E. R., Ffytche, D. H., Premkumar, P., . . . Kuipers, E. (2010). Beyond dopamine: functional MRI predictors of responsiveness to cognitive behaviour therapy for psychosis. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *4*, 1-4. doi: 10.3389/neuro.08.004.2010
- Kumari, V., Fannon, D., Peters, E. R., Ffytche, D. H., Sumich, A. L., Premkumar, P., . . . Kuipers, E. (2011). Neural changes following cognitive behaviour therapy for psychosis: a longitudinal study. *Brain*, *134*, 2396-2407. doi: 10.1093/brain/awr154
- Lecomte, T., Leclerc, C., Corbiere, M., Wykes, T., Wallace, C. J., & Spidel, A. (2008). Group Cognitive Behavior Therapy or Social Skills Training for Individuals With a Recent Onset of Psychosis?: Results of a Randomized Controlled Trial. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, *196*, 866-875. doi: 10.1097/NMD.0b013e31818ee231
- Lee, J., Gosselin, F., Wynn, J. K., & Green, M. F. (2011). How do schizophrenia patients use visual information to decode facial emotion? *Schizophrenia Bulletin*, *37*, 1001-1008. doi: 10.1093/schbul/sbq006
- Lee, S. H., Kim, E. Y., Kim, S., & Bae, S. M. (2010). Event-related potential patterns and gender effects underlying facial affect processing in schizophrenia patients. *Neuroscience Research*, *67*, 172-180. doi: 10.1016/j.neures.2010.03.001
- Lieberman, J. A., Stroup, T. S., McEvoy, J. P., Swartz, M. S., Rosenheck, R. A., Perkins, D. O., . . . Hsiao, J. K. (2005). Effectiveness of antipsychotic drugs in patients with chronic schizophrenia. *New England Journal of Medicine*, *353*, 1209-1223. doi: 10.1056/NEJMoa051688
- Lin, Y., Fisher, M. E., Roberts, S. M., & Moser, J. S. (2016). Deconstructing the emotion regulatory properties of mindfulness: an electrophysiological investigation. *Frontiers in Human Neuroscience*, *10*, 451. doi: 10.3389/fnhum.2016.00451
- Lincoln, T. M. & Peters, E. (2019). A systematic review and discussion of symptom specific cognitive behavioural approaches to delusions and hallucinations. *Schizophrenia research*, *203*, 66-79. doi: 10.1016/j.schres.2017
- Lincoln, T. M., Ziegler, M., Mehl, S., Kesting, M. L., Lüllmann, E., Westermann, S., & Rief, W. (2012). Moving from efficacy to effectiveness in cognitive behavioral therapy for psychosis: a randomized clinical practice trial. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *80*, 674-686. doi: 10.1037/a0028665
- Lynch, D., Laws, K. R., & McKenna, P. J. (2010). Cognitive behavioural therapy for major psychiatric disorder: does it really work? A meta-analytical review of well-controlled trials. *Psychological Medicine*, *40*, 9-24. doi: 10.1017/S003329170900590X
- Luck, S. J., Hillyard, S. A., Mouloua, M., Woldorff, M. G., Clark, V. P., & Hawkins, H. L. (1994). Effects of spatial cuing on luminance detectability: psychophysical and electrophysiological evidence for early selection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *20*, 887-904.
- Luo, W., Feng, W., He, W., Wang, N. Y., & Luo, Y. J. (2010). Three stages of facial expression processing: ERP study with rapid serial visual presentation. *Neuroimage*, *49*, 1857-1867. doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.09.018
- Maher, S., Mashhoon, Y., Ekstrom, T., Lukas, S., & Chen, Y. (2016). Deficient cortical face-sensitive N170 responses and basic visual processing in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *170*, 87-94. doi: 10.1016/j.schres.2015.12.005
- Mawson, A., Cohen, K., & Berry, K. (2010). Reviewing evidence for the cognitive model of auditory hallucinations: The relationship between cognitive voice appraisals and distress during psychosis. *Clinical Psychology Review*, *30*, 248-258. doi: 10.1016/j.cpr.2009.11.006
- McCleery, A., Lee, J., Joshi, A., Wynn, J. K., Helleman, G. S., & Green, M. F. (2015). Meta-Analysis of Face Processing Event-Related Potentials in Schizophrenia. *Biological Psychiatry*, *77*, 116-126. doi: 10.1016/j.bio

- psych.2014.04.015
- McLeod, T., Morris, M., Birchwood, M., & Dovey, A. (2007a). Cognitive behavioural therapy group work with voice hearers. Part 1. *British Journal of Nursing*, *16*, 248-258. doi: 10.12968/bjon.2007.16.4.22995
- McLeod, T., Morris, M., Birchwood, M., & Dovey, A. (2007b). Cognitive behavioural therapy group work with voice hearers. Part 2. *British Journal of Nursing*, *16*, 292-295. doi: 10.12968/bjon.2007.16.5.23005
- Morrison, A.P. & Barratt, S. (2010). What are the components of CBT for psychosis? A Delphi study. *Schizophrenia Bulletin*, *36*, 136-142. doi: 10.1093/schbul/sbp118
- Morrison, A. P. & Haddock, G. (1997). Cognitive factors in source monitoring and auditory hallucinations. *Psychological Medicine*, *27*, 669-679. doi: 10.1017/S003329179700487X
- Morrison, A. P., Haddock, G., & Tarrier, N. (1995). Intrusive thoughts and auditory hallucinations: a cognitive approach. *Behavioural and Cognitive psychotherapy*, *23*, 265-280. doi: 10.1017/S1352465800015873
- National Collaborating Centre for Mental Health [NCCMH]. (2009). *Schizophrenia: Core Interventions in the Treatment and Management of Schizophrenia in Primary and Secondary Care (Update)* (NICE National Guideline No. 82).
- Onitsuka, T., Oribe, N., Nakamura, I., & Kanba, S. (2013). Review of neurophysiological findings in patients with schizophrenia. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, *67*, 461-470. doi: 10.1111/pcn.12090
- Penn, D. L., Meyer, P. S., Evans, E., Wirth, R. J., Cai, K., & Burchinal, M. (2009). A randomized controlled trial of group cognitive-behavioral therapy vs. enhanced supportive therapy for auditory hallucinations. *Schizophrenia Research*, *109*, 52-59. doi: 10.1016/j.schres.2008.12.009
- Pfammatter, M., Junghan, U. M., & Brenner, H. D. (2006). Efficacy of psychological therapy in schizophrenia: conclusions from meta-analyses. *Schizophrenia Bulletin*, *32*, S64-S80. doi: 10.1093/schbul/sbl030
- Pilling, S., Bebbington, P., Kuipers, E., Garety, P., Geddes, J., Orbach, G., & Morgan, C. (2002a). Psychological treatments in schizophrenia: I. Meta-analysis of family intervention and cognitive behaviour therapy. *Psychological Medicine*, *32*, 763-782.
- Pilling, S., Bebbington, P., Kuipers, E., Garety, P., Geddes, J., Martindale, B., . . . Morgan, C. (2002b). Psychological treatments in schizophrenia: II. Meta-analyses of randomized controlled trials of social skills training and cognitive remediation. *Psychological Medicine*, *32*, 783-791.
- Pizzagalli, D. A., Lehmann, D., Hendrick, A. M., REGARD, M., Pascual-Marqui, R. D., & Davidson, R. J. (2002). Affective judgments of faces modulate early activity (approximately 60 ms) within the fusiform gyri. *Neuroimage*, *16*, 663-677.
- Pompéia, S., Bueno, O. F. A., Lucchesi, L. M., Manzano, G. M., Galduroz, J. C. F., & Tufik, S. (2000). A double-dissociation of behavioural and event-related potential effects of two benzodiazepines with similar potencies. *Journal of Psychopharmacology*, *14*, 288-298. doi: 10.1177/026988110001400318
- Pontillo, M., De Crescenzo, F., Vicari, S., Pucciari, M. L., Averna, R., Santonastaso, O., & Armando, M. (2016). Cognitive behavioural therapy for auditory hallucinations in schizophrenia: a review. *World Journal of Psychiatry*, *6*, 372. doi: 10.5498/wjp.v6.i3.372
- Pourtois, G., Grandjean, D., Sander, D., & Vuilleumier, P. (2004). Electrophysiological correlates of rapid spatial orienting towards fearful faces. *Cerebral Cortex*, *14*, 619-633. doi: 10.1093/cercor/bhh023
- Pourtois, G., Dan, E. S., Grandjean, D., Sander, D., & Vuilleumier, P. (2005). Enhanced extrastriate visual response to bandpass spatial frequency filtered fearful faces: Time course and topographic evoked-potentials mapping. *Human Brain Mapping*, *26*, 65-79. doi: 10.1002/hbm.20130
- Prasko, J., Horáček, J., Zalesky, R., Kopeček, M., Novak, T., Paskova, B., . . . Hoschl, C. (2004). The change of regional brain metabolism (18FDG PET) in panic disorder during the treatment with cognitive behavioral therapy or antidepressants. *Neuroendocrinology Letters*, *25*, 340-348.
- Puga, F., Sampaio, I., Veiga, H., Ferreira, C., Cagy, M., Piedade, R., & Ribeiro, P. (2007). The effects of bromazepam on the early stage of visual information processing (P100). *Arquivos de Neuropsiquiatria*, *65*, 955-959. doi: 10.1590/S0004-282X2007000600006
- Rector, N. A., & Beck, A. T. (2001). Cognitive behavioral therapy for schizophrenia: an empirical review. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, *189*, 278-287. doi: 10.1097/00005053-200105000-00002
- Rosenthal, R. & Rosnow, R. L. (1985). *Contrast analysis: Focused comparisons in the analysis of variance*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Ruddle, A., Mason, O., & Wykes, T. (2011). A review of hearing voices groups: Evidence and mechanisms of change. *Clinical Psychology Review*, *31*, 757-766. doi: 10.1016/j.cpr.2011.03.010

- Santesso, D. L., Meuret, A. E., Hofmann, S. G., Mueller, E. M., Ratner, K. G., Roesch, E. B., & Pizzagalli, D. A. (2008). Electrophysiological correlates of spatial orienting towards angry faces: a source localization study. *Neuropsychologia*, *46*, 1338-1348. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2007.12.013
- Sarin, F., Wallin, L., & Widerlöv, B. (2011). Cognitive behavior therapy for schizophrenia: a meta-analytical review of randomized controlled trials. *Nordic Journal of Psychiatry*, *65*, 162-174. doi: 10.3109/08039488.2011.577188
- Schienze, A., Schäfer, A., Stark, R., & Vaitl, D. (2009). Long-term effects of cognitive behavior therapy on brain activation in spider phobia. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, *17*, 99-102. doi: 10.1016/j.psychres.2008.11.005
- Schwartz, J. M., Stoessel, P. W., Baxter, L. R., Martin, K. M., & Phelps, M. E. (1996). Systematic changes in cerebral glucose metabolic rate after successful behavior modification treatment of obsessive-compulsive disorder. *Archives of General Psychiatry*, *53*, 109-113. doi: 10.1001/archpsyc.1996.01830020023004
- Shah, D., Knott, V., Baddeley, A., Bowers, H., Wright, N., Labelle, A., . . . Collin, C. (2018). Impairments of emotional face processing in schizophrenia patients: Evidence from P100, N170 and P300 ERP components in a sample of auditory hallucinators. *International Journal of Psychophysiology*, *134*, 120-134. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2018.10.001
- Shawyer, F., Farhall, J., Mackinnon, A., Trauer, T., Sims, E., Ratcliff, K., . . . Copolov, D. (2012). A randomised controlled trial of acceptance-based cognitive behavioural therapy for command hallucinations in psychotic disorders. *Behaviour Research and Therapy*, *50*, 110-121. doi: 10.1016/j.brat.2011.11.007
- Sivec, H. J. & Montesano, V. L. (2012). Cognitive behavioral therapy for psychosis in clinical practice. *Psychotherapy*, *49*, 258-270. doi: 10.1037/a0028256
- Sommer, I. E., Slotema, C. W., Daskalakis, Z. J., Derks, E. M., Blom, J. D., & van der Gaag, M. (2012). The treatment of hallucinations in schizophrenia spectrum disorders. *Schizophrenia Bulletin*, *38*, 704-714. doi: 10.1093/schbul/sbs034
- Steel, C., Garety, P.A., Freeman, D., Craig, E., Kuipers, E., Bebbington, P., . . . Dunn, G. (2007). The multidimensional measurement of the positive symptoms of psychosis. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*, *16*, 88-96. doi: 10.1002/mpr.203
- Tarrier, N. & Wykes, T. (2004). Is there evidence that cognitive behaviour therapy is an effective treatment for schizophrenia? A cautious or cautionary tale? *Behavioural Research Therapy*, *42*, 1377-1401. doi: 10.1016/j.brat.2004.06.020
- Thomas, N., Hayward, M., Peters, E., van der Gaag, M., Bentall, R. P., Jenner, J., . . . García-Montes, J. M. (2014). Psychological therapies for auditory hallucinations (voices): current status and key directions for future research. *Schizophrenia Bulletin*, *40*, 202-212. doi: 10.1093/schbul/sbu037
- Turetsky, B. I., Greenwood, T. A., Olincy, A., Radant, A. D., Braff, D. L., Cadenhead, K. S., . . . Calkins, M. E. (2008). Abnormal auditory N100 amplitude: a heritable endophenotype in first-degree relatives of schizophrenia probands. *Biological Psychiatry*, *64*, 1051-1059. doi: 10.1016/j.biopsych.2008.06.018
- Turetsky, B. I., Kohler, C. G., Indersmitten, T., Bhati, M. T., Charbonnier, D., & Gur, R. C. (2007). Facial emotion recognition in schizophrenia: when and why does it go awry? *Schizophrenia Research*, *94*, 253-263. doi: 10.1016/j.schres.2007.05.001
- Utama, N. P., Takemoto, A., Koike, Y., & Nakamura, K. (2009). Phased processing of facial emotion: An ERP study. *Neuroscience Research*, *64*, 30-40. doi: 10.1016/j.neures.2009.01.009
- van der Gaag, M., Hageman, M. C., & Birchwood, M. (2003). Evidence for a cognitive model of auditory hallucinations. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, *191*, 542-545. doi: 10.1097/01.nm.0.0000082183.95853.ec
- van der Gaag, M., Valmaggia, L. R., & Smit, F. (2014). The effects of individually tailored formulation-based cognitive behavioural therapy in auditory hallucinations and delusions: a meta-analysis. *Schizophrenia Research*, *156*, 30-37. doi: 10.1016/j.schres.2014.03.016
- Van Lutterveld, R., Sommer, I. E., & Ford, J. M. (2011). The neurophysiology of auditory hallucinations—a historical and contemporary review. *Frontiers in Psychiatry*, *2*, 28. doi: 10.3389/fpsy.2011.00028
- Vuilleumier, P. & Pourtois, G. (2007). Distributed and interactive brain mechanisms during emotion face perception: Evidence from functional neuroimaging. *Neuropsychologia*, *45*, 174-194. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.06.003
- Weingarten, C. P. & Strauman, T. J. (2015). Neuroimaging for psychotherapy research: Current trends. *Psychotherapy Research*, *25*, 185-213. doi: 10.1080/10503307.2014.883088
- Wells, A. (1990). Panic disorder in association with relaxation induced anxiety: An attentional training approach to treatment. *Behavior Therapy*, *21*, 273-280. doi: 10.1016/S0005-7894(05)80330-2
- Woodman, G. F. (2010). A brief introduction to the use of event-related potentials in studies of perception and attention. *Attention, Perception, &*

Psychophysics, 72, 2031-2046. doi: 10.3758/APP.72.8.2031

Wykes, T., Steel, C., Everitt, B., & Tarrier, N. (2008). Cognitive behavior therapy for schizophrenia: effect sizes, clinical models, and methodological rigor. *Schizophrenia Bulletin*, 34, 523-537. doi: 10.1093/schbul/sbm114

Wynn, J.K., Lee, J., Horan, W.P., & Green, M.F. (2008). Using event-related potentials to explore stages of facial affect recognition deficits in schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 34, 679-687. doi: 10.1093/schbul/sbn047

Zimmermann, G., Favrod, J., Trieu, V. H., & Pomini, V. (2005). The effect of cognitive behavioral treatment on the positive symptoms of schizophrenia spectrum disorders: a meta-analysis. *Schizophrenia Research*, 77, 1-9. doi: 10.1016/j.schres.2005.02.018

Received October 19, 2018

Revision received February 28, 2019

Accepted April 5, 2019 ■

Évaluation des effets d'une prise en charge de l'entourage sur les capacités de communication d'un patient aphasique et de son partenaire de communication

Sophie Gillet¹, M. Sc., Juliette Bonnet¹, M. Sc., Anne Hiernaux², B. Sc. et Martine Poncet¹, Ph. D.

¹Centre de recherche en psychologie et neurosciences cognitives, University de Liège

²Centre Hospitalier Universitaire Ourthe-Ambève, Belgique

L'aphasie affecte à la fois la communication de la personne aphasique et celle de son entourage qui peut adopter des comportements inadaptés de communication avec le patient. Nous avons mis en place un programme d'intervention inspiré de Simmons-Mackie, Kearns, & Potechin (2005) qui avait pour objectif de réduire l'occurrence de comportements non facilitateurs de communication produits par le conjoint d'une personne aphasique. Cinq comportements non facilitateurs ont été sélectionnés en fonction de leur nombre élevé d'occurrences. Deux d'entre eux ont fait la cible d'une intervention spécifique consistant à entraîner le conjoint à les identifier et à les remplacer par des stratégies de communication plus adaptées. Un comportement a fait l'objet d'une intervention psychoéducatrice et deux comportements n'ont fait l'objet d'aucune intervention afin d'évaluer une éventuelle généralisation de l'intervention à des comportements non travaillés. Les résultats montrent que seule l'intervention spécifique a permis d'améliorer les habiletés de communication du couple.

Mots clés : aphasie, capacités de communication, entraînement, entourage, étude de cas

Aphasia affects both aphasic persons and their communication partners. Family members are not always skilled communication partners in that they can use conversational strategies that do not facilitate communication with the aphasic person. We conducted a study inspired from Simmons-Mackie, Kearns, & Potechin (2005) who aimed to reduce the occurrence of non-facilitative communication behaviors in the partner of an aphasic person. Five non-facilitative behaviors were selected in a sample of conversations because of their high rate of occurrence. A single subject multiple baseline design examined the impact of a specific training of two non-facilitative communication behaviors in comparison with a counseling session for another non-facilitative behavior or no intervention for two other behaviors. During training sessions, the partner was trained to identify non-facilitative behaviors and to implement alternative facilitative behaviors. Results showed that only the specific training lead to a durable improvement of the couple's communication.

Keywords: aphasia, communication abilities, training, family member, case study

L'aphasie est un trouble de la communication verbale consécutif à une lésion acquise du système nerveux central située, dans la majorité des cas, dans l'hémisphère gauche. Les causes les plus courantes sont les accidents vasculaires cérébraux (AVC). L'aphasie peut se manifester sous différentes formes affectant un ou plusieurs processus de compréhension ou de production des messages verbaux (Goodglass, 1993). Certains auteurs (Ardila, 2010) suggèrent l'existence de deux formes primaires d'aphasie liées aux déficits dans les systèmes lexico-sémantiques et grammaticaux du langage. Il s'agit des aphasies de type Wernicke (ou fluente) affectant davantage la compréhension du langage, mais peu la production et

les aphasies de type Broca (ou non-fluente) affectant davantage la production du langage dont les aspects syntaxiques, mais peu la compréhension. Les difficultés éprouvées par le patient aphasique (PA) sont susceptibles d'affecter la qualité de vie de la personne aphasique, mais aussi celle de sa famille, provoquant alors des situations de stress qui peuvent encore se manifester plusieurs années après l'accident cérébral (voir Ross & Wertz, 2003). Une revue systématique sur les facteurs associés à la qualité de vie chez la personne aphasique a mis en évidence que le stress émotionnel, la dépression, la sévérité des difficultés de communication, la présence d'autres problèmes médicaux tels que des troubles moteurs (une hémiplegie, soit la moitié du corps paralysé, fréquemment associée à l'aphasie) et le niveau d'activité constituaient des prédicteurs de la qualité de vie du patient (Hilari, Needle, & Harrison, 2012). D'autres études ont également souligné l'importance

La correspondance concernant cet article doit être adressée à / Correspondence concerning this article should be addressed to:
Sophie Gillet, Université de Liège, Belgique
Courriel/email: s.gillet@uliege.be

des facteurs sociaux tels que les relations sociales et familiales satisfaisantes et le support social (Brown, Worrall, Davidson, & Howe, 2012; Cruice, Hill, Worrall, & Hickson, 2010). Ces études mettent en évidence l'importance d'une approche holistique dans la prise en charge de la personne aphasique qui considère son contexte et en particulier, son contexte social. Ainsi, pour mieux comprendre et communiquer avec le PA, l'entourage du PA nécessite également d'être informé de ce qu'est l'aphasie, de ce que cette pathologie est susceptible de modifier dans leur vie quotidienne, notamment au niveau de leur communication, et enfin, d'obtenir des outils pour faciliter cette communication. Néanmoins, la majorité des études s'intéressant aux besoins liés à la communication des proches du PA met en évidence le fait que, de façon générale, les proches manquent d'informations sur l'aphasie et sur les comportements à adopter face aux difficultés de communication de la personne aphasique et qu'ils apprécieraient être davantage impliqués dans la prise en charge afin d'améliorer leur communication avec le partenaire aphasique (Hilton, Leenhouts, Webster, & Morris, 2014). En outre, les études décrivant les comportements communicationnels entre les PA et leur entourage semblent indiquer que les partenaires de communication tels que l'époux ou la famille proche ne sont pas toujours des communicateurs habiles (Linebaugh, Kryzer, Oden, & Myers, 1982; Webster, Dans, & Saunders, 1982). Les partenaires adoptent des comportements inadaptés en ce sens qu'ils ne facilitent pas la communication avec leur conjoint/parent. Ces comportements inadaptés peuvent prendre différentes formes : des interruptions du tour de parole (Wilkinson et al., 2010), le manque de stratégies pour aider la personne aphasique en cas d'échec de la communication (Cunningham & Ward, 2003) ou encore les questions fermées ou convergentes à outrance (Simmons-Mackie, Kearns, & Potechin, 2005).

Dans ce contexte, il semble évident que la communication de la personne aphasique avec son entourage pourrait être améliorée par une information et une intervention thérapeutique ayant pour cible les comportements communicationnels de l'entourage du PA. Différents types de thérapies impliquant l'entourage de patients aphasiques ont ainsi vu le jour. Certains programmes proposent des conseils au patient et à son entourage afin d'aider les partenaires à s'adapter aux difficultés qu'ils risquent de rencontrer au quotidien (Johannsen-Horbach, Crone, & Wallesch, 1999 ; Linebaugh & Young-Charles, 1978). Ils ont pour objectif de mieux faire comprendre aux proches ce qu'est l'aphasie et les difficultés qui en découlent afin de les aider à y faire face et de diminuer la charge associée à la gestion de ces difficultés.

D'autres types de thérapies tentent spécifiquement d'améliorer la communication au sein de la dyade patient-aidant. Pour cela, un entraînement des partenaires de conversation de la personne aphasique est proposé (Simmons-Mackie, 2001). Plusieurs études montrent un effet bénéfique de ce type d'entraînement spécifique du partenaire à la communication qu'il s'agisse de l'époux(se) (le plus fréquent), de la famille ou encore du personnel soignant (Kagan, Black, Duchan, Simmons-Mackie, & Square, 2001; Lyon, Cariski, Keisler, Rosenbek, & Levine, 1997; Purdy & Hindenlang, 2005; Simmons-Mackie, 2001; pour une revue voir Simmons-Mackie, Raymer, & Cherney, 2016). L'étude de Purdy et Hindenlang (2005), par exemple, est particulièrement intéressante dans la mesure où elle combine l'éducation des partenaires et l'entraînement spécifique de ceux-ci à la production de comportements communicationnels adaptés. L'étude comprend 10 participants (5 dyades) entraînés en groupes à raison d'une heure par semaine pendant 12 semaines. L'entraînement, divisé en plusieurs étapes, se base sur le modèle d'apprentissage de Kolb (1984) qui prône la répétition, la pratique et le feedback par des personnes expérimentées pour apprendre un nouveau comportement, par exemple. Lors d'une première phase, les partenaires reçoivent des informations sur l'aphasie puis ils sont amenés à raconter leur expérience au quotidien avec leur proche aphasique. Par le biais de jeux de rôle, il leur est ensuite demandé de communiquer des messages sans l'usage de la parole. Dans une seconde phase, la phase réflexive, les participants visionnent des enregistrements vidéo de situations de communication qui se sont déroulées entre eux et leur partenaire aphasique et sont amenés à identifier, avec l'aide du thérapeute, les comportements facilitateurs (p. ex., les encouragements) versus non facilitateurs (p. ex., les changements de sujet de conversation abruptes ou encore les questionnements rapides) qu'ils ont produits au cours de ces situations de communication. La phase suivante, la phase de conceptualisation abstraite, comprend une discussion des membres du groupe sur les situations de communication vécues la semaine précédente. Les participants analysent ensemble les stratégies utilisées et proposent éventuellement d'autres stratégies. La dernière phase est la phase d'expérimentation active durant laquelle les dyades revivent les situations de communication et tentent d'appliquer ce qu'ils ont appris lors des entraînements. Les résultats de cette intervention montrent que l'éducation et l'entraînement en groupe peuvent être bénéfiques. L'entraînement permet d'améliorer la communication entre les partenaires, une meilleure compréhension de l'aphasie et un gain de confiance par rapport à l'utilisation des stratégies facilitatrices.

Une autre étude qui nous a particulièrement intéressée, incluant également les membres de la famille du PA, est celle de Simmons-Mackie, Kearns, et Potechin (2005). Après une phase de référence (ligne de base) permettant de s'assurer de la stabilité de la fréquence d'apparition des comportements non facilitateurs sélectionnés et durant laquelle aucune intervention n'était proposée, un traitement a été appliqué de manière séquentielle en vue de modifier deux comportements de communication non facilitateurs de l'épouse (interruptions ou questions convergentes). Un troisième comportement non facilitateur (enseignements négatifs), ne faisant pas l'objet d'un entraînement, permettait d'observer une éventuelle généralisation de la thérapie sur des comportements non entraînés. Enfin, une évaluation un mois post-thérapie était proposée afin d'évaluer le maintien des effets de l'entraînement. La thérapie ciblait l'entraînement à la reconnaissance, par l'épouse, de ses comportements non facilitateurs par l'entremise des enregistrements vidéo hebdomadaires du couple. Le clinicien et l'épouse regardaient la vidéo et notaient l'apparition ou non de comportements non facilitateurs. Ils comparaient ensuite leurs notes. Les critères d'arrêt de l'entraînement étaient 90 % de reconnaissance et 10 % ou moins d'occurrences du comportement cible sur deux sessions consécutives dans les séquences vidéo enregistrant les interactions du couple entre chaque session. À la suite de l'entraînement, l'occurrence des comportements non facilitateurs a diminué dans des situations entraînées, mais également au cours de situations non entraînées (généralisation). Le troisième comportement non entraîné en séance était également moins présent après la thérapie. En outre, les capacités expressives de l'époux s'étaient améliorées après la prise en charge malgré le fait qu'il n'ait pas pris part à la thérapie (centrée sur l'épouse). Les auteurs concluent qu'un programme d'entraînement spécifique d'un membre de la famille modifie considérablement les comportements conversationnels du partenaire de communication. Ces améliorations se généralisent à des situations non entraînées et sont maintenues dans le temps (évaluation post-entraînement). Cette généralisation pourrait être la conséquence d'une plus grande vigilance par rapport à ses propres actes de communication ainsi qu'à l'impact de ses comportements sur les réactions et productions de son partenaire.

En somme, la littérature sur la prise en charge des partenaires de communication du PA montre qu'une prise en charge complète comprenant de la psychoéducation, des jeux de rôle, l'identification de comportements non adéquats et l'entraînement de stratégies alternatives semble participer à l'amélioration des interactions de la dyade personne aphasique-aidant (Sorin-Peters & Patterson, 2014).

La présente étude

L'objectif de la présente étude était d'évaluer l'efficacité d'une prise en charge impliquant l'épouse d'un PA chronique, MS. Son épouse se plaignait de difficultés de communication persistantes altérant leur qualité de vie. Pour ce faire, nous nous sommes inspirés des ingrédients actifs des études précédemment décrites. Nous avons proposé à l'épouse de MS et à MS lui-même une prise en charge comprenant deux parties : la psychoéducation et l'entraînement spécifique. La première, la partie psychoéducation, comprenait des informations sur l'aphasie et les difficultés présentées par le patient, une information sur les comportements non facilitateurs et une proposition de stratégies alternatives sans entraînement. La seconde, la partie entraînement spécifique, avait pour objectif d'entraîner l'épouse du PA à la détection de ses comportements non facilitateurs et à l'utilisation de stratégies alternatives. Des évaluations calculant la fréquence d'apparition des comportements non facilitateurs retenus entre les différentes interventions ont permis d'observer l'effet des différentes techniques d'intervention (psychoéducation ou entraînement spécifique). Deux comportements non facilitateurs n'ont pas été travaillés afin de voir si une généralisation à d'autres comportements pouvait être observée.

Hypothèses

Compte tenu des données de la littérature, nous supposons que la prise en charge du comportement par de la psychoéducation et des conseils centrés sur le couple pourrait ne pas être suffisante pour diminuer sa fréquence d'occurrence. Cependant, nous nous attendons à ce que les comportements ciblés par la partie de l'entraînement spécifique (détection et entraînement à l'utilisation de comportements alternatifs) diminuent rapidement pour laisser place à d'autres comportements plus adéquats. La fréquence d'apparition des comportements n'ayant pas fait l'objet d'une intervention spécifique pourrait diminuer malgré qu'ils n'aient pas été spécifiquement travaillés puisque certaines études ont mis en évidence une généralisation de la prise en charge à d'autres comportements non travaillés (Simmons-Mackie et al., 2005). Suite à l'introduction plus fréquente de comportements facilitateurs dans les situations de conversation, nous nous attendons à ce que la communication du patient s'améliore également tant en termes de temps de parole que de nombre d'énoncés produits au sein des situations communicationnelles du couple (Simmons-Mackie et al., 2005). En effet, le patient bénéficiant de plus de temps ou de moins d'interruptions, par exemple,

devrait pouvoir traduire et exprimer plus efficacement ses pensées et intentions.

Enfin, nous nous attendons à ce que ces améliorations aient un impact sur les mesures de communication dans des situations naturelles de la vie quotidienne, telles que répondre au téléphone, ainsi que sur la confiance du patient en ses habiletés de communication.

Méthodologie

Cette étude a reçu l'accord du Comité d'Éthique hospitalo-facultaire du Centre Hospitalier Université de Liège en Belgique. Les participants ont reçu une lettre d'information expliquant les fondements de l'étude et signé un consentement écrit de participation.

Participants

Un PA, MS, et son épouse ont participé à l'étude. Le couple est francophone et vit en Belgique en Province de Liège. MS est droitier et âgé de 62 ans. Il est retraité depuis six ans, il occupait un poste d'électromécanicien. Il vit avec son épouse âgée de 60 ans qui est une employée administrative. Ils sont mariés depuis 39 ans. MS a subi, huit ans plus tôt, un accident vasculaire cérébral ischémique secondairement hémorragique au niveau sylvien gauche. Il présente alors une aphasie de type Broca (difficultés sur le versant production du langage principalement) ainsi qu'une hémiparésie droite (paralysie incomplète du côté droit) et est pris en charge dans un centre pluridisciplinaire pour ses difficultés motrices et langagières. Six mois après son hospitalisation, il est retourné vivre à domicile avec son épouse et bénéficie depuis d'une prise en charge pluridisciplinaire dans un centre de réhabilitation. Au moment où l'étude débute, il est toujours suivi par une logopède (orthophoniste) une fois par semaine.

Lors du dernier bilan logopédique, MS présentait une aphasie non fluente. Ses capacités de compréhension orale semblaient préservées. Cependant, il présentait des difficultés d'accès au lexique phonologique de sortie, de la conversion phonème-graphème et du buffer graphémique (mémoire à court terme impliquée dans la production écrite). En production orale, ce déficit d'accès au lexique se manifeste par de nombreux manques du mot et la production de circonlocutions. Ces difficultés altéraient la communication du couple dans certaines situations de la vie quotidienne. Le patient présentait par exemple des difficultés à exprimer le déroulement de sa journée ou encore les étapes d'une activité de la vie quotidienne qu'il demande à son épouse de faire à sa place. En effet, outre ses difficultés langagières, le patient présente une hémiparésie qui le pousse régulièrement à demander de l'aide à son épouse lors

d'activités physiques (telles que le jardinage). Cette dernière rapporte la persistance de difficultés quotidiennes de communication ayant un impact sur leur bien-être. Elle demande à être davantage impliquée dans la prise en charge de son mari afin d'apprendre à mieux gérer leurs interactions. C'est pourquoi nous leur avons proposé de participer à une intervention améliorant la communication au sein du couple.

Méthode de recrutement

Une présentation du projet a été réalisée aux différent(e)s logopèdes de la région Liégeoise travaillant dans un centre de réhabilitation neurologique. Le projet a également été présenté lors d'une réunion de l'association « Ensemble » (Groupe de cérébrolésés de Liège et ses environs). La présentation décrivait le design de la prise en charge ainsi que les critères d'inclusion des participants (patient(e) aphasique chronique, non fluent(e), en couple, désireux(se) d'améliorer ses capacités de communication). Les logopèdes ont proposé le projet aux patients satisfaisant aux critères définis par le projet.

Présentation générale de la prise en charge

Dans la présente étude, nous avons mis en place une intervention auprès d'un patient aphasique chronique et, particulièrement, de son épouse. Dans cette prise en charge, les deux partenaires étaient présents à chaque séance. Les cinq comportements non facilitateurs les plus fréquents ont été identifiés à partir d'enregistrements vidéo de situations conversationnelles diverses (dirigées, semi-dirigées et spontanées) (Simmons-Mackie, Rayme, Armstrong, Holland, & Cherney, 2010) par deux logopèdes. Ils étaient abordés un à un durant la prise en charge. Le premier comportement non facilitateur sélectionné (changement de sujet de conversation) a fait l'objet d'une séance de psychoéducation (des conseils personnalisés sans entraînement à l'identification ou à la mise en place d'autres comportements facilitateurs). Les deux suivants (interruptions, absence de stratégies) ont fait l'objet d'un entraînement incluant plusieurs techniques visant à apprendre à identifier les comportements non facilitateurs et à trouver des alternatives. Enfin, les deux derniers (questions convergentes et compensation) n'ont pas été entraînés afin de mesurer la généralisation de l'intervention à d'autres comportements non travaillés. Des mesures intermédiaires des comportements communicationnels ont permis d'évaluer l'effet de chacune des prises en charge (Simmons-Mackie et al., 2010). Une évaluation un mois post-thérapie a également été proposée afin de mesurer la stabilité des résultats.

Situations de communication choisies pour l'évaluation

Pour permettre l'identification des comportements facilitateurs versus non facilitateurs et permettre l'évaluation de l'efficacité de l'intervention proposée, le couple a été filmé dans cinq situations différentes. Ces vidéos ont permis, d'une part, d'obtenir une banque de vidéos à partir desquelles travailler avec le couple, et d'autre part, d'observer l'évolution des comportements cibles dans des situations travaillées et d'autres situations moins structurées (Simmons-Mackie & al., 2005).

Les situations filmées sont les suivantes :

1. Le couple visionne 3 minutes d'un programme télévisé sur les actualités, puis ils en discutent ensemble. (3 à 5 minutes)
2. Le couple visionne 3 minutes d'un programme télévisé de type divertissement, puis ils en discutent ensemble. (5 minutes)
3. Le couple choisit un sujet de conversation et en discute. (5 minutes)
4. Conversation dirigée par un questionnement de l'examineur adressé au PA sur ses loisirs, activités, etc. (10 minutes) Les questions ciblaient les centres d'intérêt du patient (p. ex. : jardinage, séries TV préférées).
5. Conversation « naturelle » lors d'un repas à domicile, seuls. Cette situation est filmée par le couple lui-même. (13 minutes)

La durée des enregistrements est identique pour une même situation d'une session à l'autre afin de garder des temps d'analyse identiques pour chaque session.

Sélection des comportements ciblés par la prise en charge

Avant la mise en place des différentes interventions, une première séance d'enregistrements vidéo a été réalisée. Celle-ci visait à mesurer l'occurrence de certains comportements identifiés comme non facilitateurs. Deux évaluateurs ont participé à l'identification des différents comportements de communication : une logopède et une étudiante en dernière année d'études de logopédie (BAC +5). À l'aide d'une liste de vérification préalablement établie avec l'aide d'une logopède expérimentée exerçant dans un centre de revalidation neurologique de la région, les deux évaluateurs ont noté séparément l'apparition de comportements facilitateurs ou non et leur moment d'apparition dans la séquence filmée. Cinq comportements dont la fréquence d'apparition était la plus élevée ont été retenus pour l'étude. Les comportements sélectionnés pour le couple sont énumérés dans le Tableau 1. Le premier comportement était le changement abrupt de sujet de conversation. En effet, l'épouse, sans prendre la peine de prévenir son partenaire, changeait régulièrement et de manière abrupte de sujet de conversation. Le deuxième comportement sélectionné était le nombre d'interruptions. Il s'agit d'interrompre son partenaire de communication avant qu'il n'ait terminé d'exprimer son idée. Le troisième comportement était l'absence d'aide ou de stratégie efficace en cas d'échec de communication. Le quatrième était l'utilisation excessive de questions convergentes par l'épouse (« Veux-tu une glace au chocolat ? » par opposition à une question divergente qui serait « Quel parfum souhaiterais-tu pour ta glace ? »). En effet, l'épouse utilisait beaucoup de questions pour lesquelles la réponse se limitait à un « oui » ou un « non ». Enfin, le cinquième comportement était le comportement de compensation. Il s'agit de

Tableau 1

Comportements non facilitateurs sélectionnés avec leur attribution à une condition d'intervention et le nombre de séances proposées par comportement

Comportement	Comportement de l'épouse de MC ciblé	Condition d'intervention	Nombre de séance(s)
1	Changement de sujet de conversation	Intervention par psychoéducation et conseils	1
2	Interruption	Entraînement à l'identification et à l'utilisation d'autres comportements	4
3	Absence de stratégie efficace	Entraînement à l'identification et à l'utilisation d'autres comportements	4
4	Question convergente	Comportement non entraîné	0
5	Compensation	Comportement non entraîné	0

compenser les difficultés de son partenaire de communication en communiquant à sa place de manière inappropriée par exemple. Ils ont chacun été aléatoirement attribués à une condition d'intervention.

Modalités de l'intervention

L'intervention, effectuée par l'une des deux logopèdes, a pour but de réduire les comportements non facilitateurs et de les remplacer par des comportements favorisant la communication. Neuf séances d'intervention sont proposées à raison d'une à deux heures, une fois par semaine.

Condition « Conseil ». Le premier comportement (changement de sujet) est travaillé grâce à une séance de psychoéducation permettant d'informer le couple sur le trouble et les difficultés présentées par le patient ainsi que sur leurs impacts dans la vie quotidienne. La partie éducative reprend de façon personnalisée des notions sur l'AVC et les liens avec les difficultés rencontrées par le patient aphasique. L'utilité des enregistrements vidéo leur est rappelée. En effet, des comportements de communication facilitateurs et non facilitateurs ont été observés et certains d'entre eux vont être abordés spécifiquement. Une discussion autour des stratégies compensatoires et augmentatives utilisées par le couple est entreprise. Le premier comportement non facilitateur est décrit, définit et illustré par des exemples. Une discussion autour des éventuelles alternatives est engagée afin de trouver ce qui pourrait convenir le mieux au couple. Si aucun comportement n'est mentionné ou ne fait l'unanimité au sein du couple, d'autres comportements alternatifs tels que prévenir lorsqu'un changement de sujet a lieu et attendre un instant avant d'aborder le nouveau thème sont proposés par l'expérimentateur.

Condition « entraînement à l'identification et à l'utilisation de comportements facilitateurs ». Le deuxième (interruption) et le troisième (absence d'aide) comportement sont la cible des quatre séances suivantes. Chacune d'elles se compose de plusieurs étapes. La première étape vise à amener le couple à réfléchir sur les stratégies qu'il pense avoir mises en place pour s'adapter aux difficultés de communication rencontrées dans leur vie quotidienne. Ensuite, un jeu de rôle est proposé dans lequel le partenaire doit communiquer une série d'informations sans pouvoir employer certains mots indiqués sur une fiche. Ce jeu de rôle a pour objectif de faire ressentir au conjoint la difficulté dans laquelle se trouve le patient pour exprimer ses idées. L'identification du comportement à diminuer est ensuite exercée sur base d'extraits vidéo du couple en interaction. Le comportement est d'abord nommé et défini. Ensuite, un entraînement spécifique à sa détection débute (Simmons-Mackie et al., 2005). Pour terminer, le couple réfléchit aux stratégies qu'il pourrait mettre en place pour modifier le

comportement non facilitateur. Plusieurs situations de conversation sont proposées au couple à chaque séance afin de s'entraîner à les mettre en pratique.

À la suite de cette mise en situation, l'expérimentateur donne un retour d'informations sur l'exercice et propose éventuellement d'autres comportements alternatifs. Les trois autres séances se déroulent suivant des étapes similaires. Elles débutent par le rappel du comportement entraîné. Le couple est à nouveau invité à prendre un moment pour s'interroger sur l'application des stratégies compensatoires utilisées au quotidien, sur la qualité de leur communication depuis la séance précédente ainsi que sur les situations dans lesquelles la communication a été problématique. Le proche s'entraîne ensuite à détecter l'apparition du comportement sur base d'enregistrements vidéo préalablement sélectionnés par une des deux logopèdes.

Des stratégies alternatives sont à nouveau définies avec l'expérimentateur. Ensuite, le couple est invité à discuter d'un extrait de programme télévisé visionné ensemble en appliquant les stratégies alternatives proposées. La séance prend fin avec un retour d'informations de l'expérimentateur concernant la séance et l'application des stratégies.

Condition « non entraîné ». Les comportements restants ne font pas l'objet d'une prise en charge. Ceux-ci sont utilisés afin d'observer si la prise en charge se généralise à d'autres comportements non ciblés par l'intervention.

Évaluations. Cinq évaluations sont réalisées, une après chaque étape de l'intervention, selon le décours du Tableau 2. Une première évaluation pré-test (1) est réalisée avant le début de l'intervention. Une deuxième évaluation (2) est réalisée après la session de psychoéducation. La troisième évaluation (3) suit les quatre sessions ciblant les interruptions (comportement 2), la quatrième évaluation (4) est proposée après les quatre sessions visant la diminution du comportement 3 (absence d'aide). Une cinquième évaluation (5) est proposée un mois post-thérapie afin d'évaluer le maintien des résultats.

Analyses des enregistrements vidéo. Pour rappel, cinq situations de communication ont été enregistrées à chaque évaluation (5 au total). Deux évaluateurs indépendants ont analysé les enregistrements vidéo dans le but de comptabiliser le nombre d'apparitions des comportements sélectionnés. Deux évaluateurs ont pris part à l'évaluation afin de tenter d'en diminuer la subjectivité. La fiabilité inter-évaluateurs était de 90 % pour juger du nombre de comportements non facilitateurs présents dans la séquence ($r = .90$, $p < .01$).

Tableau 2

Résumé du design expérimental

<i>Périodes</i>	<i>Evaluation 1</i>	<i>Intervention</i>	<i>Evaluation 2</i>	<i>Intervention</i>	<i>Evaluation 3</i>	<i>Intervention</i>	<i>Evaluation 4</i>	<i>Evaluation 5</i>
	Pré-intervention	Psychoéducation et conseils		Entraînement		Entraînement	Post-intervention	Post-intervention maintien
Matériel	Questionnaire Vidéos		Vidéos		Vidéos		Questionnaire Vidéo	Vidéos
Comportement(s) ciblé(s)		Changement de sujet de conversation	Tous les comportements ciblés	Interruptions	Tous les comportements ciblés	Absence d'aide	Tous les comportements ciblés	Tous les comportements ciblés

Note. Périodes d'évaluations (5) et d'interventions (3) avec pour chaque période la description du type d'intervention procurée, du matériel utilisé pour l'évaluation et des comportements ciblés par les interventions et évaluations (5).

Au total, les effets des deux types d'intervention (psychoéducation et conseil et entraînement) ont été mesurés sur 3 variables dépendantes : le nombre de comportements conversationnels non adaptés de l'épouse, le pourcentage de temps de parole et le nombre d'énoncés du patient ainsi qu'une mesure de la motivation et de la confiance en soi par rapport à la communication quotidienne.

L'analyse des comportements de l'épouse. L'analyse de la fréquence d'apparition des cinq comportements ciblés par la prise en charge a été réalisée de la manière suivante : les deux évaluateurs ont comptabilisé le nombre de fois qu'un comportement cible apparaissait au cours des différents enregistrements. Un pourcentage d'apparition du comportement a été calculé pour chaque situation à l'aide du nombre d'apparitions du comportement cible et du nombre total d'énoncés produits par le conjoint pour chaque conversation. La formule était la suivante : $\text{taux d'apparition} = \frac{\text{nombre d'apparitions du comportement cible}}{\text{nombre total d'énoncés produits par le conjoint}} * 100$.

L'analyse des productions de la personne aphasique. L'ensemble du contenu des conversations a été transcrit à l'aide du programme CLAN (Computerized Language Analysis) issu du système CHILDES (Child Language Data Exchange System; MacWhinney, 2000). L'unité d'analyse retenue était le nombre d'énoncés produits par la personne aphasique à chacune des cinq évaluations.

L'analyse du pourcentage de temps de parole. Pour chaque enregistrement, le temps de parole en secondes a été calculé pour la personne aphasique et son partenaire. Le pourcentage de temps de parole de la personne aphasique était calculé par rapport au temps de parole total selon le calcul suivant : $\% = \frac{\text{temps de parole} * 100}{\text{temps de parole de la personne aphasique} + \text{temps de parole du proche}}$.

L'impact de l'intervention sur la motivation et la confiance en soi de MS dans la communication quotidienne. Afin de déterminer si l'intervention a eu un impact sur les capacités de communication de MS, un questionnaire, inspiré du questionnaire Profinteg (Outil d'évaluation des activités de la vie quotidienne chez les patients présentant des déficits cognitifs; Anselme et al., 2013), a été créé dans le cadre du projet. Le questionnaire Profinteg est doté d'une excellente fiabilité inter-juges ($r > .90$, $p < .01$) pour toutes les mesures ainsi que d'une bonne sensibilité aux changements (concernant les difficultés présentes dans les activités de la vie quotidienne) au cours du temps ($T = 2.37$, $p < .02$). Pour la présente étude, seuls les items abordant nos questions d'intérêt ont été proposés au patient. La version abrégée de ce questionnaire permet d'observer l'évolution de la

motivation (10 questions) et de la confiance en soi (10 questions) pour communiquer dans différentes situations de la vie quotidienne. Les questions concernent la période avant l'AVC et donc avant l'aphasie et après. La personne doit sélectionner sur une échelle de cinq points la fréquence avec laquelle il émettait ou émet actuellement le comportement cible. Par exemple, à la question « À ce jour, dans quelle mesure êtes-vous motivé(e) à avoir une conversation avec une personne que vous ne connaissez pas ? », le patient sélectionne une fréquence sur une échelle qui va de « pas du tout » à « tout à fait motivé(e) ». Une seconde question mesure l'assurance/confiance avec laquelle le patient entreprend ce comportement. Une version adaptée du questionnaire Profinteg (2013) a été administrée à MS lors d'un entretien semi-structuré en début et en fin de prise en charge. Ce questionnaire vise à investiguer la motivation et la confiance en soi du patient pour communiquer dans différentes situations de la vie quotidienne. La comparaison des périodes avant l'aphasie et au moment de l'évaluation (après l'aphasie) nous permet d'observer les changements causés par l'aphasie.

Résultats

Analyse de la fréquence d'apparition des comportements non facilitateurs de l'épouse en fonction de la condition d'intervention

La fréquence d'apparition de comportements non facilitateurs émis par l'épouse de MS au fil de la prise en charge est illustrée dans la Figure 1. En vue du design expérimental, nous avons choisi une technique quasi-statistique. La quasi-statistique Tau-U permet de mesurer le non-recouvrement de résultats entre deux phases (A et B). Il s'agit d'une technique non-paramétrique dotée d'une puissance entre 91% et 95% d'une régression linéaire quand les données sont conformes aux exigences d'application du test (voir Brossart, Laird, & Armstrong, 2018). Premièrement, nous avons utilisé la correction Tau de la ligne de base. En effet, d'après les résultats des tests réalisés à l'aide du site web <http://www.singlecaseresearch.org/calculators/tau-u>, l'instabilité de la ligne de base est statistiquement significative ($p = .03$), ce qui suggère l'application de Tau avec une correction. Le Tableau 3 nous indique les résultats de l'évolution des différents comportements au cours des cinq évaluations. Seul le comportement travaillé 2 (interruptions) présente une tendance significative sur le plan quasi-statistique (Tau = -0.68, $p = .07$) à la diminution du nombre de comportements au cours de la prise en charge. Au niveau quasi-statistique, aucune autre différence n'est observée.

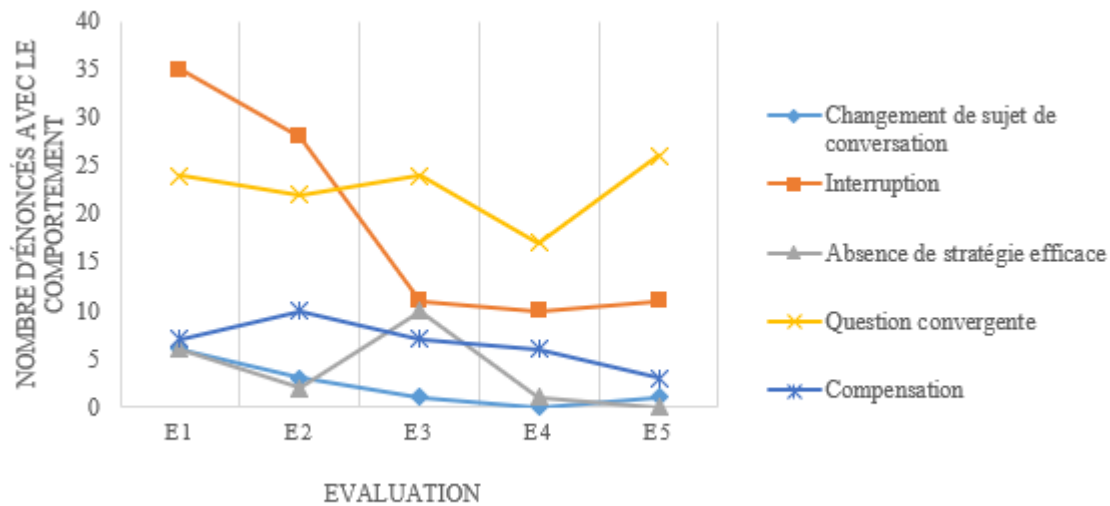


Figure 1. Nombre d'énoncés de l'épouse de MS comportant les comportements non facilitateurs décrits par comportements ciblés au cours des cinq séances d'évaluation. E1 = Évaluation 1 (pré-test); E2 = Évaluation 2 (suite à la psychoéducation et les conseils pour les changements de sujet de conversation); E3 = Évaluation 3 (suite à l'entraînement à l'identification et à l'utilisation d'autres comportements que les interruptions); E4 = Évaluation 4 (suite à l'entraînement à l'identification et à l'utilisation d'autres comportements que les absences d'aide); E5 = Évaluation 5 (post-test, un mois après la dernière intervention)

Tableau 3

Résultats des différences de fréquence d'apparition des comportements non facilitateurs (Tau, p) entre les différents temps d'évaluations chez l'épouse de MS par comportement ciblé

Comportements de l'épouse de MS	PEC	Tau (p)			
		E1-E2	E1-E3	E1-E4	E1-E5
Comportement 1 Changement de sujet de conversation	Psychoéducation et conseil	0.12 $p = .75$	-0.16 $p = .67$	-0.24 $p = .53$	-0.16 $p = .67$
Comportement 2 Interruption	Entraînement à l'identification et l'utilisation d'un comportement alternatif	-0.32 $p = .40$	-0.60 $p = .11$	-0.68 $p = .07$	-0.60 $p = .11$
Comportement 3 Absence de stratégie efficace	Entraînement à l'identification et l'utilisation d'un comportement alternatif	-0.12 $p = .75$	0.28 $p = .46$	-0.24 $p = .53$	-0.36 $p = .34$
Comportement 4 Question convergente	Comportement non entraîné	-0.20 $p = .60$	-0.16 $p = .67$	-0.36 $p = .34$	0.08 $p = .83$
Comportement 5 Compensation	Comportement non entraîné	0.44 $p = .25$	0.12 $p = .75$	0.04 $p = .91$	-0.16 $p = .67$

Note. * < p .05, PEC = prise en charge; E = Évaluation. Les probabilités de déplacement marginalement significative sont montrées en gras.

Analyse des productions de la personne aphasique en fonction des conditions d'intervention

Afin de montrer l'impact de l'intervention sur les compétences communicationnelles de MS en situation de conversation avec son épouse, nous avons également mesuré le temps de parole et le nombre d'énoncés produits par MS aux cinq moments d'évaluation. Le Tableau 4 illustre les pourcentages de temps de parole de MS.

La comparaison des pourcentages de temps de parole de MS n'indique aucune augmentation significative (Tau = 1, $p = .31$) du pourcentage de temps de parole de MS. Enfin, le Tableau 5 indique l'évolution du nombre d'énoncés produits par MS aux différents moments de l'évaluation. Les analyses montrent une évolution positive significative du nombre d'énoncés produits par MS (Tau = 1, $p = .01$) qui se maintient un mois après la fin de l'intervention.

L'impact de l'intervention sur la communication quotidienne

Nous avons également voulu déterminer l'impact fonctionnel de notre intervention sur la communication du patient MS. Les résultats (voir Tableau 6) indiquent que les réponses aux questions

qui concernent la motivation et la confiance en soi avant l'aphasie restent stables avant et après l'intervention. Ceci indique une certaine validité dans les réponses du patient. Cependant, une légère amélioration non significative des scores (Tau = -0.16, $p = .73$) est constatée en ce qui concerne les deux aspects investigués avant et après l'intervention. Ces changements ont lieu au niveau des conversations avec un inconnu, les situations telles que prendre les transports en commun, téléphoner pour avoir un renseignement ou encore sortir seul.

Discussion

La présente étude avait pour but d'évaluer l'impact d'une intervention ciblant la communication au sein d'un couple composé d'une personne aphasique et de son épouse. Celle-ci visait à diminuer l'utilisation de comportements non facilitateurs de l'épouse et à l'entraîner à l'utilisation d'autres comportements facilitateurs. Nous nous attendions également à une amélioration de la prise de parole (mesurée en termes de temps de parole et de nombre d'énoncés produits) du patient ainsi que de sa motivation et sa confiance à prendre la parole en situation de communication quotidienne. L'entraînement était divisé en deux types d'intervention dont les effets ont été comparés. La

Tableau 4

Évaluation des pourcentages de temps de parole du patient MS aux différentes évaluations

	Évaluation 1	Évaluation 2	Évaluation 3	Évaluation 4	Évaluation 5
Pourcentage	68,38 %	44,74 %	70,78 %	71,48 %	67,21 %

Tableau 5

Évolution du nombre d'énoncés produits par MS à chaque moment d'évaluation

	Évaluation 1	Évaluation 2	Évaluation 3	Évaluation 4	Évaluation 5
Nombre d'énoncés produits par MS	206	237	259	261	279

Tableau 6

Scores obtenus par MS avant et après l'intervention sur le questionnaire visant l'évaluation de la motivation et de la confiance en soi dans différentes situations de communication

Questionnaire MS	Évaluation 1 (pré-test)	Évaluation 4 (post-test)
Motivation avant l'aphasie	23/25	23/25
Motivation après l'aphasie	16/25	20/25
Confiance avant l'aphasie	23/25	23/25
Confiance après l'aphasie	18/25	20/25

première intervention comprenait une seule séance de psychoéducation et de conseils, la seconde comprenait un entraînement du conjoint à identifier et diminuer le nombre de comportements non facilitateurs émis lors de leurs conversations. Nous nous sommes inspirés de la méthodologie proposée par Simmons-Mackie et al. (2005) tout en incluant davantage le PA, présent et sollicité à toutes les séances.

Concernant la fréquence d'apparition des comportements non facilitateurs chez l'épouse de MS, le comportement 1 (conseil) ciblé par l'intervention « psychoéducation » n'a pas diminué significativement à la suite de l'intervention. En revanche, le comportement 2 (interruptions) qui a fait l'objet d'un entraînement spécifique durant quatre semaines, diminue de manière marginalement significative au cours de la prise en charge. En outre, cette diminution semble avoir persisté dans le temps (un mois post-thérapie). Le comportement 3 (absence de stratégie efficace), ayant également fait l'objet d'un entraînement spécifique, a diminué progressivement au cours de la prise en charge, mais de manière non significative. Concernant les comportements 4 (question convergente) et 5 (compensation), tous deux non travaillés, peu de différences ont été observées en termes de nombre d'apparitions de ces comportements au cours de l'intervention. Nous n'avons donc pas observé de généralisation de la prise en charge à des comportements non travaillés contrairement à ce que Simmons-Mackie et collaborateurs (2005) avaient mis en évidence dans leur étude.

Concernant l'impact de l'intervention sur les productions du PA, MS bénéficiant de plus de temps ou de moins d'interruptions devrait pouvoir traduire et exprimer plus efficacement ses pensées et intentions. Néanmoins, les résultats de l'intervention ne semblent que partiellement confirmer nos hypothèses. En effet, la prise en charge semble ne pas avoir eu d'impact positif sur le pourcentage de temps de parole de MS au sein des conversations du couple. Cependant, les analyses montrent une évolution positive et significative du nombre d'énoncés produits par MS qui se maintient un mois après la fin de l'intervention.

Enfin, les résultats indiquent que les réponses aux questions qui concernent la motivation et la confiance en soi avant l'aphasie sont restées stables tandis que nous avons constaté une légère amélioration quantitative, mais non significative, des scores en ce qui concerne les deux aspects investigués avant et après l'intervention. Ces changements ont eu lieu au niveau des conversations avec un inconnu, les situations telles que prendre les transports en commun, téléphoner pour avoir un renseignement ou

encore sortir seul (mais non significatifs sur le plan statistique).

En résumé, les résultats de cette étude montrent que la session de psychoéducation et de conseils personnalisés n'est pas à elle seule suffisante pour voir émerger des effets à long terme sur la communication du partenaire (nombre d'énoncés contenant un comportement non facilitateur). En revanche, un entraînement spécifique à l'identification et à la diminution d'occurrence de comportements inadaptés pourrait permettre de diminuer la fréquence d'apparition de certains comportements non facilitateurs de l'épouse sans se généraliser à d'autres comportements non travaillés. Concernant l'impact de cet entraînement sur la communication de MS, bien que le pourcentage de temps de parole n'augmente pas de manière significative au fil des évaluations, le nombre d'énoncés montre une évolution positive et significative qui se maintient dans le temps. Les résultats du questionnaire visant à évaluer la communication fonctionnelle montrent une légère amélioration bien que non significative de la motivation et de la confiance en soi pour communiquer dans différentes situations de la vie quotidienne en post-thérapie.

Cette étude va dans le sens des résultats obtenus par d'autres études concernant l'utilisation de comportements non facilitateurs (pour une revue voir Simmons-Mackie et al., 2016). En effet, il apparaît que l'unique séance de psychoéducation et de conseils n'apporte pas d'amélioration significative immédiate sur l'utilisation de comportements non facilitateurs alors qu'un entraînement spécifique semble plus efficace. Cependant, l'absence de généralisation ne confirme pas notre hypothèse de départ. Celle-ci s'appuie sur les résultats de Simmons-Mackie et collaborateurs (2005) montrant une généralisation aux comportements non entraînés dans des situations non entraînées. Toutefois, dans cette étude, l'apparition de ce comportement non entraîné (enseignement négatif) était fluctuante. L'épouse a fortement réduit l'utilisation de ce comportement dès les premiers entraînements pour ensuite le réutiliser après l'entraînement du second comportement comme si, d'après les auteurs, elle ne savait pas quel comportement alternatif mettre en place. Chez l'épouse de MS, nous constatons également des fluctuations dans l'utilisation d'un des deux comportements non entraînés (questions convergentes). Le deuxième comportement non travaillé, la compensation, a quant à lui diminué au fil des évaluations sans que la diminution ne devienne significative sur le plan statistique. Il s'agit cependant d'un comportement dont la fréquence d'apparition est

modérée à faible dès le début de l'entraînement, ce qui rend plus difficile la possibilité de voir apparaître une diminution significative sur le plan statistique. En outre, le nombre de nos évaluations intermédiaires était moins important que celui de l'étude de Simmons-Mackie et collaborateurs (2005). Ces différences méthodologiques pourraient également expliquer certaines différences au niveau des résultats. Notre entraînement a également eu un impact sur les compétences langagières de MS en termes de nombre d'énoncés produits. Un délai supplémentaire pourrait être nécessaire afin de voir apparaître des effets sur leurs interactions quotidiennes. Il se peut également que le nombre ou le type de comportements travaillés ne soit pas suffisant pour engendrer un changement plus important au niveau de la communication du patient lui-même. Les mesures fonctionnelles mettent en évidence certains changements positifs à la suite de l'intervention (non significatifs sur le plan statistique). Cette amélioration va dans le sens des résultats obtenus par Sorin-Peters et Paterson (2014). L'originalité de notre étude réside dans l'inclusion du partenaire dans la prise en charge ciblée sur le couple ainsi que dans la dissociation des interventions basées sur la psychoéducation et sur l'entraînement du conjoint. Nous nous attendions à des améliorations plus conséquentes qui seraient observées à tous les niveaux grâce à la participation active du PA. En effet, les changements au niveau de la communication doivent provenir d'un effort des deux partenaires. Cependant, les résultats ne vont pas dans ce sens, car la prise en charge n'apporte pas plus de bénéfices que celle proposée par Simmons-Mackie et al. (2005). Une piste d'amélioration afin de favoriser la progression de la personne aphasique pourrait être de lui proposer un entraînement à la communication qui l'implique encore davantage. En effet, le patient pourrait également être entraîné à utiliser davantage de moyens alternatifs et augmentatifs tels que l'écriture ou l'utilisation de gestes en cas d'échec de communication par exemple (Beeke et al., 2015).

Limites et pistes futures

Plusieurs limites sont inhérentes à notre étude. En effet, les enregistrements vidéo ne sont pas réalisés à l'insu des participants ce qui peut biaiser les résultats. Les participants peuvent en conséquence agir différemment et faire davantage d'efforts pour intégrer les conseils proposés en séance. Les évaluatrices n'étaient pas des aphasologues expérimentées, ce qui a également pu modifier les résultats, bien que la liste de vérification sur laquelle les évaluations se sont basées ait été validée par une logopède d'expérience. En outre, les analyses statistiques sont peu puissantes et les résultats sont par conséquent faiblement généralisables.

Les futures études devraient tenter de répliquer cette méthodologie sur un plus grand effectif afin d'augmenter la puissance statistique des résultats ainsi que leur généralisation. Plusieurs lignes de base pré-thérapeutiques et, éventuellement, post-thérapeutiques, devraient être proposées afin de vérifier la stabilité des comportements observés et/ou traités. L'évaluation devrait être effectuée par des spécialistes dans l'aphasiologie avec si possible un nombre plus important d'évaluations. L'ajout de questionnaires pré- et post- test évaluant la qualité de vie du patient et du couple devrait également être envisagé dans les futures études. Des méta-analyses seraient utiles pour identifier plus précisément les caractéristiques de la dyade PA-aidant (temps post-AVC, motivation, etc.) et le type d'entraînement qui semble le plus efficace à proposer et dans quel contexte.

Conclusion

En conclusion, nous avons, avec un PA et son épouse, appliqué les recommandations de Simmons-Mackie et al. (2016) en intégrant le PA dans toutes les séances proposées. Cette étude met en évidence une diminution (marginale et significative) de l'utilisation d'un comportement non facilitateur chez l'épouse et une amélioration significative des capacités expressives de MS. Cette dernière amélioration semble se maintenir un mois après la thérapie et influencer positivement sur la confiance et la motivation de MS en ses capacités communicationnelles sur certaines activités de la vie quotidienne. La prise en charge de l'entourage intégrant un dispositif consistant à entraîner celui-ci à reconnaître et à écarter des comportements ne facilitant pas la communication de la personne aphasique semble constituer un type d'intervention qui procure des résultats encourageants.

Références

- Anselme, P., Poncelet, M., Bouwens, S., Knips, S., Lekeu, F., Olivier, C., . . . Majerus, S. (2013). Profinteg: a tool for real-life assessment of activities of daily living in patients with cognitive impairment. *Psychologica Belgica*, 53, 3-22. doi: 10.5334/pb-53-1-3
- Ardila, A. (2010). A proposed reinterpretation and reclassification of aphasic syndromes. *Aphasiology*, 24, 363-394. doi: 10.1080/02687030802553704
- Beeke, S., Beckley, F., Johnson, F., Heilemann, C., Edwards, S., Maxim, J., & Best, W. (2015). Conversation focused aphasia therapy: investigating the adoption of strategies by People with agrammatism. *Aphasiology*, 29, 355-377. doi: 10.1080/02687038.2014.881459
- Brossart, D. F., Laird, C., & Armstrong, T. W. (2018). Interpreting Kendall's Tau and Tau-U for single-case experimental designs. *Cogent Psychology*, 5, 1-26.

- Brown, K., Worrall, L. E., Davidson, B., & Howe, T. (2012). Living successfully with aphasia: a qualitative meta-analysis of the perspectives of individuals with aphasia, family members, and speech-language pathologists. *International Journal of Speech-Language Pathology, 14*, 141-155. doi: 10.3109/17549507.2011.632026
- Cruice, M., Hill, R., Worrall, L., & Hickson, L. (2010). Conceptualising quality of life for older people with aphasia. *Aphasiology, 24*, 327-347. doi:10.1080/02687030802565849
- Cunningham, R. & Ward, C. (2003). Evaluation of a training program to facilitate conversation between people with aphasia and their partners. *Aphasiology, 17*, 687-707. doi: 10.1080/02687030344000184
- Darrigrand, B. & Mazaux, J.-M. (2000). *Échelle de communication de Bordeaux*. Isbergues, France : Ortho Editions.
- Goodglass, H. (1993). *Foundations of neuropsychology: Understanding aphasia*. San Diego, CA: Academic Press.
- Hilari, K., Needle, J. J., & Harrison, K. L. (2012). What are the important factors in health-related quality of life for people with aphasia? A systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 93*, 86-95. doi: 10.1016/j.apmr.2011.05.028
- Hilton, R., Leenhouts, S., Webster, J., & Morris, J. (2014). Information, support and training needs of relatives of people with aphasia: Evidence from the literature. *Aphasiology, 28*, 797-822. doi: 10.1080/02687038.2014.906562
- Johannsen-Horbasch, H., Crone, M., & Wallesch, C. W. (1999). Group therapy for spouses of aphasic patients. *Seminars in Speech and Language, 20*, 73-82.
- Kagan, A., Black, S., Duchan, J., Simmons-Mackie, N., & Square, P. (2001). Training volunteers as conversation partners using "Supported Conversation Adults With Aphasia" (SCA): A controlled trial. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 44*, 624-638. doi: 10.1044/1092-4388(2001/051)
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, Inc.
- Linebaugh, C., & Young-Charles, H. (1978). The counselling needs of families of aphasic patients. In R. Brookshire (Ed.), *Clinical Aphasiology Conference Proceedings* (pp. 304-313). Minneapolis, MN: BRK Publishers.
- Linebaugh, C., Kryzer, K., Oden, S., & Myers, P. (1982). Reapportionment of communicative burden in aphasia: A study of narrative interactions. In R. Brookshire (Ed.), *Clinical Aphasiology Conference Proceedings* (pp. 234-243). Minneapolis, MN: BRK Publishers.
- Lyon, J., Cariski, D., Keisler, L., Rosenbek, J., & Levine, R. (1997). Communication partners: Enhancing participation in life and communication for adults with aphasia in natural settings. *Aphasiology, 11*, 693-708. doi: 10.1080/02687039708249416
- MacWhinney, B. (2000). *The CHILDES Project: Tools for Analyzing Talk (3rd Edition)*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Purdy, M. & Hindenlang, J. (2005). Educating and training caregivers of persons with aphasia. *Aphasiology, 19*, 377-388. doi : 10.1080/0268703044000822
- Ross, K. & Wertz, R. (2003). Quality of life with and without aphasia. *Aphasiology, 17*, 355-364. doi: 10.1080/02687030244000716
- Rousseaux, M., Delacourt, A., Wyrzykowski, N., & Lefeuvre, M. (2001). *TLC: Test Lillois de Communication*. Isbergues, France: Ortho Editions.
- Simmons-Mackie, N. (2001). Social approaches to aphasia intervention. In R. Chapey (Ed.), *Language strategies in aphasia and related neurogenic communication disorders* (4thed., pp. 246-268). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Simmons-Mackie, N. N., Kearns, K. P., & Potechin, G. (2005). Treatment of aphasia through family member training. *Aphasiology, 19*, 583-593. doi: 10.1080/02687030444000408
- Simmons-Mackie, N., Raymer, A., & Cherney, L.R. (2016). Communication partner training in aphasia: An updated systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 97*, 2202-2221. doi: 10.1016/j.apmr.2016.03.023
- Simmons-Mackie, N., Raymer, A., Armstrong, E., Holland, A., & Cherney, L. (2010). Communication partner training in aphasia: A systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 91*, 1814-1837. doi: 10.1016/j.apmr.2010.08.026
- Sorin-Peters, R. & Patterson, R. (2014). The implementation of a learner-centred conversation training program for spouses of adults with aphasia in community setting. *Aphasiology, 28*, 731-749. doi: 10.1080/02687038.2014.891094
- Webster, E., Dans, J., & Saunders, P. (1982). Descriptions of husband-wife communication pre and post aphasia. In R. Brookshire (Ed.), *Clinical Aphasiology Conference Proceedings* (pp. 64-74). Minneapolis, MN: BRK Publishers.

Reçu le 26 novembre 2019

Révision reçue le 25 mars 2019

Accepté le 28 juillet 2019 ■

Neuropsychological rehabilitation focused on a daily activity in an extremely severe brain-injured patient

Francesca Centomo¹, MAS., Martial Van der Linden², Ph. D.,
Gérard Wicky³, M. Sc., & Anne Bellmann³, Ph. D.

¹Centre hospitalier universitaire vaudois, CHUV

²Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, Université de Genève

³Clinique Romande de Réadaptation, CRR-Sion

Despite the disabling consequences of severe traumatic brain injury (TBI) in daily life, very few studies focused on the re-education of specific “instrumental activities” in these patients. In this qualitative study, we present an ecological rehabilitation of a patient victim of an extremely severe TBI and presenting severe and diffuse cognitive impairment. The rehabilitation program, focused on the preparation of a vegetable soup, was structured in three steps conjugating various strategies: a phase of acquisition of basic knowledge and procedures, a phase of application to the actual preparation of the soup, and an adaptation phase devoted to making the activity a purposeful part of the patient’s life. Results showed that it is possible to increase the abilities of severely impaired patients in a daily task, as well as their self-awareness, by means of an individualized, contextualized and intensive rehabilitation. However, several limitations must be considered.

Keywords: rehabilitation, severe traumatic brain injury, severe cognitive deficits, daily life, self-awareness deficit

Malgré les effets invalidants qu’un traumatisme crânien sévère (TCC) peut avoir sur la vie quotidienne, très peu d’études ont porté sur la rééducation « d’activités instrumentales » chez ces patients. Dans cette étude qualitative, nous présentons la prise en charge d’un patient présentant des troubles cognitifs sévères et diffus à la suite d’un TCC très sévère. Le programme d’intervention, visant la réalisation d’une soupe aux légumes, a été structuré en 3 étapes conjuguant de multiples stratégies : une phase d’acquisition de connaissances et de procédures de base, une phase d’application à la réalisation de la soupe et une phase d’adaptation visant une implémentation de l’activité dans le quotidien du patient. Les résultats montrent qu’il est possible d’améliorer les capacités de patients traumatisés crâniens sévères dans une activité spécifique de vie quotidienne, ainsi que leur anosognosie, au moyen d’une rééducation individualisée, en contexte réel, et intensive. Plusieurs limitations doivent toutefois être prises en compte.

Mots clés : rééducation, traumatisme crânio-cérébral sévère, troubles cognitifs sévères, vie quotidienne, anosognosie

Traumatic brain injury (TBI) is a major medical, public health, and societal problem worldwide. It covers a wide range of severity. The most common severity classification is by the Glasgow coma scale, considering a score of 13-15 as mild, 9-12 as moderate, and 3-8 as severe (Jennett, 1996). The duration of post-traumatic amnesia (PTA) is another indicator of TBI severity. According to the Jennett and Teasdale classification (1981), the TBI is considered to be mild with a PTA of less than 1 hour, moderate with a PTA of 1 to 24 hours, severe with a PTA of 1-7 days, and extremely severe with a PTA superior to 4

weeks. Among all trauma-related injuries, TBI represents the greatest cause of mortality and functional disability, with most long-term disability caused by moderate to severe injury (Ponsford, Draper, & Schonberger, 2008; Rubiano, Carney, Chesnut, & Puyana, 2015; Zaloshnja, Miller, Langlois, & Selassie, 2008). The incidence of severe TBI is estimated to be 73 cases per 100,000 people, equating to approximately 5.48 million people affected (Dewan et al., 2018). A growing international literature agrees on the permanent functional limitations in victims of severe TBI (Andelic et al., 2009; Dikmen, Machamer, Powell, & Temkin, 2003; Skandsen, Nilsen, Fredriksli, & Vik, 2008). Despite fairly good physical recovery, these patients often sustain long term cognitive and socio-behavioural impairment which may have a profound impact on their capacity for independent living and community integration. They then appear to be unable of forming

La correspondance concernant cet article doit être adressée à / Correspondence concerning this article should be addressed to:
Francesca Centomo, Service psychiatrique de l’âge avancé SU-PAA / Centre Leenaards de la Mémoire-CLM. Centre hospitalier universitaire vaudois, CHUV.
Rue du Bugnon 46, Lausanne CH-1011, Switzerland, +41 77 9376047.
E-mail/courriel: Francesca.Centomo@chuv.ch

or sustaining relationships, returning to study or employment, and taking part in leisure activities or carrying out ordinary daily activities (Lillie et al., 2010). Basic activities of daily living (e.g., eating, toileting, dressing etc.) can be recovered, but more complex activities, commonly known as instrumental activities of daily life (IADLs), such as cooking, shopping, financial management etc., usually need external supervision and can't be carried out autonomously (Colantonio et al., 2004; Kozłowski, Pollez, Thevenon, Dhellemmes, & Rousseau, 2002; Quintard et al., 2002).

A first element to be considered is the extent of cognitive impairment and its degree of severity. Executive dysfunction is, in particular, a frequent consequence of severe brain concussion as well as a primary cause of disability in everyday life (Hanks, Rapport, Millis, & Deshpande, 1999; Jourdan et al., 2013; Tate et al., 2014; Worthington & Waller, 2009). Executive difficulties (including impaired planning and problem solving, goal-directed behaviour, inhibition, abstract thinking and mental flexibility), resulting from (pre)frontal lesions or more widespread injuries affecting these circuits (Alvarez & Emory, 2006; Heyder, Suchan, & Daum, 2004; Stuss, 2011), can in fact undermine the capacity to complete daily tasks, especially if they are unfamiliar or multi-tasking. Often associated with executive impairment, attention (Caron et al., 2018; Dymowski, Owens, Ponsford, & Willmott, 2015; Mathias & Wheaton, 2007) and memory deficits (Caron et al., 2018; Velikonja et al., 2014; Wright, Schmitter-Edgecombe, & Woo, 2010) can also have a deep impact in autonomous living. Attention deficits can generate distractibility, slowness and fatigue. Memory impairment may have a significant impact by compromising, for example, the acquisition of new information and abilities which are essential to everyday life. Patients with memory deficits may also have difficulty to spontaneously remember to engage in a goal-directed activity. A second complication consists in the high prevalence of emotional and behavioural disturbances following severe TBI (see Stéfan, Mathé, & SOFMER group, 2016 for a review). Evidences show that more than one third of individuals with moderate to severe TBI experience behavioural, affective or psychological changes after the injury (Babbage et al., 2011; Brooks, Campsie, Symington, Beattie, & McKinlay, 1987; Tateno, Jorge, & Robinson, 2003). Manifestations can be quite different such as impulsivity, lowered frustration tolerance, irritability or reduced initiative, apathy, affective disorders etc. (Ciurli, Formisano, Bivona, Cantagallo, & Angelelli, 2011). In about two thirds of patients, these disorders are still present several years posttrauma (Brooks et al., 1987). Indeed, if cognitive

deficits typically show improvement over time, challenging behaviours tend to persist (Koponen et al., 2002; Masson et al., 1996) or even get gradually worse, in association with multiple factors such as changes in familiar dynamics, autonomy loss or neurological, personal and environmental factors (Arnould, Dromer, Rochat, Van der Linden, & Azouvi, 2016). They thus represent not only a main problem for social reintegration (Milders, Fuchs, & Crawford, 2003), but are also a prior cause of the ineffectiveness of much cognitive rehabilitation (Cattelani, Zettin, & Zoccolotti, 2010).

Another limitation, besides cognitive and behavioural deficits, is the lack of self-awareness often shown by patients with frontal lesions (Toglia & Kirk, 2000). Mostly associated with executive dysfunction (Ownsworth & Fleming, 2005) awareness deficits have a strong impact on functional outcomes, affecting processes of on-line monitoring of the current task and error recognition. Moreover, individuals with less insight or awareness may have difficulties in setting realistic goals for rehabilitation, will have less motivation to engage fully in the treatment and are less likely to actively participate in rehabilitation (Huffort, Williams, Malec, & Cravotta, 2012; Tate et al., 2014).

Finally, some premorbid personality factors such as a history of abuse of alcohol or drugs are relatively common in survivors of severe TBI (Beaulieu-Bonneau et al., 2017; Bryce, Spitz, & Ponsford, 2015) and are therefore another significant limitation to the setting and success of a rehabilitation program. Clinicians then face the difficulty of selecting with the patient key activities that are relevant and motivating for him, as well as the possibility of relapse with all its consequences.

Despite the disabling consequences of severe brain injury, the literature about the rehabilitation of this clinical population is very poor and very few studies have yet focused on the re-education of specific IADLs. Most of the studies tailoring daily activities have been conducted on subjects with mild to moderate cognitive deficits, mostly in the domain of executive functions (see Boelen, Spikman, & Fasotti, 2011 for a review).

Clinical evidence-based practice guidelines have been provided to assist clinicians in the cognitive rehabilitation of severe TBI. The authors stress that "cognitive assessment and rehabilitation should be tailored to the patient's neuropsychological profile, premorbid cognitive characteristics, and goals for life activities and participation" (Bayley et al., 2014, p. 290).

In the domain of executive dysfunction, evidence-based recommendations for TBI patients encourage at first instance the use of metacognitive strategies applied to everyday life problems (Tate et al., 2014). For instance, *Goal Management Training* (GMT; Robertson, 1996) was proven to be beneficial for patients with mild to moderate cognitive deficits post-TBI, showing goal-directed behaviour difficulties in daily life activities (Grant, Ponsford, & Bennet, 2012; Krasny-Pacini, Chevignard & Evans, 2014; McPherson, Kayes, & Weatherall, 2009). Based on Duncan's theory of "goal neglect" (Duncan, Emslie, Williams, Johnson, & Freer, 1996), the GMT is a staged protocol aimed at helping dysexecutive patients to better structure their activities by stopping their ongoing behaviour to define a hierarchy of goals and sub-goals and monitor their performances. As all metacognitive strategies, this rehabilitation technique can be effective especially with "patients that are aware of their need to use a strategy and can identify contexts in which the strategy could be use" (Tate et al., 2014, p.348). The learning of the procedure and its spontaneous application in real life appear to be too difficult to acquire for people with severe and extensive cognitive deficits, and with impaired self-awareness. Some principles can be used effectively though, and any attempt at modifying the procedure can be made to render it more accessible to these patients.

When executive impairment coexists with other severe cognitive deficits (e. g. memory impairment), external devices, such as paging systems (Wilson, Emslie, Quirk, & Evans, 2001) or alarms (Zermatten, Rochat, Manolov, & Van der Linden, 2018), might be an appropriate choice to address planning and organizational problems. For example, Zermatten et al. (2018) have shown the efficacy of an external cueing system to create and trigger intention in a patient presenting severe and diffuse cognitive impairment due to a cerebrovascular disease. Modifications of the environment and of the task (e.g., reduce distractions, modify the speed or the amount of information to be processed, give material in a written form etc.) may be used to limit the impact of attentional deficits and facilitate execution of the task (Ponsford et al., 2014). Environmental supports and reminders are recommended for TBI patients who have severe memory impairment (Velikonja et al., 2014). While working on practical tasks and learning new skills or information, there appears to be general support for constraining errors. An errorless learning approach (to avoid implicit reinforcement of the mistake) proved to be significantly effective (Kessels & Haan, 2003), and is a core principle of any intervention program with severe amnesic patients, often paired with a spaced retrieval (recall the information at gradually increasing intervals of time)

or a vanishing cues (progressively reduce cue information across learning trials) methods.

When working with TBI patients who have impaired self-awareness, the guidelines oriented mostly towards interventions aimed to increase this aspect (Tate et al., 2014). Among all approaches described in the literature, the authors recommend the use of direct corrective feedback (verbal, audio-visual, experiential). This feedback should be delivered within the context of a rehabilitation program specifically addressing self-awareness deficits. Some studies using corrective feedbacks in conjunction with other methods within the context of functional daily life activities have shown good global improvement in task-specific self-awareness, self-regulation (error correction) and functional outcome (Fleming, Lucas, & Lightbody, 2006; Goverover, Johnston, Toglia, & DeLuca, 2007; Ownsworth, Fleming, Desbois, Strong, & Kuipers, 2006).

Finally, behavioural problems must be monitored constantly and directly, and tailored to maintain the patient's motivation and his adherence to the treatment. With patients having poor cognitive and self-control abilities, contextual adaptation (for example, only offer male therapist to a patient with sexual disinhibition) should be applied. If contextual changes are insufficient to reduce the problem, it may be necessary to consider approaches, such as contingency management, based on applied behavioural analysis (Ponsford, 2013; Wood & Alderman, 2011). Behavioural modification procedures are designed either to increase the probability of desirable behaviours by a reward or to decrease the probability of undesirable behaviours. Positive reinforcement is commonly provided by a token economy system: a token is delivered immediately after a desirable behaviour and can then be used to get something coveted (Ayllon & Azrin, 1968). When taking into account all the limitations listed at the beginning of the introduction (the extent and the severity of cognitive deficits, the high prevalence of emotional and behavioural disturbances, the frequent lack of self-awareness and a possible history of alcohol or drugs abuse) as well as the factors which may contribute to difficulties in a specific daily activity, it appears evident that there is a clear need to adopt an individualized and integrative approach, which includes multiple strategies acting at different levels.

Considering that further ecological study is required for severe TBI patients, in this manuscript we describe an individualized and multidimensional intervention program aimed to increase performances on a specific daily task in EG, a patient with severe brain injury living in a sheltered home and presenting

severe and diffuse cognitive impairment. More specifically, our main purpose was to improve EG's functional autonomy in preparing a vegetable soup and to introduce this activity into his daily life. Moreover, we hypothesized that an occupational-based intervention could improve EG's awareness of his daily difficulties.

Case report

We present the case of EG, a man in his mid-50s who sustained an extremely severe TBI (TBI with PTA longer than one month; Jennett & Teasdale, 1981). Premorbid, he worked as a house painter and had a history of alcohol abuse. He was divorced and lived with his mother. In March 2014, due to excessive alcohol consumption, EG fell, striking the occipital region of his head; this caused severe TBI with a loss of consciousness for about five minutes. A Glasgow Coma Scale score of 11/15 was recorded on the arrival of the ambulance, with successive fluctuations up to 12/15. The duration of PTA evaluated prospectively with the *Julia Farr Post Traumatic Amnesia Scale* (Forrester & Geffen, 1995), extended to 3.5 months. An initial computed tomographic scan reported right temporo-parietal and left occipito-temporal skull fractures and severe bilateral haemorrhages; a right craniotomy was performed to evacuate a frontal subdural hematoma. After a month of acute hospitalization, the patient was transferred to a specialized brain injury rehabilitation unit (the CRR-Sion) for further treatment and intensive rehabilitation. A two months later post-injury, magnetic resonance imaging (MRI) revealed extensive frontal bilateral lesions, as well as bilateral temporal contusions, a small intra-parenchymal haemorrhagic contusion in the right posterior parietal lobe, unspecific lesions of the white matter and occipital microbleeds (Figure 1).

Consistent with the widespread brain damage, EG's clinical profile was characterized by a global cognitive impairment with associated behavioural disorders and severe anosognosia. Daily neuropsychological rehabilitation was provided during

his 4-month stay in hospital. At the time of the study, EG had been dismissed from the hospital and was living in a sheltered home. He couldn't return to work and attended outpatients' neuropsychological rehabilitation twice a week.

Clinical course and daily functioning

During his stay at the CRR-Sion, EG evolved positively, emerging from post-traumatic amnesia and showing progressive improvement in the areas of mobility, cognition and behaviour. A detailed neuropsychological assessment was carried out at eight months post-injury (cf. Table 1).

EG was well-oriented in time and space. Insight and awareness were very poor; EG didn't have any complaints and reported no difficulties in daily activities, but test results reflected serious global cognitive impairment. EG's ability to retain and recall new information was seriously lacking and his retrograde memory was altered for recent events. Implicit memory was preserved but semantic memory was impaired. Executive functions were also badly impaired, with deficits mostly in inhibition, planning, incitation and problem solving and, to a lesser extent, in flexibility, working memory and abstraction. EG was precipitated, perseverative and disinhibited. His performances in an emotion recognition test were under-average and his attentional functions were moderately impaired. His oral expression was fluent and functional but characterized by anomia, paraphasias, and speech disorganization. A mild comprehension deficit was also observed. Such cognitive deficits had a significant impact on EG's daily autonomy. His reference caregiver in the sheltered home reported severe difficulties in anticipating, planning and carrying out daily activities. EG needed help for the most basic and instrumental daily activities (e.g., taking shower, ordering cloths, taking medicines). He helped preparing soup, doing the washing up and setting the table, but was easily distracted and never finished an action. He never took initiative and needed constantly to be reminded what to do. If left alone, EG could spend the whole day watching television and could react violently when forced to do something else. His referents reported frequent verbal outbursts which, in their opinion, were easily manageable. EG's irritability was brought about especially by conditions of fatigue, frustration or unforeseen situations. Nevertheless, EG was well-regarded by the other residents; he appreciated having some responsibilities and gladly participated in community activities. In December 2014, he started doing voluntary work in a centre for TBI patients.

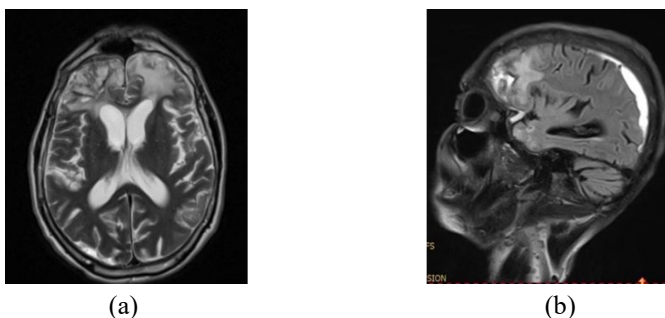


Figure 1. MRI scan 2 months post-injury (a) sagittal T2w (b) transversal T2w

Table 1

Summary of EG's neuropsychological assessment

	Raw Score	Normative data mean (SD)*	Performance descriptors**
Language			
Boston Naming Test ^a	14/34		Impaired
Token Test ^b	33/36	34	Impaired
Stroop ^c : Naming (time)	77	Percentile 10-25	Normal
Stroop ^c : Reading (time)	40	Percentile 25-50	Normal
Praxic functions			
Copy of a 3D cube			Normal
Execution of actions without objects	5/5		Normal
Imitation of gestures without signification	4/4		Normal
Visual and visuo-spatial gnosis			
Poppelreuter-Ghent's overlapping figures test ^d	4/4		Normal
Map of Switzerland	5/5		Normal
Celebrities faces recognition	5/6		Normal
Right/Left recognition	10/10		Normal
Bells Test ^e : Omissions (total number)	0	7	Normal
Bells Test ^e : Temps	169	184	Normal
Bells Test ^e : Starting point			
Memory			
Digit span ^f : Forward	6	Percentile 62.3	Normal
Digit span ^f : Backward	4	Percentile 45.5	Normal
Digit span ^f : Sequencing	2	Percentile 1.3	Impaired
Spatial span ^g : Forward	5	Percentile 50	Normal
Five-word test: Total recall ^h	7/10	8	Impaired
RBMT-3 Total profile score ⁱ	54	Percentile 0.1	Impaired
The Gollin incomplete figures test ^j : Parts 1/2	38/48		Normal
The Pyramids and Palm Trees test ^k	37	39	Impaired
Executive functions			
Category fluency test ^l	11	16	Impaired
Letter fluency test ^l	3	11	Impaired
Trail Making Test, Part B ^m : Time	110	Percentile 10-25	Normal
Luria's friezes ⁿ : Number/Time	7/34 and 9/34	5/85	Normal
The three-step Luria test ⁿ : Number/Time	12/30	4	Normal
Reciprocal coordination test ⁿ : Number/Time	13/30	5	Normal
Stroop ^c : Interference time	275	Percentile < 5	Impaired
Stroop ^c : Errors	15	Percentile < 5	Impaired
Nonverbal fluency test ^o : Productivity	27	Percentile 30	Normal
Nonverbal fluency test ^o : Repetitions	37.04%	Percentile < 2	Impaired
Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome ^p : Total profile score	4/24		Impaired
Dysexecutive Questionnaire ^p patient/proxy	28/62		
Frontal Assessment Battery ^q	11/18		Impaired
Script Organization	33/36	34	Impaired
Attentional functions			
Trail Making Test, Part A ^m : Time	40	Percentile 50-75	Normal
d2 ^r : Rapidity	342	Percentile 9.7	Normal
d2 ^r : Precision	251	Percentile 2.9	Impaired
d2 ^r : Errors	26.61%	Percentile < C10	Possibly impaired
d2 ^r : Regularity	33	Percentile < C10	Possibly impaired
Alertness task, TAP subtest ^s			
Tonic arousal: Reaction times: median/SD	433/124	Percentiles 1/ 2	Impaired
Phasic arousal: Reaction times: median/SD	269/92	Percentiles 14/5	Normal/Impaired
Social cognition			
The Ekman 60 Faces Test ^t	21		Impaired

Note. RBMT = Rivermead Behavioural Memory Test – Third Edition.

^aKaplan, Goodglass, & Weintraub (1983); ^bDe Renzi & Vignolo (1962); ^cGRAFEX (2001); ^dPoppelreuter (1917); ^eGauthier, Dehaut, and Joannette (1989); ^fWechsler (2008); ^gCHUV version (1985); ^hDubois et al. (2002); ⁱWilson et al. (2008); ^jGollin (1960); ^kHoward & Patterson (1992); ^lThuillard & Assal (1991); ^mGRAFEX (2001); ⁿCHUV version (1987); ^oGoebel, Fischer, Ferstl, & Mehdon, (2009); ^pWilson et al. (1996); ^qDubois, Slachevsky, Litvan, & Pillon (2000); ^rBrickenkamp & Zillmer (1998); ^sZimmermann & Fimm (2009); ^tEkman & Friesen (1976).

*Most of the tests are matched by age and by education. **Impaired = when EG's performance is inferior to $M - 1.65 (SD)$, is below percentile 5 or is below the borderline score.

Method

Choice of intervention

After a first intervention (not presented here) targeting EG's autonomy for his personal care and daily organization, we tried to identify an activity with him and his referents, that he would enjoy and would be useful for his personal independence, but EG actually showed little interest in working on any daily activities. His relatives described him as a person who had never had many interests except for his job and going to the pubs. The sole desire EG manifested, was to get back his house painter's job. But no painting activity was available in the workshop. As EG had been assigned to the cooking unit, we opted for this solution. In fact, a cooking activity seemed to be an appropriate rehabilitation objective for several reasons. First, cooking is a means of addressing the most basic needs of nutrition and health. Second, we thought that involving EG in doing something regarding taking care of the other residents would improve his feeling of self-efficacy and initiative-taking. Finally, the complexity of the task made it possible to target the difficulties of initiation, organization and self-monitoring observed in many daily activities. Considering EG's premorbid level of cooking expertise, as well as his serious cognitive problems, we decided to restrict the intervention to a sole and simple recipe, which was familiar to him: a vegetable soup (the only meal prepared in the sheltered house and for which EG already offered his help). We presented this option to EG who manifested his interest and agreement.

Ecological assessment

As the sole cognitive evaluation was insufficient to predict EG's performances in a real cooking setting, we carried out an ecological assessment, consisting of preparing a vegetable soup (based on the specific recipe of the sheltered home). Immediate observation and further detailed analysis of EG's performances showed serious difficulties, which compromised the autonomous realization of the task. One main problem consisted of insufficient checking (of the written recipe and of his own actions) leading to many errors.

EG was easily distracted and was often on the verge of abandoning the task. Numerous impulsive and irritable commentaries, frequent commenting and appeals for help, were also observed. Finally, EG had difficulties in recognizing and selecting the right ingredients, and in using the mixer.

Objectives and hypothesis

The rehabilitation program was aimed at improving EG's functional autonomy in preparing soup and introducing this activity into his daily life. Based on the results of the ecological assessment, the preliminary stages consisted of: 1) learning how to use the mixer; 2) improving recognition of unknown ingredients; and 3) improving checking by consulting a written script. Considering the extent of EG's cognitive impairment, we did not expect him to interiorize the recipe or to be completely independent: we considered that the most important for him was to be able to refer to the written recipe and to act with as few errors and help as possible. Furthermore, we aimed to include this activity in EG's daily life, so he could prepare the soup for the other residents twice a week. Finally, we formulated the hypothesis that EG's awareness of his difficulties could be improved by direct confrontation with his difficulties in a real setting, discussion with the clinician and external feedbacks during the intervention.

Design

We set up an intervention protocol consisting of three phases: pre-intervention assessment, rehabilitation, and post-intervention assessment (cf. Figure 2). The rehabilitation program lasted 32 sessions and was administered in up to 4 sessions a week, during a period of 2.5 months. Each session lasted from 45 to 90 minutes. Three stages were defined: 1) *acquisition* of basic knowledge and procedures (learning the use of the mixer, improving recognition of the ingredients, learning a checking routine); 2) *application* of these acquisitions for the actual realization of the soup; 3) *adaptation*: making the activity a purposeful part of the patient's life. The number of sessions for each step of the acquisition phase was not pre-established, but rather depended on

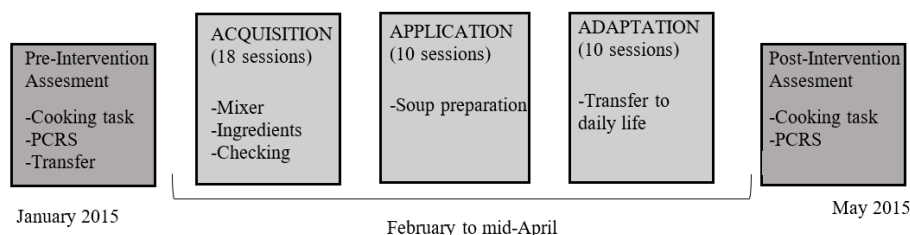


Figure 2. Graphical representation of the intervention

EG's progress. The application phase was limited to 10 sessions. The interventions took place in different locations depending on the phase in the program: in the neuropsychological office, but also in the sheltered house and in the sheltered workshop (in order to facilitate the transfer of EG's acquisitions to his daily context).

Procedure

General framework. Some general strategies have been employed during the whole intervention in order to limit the impact of EG's cognitive deficits and sustain his personal motivation. Firstly, to contour the influence of EG's memory deficits, we implemented a diary with information regarding the rehabilitation objectives and the results obtained in each session. The systematic consultation and updating of this diary were also conceived to increase EG's awareness of his personal difficulties and to sustain his work and personal motivation. With the same motivational purpose, a reward system inspired by the *Token Economy Techniques* (Ayllon & Azrin, 1968) was scheduled. During the whole rehabilitation program, several meetings with the people in charge of the sheltered house and EG's took place. Finally, to limit the impact of executive and attentional deficits, manipulation of the environment and of the task represented a central part of every phase of the intervention.

Phase of acquisition. This first phase took place three times a week, over a six weeks period. Initially, the mixer was worked in parallel with the recognition of the ingredients. Once EG had acquired these competences, we worked on improving checking.

Learning the use of the mixer. A learning method combining vanishing cues technique with errorless learning principles was employed to train EG to the use of the mixer. A sequence of seven-steps is required for proper use of this kitchen utensil. Initially EG was guided (verbally and physically) through the whole task but later external assistance was gradually reduced: EG was guided through all the steps in the sequence except the last one, where he was required to perform without help, then the last two steps of the chain were omitted and so forth, until he managed to do the whole task on his own. In order to reduce the probability of errors, EG was encouraged not to act if he was unsure of the following step to perform. If an error occurred, the correct action was shown by the therapist and the procedure was taken back to the last successful phase. The intervention was administered twice a week. Each session included five learning trials. The first sessions took place in the workshop's kitchen. A generalization to EG's daily context was considered when he succeeded in realizing five trials in one session. The number of sessions devoted to this

phase of intervention was determined by the following criterion: EG should correctly execute five trials for two consecutive sessions. The long-term maintaining of this acquisition was evaluated by the following observations in the cooking setting.

Improving recognition of ingredients. Parallel to the mixer, we worked on improving EG's recognition of the ingredients. In order to have a reference point for measuring EG's progress in this specific acquisition task, two additional baselines (different from the pre-intervention cooking task assessment) were carried out. These baselines consisted of a designation task. The set of ingredients was placed on the table. EG was shown one name at a time, and he was asked to point to the corresponding ingredient. The set included the eight ingredients in the recipe, as well as two distractors (which EG was not questioned about): these were added intentionally to limit the probability of random answers. This phase of testing provided further evidence that EG was unable to recognize four ingredients. The same procedure was also used at the beginning of each session in order to measure the progress in learning. Immediately after the testing phase, a learning method, combining vanishing cues and spacing reversal in an errorless approach, was brought in three times a week. Only two ingredients were used at first; the other two were only introduced once the previous ones were recognized in the next session. EG was given the ingredients and a card with their names written on it. He was asked to read the names and to copy them down on a piece of paper. Then, the letters were removed one by one, and each time EG was asked to complete the word. Once he managed to write the names without any cues, a designation task was proposed, using a spaced-retrieval approach. The shortest interval lasted 30 seconds, and the longest 16 minutes. EG was asked not to guess. If he responded incorrectly, the right ingredient was pointed to by the therapist, and the interval was halved for the next test. The vanishing-cues technique was proposed only for the items which were not recognized at the beginning of the session. To avoid inhibition processes, the spacing recall technique was always performed for the four problematic ingredients. The learning criterion was set at 100% correct ingredients recognition for three consecutive sessions. A follow-up assessment was scheduled for two weeks later.

Improving the checking routine. In this phase, a simplified form of GMT (Robertson, 1996) was applied to pencil-and-paper tasks, in order to improve the checking processes during task execution and to reduce distractions and commentaries. The program was adapted to EG's difficulties. Given his anosognosia, the psycho-educational phase was limited to an explanation of GMT's principles applied

to the preparation of soup. Particular importance was attributed to the first step in the GMT procedure; in this context, the therapist agreed on a phrase with EG ("STOP sheet") which could be applied both to the pencil-and-paper exercises and to the use of the cooking recipes. Two types of tasks were proposed. In the first two sessions, EG was presented with simple target cancellation tasks. In the following sessions, he worked on more complex exercises similar to those ones used by Levine et al. (2000). EG was presented with a paragraph of text and a list of instructions in which he was asked to find out (circling, underlining or crossing out) words corresponding to a specific criterion. The instructions were given in the written form, on a separate sheet. Each instruction was followed by another one which specifically asked to check what he had just done. The instruction sheet was placed in a folder cut into strips, so that only one instruction could be read at the time, while the others were hidden. Before starting the exercise, the therapist made sure EG understood all the instructions. Then, EG had to say: "STOP sheet" and turn over one strip at a time to carry out the corresponding instruction. The last instruction always consisted in a check of the whole exercise. Further, to increase EG's monitoring of his verbalization, and to promote his concentration on the task, acoustic feedback was given by the therapist at each commentary. The procedure terminated once EG reached the following criterion: $< 5\%$ checking errors and ≤ 1 commentary.

Phase of application. Ten sessions, spread over four weeks, had been devoted to the preparation of the soup. Two sessions per week took place at the workshops and one at the sheltered house.

The GMT principles that EG had previously learned were applied to encourage his concentration on the task and the verification of each step. The recipe was written on a plastic sheet and inserted in a support, such as the one used for the pencil-and-paper exercises, and used in the same way. The activity was broken down into several parts which were carried out separately. The first session was devoted to the preparation of the ingredients. EG had to select the ingredients from distractors and to place them on a cutting board. At first, he had a sheet with an explanation of every action to be performed. Then, the actual recipe was provided and EG was asked to use an indelible marker to cross out the name of each ingredient moved on the cutting board. The same procedure was used for the "peel" and "cut" the vegetables step (second session). Two sessions (3 and 4) were envisaged for the first half of the recipe, in order to repeat and reinforce the strategies just learned and to structure them in a sequence. The fifth session focused on the second half of the recipe. In this context, EG learned to use an alarm clock to control

the cooking time. Finally, five sessions were used to work on the whole activity and to promote a proceduralization of the task. In general, when EG made an error, the therapist waited a few seconds to give him the opportunity to self-correct his error. When self-correction did not occur, a general prompt was provided. If this was ineffective, EG received a more specific prompt.

Phase of adaptation. The final goal consisted of introducing the cooking activity in EG's daily life twice a week. To reach this objective, it was decided to introduce an acoustic alert system.

Unfortunately, EG's motivation for this activity gradually decreased (see the Discussion's subsection entitled *Behavioural problems*) and when we arrived at this phase, our objective seemed no longer pertinent. As in the end, we decided to abandon the procedure, we won't describe it here.

Outcome measures

Cooking activity. In order to measure the efficacy of the intervention on soup preparation, an ecological assessment was carried out. As the intervention was to focus a sole recipe, the pre and post-intervention assessments consisted in exactly the same activity. The observation took place in the kitchen of the sheltered house. Before starting, the examiner took the time to explain each step of the recipe to EG. The written recipe was always available. Vegetables were arranged on the table, while EG had to look for the utensils which were in their usual place. Some items (objects and ingredients) unnecessary for this particular activity were placed around the kitchen as potential distractors. EG was encouraged to perform the task alone; the examiner only intervened when there was a potentially dangerous situation or if EG was completely stuck during an action. Based on Chevignard et al. (2000), errors were first classified on a descriptive level in five types: omissions (any action or sequence of actions necessary to reach the goal that are omitted or incompletely performed), additions (any action or sequence of actions unnecessary for the completion of the task), inversion-substitutions (any action performed that is not part of the appropriate temporal sequence, or any object that is misused or inappropriate to the sub-goal), estimation errors (poor estimation of the quantity, size, space, or time), and comments or questions. The same errors were then classified according to the cognitive mechanisms underlying each error: control errors (inefficient monitoring of action), context neglect (failure to respect the instructions or the environment), environmental adherence (inappropriate action induced by the presence of an object), purposeless actions and displacements (a behavioural sequence not

contributing to goal achievement), dependency (any question regarding how to perform an action), and behavioural disorders (any socially inappropriate or dangerous behaviour). Moreover, based on EG's specific difficulties, further significant parameters were calculated: distractibility (number of times that EG was distracted by an external stimulation causing interruption of the task), recognition errors (each time EG took a wrong ingredient instead of the correct one, or that he asked the examiner for the name of an ingredient), utensil utilization errors (primarily the mixer) and the number of interventions on the part of the examiner. The activity was videotaped, and the evaluation was carried out independently by two examiners; the rating discrepancies were resolved through discussion.

Transfer to daily life. Once chose the days in which EG could prepare the soup and introduced them in his daily planning, we asked the responsible of the sheltered home (Ms G) to register the number of times EG realized the task, with or without external incitation, for a period of three consecutive weeks. Moreover, Ms G was encouraged to estimate the amount of help needed from EG using a five-point Likert scale (from 1 = *none* to 5 = *maximum*).

Self-awareness. The effect of the re-education on EG's awareness of his daily difficulties was evaluated with the *Patient Competency Rating Scale* (PCRS; Prigatano et al., 1986). The PCR is a 30-items instrument which asks the subject to rank his/her ability to perform a large variety of daily activities, using a five-point scale (from 1 = *can't do to* 5 = *can do with easy*). The subject's responses are then contrasted with those of a significant-other who rates the subject on the identical items. A positive discrepancy score between the self and significant-

other versions indicate that the patient has overestimated his abilities. The PCRS has sound psychometric properties, with good internal consistency (patients: Cronbach's $\alpha = .91$; relatives: Cronbach's $\alpha = .93$), interrater ($r = .92$) and test-retest reliability (patients: $r = .97$; relatives: $r = .92$) (Fleming, Strong, & Ashton, 1998; Fordyce & Rouche, 1986; Prigatano, Altman, & O'Brien, 1990). Moderate convergent validity was also found between the PCRS and the *Awareness Questionnaire* (patients: $r = .50$; relatives: $r = .62$; Sherer, 2003).

Results

Preliminary results

This section addresses EG's results for the three preliminary stages (phase of acquisition: 1) learning how to use the mixer; 2) improving recognition of unknown ingredients; and 3) improving checking).

Phase of acquisition.

Learning the use of the mixer. Six sessions were necessary for EG to learn the correct use of the mixer (cf. Figure 3). In the first session, he systematically omitted the first step (turning off the stove). Delayed verbal recall of such steps was proposed, thus allowing correct execution of the two last of five trials. This situation was maintained in the next sessions. Three sessions in the workshops were necessary before envisaging a generalization to EG's daily context. A slight decrease in his performance was observed here, mostly caused by the less structured context which affected EG's collaboration and concentration. In general, EG easily got nervous at having to repeat the same thing several times over and he tended to stop the activity half-way through.

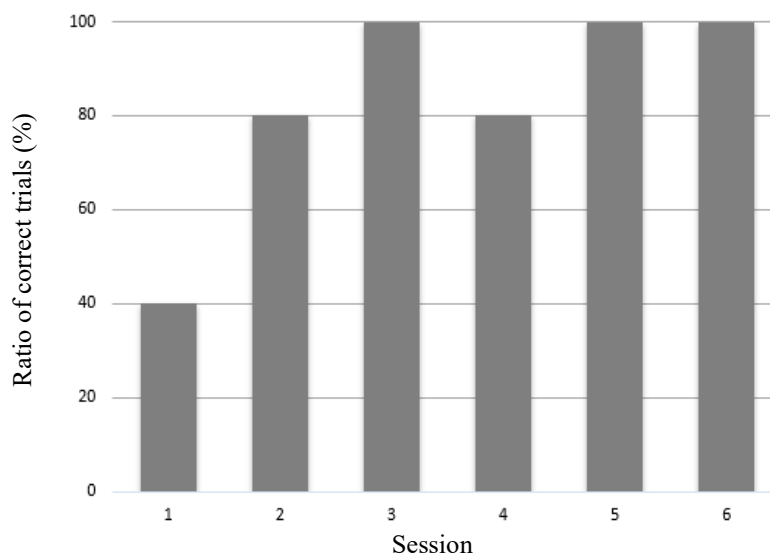


Figure 3. Bar chart highlighting the ratios of correct trials performed by EG in each session

Improving EG’s recognition of the ingredients.

Training was demanding because of EG’s fluctuating collaboration and frequent outburst which limited his concentration and contributed to his making errors during the spaced retrieval phase. Two sessions were cancelled. Nevertheless, progress was favourable (cf. Figure 4). The results indicated improvement in distinguishing the problematic ingredients and stability in recognizing the four items he was familiar with. The learning criterion was reached in nine sessions. Performance remained stable in the two-week follow-up.

Improving the checking routine. In the first exercises, EG showed great difficulty in using external support: he was impulsive, overlooked the checking steps and systematically omitted the last instruction.

Progressively, he began to master the help procedure and became aware of the advantages of the checking steps. He spontaneously started to adopt various checking strategies which resulted in fewer errors (cf. Figure 5). Moreover, he rapidly learned to focus on the task and to control his commentaries (cf. Figure 6). EG’s commentary increased slightly when he faced the more difficult exercises, but he mastered them quickly nevertheless. The training phase lasted nine sessions. In conclusion, his performances were not optimal. EG was often hesitant and some errors persisted due to his impulsivity and to inaccurate reading of the instructions. Furthermore, he had great difficulty in learning the sentence “STOP sheet” which he produced only with external prompt. EG appreciated this phase, he was collaborative and interested in his results.

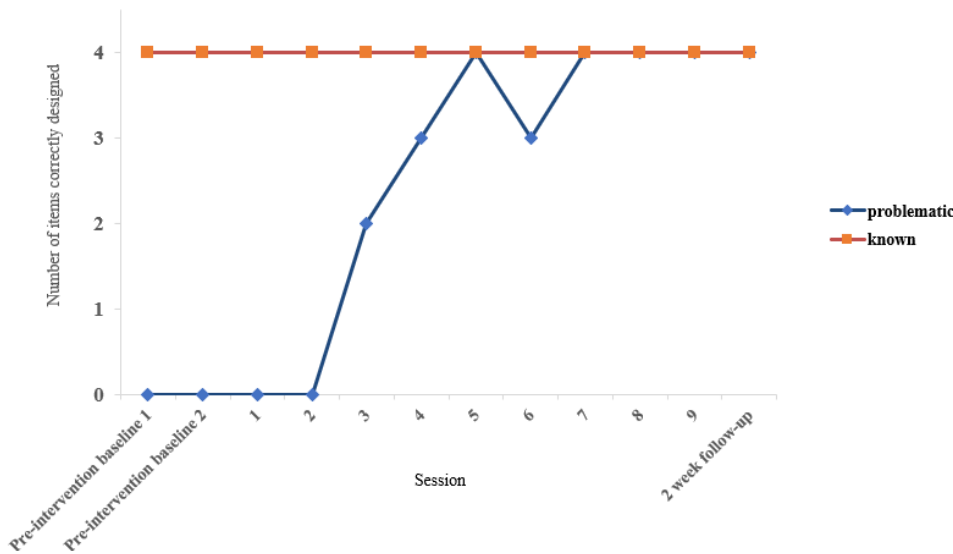


Figure 4. Number of items correctly designed for the whole set of 8 aliments (4 problematics and 4 already known) at 2 pre-intervention baselines, 9 intervention sessions and 2-week follow-up

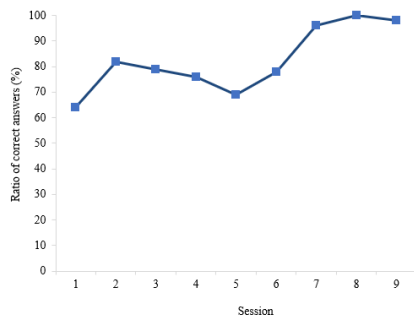


Figure 5. Mean proportion of correct answers in each training session

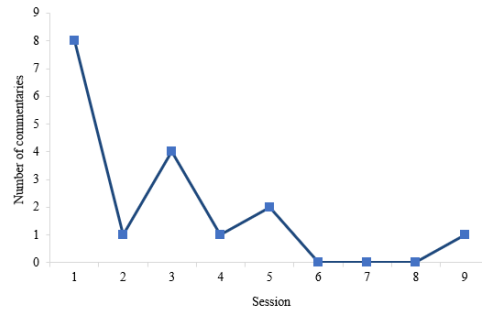


Figure 6. Number of commentaries during each training session

Phase of application. In the first sessions of this phase, EG had considerable difficulty in applying what he had learned previously to the real cooking setting. In the first session, he appeared confused and committed several errors in selecting the ingredients. Even if all the ingredients were recognized correctly in the following session, some omissions persisted due to inefficient checking processes. EG did not spontaneously cross out the names of the ingredients and, when prompted, he was disappointed and acted in a disorganized manner. EG had also problems in using the mixer the first time he used it again; a recall of the steps in its use was then carried out. Generally, EG was reluctant to use external support and had to be encouraged to read the recipe. With time, he learned to consult the written script regularly and to complete each step in the right order. He also learned to cut and wash the vegetables and to use the alarm clock without being prompted. As far as his behaviour was concerned, considerable irritability persisted, with frequent outbursts. He became more disinhibited, with repeated proposals of a sexual nature and recurring attempts at closer contact. The most important problems occurred during the sessions in the sheltered home where noises and distracters made EG easily irritable. In addition, he became progressively demotivated. He recognized the session was useful and, at the end, he was said to be satisfied at the success of the soup. However, he was not interested enough in it to apply it to his daily life.

Outcome measures

Cooking task. Table 2 shows an improvement in EG’s performance as regards all the criteria examined.

On post-intervention evaluation, EG committed fewer estimation errors, additions and omissions; and no further inversion errors were observed. The number of commentaries and questions also decreased. EG appeared more independent, addressed the examiner less and asked fewer questions. He also kept to the written instructions better, showed fewer signs of perplexity and verified his actions in a more systematic way. However, some errors persisted in the sequences of actions that EG had carried out automatically and for which he did not read the script. This explains the only error he made when using the mixer (forgetting to turn off the stove). He had no further problems in identifying and selecting the ingredients. Significant improvement was also observed as regards his attention level. Despite the numerous distracters, EG managed to stay focused on the task in hand and, if he was momentarily distracted, he managed to return to his work without being prompted. Despite this progress, EG was not completely independent; some errors were always present and the number of commentaries and inappropriate behaviour (irritability and impulsiveness) was still high, even if it had decreased.

Transfer to daily life. As mentioned above (subsection *Phase of adaptation* in the *Method* section), the final objective of the rehabilitation did not seem pertinent anymore, so we decided to terminate it prematurely.

Self-awareness. On the PCRS, the comparison between the pre-intervention scores (significant other = 81; self = 131) and the post-intervention scores (significant other = 82; self = 100) indicated a

Table 2

Results of the cooking task: total number of errors, and number of errors for each type, before and after the rehabilitation.

	Before	After		Before	After
Descriptive analysis			Neuropsychological analysis		
Estimation errors	5	2	Control errors	9	3
Additions	6	1	Context neglect	17	13
Omissions	13	5	Environmental adherence	1	1
Inversions-substitutions	2	0	Purposeless actions	10	3
Commentary-questions	163	88	Dependency	63	18
Total	189	96	Behavioural disorders	61	44
External interventions	42	10	Total	161	82
Distractibility	12	2	Utensil utilization errors	6	1
			Recognition errors	8	0

decrease in the level of discrepancy between the ratings. The 30-point decrease occurred mainly as a result of EG's rating his skill level lower (Ms G's scores remained globally stable). The kitchen activity, judged as easy to accomplish before the intervention, was then evaluated as *very difficult*. In a similar way, EG changed his judgment for other domains, more or less related to the intervention. Nevertheless, his estimation of his difficulties remained inferior to that of Ms G's. Clinically, EG seemed more capable of recognizing his errors and appreciating the quality of his performance. He was more inclined to talk about his behavioural problems and to furnish his own explanations.

Discussion

The aim of this qualitative study was to investigate the effectiveness of a *personalized and multidimensional* intervention to improve the autonomy of an extremely severe traumatic brain-injured patient (EG) in a specific instrumental daily activity. This program was part of a more global project, aimed to promote EG's autonomy and to give him some responsibilities in the sheltered home. Based on a preliminary detailed evaluation, and taking into consideration the peculiarities of this clinical population, we designed an intervention focused on a specific activity (preparing a vegetable soup), structured in several steps and conjugating various strategies. The results globally show a positive evolution, even though the final goal was not reached.

Acquisition of basic knowledge and procedures

In particular, despite his severe cognitive impairment, EG appeared to be able to acquire new information and skills specific to the task. This is consistent with earlier literature that has demonstrated the effectiveness of an error reducing paradigm to acquire and recall new verbal (Hillary et al., 2003), or more factual information (Goverover, Arango-Lasprilla, Hillary, Chiaravalloti, & DeLuca, 2009) in TBI patients with memory impairment.

The relevance of an error-reducing learning approach is confirmed by EG's rapid progress in acquiring the correct use of the mixer. Despite the difficulties reencountered by EG while transferring to his real-life context (third session), and at the beginning of the preparation of the soup (adaptation phase), EG learned to use this device effectively and his performances, at the end of the intervention, definitively improved. Evidence to date recommends an errorless learning (ELL) method for teaching task-specific skills to TBI patients with severe memory impairment (Clare & Robert, 2008), yet very few studies have tested its effectiveness in the acquisition of functional and practical skills, essential for

independent living. In a study focused on brain-injured patients with severe memory deficits, Evans et al. (2000) found significant benefit when using ELL in learning face-name associations, but not for tasks involving analogue route-learning, or introducing information in an electronic memory aid. Our results suggest that it is possible to teach globally and severely impaired patients new few simple information essentially practical but still relevant for daily life (such as using a cooking device).

Some progress has also been observed, regarding the improvement in checking and self-monitoring processes. EG quickly acquired the proposed strategies, by successfully applying them during pencil-and-paper exercises. The decrease in the number of errors and commentaries during the sessions reflects improved self-monitoring capacities, as well as more structured work and a more systematic checking procedure. However, some hesitation and errors persisted, due to his impulsivity and to his inaccurate reading of the instructions. EG's difficulty in interiorizing the first step of the procedure ("stop and define the objective"), which was systematically omitted, should also be underlined. It seems, therefore, that, if EG was helped by the external instructions, the internalization of the global procedure and, in particular, its abstract and metacognitive dimensions, remained problematic. The GMT modified procedure was thus finally reduced to the sole use of the external support, with the description of the different stages of the task and the subsequential checking operations.

Difficulties of generalization

The most important problems were encountered at the beginning of the second phase of the intervention, when EG had to apply the learned strategies and the previous acquisitions on his own, to the actual preparation of the soup. We then face a central problem in the rehabilitation of patients with severe cognitive impairments (especially in the executive functions): their inability of spontaneous generalization. In standard practice, therapists are often limited in their intervention as they can only work in the closed laboratory context. Our results underline the crucial importance of working in the patients' real context. Operating on single components or processes, in a decontextualized way, may not be sufficient when the aim is to help people regain autonomy in a specific daily task. On the contrary, direct and actual implementation on the task is mandatory and required.

Behavioural problems

EG's behavioural problems represented a significant interference during the whole intervention. When defining the rehabilitation objectives, his reference caregiver in the sheltered home actually

reported some manifestations of verbal aggressiveness, yet, in her opinion, they were sporadic and easy to manage. EG had actually expressed his interest in our proposal, appreciating the idea of becoming the new "chef de la maison". However, difficulties soon appeared when we actually started to work. EG easily got nervous at having to repeat the same thing several times over and when he was confronted with his own difficulties. This resulted in the occurrence of errors and frequent interruptions of the task, making the standard learning procedures very laborious. The open environment of the workshops (near the supermarket) also contributed to frequent requests for alcohol and cigarettes, limiting EG's investment in the task. However, the main difficulties were encountered at the sheltered home, where, besides our preventive precautions, it was hard to maintain EG's motivation and to encourage him to pursue the task right to the end. The token economy techniques were little effective because even if EG was happy at the idea of getting a reward, this was not sufficient to avoid his impulsive outbursts. The phase that focused the checking processes was the only one without problems, maybe due to the more closed laboratory context.

The measures taken during our intervention (positive reinforcement measures, regular interviews with caregivers) allowed some acquisitions. However, as it is often the case, EG's impulsivity and disinhibiting problems, gradually increased, so limiting his investment in both our intervention and any other daily activity. Our clinical observations were in fact corroborated by his caregivers, who reported a significant increase in the frequency and intensity of EG's anger outbursts.

Overall, these observations lead to an interesting discussion concerning the possibilities of intervention in patients with behavioural disorders. What is obvious is certainly that the signs of behavioural alteration must be identified as early as possible, in order to intervene quickly. Our results suggest that, if we can limit the interference in these problems, some learning and acquisition is possible.

Self-awareness

Interestingly, when EG's inappropriate behaviours were discussed with him, he provided his own explanation, describing a feeling of frustration for the loss of autonomy, and intolerance toward the instructions imposed on him. It is, therefore, possible that EG's behavioural degradation and reject of any activity observed at the end of the intervention was linked to an improvement of his poor self-awareness (confirmed by the PCRS results), leading to a feeling of dissatisfaction and a desire for independence. Previous studies have investigated the effectiveness of

self-awareness training during real-life occupational activities, to alleviate difficulties related to self-awareness and self-regulation, and to address functional outcomes in subjects with acquired brain damage (Fleming et al., 2006; Goverover, Johnston, Toglia, & DeLuca, 2007; Ownsworth et al., 2006). Results globally showed increased self-awareness during task execution as well as functional performances (decrease in error frequency). However, the effects seemed limited to self-awareness and self-monitoring processes during task execution (*on-line awareness*), and did not extend to a gain in more global awareness of the subject's own deficits (*global self-awareness*) (Goverover et al., 2007; Ownsworth et al., 2006). This does not seem to be the case in our patient. The difference in PCRS scores prior to commencing the program, and a post-intervention decrease, indicate that EG made gains in awareness over the intervention period, not only in the cooking activity. These findings replicate those of a previous study by Fleming et al. (2006) which include the same questionnaire to test the impact of an occupation-based intervention on the level of self-awareness in four patients with acquired brain injury (ABI).

It is also important to underline that EG gains in self-awareness were not maintained long-term. In fact, during a neuropsychological examination carried out four months after the end of the rehabilitation, only a few cognitive and behavioural complaints were reported for EG. It is, therefore, possible that the increased awareness after the intervention was caused more by working on an actual task and by the ongoing discussion with the therapist, than by real and stable internalization of his own difficulties and limits.

Limitations of the study

A number of limitations need to be acknowledged. As regards to the methodological plan, a first and main point to be considered concerns the method of analysis of the results. This project was merely clinical. For this reason, no statistical analyses were provided, but a qualitative assessment was prioritized. For the same clinical reason, the rehabilitation program was carried out by the same therapist who knew the patient and conducted the evaluation. Nevertheless, in order to reduce the element of subjectivity, the kitchen activity was analysed by two judges, one of them being blind to the therapeutic objectives. To show that the effects were specifically linked to the intervention, the evaluation should have included a control activity consisting of another task or recipe of the same difficulty as the soup preparation, but not object of intervention. However, this was beyond our clinical objective, which was related to improving EG's performance in preparing the soup,

without foreseeing some generalization to other tasks or recipes. A neuropsychological examination four months after the intervention showed, however, global stability in EG's cognitive difficulties, so excluding the possible effect of spontaneous recovery processes.

A second significant limitation concerns the various obstacles which we encountered in designing and carrying out the intervention. We do not dwell on the impact of behavioural disorders here, except to emphasize their influence on the number of sessions devoted to the actual work on the soup, and on the final goal of the intervention. We have in fact chosen to restrict the second phase of intervention to 10 sessions only, even though a longer training would have led to greater proceduralization of the task and greater benefits. We should also like to underline that the increase of EG's behavioural disturbances was the main reason why we chose to abandon the last objective of the intervention. In fact, considering EG's behavioural problems and his decreasing motivation for any daily activity (including cooking task), our last objective, to assign responsibility for soup preparation in the sheltered house, did not appear pertinent any longer. EG continued to contribute to the task though when he was in the mood. Ideally, a task previously invested by the patient would have been preferable.

Finally, we cannot exclude the fact that the interventions took place in different locations (neuropsychological office, workshop, sheltered house) might have been a confounding factor, with a negative impact on EG's performances. We have already pointed out that the main difficulties were encountered during the sessions at the sheltered house. A more accurate control for distractors in the environment would probably have been useful to limit the impact of this confounding factor on EG's performances.

Conclusions and future perspectives

In conclusion, the present qualitative study provides some initial interesting perspectives in the rehabilitation of severe brain-injured patients, who are often neglected by the specific literature. Our results suggest that the abilities of severely impaired patients can be increased, in specific instrumental activities of daily life, by means of an *individualized, multidimensional* and *intensive* rehabilitation. However, a specific direct training phase on the task appears essential to offset the difficulties of spontaneous generalization. Specific difficulties in working with this clinical population have been underlined, with special regard to the importance of considering premorbid and motivational factors, as well as behavioural disturbances. We think that, in general, greater efforts should be made to provide clinicians with more precise and scientifically based

indications to help severely damaged patients gain autonomy in daily activities. To this end, well-designed single studies are particularly valuable (Manolov, Gast, Perdices, & Evans, 2014; Skolasky, 2016) and need to be further developed in this clinical population. Future studies should include a variety of assessment tools in order to understand the different and multiple processes implicated in an individuals' specific difficulties in real life. Intervention programs should be multi componential, including complementary strategies targeting these specific processes (e.g., Rochat, Manolov, Aboulafia-Brakha, Berner-Burkard, & Van der Linden, 2019) and promoting the client's engagement in the whole rehabilitation process (Brett, Sykes, & Pires-Yfantouda, 2017). Considering the urgent need for higher methodological quality studies, it would be particularly useful to complement the visual analysis with statistical procedures that are adapted for single case study designs (Manolov et al., 2014).

Finally, further research is needed to verify the consolidation of acquisitions and the long-term stability of the effects induced by the intervention on self-awareness deficits.

References

- Alvarez, J. A. & Emory, E. (2006). Executive Function and the Frontal Lobes: A Meta-Analytic Review. *Neuropsychology Review*, *16*, 17-42. doi: 10.1007/s11065-006-9002-x
- Andelic, N., Hammergren, N., Bautz-Holter, E., Sveen, U., Brunborg, C., & Roe, C. (2009). Functional outcome and health-related quality of life 10 years after moderate-to-severe traumatic brain injury. *Acta Neurologica Scandinavica*, *120*, 16–23. doi: 10.1111/j.1600-0404.2008.01116.x
- Arnould, A., Dromer, E., Rochat, L., Van der Linden, M., & Azouvi, P. (2016). Neurobehavioral and self-awareness changes after traumatic brain injury: Towards new multidimensional approaches. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, *59*, 18-22. doi: 10.1016/j.rehab.2015.09.002
- Ayllon, T. & Azrin, N. H. (1968). *The token economy: a motivational system for therapy and rehabilitation*. New York, NY: Appleton-Century-Crofts.
- Babbage, D. R., Yim, J., Zupan, B., Neumann, D., Tomita, M. R., & Willer, B. (2011). Meta-analysis of facial affect recognition difficulties after traumatic brain injury. *Neuropsychology*, *25*, 277–285. doi: 10.1037/a0021908
- Bayley, M. T., Tate, R., Douglas, J. M., Turkstra, L. S., Ponsford, J., Stergiou-Kita, M., . . . Bragge, P. (2014). INCOG guidelines for cognitive rehabilitation following traumatic brain injury: Methods and overview. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, *29*, 290-306. doi: 10.1097/HTR.0000000000000070

- Beaulieu-Bonneau, S., St-Onge, F., Blackburn, M. C., Banville, A., Paradis-Giroux, A. A., & Ouellet, M. C. (2017). Alcohol and drug use before and during the first year after traumatic brain injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, *33*, 51-60. doi: 10.1097/HTR.0000000000000341.
- Boelen, D. H. E., Spikman, J. M., & Fasotti, L. (2011). Rehabilitation of executive disorders after brain injury: are interventions effective? *Journal of Neuropsychology*, *5*, 73-113. doi: 10.1348/174866410X516434
- Brett, C. E., Sykes, C., & Pires-Yfantouda, R. (2017). Interventions to increase engagement with rehabilitation in adults with acquired brain injury: A systematic review. *Neuropsychological Rehabilitation*, *27*, 959-982. doi: 10.1080/09602011.2015.1090459
- Brickenkamp, R. & Zillmer, E. (1998). *The d2 Test of Attention* (1st ed.). Washington, DC: Hogrefe & Huber Publishers.
- Brooks, N., Campsie, L., Symington, C., Beattie, A., & McKinlay, W. (1987). The effects of severe head injury on patient and relative within seven years of injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, *2*, 1-13. doi: 10.1097/00001199-198709000-00003
- Bryce, S., Spitz, G., & Ponsford, J. (2015). Screening for substance use disorders following traumatic brain injury: examining the validity of the AUDIT and the DAST. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, *30*, 40-48. doi: 10.1097/HTR.0000000000000091
- Caron, E., Lesimple, B., Debarle, C., Lefort, M., Galanaud, D., Perlberg, V., . . . Pradat-Diehl, P. (2018). Neuropsychological assessment of a long-term (LT) outcome after severe traumatic brain injury (TBI). *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, *61*, 8-18. doi: 10.1016/j.rehab.2018.05.533
- Cattalani, R., Zettin, M., & Zoccolotti, P. (2010). Rehabilitation treatments for adults with behavioral and psychosocial disorders following acquired brain injury: a systematic review. *Neuropsychological Review*, *20*, 52-85. doi: 10.1007/s11065-009-9125-y
- Chevignard, M., Pillon, B., Pradat-Diehl, P., Taillefer, C., Rousseau, S., Le Bras, C., & Dubois, B. (2000). An ecological approach to planning dysfunction: Script execution. *Cortex*, *36*, 649-669. doi: 10.1016/S0010-9452(08)70543-4
- CHUV. (1985). *Spatial span: Forward*. Unpublished version.
- CHUV. (1987). *Luria's fizzes: Number/Time*. Unpublished version.
- Ciurli, P., Formisano, R., Bivona, U., Cantagallo, A., & Angelelli, P. (2011). Neuropsychiatric disorders in persons with severe traumatic brain injury: prevalence, phenomenology, and relationship with demographic, clinical, and functional features. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, *26*, 116-126. doi: 10.1097/HTR.0b013e3181dedd0e
- Clare, L. & Robert, S. P. J. (2008). Errorless learning in the rehabilitation of memory impairment: A critical review. *Neuropsychology Review*, *18*, 1-23. doi: 10.1007/s11065-008-9051-4
- Colantonio, A., Ratcliff, G., Chase, S., Kelsey, S., Escobar, M., & Vernich, L. (2004). Long term outcomes after moderate to severe traumatic brain injury. *Disability and Rehabilitation*, *26*, 253-261. doi: 10.1080/09638280310001639722
- De Renzi, E. & Vignolo, L. A. (1962). The token test: A sensitive test to detect receptive disturbances in aphasics. *Brain*, *85*, 665-78. doi: 10.1093/brain/85.4.665
- Dewan, M. C., Rattani, A., Gupta, S., Baticulon, R. E., Hung, Y. C., Panchak, M., . . . Park, K. B. (2018). Estimating the global incidence of traumatic brain injury. *Journal of Neurosurgery*, *1*, 1-18. doi: 10.3171/2017.10.JNS17352
- Dikmen, S., Machamer, J. E., Powell, J. M., & Temkin, N. R. (2003). Outcome 3 to 5 years after moderate to severe traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *84*, 1449-1457.
- Dubois, B., Touchon, J., Portet, F., Ousset, P. J., Vellas, B., & Michel, B. (2002). « Les 5 mots, épreuve simple et sensible pour le diagnostic de la maladie d'Alzheimer ». *La presse médicale*, *31*, 1696-1699.
- Dubois, B., Slachevsky, A., Litvan, I., & Pillon, B. (2000). The FAB: a Frontal Assessment Battery at bedside. *Neurology*, *55*, 1621-1626. doi: 10.1212/wnl.55.11.1621
- Duncan, J., Emslie, H., Williams, P., Johnson, R., & Freer, C. (1996). Intelligence and the frontal lobe: The organization of goal directed behaviour. *Cognitive Psychology*, *30*, 257-303. doi: 10.1006/cogp.1996.0008
- Dymowski, A. R., Owens, J. A., Ponsford, J. L., & Willmott, C. (2015). Speed of processing and strategic control of attention after traumatic brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *37*, 1024-1035. doi: 10.1080/13803395.2015.1074663
- Ekman, P. & Friesen, W.V. (1976). *Pictures of Facial Affect*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Evans, J. J., Wilson, B. A., Schuri, U., Andrade, J., Baddeley, A., Bruna, O., . . . Taussik, I. (2000). A comparison of 'errorless' and 'trial and error' learning methods for teaching individuals with acquired memory deficits. *Neuropsychological Rehabilitation*, *10*, 67-101. doi: 10.1080/096020100389309
- Fleming, J. M., Lucas, S. E., & Lightbody, S. (2006). Using occupation to facilitate self-awareness in people who have acquired brain injury: A pilot study. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, *73*, 44-55. doi: 10.2182/cjot.05.0005
- Fleming, J. M., Strong, J., & Ashton, R. (1998). Cluster analysis of self-awareness levels in adults with

- traumatic brain injury and relationship to outcome. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, *13*, 39-51.
- Fordyce, D. J. & Roueche, J. R. (1986). Changes in perspectives of disability among patients, staff, and relatives during rehabilitation of brain injury. *Rehabilitation Psychology*, *31*, 217-229. doi: 10.1037/h0091549
- Forrester, G. & Geffen, G. (1995). *Julia Farr services. Post-traumatic amnesia scales manual*. Unley, Australia: Julia Farr Foundation.
- Gauthier, L., Dehaut, F., & Joanette, Y. (1989). The Bells Test: A quantitative and qualitative test for visual neglect. *International Journal of Clinical Neuropsychology*, *11*, 49-54.
- Goebel, S., Fischer, R., Ferstl, R., & Mehdorn, H.M. (2009). Normative data and psychometric properties for qualitative scoring criteria of the Five-point Test. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *23*, 675-690. doi: 10.1080/13854040802389185
- Gollin, E. S. (1960). Developmental studies of visual recognition of incomplete objects. *Perceptual and Motor Skills*, *11*, 289-298. doi: 10.2466/pms.1960.11.3.289
- Goverover, Y., Arango-Lasprilla, J. C., Hillary, F. G., Chiaravalloti, N., & DeLuca, J. (2009). Application of the spacing effect to improve learning and memory for functional tasks in traumatic brain injury: A pilot study. *American Journal of Occupational Therapy*, *63*, 543-548. doi: 10.5014/ajot.63.5.543
- Goverover, Y., Johnston, M. V., Togli, J., & Deluca, J. (2007). Treatment to improve self-awareness in persons with acquired brain injury. *Brain Injury*, *21*, 913-923. doi: 10.1080/02699050701553205
- Grant, M., Ponsford, J., & Bennett, P. C. (2012). The application of Goal Management Training to aspects of financial management in individuals with traumatic brain injury. *Neuropsychological Rehabilitation*, *22*, 852-873. doi: 10.1080/09602011.2012.693455
- GREFEX (2001). L'évaluation des fonctions exécutives en pratique clinique. *Revue Neuropsychologique*, *11*, 383-434
- Hanks, R. A., Rapport, L. J., Millis, S. R., & Deshpande, S. A. (1999). Measures of executive functioning as predictors of functional ability and social integration in a rehabilitation sample. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *80*, 1030-1037.
- Heyder, K., Suchan, B., & Daum, I. (2004). Cortico-subcortical contributions to executive control. *Acta Psychologica*, *115*, 271-289. doi: 10.1016/j.actpsy.2003.12.010
- Hillary, F. G., Schultheis, M. T., Challis, B. H., Millis, S. R., Carnevale, G. J., Galshi, T., & DeLuca, J. (2003). Spacing of repetitions improves learning and memory after moderate and severe TBI. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *25*, 49-58. doi: 10.1076/jcen.25.1.49.13631
- Howard, D. & Patterson, K. (1992). *Pyramids and palm trees: a test of semantic access from pictures and words*. Bury St Edmunds, Suffolk: Thames Valley Test Company.
- Hufford, B. J., Williams, M. K., Malec, J. F., & Cravotta, D. (2012). Use of behavioural contracting to increase adherence with rehabilitation treatments on an inpatient brain injury unit: a case report. *Brain Injury*, *26*, 1743-1749. doi: 10.3109/02699052.2012.698791
- Jennett, B. (1996). Epidemiology of head injury. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *60*, 362-69. doi: 10.1136/jnnp.60.4.362
- Jennett, B. & Teasdale, G. (1981). *Management of head injuries*. Philadelphia, PA: F. A. Davis Company.
- Jourdan, C., Bosserelle, V., Azerad, S., Ghout, I., Bayen, E., Aegerter, P., Azouvi, P. (2013). Predictive factors for 1- year outcome of a cohort of patients with severe traumatic brain injury (TBI): results from the Paris-TBI study. *Brain Injury*, *27*, 1000-1007. doi: 10.3109/02699052.2013.794971
- Kaplan, E., Goodglass, H., & Weintraub, S. (1983). *The Boston naming test*. Philadelphia, PA: Lea & Febiger.
- Kessels, R. P. C. & Haan, E. H. F. (2003). Implicit learning in memory rehabilitation: A meta-analysis on errorless learning and vanishing cues methods. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *25*, 805-814. doi: 10.1076/jcen.25.6.805.16474
- Koponen, S., Taiminen, T., Portin, R., Himanen, L., Isoniemi, H., Heinonen, H., . . . Tenovu, O. (2002). Axis I and II psychiatric disorders after traumatic brain injury: A 30-year follow-up study. *The American Journal of Psychiatry*, *159*, 1315-1321. doi: 10.1176/appi.ajp.159.8.1315
- Kozłowski, O., Pollez, B., Thevenon, A., Dhellemmes, P., & Rousseaux, M. (2002). Outcome and quality of life after three years in a cohort of patients with severe traumatic brain injury. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, *45*, 466-473. doi: 10.1016/S0168-6054(02)00297-0
- Krasny-Pacini, A., Chevignard, M., & Evans, J. (2014). Goal management training for rehabilitation of executive functions: a systematic review of effectiveness in patients with acquired brain injury. *Disability and Rehabilitation*, *36*, 105-116. doi: 10.3109/09638288.2013.777807
- Levine, B., Robertson, I.H., Clare, L., Carter, G., Hong, J., Wilson, B.A., . . . Stuss, D.T. (2000). Rehabilitation of executive functioning: an experimental-clinical validation of Goal Management Training. *Journal of the International Neuropsychology Society*, *6*, 299-312. doi: 10.1017/S1355617700633052
- Lillie, R. A., Kowalski, K., Patry, B. A., Sira, C., Tuokko, H., & Mateer, C. A. (2010). Everyday impact of traumatic brain injury. In T. D. Marcotte & I. Grant (Eds.), *Neuropsychology of Everyday*

- Functioning* (pp. 302-330). New York, NY: Guilford Press.
- Manolov, R., Gast, D. L., Perdices, M., & Evans, J. J. (2014). Single-case experimental designs: Reflections on conduct and analysis. *Neuropsychological Rehabilitation, 24*, 634-660. doi: 10.1080/09602011.2014.903199
- Masson, F., Maurette, P., Salmi, L. R., Dartigues, J. F., Vecsey, J., Destailats, J. M., & Erny, P. (1996). Prevalence of impairments 5 years after a head injury, and their relationship with disabilities and outcome. *Brain Injury, 10*, 487-497.
- Mathias, J. L. & Wheaton, P. (2007). Changes in attention and information-processing speed following severe traumatic brain injury: a meta-analytic review. *Neuropsychology, 21*, 212-223. doi: 10.1037/0894-4105.21.2.212
- McPherson, K. M., Kayes, N., & Weatherall, M. (2009). A pilot study of self-regulation informed goal setting in people with traumatic brain injury. *Clinical Rehabilitation, 23*, 296-309. doi: 10.1177/0269215509102980
- Milders, M., Fuchs, S., & Crawford, J. R. (2003). Neuropsychological impairments and changes in emotional and social behaviour following severe traumatic brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 25*, 157-172. doi: 10.1076/jcen.25.2.157.13642
- Owensworth, T. L. & Fleming, J. (2005). The relative importance of metacognitive skills, emotional status and executive functioning in psychosocial adjustment following acquired brain injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation, 20*, 315-332.
- Owensworth, T., Fleming, J., Desbois, J., Strong, J., & Kuipers, P. (2006). A metacognitive contextual intervention to enhance error awareness and functional outcome following traumatic brain injury: a single-case experimental design. *Journal of the International Neuropsychological Society, 12*, 54-63. doi: 10.1017/S135561770606005X
- Ponsford, J. (2013). Managing behaviour problems. In J. Ponsford, S. Sloan & P. Snow (Eds). *Traumatic Brain Injury: Rehabilitation for everyday adaptive living 2nd Ed* (pp 164-91). Hove, Angleterre: Psychology Press.
- Ponsford, J., Bayley, M., Wiseman-Hakes, C., Togher, L., Velikonja, D., McIntyre, A., . . . Tate, R. (2014). INCOG recommendations for management of cognition following traumatic brain injury, part II: attention and information processing speed. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation, 29*, 321-337. doi: 10.1097/HTR.0000000000000072
- Ponsford, J., Draper, K., & Schönberger, M. (2008). Functional outcome 10 years after traumatic brain injury: its relationship with demographic, injury severity, and cognitive and emotional status. *Journal of the International Neuropsychological Society, 14*, 233-242. doi: 10.1017/S1355617708080272
- Poppeireuter, W. (1917). *Die Psychischen Schaedungen durch Kopfschuss in Kriege 1914-1916*. Leipzig, Allemagne: Voss.
- Prigatano, G. P., Altman, I. M., & O'Brien, K. P. (1990). Behavioral limitations that traumatic-brain injured patients tend to underestimate. *Clinical Neuropsychologist, 4*, 163-176. doi: 10.1080/13854049008401509
- Prigatano, G. P., Fordyce, D., Zeiner, H., Roueche, J., Pepping, M., & Wood, B. (1986). *Neuropsychological rehabilitation after brain injury*. Baltimore, MD: John Hopkins University Press.
- Quintard, B., Croze, P., Mazaux, J. M., Rouxel, L., Joseph, P. A., Richer, E., . . . Barat, M. (2002). Life satisfaction and psychosocial outcome in severe traumatic brain injuries in Aquitaine. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique, 45*, 456-465. doi: 10.1016/S0168-6054(02)00296-9
- Robertson, J. H. (1996). *Goal management training: A clinical manual*. Cambridge, Angleterre: PsyConsult.
- Rochat, L., Manolov, R., Aboulafia-Brakha, T., Berner-Burkard, C., & Van der Linden, M. (2019). Reducing anger outbursts after a severe TBI: a single-case study. *Neuropsychological Rehabilitation, 29*, 107-130. doi: 10.1080/09602011.2016.1270837
- Rubiano, A. M., Carney, N., Chesnut, R., & Puyana, J. C. (2015). Global neurotrauma research challenges and opportunities. *Nature, 527*, 193-197. doi: 10.1038/nature16035
- Sherer, M., Hart, T., & Nick, T. G. (2003). Measurement of impaired self-awareness after traumatic brain injury: a comparison of the Patient Competency Rating Scale and the Awareness Questionnaire. *Brain Injury, 17*, 25-37.
- Skandsen, T., Nilsen, T. I., Fredriksli, O., & Vik, A. (2008). Global outcome, productivity and epilepsy 3-8 years after severe head injury. The impact of injury severity. *Clinical Rehabilitation, 22*, 653-662. doi: 10.1177/0269215508089067
- Skolasky, R. L. (2016). Considerations in writing about single-case experimental design studies. *Cognitive Behavioural Neurology, 29*, 169-173. doi: 10.1097/WNN.0000000000000112
- Stéfan, A., Mathé, J. F., & SOFMER group. (2016). What are the disruptive symptoms of behavioral disorders after traumatic brain injury? A systematic review leading to recommendations for good practices. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine, 59*, 5-17. doi: 10.1016/j.rehab.2015.11.002
- Stuss, T. D. (2011). Functions of the frontal lobes: relation to executive functions. *Journal of the International Neuropsychological Society, 17*, 759-765. doi: 10.1017/S1355617711000695
- Tate, R., Kennedy, M., Ponsford, J., Douglas, J., Velikonja, D., Bayley, M., & Stergiou-Kita, M.

- (2014). INCOG recommendations for management of cognition following traumatic brain injury, part III: executive function and self-awareness. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation, 29*, 307-320. doi: 10.1097/HTR.0000000000000068
- Tateno, A., Jorge, E. G., & Robinson, R. G. (2003). Clinical correlates of aggressive behavior after traumatic brain injury. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences, 15*, 155-160. doi: 10.1176/jnp.15.2.155
- Thuillard, F. & Assal, G. (1991). Données neuropsychologiques chez le sujet âgé normal [Neuropsychological data in the normal elderly]. In M. Habib, Y. Joannette, M. Puel (Eds.). *Démences et syndromes démentiels. Approche neuropsychologique [Dementia and dementia syndromes. Neuropsychological approach]* (pp. 125-133). Paris, France: Masson.
- Toglia, J. & Kirk, U. (2000). Understanding awareness deficits following brain injury. *NeuroRehabilitation, 15*, 57-70.
- Velikonja, D., Tate, R., Ponsford, J., McIntyre, A., Janzen, S., & Bayley, M. (2014). INCOG recommendations for management of cognition following traumatic brain injury, part V: memory. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation, 29*, 369-386. doi: 10.1097/HTR.0000000000000069
- Wechsler, D. (2008). *Wechsler Adult Intelligence Scale* (4th ed.). San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Wilson, B. A., Alderman, N., Burgess, P., Emslie, H., & Evans, J. (1996). *Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome*. Bury St. Edmunds, Angleterre: Thames Valley Test Company.
- Wilson, B. A., Emslie, H. C., Quirk, K., & Evans, J. J. (2001). Reducing everyday memory and planning problems by means of a paging system: a randomised control crossover study. *Brain Injury, 24*, 664-677. doi: 10.1136/jnnp.70.4.477
- Wilson, B. A., Greenfield, E., Clare, L., Baddeley, A., Cockburn, J., Watson, P., ... Nannery, R. (2008). *The Rivermead Behavioural Memory Test – Third Edition (RBMT-3)*. London, United Kingdom: Pearson Assessment.
- Wood, R. & Alderman, N. (2011). Applications of operant learning theory to the management of challenging behaviour after traumatic brain injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation, 26*, 202-211. doi: 10.1097/HTR.0b013e318217b46d
- Worthington, A. & Waller, J. (2009). Rehabilitation of everyday living skills in the context of executive disorders. In M. Oddy & A. Worthington (Eds.). *The Rehabilitation of Executive Disorders: A Guide to Theory and Practice* (pp. 195-210). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Wright, M. J., Schmitter-Edgecombe, M., & Woo, E. (2010). Verbal memory impairment in severe closed-head injury: The role of encoding and consolidation. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 41*, 728-736. doi: 10.1080/13803390903512652
- Zaloshnja, E., Miller, T., Langlois, J. A., Selassie, A. W. (2008). Prevalence of long-term disability from traumatic brain injury in the civilian population of the United States, 2005. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation, 23*, 394-400. doi: 10.1097/01.HTR.0000341435.52004.ac
- Zermatten, V., Rochat, L., Manolov, R., & Van der Linden, M. (2018). Can an external device create and trigger intention in a patient with a severe brain injury? *Neuropsychological Rehabilitation, 28*, 1211-1228. doi: 10.1080/09602011.2016.1255230
- Zimmermann, P. & Fimm, B. (2009). *Test batterie zur Aufmerksamkeitsprüfung-Version 2.2: (TAP)*. Hwezenogernath, Germany: PsyTest.

Received January 7, 2019

Revision received May 20, 2019

Accepted July 14, 2019 ■

Merci à tous nos commanditaires et à nos partenaires pour leur soutien!

Thanks to all our sponsors and partners for their support!



AQNP

ASSOCIATION QUÉBÉCOISE
DES NEUROPSYCHOLOGUES

SQRP
SOCIÉTÉ QUÉBÉCOISE
POUR LA RECHERCHE
EN PSYCHOLOGIE

Brams)))

Laboratoire international
de recherche sur le cerveau,
la musique et le son

Université
McGill

Université
de Montréal

 **fondation
TALAN**

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

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

**Fonds de recherche
Société et culture
Québec** 

Faculté des arts et des sciences
Département de psychologie

Université 
de Montréal