

Proceedings of the 9th Conference of Young Researchers in Cognitive Sciences

*Original*

Proceedings of the 9th Conference of Young Researchers in Cognitive Sciences / Guerra, ANDREA LUIGI. -  
ELETTRONICO. - (2016), pp. 1-120. [10.13140/RG.2.1.3671.0163]

*Availability:*

This version is available at: 11583/2637650 since: 2016-03-15T10:50:31Z

*Publisher:*

Sorbonne universités - UTC - COSTECH EA223

*Published*

DOI:10.13140/RG.2.1.3671.0163

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)



All the papers submitted for the CJC-SC15 conference have been reviewed by at least two members of the Scientific Advisory Board.

Authors were asked to submit manuscripts in electronic version. The layout, figures and tables of some papers did not conform exactly to standard requirements. In some cases the layout of manuscripts has been redone. The readers are therefore asked to excuse any deficiencies, which may have arisen, from the above causes. If you have any difficulty in interpreting the text or diagrams, please contact the author who supplied name and address in the paper.

The publisher and authors state that these proceedings have been compiled meticulously and to the best of their knowledge, however, the publisher and authors can in no way guarantee the accuracy or completeness of the information. The publisher and authors therefore do not accept any liability for any damage resulting from actions or decisions based on the information in question. Users of these proceedings are strongly advised not to use this information solely, but to rely their professional knowledge and experience, and to check the information to be used. CJC-SC15 secretariat cannot guarantee the accuracy of information provided by participating companies and authorities. The publisher reserves the right to combine, delete, and change section, to edit and re-use (parts of) the proceedings and to distribute the information by any means.

The publication is copyright under the Berne Convention and the International Copyright convention. Attention is drawn to the fact that copyright of these proceedings rests with its authors. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike4.0 International License.

To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

**CJC-SC15 - PROCEEDINGS : ISBN 978-2-913923-36-2**

**DOI: 10.13140/RG.2.1.3671.0163**

Editor: Andrea Luigi Guerra

© 2015 Costech Laboratory Sorbonne Universités - Université de Technologie de Compiègne

© 2015 Fresco - Fédération Française des étudiants et jeunes actifs en Sciences de la Cognition

Published by:

Costech Laboratory Sorbonne Universités - Université de Technologie de Compiègne

CJC-SC15 is an endorsed event by FRESCO and The Cognitive Society

Technical Support: Françoise Quillac, Director of UTC Library ([bibliotheque.utc.fr](http://bibliotheque.utc.fr))

Cover Design: Dorothée Trombini, UTC Communication



## To cite this work:

Author of Paper, A., & Author of Paper, B. (2015, December). Title of paper. In A.L. Guerra (Ed.). *CJCSC'15 Proceedings*. Paper presented at 9th Conference of Young Researcher in Cognitive Science, Compiègne (pp. x - y ). Compiègne: UTC.

DOI: 10.13140/RG.2.1.3671.0163

# CJC-SC'15

## 9° Colloque des Jeunes Chercheurs en Sciences Cognitives



is organised  
Under the Auspices of  
**Cognitive Science Society**  
**Region Picardie - City of Compiègne**



by  
**Sorbonne Universités**  
**Université de Technologie de Compiègne**  
**Costech Lab**



**FRESCO**  
**Fédération Française des étudiants**  
**et jeunes actifs en Sciences de la**  
**Cognition**



in co-operation with  
**RED^2 - association doctorants UTC**  
**Doc'Up - association doctorants SU**



Sponsored by  
**Relais d'information sur les**  
**sciences de la cognition**

# TABLE OF CONTENTS

<b>INCIPIIT</b>	<b>I</b>
<i>SCIENTIFIC ADVISORY BOARD</i>	<i>V</i>
<i>ORGANIZING COMMITTEE BOARD</i>	<i>VII</i>
<i>FOREWORD BY THE SCIENTIFIC ADVISORY BOARD PRESIDENT</i>	<i>VIII</i>
<i>FOREWORD BY THE PRESIDENT OF FRESCO</i>	<i>X</i>
<b>CHAPTER 1 - ARTICLES</b>	<b>16</b>
<i>TABLE OF CONTENTS - ARTICLES</i>	<i>17</i>
<i>IS IT FEATURAL OR HOLISTIC? WHICH TYPE OF VISUAL INPUT FACILITATES SPEECH PERCEPTION BEST? ERJAVEC - LEGROS</i>	<i>18</i>
<i>GESTUELLE DE LA LANGUE DES SIGNES, POINT DE VUE EN PREMIÈRE PERSONNE DANET - BOUTET - LENAY - GAPENNE</i>	<i>23</i>
<i>UTILISATION DE LA CONCEPTION CENTRÉE UTILISATEUR DANS LES APPLICATIONS POUR LES ENFANTS AVEC TROUBLES DU SPECTRE AUTISTIQUE VERS DES OUTILS D'INCLUSION EN CLASSE ORDINAIRE MAGNIER. FAGE - ETCHEGOYHEN - CONSEL - SAUZÉON</i>	<i>27</i>
<i>LE QI EST-IL L'OUTIL IDÉAL POUR IDENTIFIER LES ENFANTS À HAUT POTENTIEL INTELLECTUEL ? AUBRY - BOURDIN</i>	<i>33</i>
<i>PARCOURS ATTENTIONNEL ET RÉGULARITÉS VISUO-SPATIALES DANS L'ÉCRITURE. DOAN - GAPENNE - STEINER - BOUTET</i>	<i>41</i>
<i>LIENS ENTRE HABILITÉS LINGUISTIQUES ET SOCIALES CHEZ LES SYNDROMES DE WILLIAMS. TOUCHET - VANDROMME - IBERNON</i>	<i>47</i>
<i>STRUCTURES DU LOBE TEMPOREL INTERNE : MODÈLES PROCESSUELS OU MODÈLS REPRÉSENTATIONNELS ? LACOT - PARIENTE - VAUTIER - PUEL - KOHLER - LOTTERIE - BARBEAU</i>	<i>54</i>
<i>LA MÉMOIRE PROSPECTIVE EST INFLUENCÉE PAR LA VALENCE ÉMOTIONNELLE MAIS PAS PAR L'ÂGE. BLONDELLE - QUAGLINO - VOISIN - HAISELIN - BRESSOUS</i>	<i>60</i>
<i>QUANTIFIER SCOPE: A FORMAL AND EXPERIMENTAL STUDY. CAPELIER-MOURGUY - BLANCHE - RETORÉ - PRÉVOT</i>	<i>67</i>
<i>ORGANISATION EN MÉMOIRE D'UNE FORME PARTICULIÈRE DE CONNAISSANCES : L'AMORÇAGE ÉMOTIONNEL CERROTTI - QUAGLINO</i>	<i>70</i>
<i>TRAINING USERS' SPATIAL ABILITIES TO IMPROVE BRAIN-COMPUTER INTERFACE PERFORMANCE: A THEORETICAL APPROACH. JEUNET</i>	<i>76</i>
<i>SOCIABILITÉ SPATIALE : COMMENT LA RELATION SOCIALE ÉVOLUE EN FONCTION DE LA PERCEPTION DE L'ESPACE D'INTERACTION. FOURNET</i>	<i>82</i>
<i>DENSE EEG AND DYNAMICS OF COGNITIVE BRAIN NETWORKS. HASSAN - WENDLING</i>	<i>85</i>

<i>ETUDE DE L'ATTENTION CONJOINTE CHEZ L'ENFANT AVEC TROUBLE DU SPECTRE AUTISTIQUE (TSA). CILIA - DESCHAMPS - VANDROMME</i>	90
<i>CROISEMENT PERCEPTIF ET MONDE COMMUN. DESCHAMPS - LENAY- ROVIRA -VANDROMME</i>	94
<i>BESOINS D'ASSISTANCE TECHNOLOGIQUE PAR DES PERSONNES ÂGÉES ET LEURS AIDANTS. DUPUY - SAUZEOUN -CONSEL</i>	100
<b>CHAPTER 2 - POSTERS</b>	<b>106</b>
<i>TABLE OF CONTENTS - POSTERS</i>	107
<i>PARAMÈTRES DANS L'IDENTIFICATION DES MOTS CHEZ LES ENFANTS DYSLEXIQUES PHONOLOGIQUES. DERBAL - NORTH - VAXELAIRE - SOCK</i>	108
<i>JUGEMENT DE LA CONGRUENCE SÉMANTIQUE DES MÉTAPHORES PICTURALES. VENTALON - TIJUS</i>	109
<i>NATURALISER LA BONTÉ. - COLIN</i>	110
<i>L'INFLUENCE DU TYPE DE PATHOLOGIE SUR LES PERFORMANCES : L'IMPACT DES VARIABLES SUR LA PRÉSERVATION DES RESSOURCES COGNITIVES. CASTOR - EL MASSIOUI</i>	111
<i>CONCEPTIONS DE L'EFFET DE SERRE, DE L'ADOLESCENCE À L'ÂGE ADULTE EN FRANCE. MOINE - MEGALAKAKI</i>	112
<i>COMPUTATIONAL TOOL FOR INTERGROUP EMOTION MODELING. MACHTOUNE</i>	113
<i>ARE PATIENTS WITH SCHIZOPHRENIA DISLEXIC? EVIDENCE FROM N170 COMPONENTS. CURZIETTI - BONNEFOND - VIDAILHET - DOIGNON-CAMUS</i>	114
<i>NEURAL CORRELATES OF AGE-RELATED DECLINE IN ASSOCIATIVE MEMORY. RASHIDI-RANYBAR - EVERAERD - KLUMPERS - TENDOLKAR - FERNÁNDEZ</i>	115
<i>COGNITIVE AND NEURAL MECHANISMS INVOLVED IN PERFORMANCE MONITORING DURING SUSTAINED ATTENTION: A COMPARISON OF ERRORS MADE WITH AND WITHOUT AWARENESS. HOONAKKER - DOIGNON - CAMUS-BACON - BONNEFOND.</i>	116
<i>LE RÔLE DES ILLUSTRATIONS (IMAGE VS. ANIMATION) DANS LA COMPRÉHENSION DU TEXTE. POIRON - MEGALAKAKI - APARICIO</i>	117
<i>REASONING STYLES IN MORAL DILEMMAS. TAIPALE - BIALEK</i>	118
<i>EFFECT OF ENVIRONMENTAL COMPLEXITY ON THE ROLE OF MEDIAL AND LATERAL ENTORHINAL CORTEX IN SPATIAL AND NON-SPATIAL INFORMATION PROCESSING IN RATS. RODO - SARGOLINI - SAVE</i>	119

# SCIENTIFIC ADVISORY BOARD

chaired by

**Pierre Steiner**

CRED, laboratoire Costech EA223, Sorbonne Universités,  
Université de Technologie de Compiègne.

CHAUVIN ROSELYNE - DONDERS CENTRE FOR COGNITIVE  
NEUROIMAGING. DONDERS INSTITUTE.

COLLINS THÉRÈSE - LABORATOIRE DE PSYCHOLOGIE DE LA  
PERCEPTION, UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES CNRS.

COLLOMB CLÉO - LABORATOIRE COSTECH EA223, SORBONNE  
UNIVERSITÉS, UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE.

COUPE CHRISTOPHE - LABORATOIRE DYNAMIQUE DU LANGUAGE UMR  
5596, INSTITUT DES SCIENCES DE L'HOMME, UNIVERSITÉ LYON 2 CNRS.

DANJOU CHRISTOPHE - LABORATOIRE ROBERVAL UMR 7337,  
SORBONNE UNIVERSITÉS, UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE.

GUNNAR DECLERCK - LABORATOIRE COSTECH EA223, SORBONNE  
UNIVERSITÉS, UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE.

DESCHAMPS LOIC - LABORATOIRE COSTECH EA223, SORBONNE  
UNIVERSITÉS, UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE.

DUYCK MARIANNE - LABORATOIRE DE PSYCHOLOGIE DE LA  
PERCEPTION, UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES CNRS.

GUERRA ANDREA LUIGI - LABORATOIRE COSTECH EA223, SORBONNE  
UNIVERSITÉS, UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE.

HAINSELIN MATHIEU - CRP-CPO EA 7273, UFR SHS PHILOSOPHIE  
UNIVERSITÉ DE PICARDIE JULES VERNE.

MANOUSOS KLADOS - MAX PLANCK INSTITUTE FOR HUMAN COGNITIVE  
& BRAIN SCIENCES, RESEARCH GROUP FOR NEUROANATOMY & CONNECTIVITY.

LEMONNIER SOPHIE - LABORATOIRE DE PSYCHOLOGIE ET NEURO-  
COGNITION UMR 5105, UNIVERSITÉ PIERRE MENDÈS CNRS.

LENAY CHARLES - LABORATOIRE COSTECH EA223, SORBONNE  
UNIVERSITÉS, UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE.

LAURENCE LONGO - UNITÉ DE RECHERCHE L1LPA - COMPOSANTE FDT,  
UNIVERSITÉ DE STRASBOURG.

MAYER JEAN PAUL - INSTITUT DE LINGUISTIQUE, FACULTÉ DE LETTRES,  
UNIVERSITÉ DE STRASBOURG.

MILTON HELENA - EVOLUTION, COGNITION AND CULTURE TEAM,  
LABORATOIRE DYNAMIQUE DU LANGUAGE (DDL), UNIVERSITÉ LYON 2 CNRS.

PAJANI AURÉLIANE - ECOLE NORMALE SUPERIEURE ENS.

PRIOT ANNE-EMMANUELLE - IRBA, INSTITUT DE RECHERCHE BIO-  
MÉDICALE DES ARMÉES.

ROMINA RINALDI - SERVICE DE PSYCHOLOGIE COGNITIVE ET  
NEUROPSYCHOLOGIE, UNIVERSITÉ DE MONS,

SIMOES LOUREIRO ISABELLE - SERVICE DE PSYCHOLOGIE  
COGNITIVE ET NEUROPSYCHOLOGIE, UNIVERSITÉ DE MONS,

VALLUY JEROME - LABORATOIRE COSTECH EA223, SORBONNE  
UNIVERSITÉS, UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE.



# ORGANIZING COMMITTEE BOARD

co-chaired by

**Andrea Luigi Guerra** Costech EA223, Sorbonne Universités, UTC

**Romain Rouyer** FRESCO, Ecole Nationale Supérieure

## ASSISTANT CONFERENCE CHAIR

CHAUVIN ROSELYNE - FRESCO

NATHALIE SCHNURIGER - CENTRE D'INNOVATION - SORBONNE UNIVERSITÉS - UTC

## CONFERENCE SECRETARIES

CHRISTINE DEVAUX - COSTECH EA223 - SORBONNE UNIVERSITÉS - UTC

AURELIE PITON - CENTRE D'INNOVATION - SORBONNE UNIVERSITÉS - UTC

FOUZIA ZITOUNI - CENTRE D'INNOVATION - SORBONNE UNIVERSITÉS - UTC

## SPECIAL THANKS TO:

THE SCIENTIFIC ADVISORY BOARD, IN PARTICULAR ITS PRESIDENT PROF. PIERRE STEINER. THANK YOU SO MUCH FOR YOUR GREAT WORK!

AMANDINE GIRÈME, MARIANNE DUYCK, PAUL ECOFFET, AURELIANE PAJANI AND ALL THE MEMBER OF FRESCO ACROSS FRANCE.

MARINA BRUNEAU, SOPHIE BRUNIAUX, SARAH LEGUENIC, AND ALL THE RED<sup>2</sup> ASSOCIATION.

ANTHONY NICOLAS, GUILLAUME COURVOISIER AND ALL DOC'UP.

ALL THE CRED GROUP OF THE COSTECH LABORATORY.

LAST BUT NOT LEAST, ALL THE PARTICIPANTS TO CJCSC'15. WITHOUT YOU NOTHING WOULD HAVE BEEN POSSIBLE.

PIERRE STEINER - COSTECH EA223

## FOREWORD BY THE PRESIDENT OF THE SCIENTIFIC ADVISORY BOARD

*La publication de ces actes du 9ème colloque « Jeunes chercheurs en sciences cognitives » vient couronner l'organisation remarquable de cet événement par la FRESCO, en association avec le laboratoire COSTECH (UTC). Au nom du comité scientifique de ce colloque, et au nom de l'équipe de recherche CRED au sein du laboratoire COSTECH, je tiens à exprimer à nouveau notre joie et notre fierté d'avoir accueilli le renouveau de ce colloque, après cinq années d'interruption. À ma connaissance, ce colloque demeure l'un des rares colloques en France qui concernent les sciences cognitives dans leur généralité et dans leur interdisciplinarité. Ce peut être un motif d'inquiétude concernant l'état actuel de la communauté des sciences cognitives en France, mais il est encourageant de voir que ce souci de généralité et d'interdisciplinarité est porté et valorisé par des jeunes chercheurs, et donc par une nouvelle génération.*

*Je voudrais vous présenter en quelques mots la principale structure de recherche qui a accueilli ce colloque à Compiègne : le laboratoire COSTECH. COSTECH signifie « Connaissances, organisations et systèmes techniques ». Créé en 1993, il s'agit d'un laboratoire de SHS : philosophie, économie, sciences de l'information et de la communication, psychologie, sciences de gestion, sciences sociales,... L'ambition du laboratoire est de développer une recherche interdisciplinaire sur les relations entre homme, technique et société : comment le fait technique constitue-t-il et modifie-t-il nos manières d'interagir, de gouverner, de communiquer, de connaître ou encore de percevoir? Nous pensons qu'un travail sur cette question nécessite une interdisciplinarité forte, mais aussi une posture singulière par rapport à la technique : non pas de surplomb ou d'abstraction, mais de pratique engagée, mettant à l'épreuve nos modèles et hypothèses dans des réalisations techniques, organisationnelles et sociales. L'équipe est ainsi engagée dans de nombreux projets de terrain ou de développements technologiques : démocratie électronique, développement de systèmes de suppléance perceptive, management des connaissances et des intangibles, pilotage des risques et développement durable,...*

*COSTECH est composé de trois groupes de recherche : l'un de ces groupes, le CRED (Cognitive Research and Enaction Design), est un acteur important dans le paysage des sciences cognitives en France. Anciennement « PHITECO » (pour Philosophie, technologie, cognition) et « GSP » - pour « Groupe Suppléance Perceptive » -, le CRED réunit des psychologues, philosophes, historiens, linguistes, épistémologues et des ingénieurs, qui travaillent sur la constitutivité technique de la cognition humaine. Comment les systèmes techniques – l'écriture, les prothèses perceptives, l'informatique... - constituent-ils et modifient-ils nos manières de percevoir, d'apprendre, de penser et d'interagir, si bien que toute transformation technologique s'accompagne d'enjeux et de transformations au niveau de notre expérience cognitive, individuelle et collective ?*

*Cette question se travaille à partir de la philosophie, mais aussi à partir de l'expérimentation et du développement technique : sur un plan expérimental et technique, il s'agit principalement de concevoir (au sens du design) et de réaliser des dispositifs de suppléance perceptive (par exemple : systèmes de reconnaissance de formes et communication par le toucher), parfois à destination de publics particuliers (aveugles), et d'étudier les modalités d'appropriation, individuelle et collective, de ces dispositifs : nos travaux philosophiques sur la perception et les interactions techniquement médiatisées, et ces travaux expérimentaux (psychologie) se nourrissent et s'enrichissent mutuellement.*

*Ce travail prend sens, pour nous, à partir d'une théorie de la cognition que nous continuons de développer depuis plus de 20 ans : l'énaction. L'énaction vise à définir l'expérience cognitive non pas comme une représentation du monde ou comme un procédé computationnel, mais comme ce qui advient au sein d'un couplage structurel entre un organisme vivant et son environnement, à partir de modalités sensori-motrices, sémiotiques, interactionnelles, mais aussi technique. La prise en compte des dimensions techniques et sociales de la cognition appelle une reconfiguration de l'interdisciplinarité des sciences cognitives.*

*Comment penser et pratiquer une interdisciplinarité qui ne se contente pas d'être une simple juxtaposition de disciplines et de savoirs autour d'un même objet, mais qui s'accompagne de l'émergence de nouveaux types de discours et de pratiques ? C'est ce que nous travaillons dans une université d'ingénieurs, et nous sommes heureux que cette question des transformations et du déploiement de l'interdisciplinarité en sciences cognitives ait ici réuni de jeunes chercheurs.*

*Je souhaiterais, pour conclure, saluer le travail absolument remarquable qu'a mené Andrea Guerra (COSTECH – FRESCO) pour l'organisation de ce colloque : infrastructures, subsides, ressources humaines, communication, social events, contacts scientifiques et partenariaux,... Sans son énergie, son enthousiasme et sa détermination, il est peu probable que ce colloque eut été une telle réussite. Plus généralement, je remercie l'ensemble des personnes qui ont été mobilisées lors de la préparation et du déroulement de ce colloque : la FRESCO, les relecteurs du comité scientifique, les conférenciers invités, les étudiants de l'UTC et, last but not least, les jeunes chercheurs eux-mêmes.*

*Pierre Steiner*

ROMAIN ROUYER - PRESIDENT OF FRESCO IN 2015

## FOREWORD BY THE PRESIDENT OF THE FRESCO

*J'ai eu le plaisir de co-organiser le 9ème Colloque des Jeunes Chercheurs en Sciences Cognitives, qui s'est tenu à l'Université Technologique de Compiègne les 3, 4 et 5 juin 2015. La publication des actes vient conclure cet événement permettant de mettre en avant le dynamisme, la créativité et la qualité des travaux de recherche des étudiants et jeunes chercheurs en Sciences Cognitives.*

### **Un événement bisannuel qui n'avait pas eu lieu depuis 2009**

*Le Colloque des Jeunes Chercheurs en Sciences Cognitives, aussi appelé « CJC-SC », était initialement organisé tous les deux ans entre 1995 et 2009, à tour de rôle par les associations étudiantes du réseau de la Fresco (fédération française des étudiants et jeunes actifs en sciences de la cognition).*

*Sous l'impulsion d'un groupe d'étudiants de l'Université Technologique de Compiègne, brillamment mené par Andréa Guerra et le bureau de la Fresco, présidé par Aureliane Pajani, nous nous sommes lancé le défi de renouveler cet événement unique et original en France, au cours de l'année 2014.*

*Reprendre une telle organisation et coordination a demandé beaucoup d'énergie et de patience. C'est finalement en 2015, avec le bureau de la Fresco présidé par moi-même et en étroite association avec le laboratoire COSTECH (UTC), que nous avons été en mesure de fixer une date pour annoncer les appels à communication et contribution à l'échelle nationale.*

*Le CJC-SC se veut avant tout un lieu d'échange scientifique ouvert à tous les étudiants et jeunes chercheurs en sciences cognitives, pour lesquels il constitue une première opportunité de présenter leurs travaux. Du Master au post-doctorat, nous avons accueilli 28 personnes, à un prix souhaité accessible, dans une ambiance à la fois sérieuse et décontractée propice aux échanges. Le CJC-SC a accueilli aussi des industriels, et il était ouvert gratuitement au public.*

## La thématique 2015 :

### "Inter-trans-pluridisciplinarité des Sciences Cognitives"

*Les Sciences Cognitives sont d'essence pluridisciplinaires. Le thème choisi pour la relance du colloque est volontairement large, afin d'encourager la plus grande diversité des contributions pour mettre en valeur la richesse des domaines touchés. Les étudiants et jeunes chercheurs sont également au premier plan de cette diversité et variété des sous-domaines que cela représente, permettant de faire valoir et accroître la largeur des connaissances.*

*Dans un contexte sociétal où nous parlons ouvertement d'« Open Sciences », « Open Access » et « Open innovation », nous avons jugé important et essentiel de véhiculer ces nouvelles valeurs, en regroupant quatre types d'acteur historique :*

- *La constitution du Comité Scientifique, présidé par Pierre Steiner (COSTECH, CRED), et du Comité de Relecture,*
- *Les associations et projets de la Fresco, administrés par des étudiants et pour les étudiants. Des ateliers et animations ont notamment été organisés autour de la vulgarisation des travaux de recherche,*
- *De plus, le colloque c'est ouvert au monde de l'entreprise, pour démontrer toutes les applications possibles et tisser des liens avec la recherche,*
- *Enfin, cette année, nous avons eu l'opportunité de mettre en place des collaborations internationales, notamment avec nos homologues Portugais (ENCODS) et Néerlandais (Donders Discussions). Ce premier échange a permis de valoriser les meilleurs articles et présentations orales, pour permettre aux lauréats d'assister aux colloques internationaux.*

## Le CJC-SC à l'origine de la fédération française

*Je me permets, avant de conclure, de situer le rôle et l'apport historique de la Fresco, depuis son origine étroitement liée au colloque.*

*En effet, l'ouverture, dans les années 1990, des premières formations en Sciences Cognitives en France a entraîné la création de plusieurs associations régionales d'étudiants et de jeunes chercheurs. L'Asco, à Bordeaux, est créé en 1994, Estigma, à Lyon en 1996, Ekos, à Nancy, en 1997 et Cognivence, à Paris, en 1998.*

*Rapidement, un réseau associatif s'est tissé à l'échelle nationale autour du projet du Colloque des Jeunes Chercheurs en Sciences Cognitives (CJC-SC), et l'idée de se rassembler au sein d'une fédération nationale afin de faire perdurer ces liens est née.*

*C'est lors de la cinquième édition du CJC-SC que les représentants des associations régionales ont décidé de mettre en place la Fresco, une association loi de 1901, dont la création a été officialisée lors de l'Assemblée Générale Constitutive du 28 novembre 2003.*

*Elle a pour ambition d'entretenir la dynamique associative à l'échelle nationale, de donner une visibilité aux associations régionales et de faciliter le développement de projets inter-associatifs.*

*Plus de dix années après, le réseau de la Fresco a maintenu son objectif et rassemble aujourd'hui huit associations et deux projets :*

- *Ascoergo : association des étudiants en Sciences Cognitives et Ergonomie de Bordeaux (anciennement Asco)*
- *Cognivence : association des étudiants en Sciences Cognitives d'Ile de France*
- *Ekos : association des étudiants en Sciences Cognitives de Nancy*
- *Estigma : association des étudiants et jeunes chercheurs en Sciences Cognitives de Lyon*
- *Escape : association des étudiants en Neurosciences de l'Université de Provence (anciennement Accion)*

- *InCOGnu : association des étudiants et jeunes chercheurs en Sciences Cognitives de la région Toulousaine*
- *CogniScienceS : Journal trimestriel des Sciences Cognitives*
- *CogInnov : valorisation de la recherche en Sciences Cognitives auprès des entreprises et du grand public*
- *CogLab : laboratoire d'exploration des Sciences Cognitives au croisement de la Philosophie DIY, l'Open Science et le transmédia*
- *CogniJunior : Projet de vulgarisation scientifique sur les sciences cognitives à destination des enfants*

*Pour valoriser le réseau, de nombreux outils et moyens sont employés, notamment en collaboration avec le RISC (Relai d'Information sur les Sciences de la Cognition, CNRS), la Fondation Cognition et l'ARCo (Association pour la Recherche sur les sciences de la Cognition) éditrice de la revue Intellectica, constituant les principaux partenaires de la Fresco. Un suivi des anciens étudiants sur un réseau Alumni est également assuré.*

*Des événements nationaux et annuels entretiennent cette dynamique.*

*Le plus emblématique étant le Forum des Sciences Cognitives organisé par l'association Cognivence à Paris, rassemblant tous les acteurs en Sciences Cognitives et résolument tourné vers le grand public. Depuis 2012, la Fresco y expose la collection du Musée des Sciences Cognitives, un projet qu'elle développe pour archiver et valoriser le patrimoine historique du domaine.*

*En partenariat avec Incognu et Les Chemins Buissonniers, la Fresco soutient également le Cerveaurium. Il s'agit d'une expérience immersive permettant de visualiser l'activité cérébrale d'une personne sous forme d'animations et de sons, projetés en temps réel sur un écran hémisphérique.*

*Enfin, chaque année, deux événements adressés spécifiquement aux associations sont organisés pour favoriser les rencontres et imaginer de nouveaux projets inter-associatifs. Il s'agit du Week-End de Réflexion et d'Echange (WE ARE) et du Week-End d'Automne de la Fresco (WAF), généralement situés et co-organisés avec une association locale. Ce sont des week-ends de cohésion autour d'activités ludiques et*



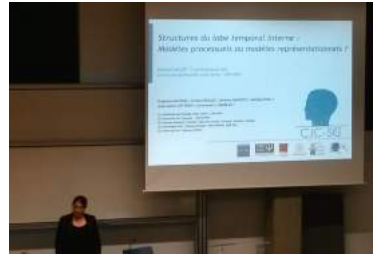
*scientifiques informelles, où tous les étudiants et jeunes actifs en Sciences Cognitives sont appelés à se rencontrer.*

*Je souhaiterais, pour conclure, remercier l'ensemble des acteurs : associations, laboratoires, universités, entreprises, services publics et autres partenaires internationaux qui ont permis de relancer ce colloque, qui je l'espère sera maintenu pour répondre aux attentes des étudiants et jeunes chercheurs en Sciences Cognitives.*

*Je tiens particulièrement à saluer le travail de l'équipe opérationnelle, notamment Andrea Guerra (COSTECH), Nathalie Schnuriger (Sorbonne, UTC) et Roselyne Chauvin (Fresco, Donders Institute) pour leur énergie, enthousiasme et détermination exemplaire.*

*Et plus généralement, toutes les personnes qui ont été mobilisées durant plusieurs semaines : la Fresco, le comité scientifique, le comité de relecture, les conférenciers, les associations et l'ensemble des participants.*

*Romain Rouyer*



# ARTICLES



## CJC-SO'15

Best Paper

*Training Users' Spatial Abilities to Improve Brain-Computer Interface Performance: A Theoretical Approach* - Camille Jeunet

Best Oral Presentation (ex-aequo)

*Le QI est-il l'outil idéal pour identifier les enfants à haut potentiel intellectuel ?* - Alexandre Aubry

*Utilisation de la conception centrée utilisateur dans les applications pour les enfants avec troubles du spectre autistique* - Cécile Magnier

## TABLE ON CONTENTS - ARTICLES

<i>IS IT FEATURAL OR HOLISTIC? WHICH TYPE OF VISUAL INPUT FACILITATES SPEECH PERCEPTION BEST?</i> <b>ERJAVEC - LEGROS</b>	18
<i>GESTUELLE DE LA LANGUE DES SIGNES, POINT DE VUE EN PREMIÈRE PERSONNE</i> <b>DANET - BOUTET - LENAY - GAPENNE</b>	23
<i>UTILISATION DE LA CONCEPTION CENTRÉE UTILISATEUR DANS LES APPLICATIONS POUR LES ENFANTS AVEC TROUBLES DU SPECTRE AUTISTIQUE VERS DES OUTILS D'INCLUSION EN CLASSE ORDINAIRE</i> <b>MAGNIER. FAGE - ETCHEGOYHEN - CONSEL - SAUZÉON</b>	27
<i>LE QI EST-IL L'OUTIL IDÉAL POUR IDENTIFIER LES ENFANTS À HAUT POTENTIEL INTELLECTUEL ?</i> <b>AUBRY - BOURDIN</b>	33
<i>PARCOURS ATTENTIONNEL ET RÉGULARITÉS VISUO-SPATIALES DANS L'ÉCRITURE.</i> <b>DOAN - GAPENNE - STEINER - BOUTET</b>	41
<i>LIENS ENTRE HABILITÉS LINGUISTIQUES ET SOCIALES CHEZ LES SYNDROMES DE WILLIAMS.</i> <b>TOUCHET - VANDROMME - IBERNON</b>	47
<i>STRUCTURES DU LOBE TEMPOREL INTERNE : MODÈLES PROCESSUELS OU MODÈLS REPRÉSENTATIONNELS ?</i> <b>LACOT - PARIENTE - VAUTIER - PUEL - KOHLER - LOTTERIE - BARBEAU</b>	54
<i>LA MÉMOIRE PROSPECTIVE EST INFLUENCÉE PAR LA VALENCE ÉMOTIONNELLE MAIS PAS PAR L'ÂGE.</i> <b>BLONDELLE - QUAGLINO - VOISIN - HAISELIN - BRESSOUS</b>	60
<i>QUANTIFIER SCOPE: A FORMAL AND EXPERIMENTAL STUDY.</i> <b>CAPELIER-MOURGUY - BLANCHE - RETORÉ - PRÉVOT</b>	67
<i>ORGANISATION EN MÉMOIRE D'UNE FORME PARTICULIÈRE DE CONNAISSANCES : L'AMORÇAGE ÉMOTIONNEL</i> <b>CERROTTI - QUAGLINO</b>	70
<i>TRAINING USERS' SPATIAL ABILITIES TO IMPROVE BRAIN-COMPUTER INTERFACE PERFORMANCE: A THEORETICAL APPROACH.</i> <b>JEUNET</b>	76
<i>SOCIABILITÉ SPATIALE : COMMENT LA RELATION SOCIALE ÉVOLUE EN FONCTION DE LA PERCEPTION DE L'ESPACE D'INTERACTION.</i> <b>FOURNET</b>	82
<i>DENSE EEG AND DYNAMICS OF COGNITIVE BRAIN NETWORKS.</i> <b>HASSAN - WENDLING</b>	85
<i>ETUDE DE L'ATTENTION CONJOINTE CHEZ L'ENFANT AVEC TROUBLE DU SPECTRE AUTISTIQUE (TSA).</i> <b>CILIA - DESCHAMPS - VANDROMME</b>	90
<i>CROISEMENT PERCEPTIF ET MONDE COMMUN.</i> <b>DESCHAMPS - LENAY - ROVIRA - VANDROMME</b>	94
<i>BESOINS D'ASSISTANCE TECHNOLOGIQUE PAR DES PERSONNES ÂGÉES ET LEURS AIDANTS.</i> <b>DUPUY - SAUZEOUN - CONSEL</b>	100

# IS IT FEATURAL OR HOLISTIC? WHICH TYPE OF VISUAL INPUT FACILITATES SPEECH PERCEPTION BEST?

ERJAVEC Grozdana  
Laboratory CHART  
University of Paris VIII  
Saint-Denis, France  
[grozdana.erjavec@etud.univ-paris8.fr](mailto:grozdana.erjavec@etud.univ-paris8.fr)

LEGROS Denis  
Laboratory CHART  
University of Paris VIII  
Saint-Denis, France  
[legrosdenis@yahoo.fr](mailto:legrosdenis@yahoo.fr)

*Abstract — While speech perception is well-known to be multimodal, resulting from a fusion between visual and acoustic information, the goal of the present study was to explore the contribution of holistic (whole-face) and featural (mouth-only) visual input to speech perception. Sixteen adult participants were asked to repeat mildly and strongly acoustically degraded syllables presented in audio-only (AO), audio-visual whole face (AVF), and two audio-visual mouth conditions within which one contained high contrast regions (AVM-W) and the other did not (AVM-E). Participant's correct repetitions and fixations duration in the talker's oral area were analyzed to find that the featural AVM-E format was the most facilitative of perception of phonological information. This was also the format that yielded the longest fixations durations in the talker's oral region. The results are interpreted in line with a possible association between speech and face processing.*

**Keywords— audio-visual speech perception, noise degradation paradigm, eyetracking, featural processing, holistic processing, adults**

## I. INTRODUCTION

Over the last seven decades, research on speech processing has well established that visual information plays an important role in speech perception. Firstly, visual information has a facilitative effect on speech perception under conditions in which the auditory input is degraded (e.g., [1], [2], [3]). Secondly, speech perception appears to be multimodal in its nature, resulting from the fusion between auditory and its corresponding visual input [4].

One of the problematics in multimodal speech perception research is to establish the nature of visual input (featural mouth-only vs holistic full face displays) that facilitates best speech perception in noise. On one hand, some studies provide evidence for a possible holistic nature of visual speech cues processing either by finding a facial inversion effect [5], [6] or by observing an activation of fusiform gyrus in multimodal speech perception in noise [7]. On the other hand however, studies comparing subjects' performance in multimodal speech perception under whole-face and mouth-only visual conditions yield divergent results. Indeed, if some of these studies found the whole-face displays as being the most facilitating of speech perception [8], [9], others found no differences in subjects' performance between holistic and featural visual input conditions [10], [11], [12].


According to Thomas and Jordan [12], the reasons for the discrepancies in these results are due to the differences in the featural visual information format which firstly, contained areas not strictly confined to the mouth of the talker in some studies and, secondly, was often obtained by covering irrelevant regions of talker's face with high-contrast mask. Yet high contrast regions present in visual stimuli could have affected attentional processing either by diverging viewer's gaze from the exposed mouth area to the occluded areas or, in the contrary, by attracting viewer's attention to the exposed mouth area. The goal of our study was to address the exposed issue by taking into account both subjects' verbal performance and eye movement behavior in conditions containing holistic visual input and featural visual input with and without high contrast areas.

## II. METHOD

### A. Participants

Sixteen adults (age range: 18-40; mean age: 25.13; SD: 6.57) with no reported psychiatric and/or neurological disorders and either normal or corrected to normal vision, as well as normal hearing capacities participated in the study. They were all native speakers of French.

### B. Stimuli

Critical trial stimuli consisted of 16 consonant-vowel syllables (/ba/, /da/, /fa/, /ga/, /ka/, /la/, /ma/, /na/, /pa/, /ʁa/, /sa/, /ʃa/, /ta/, /va/, /za/, /ʒa/). They were presented under one audio-only (AO) and three audio-visual conditions which differed in the format of visual input presentation: audio-visual face format (AVF), audio-visual mouth “extraction” format (AVM-E) (with no high-contrast areas) and audio-visual mouth “window” format (AVM-W) (with high contrast areas between the talker’s mouth and the rest of facial context which was occluded by a high-contrast mask). Two demonstration trial stimuli, (/oua/ and /a/), were also included in the study. They were presented under the same conditions as the critical trial stimuli. L’IRP évaluerait les aptitudes Gv et Gf [10]. Cet indice est composé de 3 épreuves : l’épreuve Cubes évaluant l’aptitude Gv et les épreuves Identification de Concepts et Matrices pour l’aptitude Gf. L’épreuve Matrices est, en moyenne, mieux réussie chez les enfants HPI [9], [11]. Elle tendrait également à contribuer le plus à l’estimation du facteur g dans cette population atypique [11]. L’IMT correspond à une estimation de l’aptitude Gsm [10]. Cet indice est composé de 2 épreuves : Mémoire des Chiffres et Séquence Lettres-Chiffres. Ces épreuves ont pour ambition d’évaluer les capacités de la mémoire de travail. Chez les enfants HPI, cet indicateur reste légèrement au-dessus de la moyenne [2]. In addition to different visual presentation


conditions, the stimuli were presented in two auditory conditions which differed in the level of signal’s degradation by noise: In the signal to noise ratio -6 (SNR-6) the purple noise covering the signal was of 6 dB stronger than the signal and in the SNR-12 condition the difference in decibels between the noise and the signal was of 12.

All the videos were of 2 seconds length. Within each, the target syllable of approximately 1 second length was centered.

### C. Procedure

The participants’ task was to repeat, as it was perceived, each critical trial stimulus. For this purpose, an inter-stimuli interval of 2 seconds was included in the stimuli presentation.

The stimuli were presented in blocks, each corresponding to one of 4 overall presentation conditions. Each block contained two sub-blocks which corresponded to auditory degradation conditions. For half of the participants each block started with low degradation sub-block and, for the other half, with high degradation sub-block. The order of stimuli presentation within each sub-block was random. The order of the four blocks was partially counterbalanced in such a way that each condition was preceded and followed at least once by every other condition, which resulted into four different condition orders. Four participants were assigned to each order of block presentation. In the experiment, the eye movement behavior of participants was recorded with the Tobii 1750 eye-tracker.

In addition to the critical trials, the experiment started with a demonstration of experimental material: the syllables /oua/ and /a/ were presented in all eight conditions (audio-visual presentation X level of auditory degradation).

## III. RESULTS

For the verbal data, the differences in the correct repetitions between the audio-only and each audio-visual condition, also known as audio-visual

(AV) gain, and for eye movement data, the fixations duration in the mouth area of the talker were taken into account. Both types of data were submitted to a Signal to Noise Ratio x Visual Information Format (2x3) within-subject analysis of variance.

#### A. Mean percentage of AV gain

The main effect was significant for both factors, SNR ( $F(1,15)=9.741$ ;  $p<0.070$ ;  $\eta^2 p.=0.394$ ) and Visual Information Format ( $F(2,30)=4.577$ ;  $p<0.020$ ;  $\eta^2 p.=0.234$ ). The AV gain was greater in the SNR-12 condition, and lower in the AVF format condition as opposed to the to the AVM-E format ( $t(31)=-3.572$ ;  $p<0.001$ ) and the AVM-W format ( $t(31)=-2.784$ ;  $p<0.009$ ). The interaction effect was significant as well ( $F(2,30)=8.316$ ;  $p<0.002$ ;  $\eta^2 p.=0.357$ ). At the SNR-6, the AVM-E format yield the best performances with the other two formats being somehow comparable (AVM-E vs AVM-W ( $t(15)=2.449$ ;  $p<0.027$ ) and AVM-E vs AVF ( $t(15)=3.000$ ;  $p<0.009$ )). At the SNR-12 condition subjects did better with the AVM-W than the AVF format ( $t(15)=4.044$ ;  $p<0.001$ ). No difference was found at this level between both featural formats. (See Figure 1 for a graphical representation of results.)

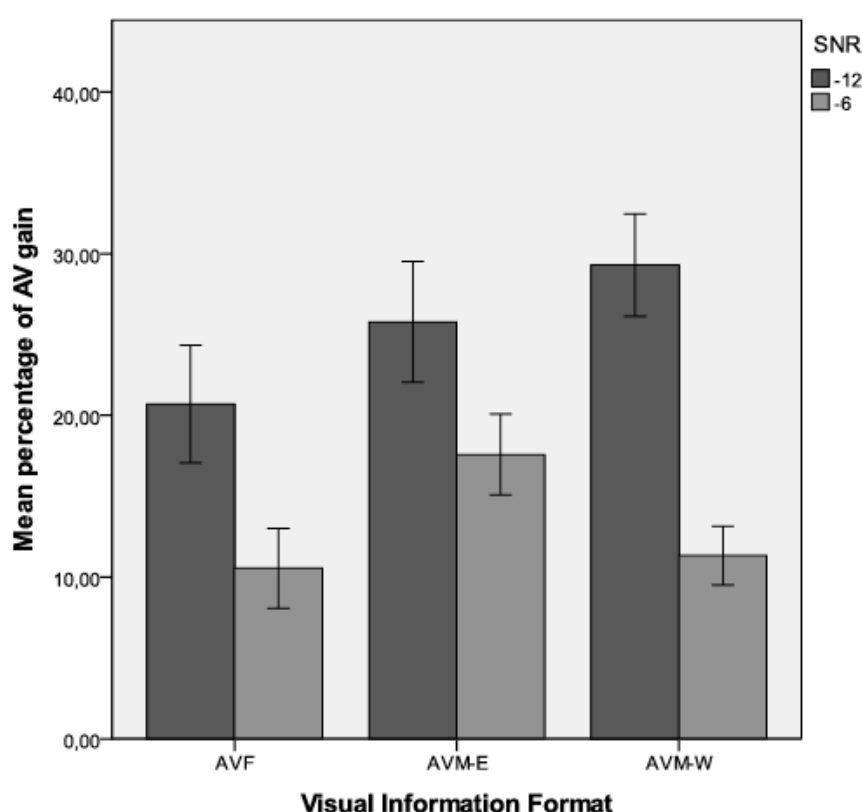


Figure 1. Mean percentage of AV gain with the AVF, the AVM-E and the AVM-W formats under the two SNR conditions. (The bars are representing standard error.)

#### B. Fixations duration in the talker's mouth area

Only the main effect of Visual Information Format was found to be significant ( $F(2,30)=7.193$ ;  $p<0.009$ ;  $\eta^2 p.=0.643$ ). Overall, subjects' fixations in the talker's mouth area were longer in the AVM-E format than in the AVF ( $t(31)=-3.774$ ;  $p<0.001$ ) and the AVM-W format ( $t(31)=5.284$ ;  $p<0.001$ ) conditions. The difference between the AVF and AVM-W was also significant with the benefit for the AVF condition ( $t(31)=2.304$ ;  $p<0.028$ ). (See Figure 2 for a graphical representation of results.)

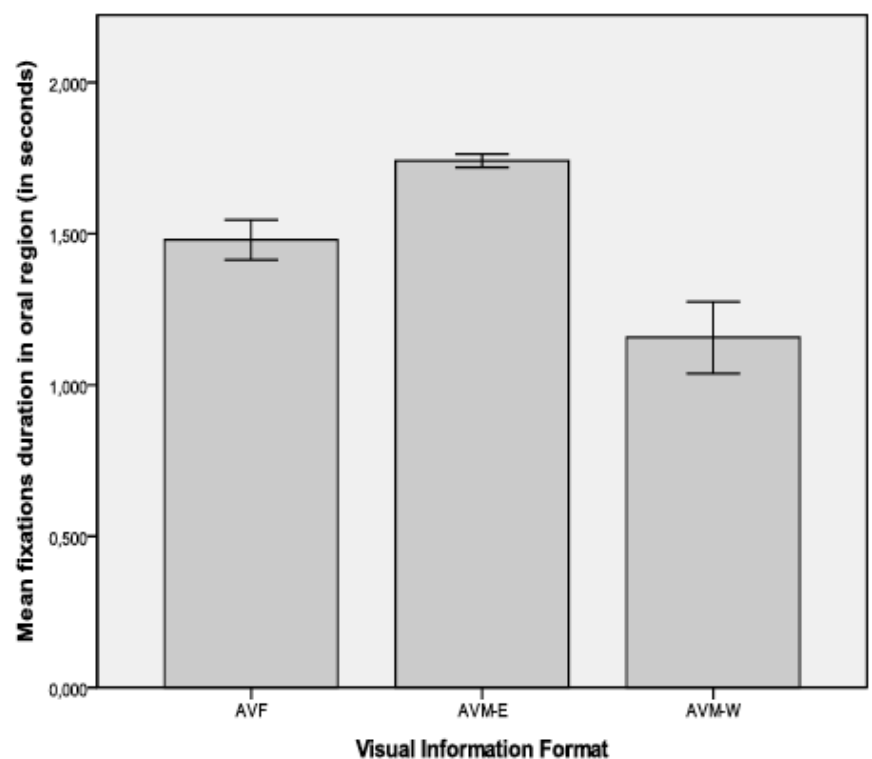


Figure 2. Mean fixations duration in the talker's oral area under the three Visual Information Format conditions. (The bars are representing standard error.)

## IV. DISCUSSION

While expecting to find that holistic facial information would be the most facilitative of audio-visual speech perception in noise, our results surprisingly suggest that this hypothesis is

to be rejected. Such results are however somehow in line with those obtained by Thomas and Jordan [12]. These authors also tested the efficiency of whole face and featural mouth only format containing no high contrast areas and found a tendency, although not significant, towards the featural format being more advantageous for speech perception. Since Thomas and Jordan [12] used words as their experimental stimuli participants' lexical knowledge could have constituted a factor that masked a possibly significant effect of information presentation format. In our study, on the contrary, the stimuli used contained minimal lexical information and participants' task was mainly of phonological nature – detecting the first consonant of a consonant-vowel syllable for the vowel was maintained fixed across all stimuli. Thus, it seems that when it comes to audio-visual processing of speech production in its phonological aspect alone, featural mouth only format of visual information presentation containing no high contrast areas (AVM-E condition) allows the viewer to focus his/hers visual attention on the oral region and facilitates best speech perception. While featural mouth-only window (AVM-W) format attracted visual attention focus less on the mouth than the AVM-E format, it allowed a successful encoding of phonological speech information especially in a condition with a high cognitive load on such processing (SNR-12 condition). Finally, while visual attentional focus on oral region was comparable to that in the AVM-W condition, the full face (AVF) holistic format yield the lowest AV gain overall. In line with previous studies which found an association between audio-visual speech perception and face processing, one might suggest that face processing, in which we are highly specialized as extremely social beings, could have interfered with processing of phonological information relative cues. As such, the results of present study offer numerous possibilities for further research on problematics in line with normal development

(children are known to be less efficient in holistic face processing than adults) as well as pathological developmental conditions (particularities in face processing are a well-known feature in autism). The interpretation of the results would also greatly benefit from a study of patterns of neural activity underlying the processing induced by each visual format with a special attention of the activity in the region highly specialized for face processing, the right fusiform gyrus.

## RÉFÉRENCES

- [1] Binnie, C. A., Montgomery, A. A. and Jackson, P. L., “Auditory and visual contributions to the perception of consonants”, *J. Speech Hear. Disord.*, vol. 17, pp. 619-630, December 1974.
- [2] Eramudugolla, R., Henderson, R. and Mattingley, J. B., “Effects of audio-visual integration on the detection of masked speech and non-speech sounds”, *Brain Cognition*, vol. 75, pp. 60–66, February 2011.
- [3] Neely, K. K., “Effects of visual Factors on the intelligibility of speech”, *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 28, pp. 1275-1277, November 1956.
- [4] McGurk, H. and MacDonald, J., “Hearing lips and seeing voices”, *Nature*, vol. 264, pp. 746-748, April 1976.
- [5] Rosenblum, L. D., Yakel, D. A. and Green, K. P., “Face and mouth inversion effects on visual and audiovisual speech perception”, *J. Exp. Psychol.-Hum. Percept. Perform.*, vol. 26, pp. 806-819, April 2000.
- [6] Thomas, S. M. and Jordan, T. R., “Determining the influence of gaussian blurring on inversion effects with talking faces”, *Percept. Psychophys.*, vol. 64, pp. 932-944, August 2002.

[7] Kawase, T., Yamaguchi, K., Ogawa, T., Suzuki, K., Suzuki, M., Itoh, M., Kobayashi, T. and Fujii, T., “Recruitment of fusiform face area associated with listening to degraded speech sounds in auditory–visual speech perception: A PET study”, *Neurosci. Lett.*, vol. 382, pp. 254-258, July 2005.

[8] Greenberg, H. J., and Bode, D. L., “Visual discrimination of consonants”, *J. Speech Hear. Res.*, vol. 11, pp. 869-874, December 1968.

[9] IJsseldijk, F. J., “Speechreading performance under different conditions of video image, repetition, and speech rate”, *J. Speech Hear. Res.*, vol. 35, pp. 466-471, April 1992.

[10] Montgomery, A. A. and Jackson, P. L., “Physical characteristics of the lips underlying vowel lipreading performance”, *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 73, pp. 2134-2144, June 1983.

[11] Stone, L., “Facial clues of context in lip reading”, Los Angeles: John Tracy Clinic, 1957.

[12] Thomas, S. M. and Jordan, T. R., “Contributions of oral and extraoral facial movement to visual and audiovisual speech perception”, *J. Exp. Psychol.-Hum. Percept. Perform.*, vol. 30, pp. 873-888, October 2004.



# GESTUELLE DE LA LANGUE DES SIGNES, POINT DE VUE EN PREMIÈRE PERSONNE

DANET Claire  
COSTECH Université Technologique de Compiègne  
Compiègne, France  
[claire.danet@utc.fr](mailto:claire.danet@utc.fr)

LENAY Charles  
COSTECH Université Technologique de Compiègne  
Compiègne, France  
[charles.lenay@utc.fr](mailto:charles.lenay@utc.fr)

BOUTET Dominique  
UMR SFL, Structures Formelles du Langage,  
CNRS & Université Paris 8, Université Evry Val d'Essonne  
France  
[dominique\\_jean.boutet@orange.fr](mailto:dominique_jean.boutet@orange.fr)

GAPENNE Olivier  
BMBI Université Technologique de Compiègne  
Compiègne, France  
[olivier.gapenne@utc.fr](mailto:olivier.gapenne@utc.fr)

*Résumé— Cet article expose la perspective d'engager une recherche phénoménologique en première personne afin d'approfondir nos connaissances sur la langue des signes (LS) et plus particulièrement sa gestuelle. Cette approche s'inscrit dans le cadre d'une recherche sur la création scripturale basée sur le geste. Nous commencerons par étudier ce qu'implique une écriture pour la LS, puis par une approche complémentaire de celles existantes en linguistique nous exposerons la méthode employée, ses ajustements nécessaires dus à la LS ainsi que les premières observations.*

**Mots Clés— Gestualité, expérience, entretien d'explicitation, verbalisation.**

## I. INTRODUCTION

### A. Contexte

La Langue des Signes Française (LSF), propre à la communauté sourde, est une langue analogique au monde, visuo-gestuelle et multilinéaire (permettant la communication simultanée de plusieurs informations dans l'espace), à la différence des langues vocales qui sont arbitraires, vocoacoustiques, et monolinéaires.

En raison de cette complexité, aucun système d'écriture satisfaisant n'a jusqu'ici pu être constitué [1] alors même qu'une écriture offrirait les conditions d'un enrichissement culturel sans précédent à la population concernée. On pourrait croire que le français écrit répond déjà à ce besoin. Cependant, l'accès au français représente une difficulté importante pour une majorité de sourds. Des études ont montré combien un

développement harmonieux de la conceptualisation passait par une éducation en LSF [2].

### B. Gestualité pour la création scripturale

Comment donc redonner à la main —et en particulier pour les locuteurs de LSF— son pouvoir de tracer du sens, celui-là même que les écritures des langues vocales ont conféré à la trace laissée [3][4] ?

On peut d'ailleurs remarquer que l'écriture et la langue des signes partagent les mêmes modalités visuo-gestuelles. Ces deux moyens d'expression opèrent des gestes pour inscrire des formes et la vue pour les percevoir, révélant ainsi le double lien de modalités entre la langue et sa future écriture.

C'est donc en se focalisant sur la modalité gestuelle, celle présente dans la LSF que l'on devrait trouver une source graphique pertinente pour servir de base formelle à l'élaboration d'une écriture [5]. Le geste 2D de l'acte d'écrire est ainsi rapproché au geste 3D de l'acte de signer (parler en LSF). Le couplage écriture-lecture se ferait moins avec la trace résultante qu'avec le tracé producteur.

## II. APPROCHE

### A. Recherche linguistique

Les linguistes depuis les années 1960 ont placé les gestes de communication de la communauté sourde au rang de langue [6] en justifiant d'une double articulation calquée sur la linguistique des

langues vocales. Aujourd'hui, il n'existe pas de consensus concernant la segmentation de cette langue [7].

Les modèles, notamment phonologiques, développés pour caractériser les langues des signes mettent au jour des paramètres et des traits structurant ces langues. Parmi ceux-ci, le mouvement constitue un paramètre difficile à explorer par les linguistes, mais investi d'un authentique potentiel graphique. Mais en fait est-ce qu'une décomposition, linguistique est adéquate pour saisir ce potentiel graphique ?

### B. Phénoménologie en première personne

Pour élargir le champ de la question du mouvement, notre objectif ici est d'explorer la gestuelle de la LSF sous l'angle d'une démarche phénoménologique entendue comme méthodologie descriptive en première personne [8]. Ainsi nous voulons réaliser des entretiens durant lesquels nous proposons aux personnes sourdes de faire l'expérience d'une description d'un vécu singulier lorsqu'ils signent.

Dans un premier temps, il est question de faire apparaître ce qui peut être observé avant de conduire l'étude à plus grande échelle. Cette démarche s'inscrit dans une recherche des déterminations qui porte sur un nombre limité de sujets et traite chaque occurrence élémentaire de ce sur quoi porte la recherche pour ce qu'elle est, pour sa dimension intrinsèque et dans sa singularité [9]. Cette démarche accède à « [...] une forme de modestie et de questionnement ouvert qui laisse une chance à la chose elle-même de se manifester dans sa propre nature » [9].

Dans un second temps, à l'aide d'expériences d'entretiens plus systématiques menés auprès de plus de participants, nous dégagerons les éléments à investir dans la gestuelle du futur écrit en LSF.

## III. MÉTHODE

### A. Explorer l'activité gestuelle

L'entretien doit viser à amener le locuteur à focaliser son attention sur son activité gestuelle dans sa langue, au moment où il agit comme il agit, et de le verbaliser sans passer par un niveau de justification théorique, en évitant un discours de second degré sur cette activité. Il s'agit ainsi de recueillir ce qu'il peut dire de son expérience du mouvement, dans sa dynamique, sa cinématique, son déroulé à travers ses représentations, ses perceptions sensorielles et corporelles.

Or, comme le souligne G. Rix dans son analyse des méthodes de verbalisation, les différentes méthodes existantes s'accordent sur le fait qu'« obtenir de la part de l'acteur, des verbalisations documentant son action et les connaissances qui lui sont sous-jacentes suppose de surmonter certaines difficultés. » [10]. Cela est en partie dû au fait que l'acteur n'est pas spontanément en mesure de mettre à jour toutes ses activités de chaque instant. La prise de conscience d'une expérience subjective « sa thématization descriptive, et même en amont de tout cela, son réfléchissement délibéré, ne sont ni spontanés, ni immédiats, ni directs, ni faciles ! » [11]. Ainsi la posture de ré-flexion vis-à-vis de sa propre action n'est pas naturelle —bien qu'elle soit accessible à tous— et demande un accompagnement.

L'accompagnateur quant à lui doit pouvoir d'une part guider l'attention de l'acteur dans son vécu et d'autre part apprécier les conditions de production de verbalisations documentant l'Agir, c'est-à-dire la logique de l'action, les connaissances-en-acte à l'œuvre, ainsi que la manière dont l'acteur construit et vit sa situation [10]. Pour cela il existe différentes méthodes de verbalisation de l'action.

### B. Entretien d'explicitation

Parmi ces méthodes, l'entretien d'explicitation (EdE) en psychophénoménologie élaboré par P. Vermersch s'est montré le plus adéquat pour appréhender le vécu dans toute son épaisseur,

de l'activité mentale en passant par l'imaginaire ou les aspects sensoriels et corporels qui nourrissent l'activité gestuelle du locuteur [12]. L'EdE aide la verbalisation, dans une relation de confiance (conditions éthiques), en guidant l'attention du sujet vers un moment spécifié, pour lui permettre d'être en relation intime avec ce moment vécu passé dans le mode du revécu en « position de parole incarnée » : l'évocation [13].

Cette méthode a par ailleurs été employée dans diverses recherches sur le corps en mouvement et en particulier le cas portant sur des questions de transmission de l'expérience corporelle, dans un contexte d'enseignement de la danse contemporaine [12]. Ces connaissances et le dynamisme qu'il y a autour de l'association GREX (groupe de recherche sur l'explicitation) sont également des atouts pour éclairer l'exploration de l'activité gestuelle de la langue des signes.



*Fig. 1 Exemple d'interruption de l'évocation. L'interviewée à droite de l'image est obligée de décrocher son regard pour voir l'interviewer.*

### C. Le cas de la langue des signes

La création d'un protocole d'expérience spécifique à l'objet de recherche n'a pas été si aisée. D'une part, bien que l'EdE permette une exploration fine et que la langue des signes nous donne à voir une activité gestuelle, cette dernière n'en reste pas moins un acte de parole, qui est automatique et donc délicat à mettre en évocation. D'autre part la langue des signes, à cause de sa modalité visuo-gestuelle demande un travail d'ajustement —non sans quelques difficultés— de la méthode. Diverses questions se sont posées à différentes étapes de l'EdE notamment lors de la mise en évocation (redéfinir un lexique approprié), ou lors d'interruption de celle-ci du fait de la modalité visuo-gestuelle de la langue des signes qui impose à l'interviewé de regarder l'interviewer alors que l'évocation provoque un regard sur le côté voire la fermeture des yeux "Fig 1".

Actuellement, après plusieurs entretiens nécessaires pour ajuster le protocole et la méthode, la première étape de l'étude est en cours d'analyse après avoir effectué avec deux locuteurs, un homme et une femme, deux entretiens chacun. Le premier consistait à prendre contact avec le locuteur, à établir une relation de confiance, se familiariser avec l'EdE et aborder une focalisation corporelle. Le second visait plus directement l'étude de la gestuelle de la langue des signes. Ils nous indiquent que l'énergie, la tension engagée dans le geste sont d'une part étroitement liées à l'aspect du verbe en linguistique [14] suivant la représentation du procès [15] qu'en fait le locuteur. La dynamique et la cinématique du geste varient selon que l'on considère l'action du verbe comme accomplie ou non. D'autre part les gestes exécutés sont ressentis à une amplitude réduite au niveau du sternum et se dessinent à différentes hauteurs selon la configuration des mains.

L'analyse plus poussée de ces entretiens va permettre d'orienter l'accompagnement des suivants. Réaliser un plus grand nombre

d'entretiens permettra de croiser les résultats et ainsi mettre en exergue ce qui peut être généralisé et engagé dans les futurs gestes écrits de la langue des signes.

## REFERENCES

- [1] C.S. Bianchini, Analyse métalinguistique de l'émergence d'un système d'écriture des Langues des Signes : SignWriting et son application à la Langue des Signes Italienne (LIS). Thèse de doctorat, Paris, Université Paris 8, 2012.
- [2] C. Courtin, « Lecture-écriture et développement socio-cognitif de l'enfant sourd », Les Actes de Lecture n° 80, 2002.
- [3] J. Goody, La logique de l'écriture: aux origines des sociétés humaines. Armand Colin, 1986.
- [4] C. Herrenschmidt, Les trois écritures. Langue, nombre, code. Gallimard, Paris, 2007.
- [5] R. Miletitch, R. de Courville, M. Rébulard, C. Danet, P. Doan, D. Boutet, (s.d.). Eliciting Writing-like Behaviour in Sign Language through Photographic Representation of Movement, 2012. [http://ewic.bcs.org/upload/pdf/ewic\\_ev12\\_s13paper1.pdf](http://ewic.bcs.org/upload/pdf/ewic_ev12_s13paper1.pdf)
- [6] W. Stokoe Jr, Sign language structure: An outline of the visual communication system of the American deaf. Studies in linguistics, Gallaudet College Press, Washington, D.C, 1960.
- [7] L. Boutorat, Fondements historiques et implications théoriques d'une phonologie des langues des signes : Étude de la perception catégorielle des configurations manuelles en LSF et réflexion sur la transcription des langues des signes. Thèse de doctorat, Université de Paris VIII, [S.l.], 2008.
- [8] N. Depraz, « Le tournant pratique de la phénoménologie », Revue philosophique de la France et de l'étranger 2/2004 (Tome 129) Presses Universitaires de France, p. 149-165. URL : [www.cairn.info/revue-philosophique-2004-2-page-149.htm](http://www.cairn.info/revue-philosophique-2004-2-page-149.htm).
- [9] P. Vermersch, « Approche du singulier », Expliciter n°30 Journal de l'Association GREX, 1999, pp. 1-7.
- [10] G. Rix, « Pour un meilleur positionnement du Dire par rapport à l'Agir » dans P. Lièvre, M. Lecoutre, M. Traoré, Management de projet. Mises en perspective de l'activité à projet, Paris : Hermès-Lavoisier, 2006, pp. 82-97.
- [11] P. Vermersch, « Pour une psychologie phénoménologique », Psychologie Française, n° 44-1, 1999, pp.7-18.
- [12] A. Cazemajou, « Pauline ou la poupée qu'on bascule », Expliciter n° 97, Journal de l'Association GREX, 2013, 48-75.
- [13] P. Vermersch, Explicitation et phénoménologie. Paris : Puf, 2012.
- [14] G. Gustave, Temps et verbe, Théorie des aspects, des modes et des temps, Champion, Paris, 1929.
- [15] P. Imbs, L'emploi des temps verbaux en français moderne: Étude de grammaire descriptive - Paris: Klincksieck, 1960.

# UTILISATION DE LA CONCEPTION CENTRÉE UTILISATEUR DANS LES APPLICATIONS POUR LES ENFANTS AVEC TROUBLES DU SPECTRE AUTISTIQUE VERS DES OUTILS D'INCLUSION EN CLASSE ORDINAIRE

MAGNIER Cécile  
Équipe Phoenix  
Inria Bordeaux SO Bordeaux, France  
[cecile.magnier@inria.fr](mailto:cecile.magnier@inria.fr)

FAGE Charles  
Équipe Phoenix  
Inria Bordeaux SO Bordeaux, France  
[charles.fage@inria.fr](mailto:charles.fage@inria.fr)

ETCHEGOYHEN Kattalin  
CRA Aquitaine Hôpital Charles Perrens  
Bordeaux, France  
[ketchegoyhen@ch-perrens.fr](mailto:ketchegoyhen@ch-perrens.fr)

CONSEL Charles  
Équipe Phoenix  
Inria Bordeaux SO Bordeaux, France  
[charles.consel@inria.fr](mailto:charles.consel@inria.fr)

SAUZÉON Hélène  
CRA Aquitaine Hôpital Charles Perrens  
Bordeaux, France  
[helene.sauzeon@inria.fr](mailto:helene.sauzeon@inria.fr)

*Résumé— L'émergence des tablettes et des applications tactiles dans le milieu scolaire apparaît comme un levier supplémentaire pour inclure les enfants avec Trouble du Spectre Autistique (TSA) dans les classes ordinaires. Pourtant, ces outils restent sous-utilisés. De multiples raisons peuvent expliquer ce constat, et notamment des lacunes de conception de ces applications. Dans cet article, nous mettons en lumière les succès obtenus par les quelques études qui ont basé leur conception sur les méthodes centrées utilisateur menées auprès d'enfants avec TSA et des acteurs de leur scolarisation. Ces méthodes semblent permettre de concevoir des applications adaptées, utilisables, et utiles dans un contexte scolaire ordinaire, et in fine faciliter leur adoption par toutes les parties prenantes (élèves TSA, enseignants, AVS, praticiens, parents, etc.).*

**Mots Clés— Applications numériques, conception centrée utilisateur, design inclusif, design participatif, autisme, troubles du spectre autistique.**

## I. INTRODUCTION

### A. Contexte scolaire ordinaire français

Alors que la circulaire du 8 mars 2005 confère à l'enfant avec un Trouble du Spectre Autistique (TSA) un statut d'élève à part entière, sa

scolarisation en classe ordinaire est encore loin d'être généralisée. Des unités localisées pour l'inclusion scolaire (ULIS) ont été créées pour accueillir les élèves avec tout type de handicap au sein des collèges et lycées de France. Dans ces structures, composées notamment de professeurs spécialisés et d'auxiliaires de vie scolaire (AVS), les effectifs sont restreints et la prise en charge des enfants est personnalisée. Pourtant ces mesures ne semblent pas suffisantes pour scolariser l'ensemble des enfants avec TSA. En effet, pendant l'année scolaire 2011-2012, seuls 1761 élèves étaient inscrits en ULIS, sur les quelques 30000 jeunes de moins de 20 ans avec TSA recensés, soit 5.9% de la population concernée [1].

L'insuffisance des formations et de la sensibilisation des acteurs de la vie scolaire (enseignants, AVS, praticiens, parents, etc.) sur les troubles rencontrés par les enfants avec TSA expliquent en partie les craintes des structures à recevoir ces élèves [2]. En effet, une formation aux TSA, et aux méthodes d'adaptation des contenus, des pédagogies ainsi que l'environnement de travail semble primordial à des fins d'inclusion scolaire optimale.

## B. Le trouble du spectre autistique

Le TSA est considéré comme un handicap depuis 2005 avec une prévalence proche de 1/150 et touche quatre garçons pour une fille [3][4]. D'après le DSM-V, les deux symptômes majeurs sont les troubles de la communication sociale et la présence de comportements restreints et répétitifs [5]. Des fonctions cognitives telles que la perception du mouvement humain, les mécanismes socio-cognitifs, la gestion des émotions, mais aussi certaines fonctions sensorielles et motrices sont autant de fonctions qui peuvent être affectées dans le TSA à des degrés divers. La multitude de profil des enfants avec TSA rend difficile l'individualisation de la prise en charge et la mise en place d'un accompagnement personnalisé se heurte bien souvent aux conditions normées des milieux ordinaires tels que l'école.

La classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé pour les enfants et les adolescents (CIF- EA) [6] met l'accent sur les fonctionnements particuliers enfants avec TSA. Voici une liste non exhaustive de ces particularités qui peuvent impacter leur scolarité :

- La communication : les échanges verbaux sont impactés chez les personnes avec TSA de manière plus ou moins lourde [7].
- Les capacités d'apprentissage et d'application des connaissances : les enfants avec TSA peuvent avoir des difficultés de maintien de l'attention, d'écoute ou encore d'imitation qui rendent les processus d'apprentissages classiques difficiles [8].
- La reconnaissance d'émotions : les enfants avec TSA semblent souvent avoir des difficultés avec la théorie de l'esprit (mentalisation des émotions) [9], et peinent à reconnaître les émotions, qu'il s'agisse des leurs ou de celles d'autrui.
- Les aptitudes sociales : de nombreux protocoles sociaux ne semblent pas acquis

chez les adolescents avec TSA (dire bonjour, remercier un tiers, etc.) [10].

- Les relations avec autrui : la difficulté des enfants avec TSA à communiquer, à reconnaître les émotions ou encore à se conformer aux codes sociaux établis peut rendre les relations avec les autres, enfants ou adultes, complexes [10].

Afin d'assister ou de remédier aux problèmes soulevés ci-dessus, plusieurs outils « papiers crayons » existent comme le Picture Exchange Communication System (PECS) qui permet aux enfants de communiquer à l'aide d'images répertoriées dans un classeur [11], les livrets de scénarii sociaux qui les entraînent à réagir à des situations sociales particulières [12] ou encore le découpage d'activité en sous-tâches illustrées pour les aider à s'organiser et à gérer leur temps [13]. Néanmoins, l'émergence des tablettes numériques semble offrir de nouvelles perspectives.

## C. Les applications numériques pour les enfants avec TSA

Depuis 2010, les tablettes numériques sont de plus en plus visibles dans le paysage scolaire. Elles permettent de rythmer différemment les cours, offrent la possibilité de travailler individuellement ou collectivement et proposent une grande variété d'activités. L'éducation nationale conduit actuellement plusieurs études pour tester l'efficacité de tels outils dans l'enseignement primaire et secondaire [14].

Le nombre d'applications à vocation d'aide ou d'entraînement pour tout type de déficience grandit sur l'Apple Store (IOs) et le Google Play Store (Android), magasins numériques d'applications. Il existerait, aujourd'hui, plus de 300 applications pour les personnes avec TSA. L'utilisation de ces applications est pressentie comme prometteuse pour soutenir la scolarisation des enfants avec TSA dans les classes ordinaires [15]. Cependant d'après nos connaissances, il n'existe

pas à l'heure actuelle d'applications françaises conçues spécialement pour cette utilisation. A partir de la revue de la littérature effectuée, plusieurs manques en matière de conception de ces applications sont mis en évidence. Bien souvent, l'utilisateur final, à savoir l'élève avec TSA, n'est pas directement pris en compte. En effet, l'utilisabilité, c'est à dire la facilité d'utilisation par une population définie pour atteindre un objectif particulier (Norme ISO 9241-11), ainsi que l'efficacité, en termes de transfert des connaissances dans la vie réelle, des applications ne sont pas testées. Ces lacunes peuvent être à l'origine d'un manque d'adoption de ces outils par les enfants TSA, les professionnels, accompagnateurs et rééducateurs de l'éducation nationale.

Nous proposons dans cet article de présenter les différentes stratégies de conception centrée utilisateur (CCU), méthodologie plaçant les utilisateurs finaux au cœur des processus de création de nouveaux produits, qui nous semblent appropriées à mettre en œuvre dans la conception d'applications pour aider à la scolarisation en classe ordinaire des enfants avec TSA.

## II. LA CONCEPTION CENTRÉE UTILISATEUR

La CCU est en plein essor et a pour but de répondre au mieux aux besoins des utilisateurs. Il est communément admis dans le domaine de l'expérience utilisateur de mettre en œuvre quatre grands types d'outils tout au long du processus de conception : les outils d'analyse, de conception, de suivi et d'évaluation [16]. Nous présenterons des exemples d'outils utilisés, puis nous les illustrerons par une méthode centrée utilisateur utilisée dans la conception d'applications numériques pour enfants avec TSA.

### A. Les outils d'analyse

Ces outils permettent, en amont de la phase de conception, d'identifier le besoin des futurs utilisateurs. On peut distinguer deux sous-types d'outils, ceux utilisés directement sur le terrain comme les observations ou les analyses de tâches ; et ceux qui permettent un recueil indirect de l'activité comme les entretiens, les enquêtes d'usages ou encore les analyses de logs. Cette première étape dans la conception centrée utilisateur semble particulièrement importante. C'est de cette étape que découle les idées d'applications à mettre en place afin de pallier les manques et besoins exprimés par les utilisateurs. Cette méthode a notamment été utilisée pour développer vSked [17], une application de création d'emplois du temps illustrés, à destination des enfants avec TSA. En effet, les chercheurs ont conduit des interviews pour recueillir les besoins de différentes personnes qui gravitent autour de la scolarité des enfants avec TSA (parents, professeurs, thérapeutes, éducateurs et neuroscientifiques). Une phase d'observation a également été réalisée, dans trois classes, afin de mieux comprendre les interactions entre les élèves avec TSA, leurs enseignants et les autres membres de l'équipe pédagogique. L'ensemble des informations récoltées sur le terrain a permis la mise en évidence des fonctionnalités nécessaires à la création d'emplois du temps adaptés via l'application.

### B. Les outils de conception

Les outils de conception sont mis en place avant le déploiement du produit. Ils permettent aux utilisateurs de prendre part à la conception de leurs futures applications. On parle alors de design participatif ou inclusif [18]. Avec l'aide des utilisateurs, les concepteurs peuvent structurer l'application et mettre en forme les fonctionnalités nécessaires pour répondre aux besoins exprimés. Cette démarche permet l'amélioration de l'utilisabilité des applications. Le tri de cartes, qui consiste à

demander à un panel d'utilisateurs de regrouper des éléments préalablement identifiés et de labéliser les groupes formés, est un outil de conception qui peut être utile pour définir l'arborescence d'une l'application [19]. La mise en place de focus group ou de brainstorming peut permettre aux concepteurs de rassembler les différentes parties prenantes d'un projet lors de séances de travail et de les faire échanger afin d'obtenir des consensus sur les fonctionnalités à mettre en place, pour que l'application réponde aux besoins de chacun. L'utilisation de maquettes, papier ou fonctionnelles, permet d'illustrer les idées qui émergent de ces ateliers de travail. Dans la réalisation du projet HANDS [20] qui permet de découper et d'illustrer des tâches de la vie quotidienne, les chercheurs ont mis en place des focus group dans trois écoles lors desquels des enseignants, du personnel scolaire et ainsi que des élèves avec TSA étaient conviés. Un prototype de l'application leur était présenté afin qu'ils le manipulent et qu'ils discutent ensemble des modifications à apporter. Le projet IDEAS [21] a eu pour but de développer une nouvelle approche du design participatif afin de faciliter l'expression des besoins et la participation active des enfants avec TSA dans les processus de conception. Les auteurs ont d'abord ajusté certains outils de conception pour des enfants neuro-typiques puis y ont associé des grands principes de la méthode d'apprentissage TEACCH (Treatment and Education of Autistic & related Communication handicapped CHildren) [22] afin de les adapter pour des enfants avec TSA. Par exemple, une frise chronologique illustrée de la séance de conception est affichée afin de découper en sous-tâches l'activité proposée. De la même manière, les tâches de brainstorming ont été aménagées pour que tous les enfants qui le souhaitent puissent participer : les idées peuvent être données individuellement à l'adulte médiateur qui va ensuite les retransmettre au groupe. Les résultats de cette étude semblent montrer que les enfants avec TSA sont

globalement capables de générer du contenu et de proposer des maquettes papiers pour répondre à une problématique de conception donnée, si les méthodes de travail leurs sont adaptées.

### C. Les outils de suivi

Ces outils sont utilisés après le déploiement de l'application. Ils peuvent permettre de recueillir les impressions lors de l'utilisation du produit via des enquêtes d'usages ou d'appropriation, ou à faire de l'analyse d'activité grâce aux logs. L'évaluation de l'efficacité des applications d'entraînement pour les enfants avec TSA peut se faire en étudiant le transfert des compétences acquises avec l'application vers le monde réel, à l'aide notamment de tests ou échelles évaluant les capacités de vie ordinaire [23].

### D. Les outils d'évaluation

Les phases d'évaluation permettent aux concepteurs de recueillir le ressenti de l'utilisateur afin de valider ou d'itérer aussi bien sur des prototypes que sur des produits existants. Il est conseillé d'utiliser ces outils tout au long du processus de conception d'un produit. Les mesures obtenues peuvent être subjectives, comme les verbatim (reproduction intégrale des propos tenus par une personne interviewée) recueillis lors de tests utilisateurs (session de manipulation d'un produit, guidée par des scénarii d'utilisation), ou objectives comme les données d'eye-tracking, permettant de mettre en avant les zones de l'écran sur lesquelles l'utilisateur passe le plus de temps par intérêt ou par difficulté. D'autres mesures quantitatives, comme le temps de réalisation d'une tâche ou encore le nombre d'erreurs, peuvent être recueillies lors des tests utilisateurs. En utilisant ces outils, les concepteurs se rapprochent des utilisateurs finaux, ce qui peut les aider à itérer régulièrement sur le projet en fonction des retours obtenus sur les différents ateliers menés. Pour concevoir l'application ICan [24], qui est une version numérisée et paramétrable



du PECS, les chercheurs ont conduit plusieurs cycles de tests utilisateurs à partir d'un prototype fonctionnel. Des professeurs, accueillant des élèves avec TSA, ont eu à l'utiliser au sein de leurs classes afin de fournir des retours quand à l'utilisabilité de l'application. Ces cycles de tests et feedback ont permis aux auteurs d'itérer sur leur prototype afin de proposer l'application la plus adaptée possible au moment du développement.

### III. CONCLUSION

La conception centrée utilisateur a pour but principal de prendre en compte les caractéristiques, les limites et les besoins des utilisateurs pour concevoir des produits utiles et utilisables dans un cadre d'utilisation donné.

Afin que les applications d'aide à la scolarisation pour les enfants avec TSA soient utilisées dans le milieu ordinaire, il nous semble intéressant de mettre en place les différents outils de CCU présentés précédemment. En effet, si tous les acteurs du milieu scolaire (enseignants spécialisés et ordinaire, AVS, enfants avec TSA et leurs parents, praticiens, etc.) sont impliqués dans la conception de ces applications, une meilleure adhésion de la part des enfants avec TSA et des équipes pédagogiques [25] est à espérer. De plus, l'utilisation des applications par les enfants avec TSA devrait se faire de manière plus autonome, avec à la clé certainement des gains manifestes en termes d'inclusion en classe ordinaire et de progrès scolaires.

### RÉFÉRENCES

[1] C. Prado, "Le coût économique et social de l'autisme," *Droit Déontologie Soins*, vol. 13, no. 1, pp. 46–50, 2013.

[2] France and Direction générale de l'enseignement scolaire, *Scolariser les élèves autistes. Futuroscope: SCÉRÉN-Centre national de documentation pédagogique*, 2009.

[3] E. Fombonne, "Epidemiology of pervasive developmental disorders," *Pediatr. Res.*, vol. 65, no. 6, pp. 591–598, Jun. 2009.

[4] "Autisme et autres troubles envahissants du développement État des connaissances hors mécanismes physiopathologiques, psychopathologiques et recherche fondamentale." Haute Autorité de la Santé, 2010.

[5] American Psychiatric Association, *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. American Psychiatric Association, 2013.

[6] W. H. Organization and C. T. N. d'Etudes et de R. sur les H. et les Inadaptations, "Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé: version pour enfants et adolescents: CIF-EA," *International classification of functioning, disability and health: children and youth version: ICF-CY*, 2007.

[7] I. Rapin and M. Dunn, "Update on the language disorders of individuals on the autistic spectrum," *Brain Dev.*, vol. 25, no. 3, pp. 166–172, Apr. 2003.

[8] T. Charman, "Difficulties with 'executive functions,'" *J. Autism Dev. Disord.*, vol. 34, no. 4, p. 467, Aug. 2004.

[9] S. Baron-Cohen, A. M. Leslie, and U. Frith, "Does the autistic child have a 'theory of mind'?" *Cognition*, vol. 21, no. 1, pp. 37–46, Oct. 1985.

[10] "Autisme, comprendre et agir - Dunod." [Online]. Available: <http://www.dunod.com/sciences-sociales-humaines/psychologie/psychotherapie/ouvrages-professionnels/autisme-comprendre-et-agir>. [Accessed: 15-Apr-2015].

[11] D. Carr and J. Felce, "Brief report: increase in production of spoken words in some children

with autism after PECS teaching to Phase III,” *J. Autism Dev. Disord.*, vol. 37, no. 4, pp. 780–787, Apr. 2007.

[12] M. Karkhaneh, B. Clark, M. B. Ospina, J. C. Seida, V. Smith, and L. Hartling, “Social Stories™ to improve social skills in children with autism spectrum disorder: a systematic review,” *Autism Int. J. Res. Pract.*, vol. 14, no. 6, pp. 641–662, Nov.2010.

[13] L. E. McClannahan, Ph.D, and P. Krantz, *Activity Schedules for Children With Autism, Second Edition: Teaching Independent Behavior*, 2 edition. Bethesda, MD: Woodbine House, 2010.

[14] “Apprendre avec des tablettes tactiles, des TNI - Tablettes tactiles : retours d’expérimentations et potentialités.

# LE QI EST-IL L'OUTIL IDÉAL POUR IDENTIFIER LES ENFANTS À HAUT POTENTIEL INTELLECTUEL ?

AUBRY Alexandre  
CRP-CPO (EA7273)  
Amiens, France

[alexandre.aubry@etud.u-picardie.fr](mailto:alexandre.aubry@etud.u-picardie.fr)

BOURDIN Béatrice  
CRP-CPO (EA7273)  
Amiens, France

[beatrice.bourdin@u-picardie.fr](mailto:beatrice.bourdin@u-picardie.fr)

*Résumé — La précocité intellectuelle se définit habituellement par un Quotient Intellectuel Total (QIT) supérieur ou égal à 125 à un test standardisé comme le Wechsler Intelligence Scales for Children (WISC-IV). Ce type d'évaluation est influencé par des facteurs environnementaux. Par conséquent, le QIT perd de sa fiabilité dans l'identification des enfants à haut potentiel intellectuel (HPI). Le WISC-IV ne semble pas robuste face à des enfants HPI présentant également un trouble spécifique des apprentissages. Une évaluation alternative aux capacités intellectuelles semble nécessaire afin de prendre en compte la spécificité des enfants HPI. Selon des recherches récentes, la capacité en mémoire de travail semble être un indicateur plus fiable que l'évaluation classique des capacités intellectuelles. Ainsi, nous proposons une réflexion sur une évaluation alternative de la précocité intellectuelle : l'estimation de la capacité de mémoire de travail.*

**Mot Clés— Haut Potentiel Intellectuel ; Mémoire de Travail ; Intelligence**

## I. INTRODUCTION

La précocité intellectuelle est habituellement définie par un Quotient Intellectuel Total (QIT) supérieur ou égale à 125 à un test standardisé d'intelligence comme le Weschler Intelligence Scales for Children (WISC-IV) [1]. De 2 % à 5 % de la population répondent à ce critère. Toutefois, le profil cognitif des enfants à haut potentiel intellectuel (HPI) est hétérogène au WISC-IV [2]. Pour certains auteurs, cette hétérogénéité remet en cause l'interprétation du QIT [3], [4], ainsi que sa fiabilité à identifier la précocité intellectuelle. Un Indice d'Aptitude Générale (IAG) peut être créé à partir des subtests les plus saturés en facteur g [4]. Ainsi, d'autres indicateurs de la précocité intellectuelle

nécessitent d'être pris en compte pour mieux identifier les enfants HPI, mieux comprendre leur fonctionnement et leur proposer des aides pédagogiques adaptées à leurs spécificités.

L'objectif de cet article est de porter une réflexion sur l'identification du potentiel intellectuel. Nous allons aborder en premier lieu la question de la cohésion du QIT chez les enfants HPI. Nous examinerons également la question d'un indicateur alternatif que représente l'IAG dans l'identification des enfants HPI. Ensuite, nous défendrons la nécessité de prendre d'autres critères comme, par exemple, la capacité en mémoire de travail.

## II. MESURE DU POTENTIEL INTELLECTUEL

Le potentiel intellectuel est habituellement déterminé par le WISC-IV. Il se compose de 4 indices composites : l'Indice de Compréhension Verbale (ICV), l'Indice de Raisonnement Perceptif (IRP), l'Indice de Mémoire de Travail (IMT) et l'Indice de Vitesse de Traitement (IVT). Chaque indice est estimé par les performances de l'enfant à des épreuves impliquant des aptitudes cognitives spécifiques. Chaque indice composite a une moyenne de 100 et un écart-type de 15. Ces 4 indices permettent de calculer un QIT qui a pour mission d'être le reflet du facteur général de l'intelligence, appelé facteur g [5]. Cette structure en indices comporte des similitudes fortes avec la conception multifactorielle et hiérarchique de l'intelligence. Le modèle de Cattell-Horn-Carroll (CHC) a été récemment utilisé afin de justifier la structuration du WISC-IV en 4 indices [6]-[9]. L'avantage de ce modèle théorique de

l'intelligence est de comparer les performances de l'enfant avec différentes batteries d'évaluations d'aptitudes cognitives. Les 4 indices du WISC- IV permettent d'évaluer 5 aptitudes cognitives globales du modèle CHC : l'aptitude compréhension-connaissance (Gc), l'aptitude de raisonnement fluide (Gf), l'aptitude de traitement visuel (Gv), l'aptitude de mémoire à court terme (Gsm) et l'aptitude de vitesse de traitement (Gs).

L'ICV peut être assimilé à la mesure des capacités de l'aptitude Gc [10]. L'ICV est l'indice le plus fort chez les enfants HPI [2], [11]. Cet indice est constitué de 3 épreuves : Similitude, Vocabulaire et Compréhension. L'épreuve Similitude est, en moyenne, la mieux réussie des 3 épreuves chez les enfants HPI. C'est également l'épreuve la plus corrélée au facteur g [11]. L'aptitude Gc semble donc être une caractéristique spécifique de cette population atypique.

L'IRP évaluerait les aptitudes Gv et Gf [10]. Cet indice est composé de 3 épreuves : l'épreuve Cubes évaluant l'aptitude Gv et les épreuves Identification de Concepts et Matrices pour l'aptitude Gf. L'épreuve Matrices est, en moyenne, mieux réussie chez les enfants HPI [9], [11]. Elle tendrait également à contribuer le plus à l'estimation du facteur g dans cette population atypique [11].

L'IMT correspond à une estimation de l'aptitude Gsm [10]. Cet indice est composé de 2 épreuves : Mémoire des Chiffres et Séquence Lettres-Chiffres. Ces épreuves ont pour ambition d'évaluer les capacités de la mémoire de travail. Chez les enfants HPI, cet indicateur reste légèrement au-dessus de la moyenne [2].

L'IVT est un indicateur de l'aptitude Gs. Elle est composée de deux épreuves : Code et Symboles. Généralement, l'épreuve Code est la plus échouée de toutes les épreuves [2], [12]. Cependant, ce résultat ne semble pas robuste selon l'échantillonnage [11].

À partir de ces 4 indices composites, nous pouvons estimer un QIT. Son objectif est de

supputer les capacités intellectuelles globales de l'enfant à partir des 4 indices. Par conséquent, la définition de la précocité intellectuelle est tributaire du concept de QIT. Dans la littérature, il est souvent constaté que la dispersion des indices chez les enfants HPI est hétérogène. Au regard de cette hétérogénéité entre les indices, certains auteurs conseillent à ne pas interpréter le QIT, car il manquerait de validité dans l'estimation des capacités intellectuelles globales [3], [4].

### III. QUESTION DE L'HOMOGENÉITÉ DU PROFIL COGNITIF

L'interprétation du QIT au WISC-IV est tributaire de l'homogénéité des 4 indices et de leurs épreuves respectives. Selon Flanagan et Kaufman [13], l'interprétation du QIT est fiable et valide, si la différence entre l'indice le plus fort et l'indice le plus faible est inférieure à 1,5 écart-type, soit environ 23 points. Théoriquement, cette différence-seuil s'appuie sur l'idée qu'un z score de 1,5 écart-type correspond à 6,7 % d'individus ayant une différence entre l'indice maximal et l'indice minimal supérieur ou égal à 23 points. En réalité, il y aurait environ 40 % de la population qui présente ce type de différence [14], [15]. Par conséquent, une différence-seuil de 45 points proposée par Lecerf et ses collaborateurs [15] semble plus proche de la réalité.

Si le QIT n'est toujours pas interprétable, certains auteurs conseillent d'utiliser l'Indice d'Aptitude Global (IAG) [13], [16]. L'IAG est estimé à partir des épreuves de l'ICV et l'IRP. Comme nous l'avons vu précédemment, les épreuves de l'ICV et l'IRP sont fortement saturés en facteur g. Par conséquent, l'IAG semble être un moyen alternatif de résumer les capacités intellectuelles globales des enfants HPI. L'interprétation de l'IAG est également liée à l'homogénéité entre l'ICV et l'IRP. Lecerf et ses

collaborateurs [15] définissent une différence-seuil de 27 points représentant moins de 10 % de la population.

Par ailleurs, Rozencwajg et ses collaborateurs [11] ont montré que l'hétérogénéité n'était pas spécifique aux enfants HPI. Les enfants non HPI présentaient également une hétérogénéité égale aux enfants HPI appariés en âge et au milieu socioéconomique. Elle montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les enfants HPI et les enfants non HPI par rapport au nombre d'indices déviants. Cela indique que les enfants non HPI ont autant un profil hétérogène que les enfants HPI.

Le QIT et l'IAG sont des indicateurs intéressants pour estimer les capacités intellectuelles globales d'un enfant. Cependant, ils peuvent être biaisés par des facteurs socioéconomiques et par le genre. Le QIT moyen d'un enfant issu d'un milieu favorisé est égal à 110, alors que celui d'un enfant issu d'un milieu « ouvrier » est égal à 96 [10].

Il serait donc plus facile pour un enfant issu d'un milieu favorisé d'atteindre le score-seuil de 130 que pour un enfant issu d'un milieu moins favorisé. Cela serait une explication de la sous-représentation des milieux plus modestes dans les échantillons d'enfants HPI.

En revanche, le QIT n'est pas influencé par le genre. Néanmoins, l'ICV et l'IRP semblent être, en moyenne, mieux réussis chez les garçons que chez les filles [17]. Ainsi, le genre de l'enfant aurait un impact direct sur l'estimation de l'IAG et, par conséquent, sur l'identification de la précocité intellectuelle chez les filles. Par ailleurs, l'estimation de l'IAG ne prend pas en compte l'IMT. Or, cet indice composite est fortement corrélé aux performances scolaires de l'enfant et aux capacités d'apprentissage [18]. En effet, l'IAG est un moins bon prédicteur des performances scolaires que le QIT chez les enfants HPI [19].

#### IV. ÉVALUATION ALTERNATIVE DE LA PRÉCOCITÉ INTELLECTUELLE : LA CAPACITÉ DE LA MÉMOIRE DE TRAVAIL

L'identification de la précocité intellectuelle est habituellement décrite par une valeur-seuil à des tests standardisés. L'évaluation des capacités intellectuelles est sensible au milieu socioéconomique et au genre. De plus, entre 50 à 85 % des variations interindividuelles au niveau des performances scolaires ne sont pas expliquées par l'efficacité intellectuelle [20]. Cette méthode d'identification est loin d'être suffisante pour comprendre et identifier la spécificité de cette population [21]. L'identification de la précocité intellectuelle doit prendre en compte des aspects émotionnels [22], thymiques [23] et identitaires [24]. Au niveau cognitif, certains auteurs ont montré que les capacités de mémoire de travail sont un meilleur prédicteur des performances scolaires que le QI [25]. Cette fonction cognitive est fortement impliquée dans les troubles des apprentissages [18], [26]. L'évaluation de la mémoire de travail serait donc un bon indicateur de la précocité intellectuelle [27], et plus particulièrement, dans la situation où l'enfant HPI présenterait des troubles spécifiques des apprentissages comme la dyslexie [28]. Au WISC-IV, nous avons une estimation de la mémoire de travail grâce aux épreuves Mémoire des Chiffres et Séquence Lettre-Chiffre. L'IMT des enfants HPI est habituellement supérieur à la moyenne, mais il ne permet pas de les distinguer significativement des enfants non HPI [11]. Cette capacité cognitive est également impliquée dans les troubles spécifiques des apprentissages [18], [26]. Chez les enfants HPI, il peut apparaître un trouble spécifique des apprentissages comme la dyslexie. Ces enfants sont considérés comme "doublement exceptionnel" ("Twice Exceptional"). Or, leur capacité de mémoire de travail semble similaire à

celle des enfants non HPI de même âge [29]. À l'inverse, l'IMT est en dessous de la norme et il est significativement plus faible que les 3 autres indices chez les enfants dyslexiques [30]. Par conséquent, l'IMT ne semble pas assez discriminant entre les enfants HPI et les enfants "doublement exceptionnel".

À notre connaissance, il y a peu d'études s'intéressant aux capacités de mémoire de travail et aux processus impliqués chez les enfants HPI et, plus particulièrement, chez les enfants "doublement exceptionnel" [28]. Pourtant, certaines études montrent que la capacité de la mémoire de travail des enfants HPI semble être significativement supérieure à celles des enfants non HPI [27]. Elle permettrait également de repérer les troubles spécifiques des apprentissages chez les enfants "doublement exceptionnel" [28].

Cette puissance de discrimination est relative au type d'épreuves utilisé pour évaluer la mémoire de travail [31]. En effet, les tâches d'empan simple, comme les épreuves Mémoire des Chiffres et Séquence Lettres-Chiffres, sont moins discriminantes que les tâches d'empan complexe, comme l'empan de lecture ou l'empan de comptage [32]. Les tâches d'empan complexe nécessitent une plus forte modulation de l'attention que les tâches d'empan simple. Elles se basent sur le paradigme de la double tâche. L'enfant doit réaliser une tâche (jugement sémantique, comptage, trouver l'intrus...) et, en même temps, stocker une information considérée comme pertinente (un mot, un chiffre, une figure...). Ces tâches nécessitent donc un maintien de l'information à court terme, de l'attention et de la flexibilité mentale. Elles paraissent comme étant de meilleures mesures des capacités en mémoire de travail [33]. Cependant, elles sont utilisées davantage chez l'adulte que chez l'enfant. Par ailleurs, il y a, en français, peu d'études comparant différentes tâches d'empan complexe

chez les enfants, et plus particulièrement, chez les enfants HPI [34].

Notre objectif est donc de constituer une batterie d'épreuves basées sur les tâches d'empan complexe afin d'évaluer les capacités de mémoire de travail chez les enfants HPI et "doublement exceptionnel". L'originalité de notre protocole est d'évaluer la capacité de mémoire de travail dans 3 modalités différentes auprès d'un même échantillon d'enfants atypiques. Afin de connaître la spécificité de la précocité intellectuelle, nous comparerons les performances des enfants HPI avec celles des enfants non HPI à trois épreuves. La première épreuve est l'empan de lecture [35] adaptée de l'épreuve utilisé par de Ribaupierre et Lecerf, auprès d'enfants âgés de 8 à 12 ans [36]. L'enfant doit lire ou écouter une phrase selon son âge. Ensuite, il doit juger si la phrase est sémantiquement correcte. Enfin, il doit mémoriser le dernier mot de chaque phrase jugée. À la fin d'une série de plusieurs phrases, l'enfant doit rappeler tous les derniers mots retenus depuis le début de la série. La seconde épreuve correspond à l'empan de comptage adaptée de Cowan et Towse [37]. L'enfant doit compter le nombre de cercles bleu foncé parmi plusieurs distracteurs (cercles et carrés rouges). Ensuite, il doit retenir le nombre total de cercles bleu foncé. À la fin de chaque série, l'enfant doit restituer les nombres de cercles bleu foncé retenus dans l'ordre d'apparition. Cette épreuve a été éprouvée auprès d'enfants âgés de 8 à 11 ans [37]. La troisième épreuve est une tâche de mémoire de travail non verbale [38]. L'enfant doit reconnaître l'intrus parmi 3 figures géométriques complexes. Il doit retenir l'emplacement de cet intrus à chaque image. L'enfant rappelle ensuite tous les emplacements des différents intrus repérés de la série sur un tableau vide. Cette épreuve a déjà été utilisée chez les enfants HPI [27] et "doublement exceptionnel" [28]. Ces trois épreuves d'empan complexe nous permettront ainsi d'avoir une bonne estimation des capacités de mémoire de travail. La

comparaison avec des enfants non HPI nous permettra également de mieux connaître la spécificité de la précocité intellectuelle.

## V. CONCLUSION

L'identification des enfants HPI réalisée par un score-seuil à un test standardisé des capacités intellectuelles comme le WISC-VI ne nous semble pas suffisante. Dans cette conception, la définition de la précocité intellectuelle est tributaire du QIT considéré comme une estimation des capacités intellectuelles de l'enfant. Dans la littérature, certains auteurs font état d'une grande hétérogénéité entre les différences des indices du WISC-IV empêchant l'interprétation du QIT. Cependant, il semblerait qu'il y ait une confusion entre la significativité et l'anormalité de la différence. Au regard des caractéristiques des enfants HPI au WISC-IV, certains auteurs préconisent plutôt de s'appuyer sur un nouvel indicateur : l'IAG. Ce nouvel indice permettrait d'avoir une meilleure estimation du potentiel intellectuel chez les enfants HPI. Cependant, il semblerait avoir un risque que l'IAG soit influencé par le genre de l'enfant. De plus, il est moins fiable dans la prédiction des performances scolaires par rapport au QIT. Le QIT et l'IAG ont la réputation d'estimer le facteur  $g$  de l'intelligence. Cependant, il nous semble important de prendre en compte leurs limites. Ces deux indicateurs sont influencés par le milieu socioéconomique de l'enfant. De plus, ils ne sont pas assez discriminants afin de détecter, de manière fiable, un trouble spécifique des apprentissages chez les enfants HPI. Par conséquent, l'élaboration d'un nouvel outil d'évaluation de la précocité intellectuelle semble nécessaire au regard des critiques de l'évaluation classique des capacités intellectuelles. Cet outil doit prendre en compte les nouvelles découvertes de la spécificité de cette population atypique. Cette manière d'identifier les enfants HPI aurait des conséquences au niveau de la pédagogie

employée face à cette population atypique. Elle permettrait également d'être plus sensible aux points forts et aux faiblesses de ces enfants.

## RÉFÉRENCES

- [1] D. Wechsler, *WISC-IV*. Paris: Éditions du Centre de Psychologie Appliquée, 2005, pp. 273–273.
- [2] M. Liratni and R. Pry, “Profils psychométriques de 60 enfants à haut potentiel au WISC IV,” *Pratiques Psychologiques*, vol. 18, no. 1, pp. 63–74, Mar. 2012.
- [3] C. A. Fiorello, J. B. Hale, J. A. Holdnack, J. A. Kavanagh, J. Terrell, and L. Long, “Interpreting intelligence test results for children with disabilities: is global intelligence relevant?,” *Applied Neuropsychology*, vol. 14, no. 1, pp. 2–12, 2007.
- [4] D. H. Saklofske, A. Prifitera, L. G. Weiss, E. Rolfhus, and J. Zhu, “Clinical Interpretation of the WISC-IV FSIQ and GAI,” in *WISC-IV Clinical Use and Interpretation*, A. Prifitera, L. G. Weiss, and D. H. Saklofske, Eds. Elsevier, 2005, pp. 33–69.
- [5] C. Spearman, “‘General Intelligence,’ Objectively Determined and Measured,” *The American Journal of Psychology*, vol. 15, no. 2, pp. 201–93, Apr. 1904.
- [6] T. Z. Keith, J. G. Fine, G. E. Taub, M. R. Reynolds, and J. H. Kranzler, “Higher Order, Multisample, Confirmatory Factor Analysis of the Wechsler Intelligence Scale for Children - Fourth Edition: What Does It Measure?,” *School Psychology Review*, vol. 35, no. 1, pp. 108–127, 2006.
- [7] P. Golay, I. Reverte, J. Rossier, N. Favez, and T. Lecerf, “Further insights on the French

- WISC-IV factor structure through Bayesian structural equation modeling,” *Psychological Assessment*, vol. 25, no. 2, pp. 496–508, 2013.
- [8] I. Reverte, P. Golay, N. Favez, J. Rossier, and T. Lecerf, “Structural validity of the Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC-IV) in a French-speaking Swiss sample,” *Learning and Individual Differences*, vol. 29, no. C, pp. 114–119, Jan. 2014.
- [9] E. W. Rowe, J. Dandridge, A. Pawlusch, D. F. Thompson, and D. E. Ferrier, “Exploratory and Confirmatory Factor Analyses of the WISC-IV With Gifted Students,” *School Psychology Quarterly*, 2014.
- [10] J. Grégoire, *L'évaluation clinique de l'intelligence de l'enfant*. Wavre: Mardaga, 2009, pp. 318–318.
- [11] P. Rozencwajg, V. Aliamer, and E. Ombredane, “Le fonctionnement cognitif d'enfants atypiques à travers leur QI,” *Pratiques Psychologiques*, vol. 15, no. 3, pp. 343–365, Sep. 2009.
- [12] M. Liratni and R. Pry, “Psychométrie et WISC IV: quel avenir pour l'identification des enfants à haut potentiel intellectuel?,” *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, vol. 55, no. 4, pp. 214–219, Aug. 2007.
- [13] D. P. Flanagan and A. S. Kaufman, *Essentials of WISC-IV Assessment*. John Wiley & Sons, 2009.
- [14] A. Orsini, L. Pezzuti, and S. Hulbert, “The unitary ability of IQ in the WISC-IV and its computation,” *Person. Individ. Diff.*, vol. 69, pp. 173–175, Oct. 2014.
- [15] T. Lecerf, S. Kieng, and S. Geistlich, “Cohésion–non-cohésion des scores composites : valeurs seuils et interprétabilité. L'exemple du WISC-IV,” *Pratiques Psychologiques*, pp. 1–17, Apr. 2015.
- [16] A. Prifitera, L. G. Weiss, and D. H. Saklofske, *WISC-IV Clinical Use and Interpretation*. Elsevier, 2005.
- [17] L. Goldbeck, M. Daseking, S. Hellwig-Brida, H. C. Waldmann, and F. Petermann, “Sex Differences on the German Wechsler Intelligence Test for Children (WISC-IV),” *Journal of Individual Differences*, vol. 31, no. 1, pp. 22–28, Jan. 2010.
- [18] L. H. Swanson and L. Siegel, “Learning Disabilities as a Working Memory Deficit,” *Issues in Education*, vol. 7, no. 1, pp. 1–48, 2001.
- [19] E. W. Rowe, J. M. Kingsley, and D. F. Thompson, “Predictive ability of the General Ability Index (GAI) versus the Full Scale IQ among gifted referrals,” *School Psychology Quarterly*, vol. 25, no. 2, pp. 119–128, 2010.
- [20] T. E. Rohde and L. A. Thompson, “Predicting academic achievement with cognitive ability,” *Intelligence*, vol. 35, no.1, pp. 83–92, Jan. 2007.
- [21] S. I. Pfeiffer, *Essentials of Gifted Assessment*. John Wiley & Sons, 2015.
- [22] S. Brasseur, S. Brasseur, and J. Grégoire, “L'intelligence émotionnelle – trait chez les adolescents à haut potentiel : spécificités et liens avec la réussite scolaire et les compétences sociales,” *Enfance*, vol. 2010, no. 1, p. 59, Mar. 2010.
- [23] F. Guénolé, M. Speranza, J. Louis, P. Fournieret, O. Revol, and J.-M. Baleyte, “Wechsler profiles in referred children with



- intellectual giftedness: Associations with trait-anxiety, emotional dysregulation, and heterogeneity of Piaget-like reasoning processes,” *European Journal of Paediatric Neurology*, pp. 1–32, Mar. 2015.
- [24] A. Courtinat-Camps, A. Villatte, L. Massé, and M. de Léonardis, “« Qui suis-je ? » : diversité des représentations de soi chez des adolescent(e)s à haut potentiel intellectuel,” *Bulletin de psychologie*, vol. 514, no. 4, pp. 315–328, 2011.
- [25] T. P. Alloway and R. G. Alloway, “Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment,” *J Exp Child Psychol*, vol. 106, no. 1, pp. 20–29, May 2010.
- [26] T. P. Alloway, “Working Memory, but Not IQ, Predicts Subsequent Learning in Children with Learning Difficulties,” *European Journal of Psychological Assessment*, vol. 25, no. 2, pp. 92–98, Apr. 2009.
- [27] T. P. Alloway and M. Elsworth, “An investigation of cognitive skills and behavior in high ability students,” *Learning and Individual Differences*, vol. 22, no. 6, pp. 891–895, Dec. 2012.
- [28] S. van Viersen, E. H. Kroesbergen, E. M. Slot, and E. H. de Bree, “High Reading Skills Mask Dyslexia in Gifted Children,” *J Learn Disabil*, Jun. 2014.
- [29] S. G. Assouline, M. Foley Nicpon, and C. Whiteman, “Cognitive and Psychosocial Characteristics of Gifted Students With Written Language Disability,” *Gifted Child Quarterly*, vol. 54, no. 2, pp. 102–115, Mar. 2010.
- [30] M. De Clercq-Quaegebeur, S. Casalis, M.-P. Lemaitre, B. Bourgois, M. Getto, and L. Vallée, “Neuropsychological profile on the WISC-IV of French children with dyslexia,” *J Learn Disabil*, vol. 43, no. 6, pp. 563–574, Nov. 2010.
- [31] C. Cornoldi, A. Orsini, L. Cianci, D. Giofrè, and L. Pezzuti, “Intelligence and working memory control: Evidence from the WISC-IV administration to Italian children,” *Person. Individ. Diff.*, vol. 26, no. C, pp. 9–14, Aug. 2013.
- [32] A. R. A. Conway, M. J. Kane, M. F. Bunting, D. Z. Hambrick, O. Wilhelm, and R. W. Engle, “Working Memory Span Tasks: A Methodological Review and User’s Guide,” *Psychonomic Bulletin & Review*, vol. 12, no. 5, pp. 769–786, Oct. 2005.
- [33] O. Wilhelm, A. Hildebrandt, and K. Oberauer, “What is working memory capacity, and how can we measure it?,” *Front Psychol*, vol. 4, p. 433, 2013.
- [34] C. Gonthier, N. Thomassin, and J.-L. Roulin, “The composite complex span: French validation of a short working memory task,” *Behav Res Methods*, Feb. 2015.
- [35] C. Delaloye, C. Ludwig, E. Borella, C. Chicherio, and A. de Ribaupierre, “L’Empan de lecture comme épreuve mesurant la capacité de mémoire de travail: normes basées sur une population francophone de 775 adultes jeunes et âgés,” *Revue Européenne de Psychologie Appliquée/European Review of Applied Psychology*, vol. 58, no. 2, pp. 89–103, Jun. 2008.
- [36] A. de Ribaupierre and T. Lecerf, “Relationships between working memory and intelligence from a developmental perspective: Convergent evidence from a neo-Piagetian and a psychometric approach,” *European Journal of Cognitive Psychology*, vol. 18, no. 1, pp. 109–137, Jan. 2006.

[37] N. Cowan and J. N. Towse, “Children's working-memory processes: A response-timing analysis,” *Journal of Experimental Psychology: General*, vol. 132, no. 1, pp. 113–132, 2003.

[38] T.P. Alloway, *Automated Working Memory Assessment (AWMA)*. London, United Kingdom: Pearson, 2007.

# PARCOURS ATTENTIONNEL ET RÉGULARITÉS VISUO-SPATIALES DANS L'ÉCRITURE

DOAN Patrick

Sorbonne universités, Université de technologie de Compiègne, EA 2223 Costech (Connaissance, Organisation et Systèmes Techniques), CRED, Centre Pierre Guillaumat - CS 60 319 - 60 203 Compiègne

STEINER Pierre

Sorbonne universités, Université de technologie de Compiègne, EA 2223 Costech (Connaissance, Organisation et Systèmes Techniques), CRED, Centre Pierre Guillaumat - CS 60 319 - 60 203 Compiègne

GAPENNE Olivier

Sorbonne universités, Université de technologie de Compiègne, CNRS, UMR 7338 Biomécanique et Bioingénierie, Centre de recherche Royallieu - CS 60 319 - 60 203 Compiègne

BOUTET Dominique

CNRS & Université de Paris 8, UMR SFL, Structures Formelles du langage - 2 rue de la Liberté - 93526 Saint-Denis  
Université EVE Evry Val d'Essone

*Résumé— L'apprentissage de l'écriture est une activité complexe qui implique d'importantes modifications au niveau psychomoteur et cognitif chez l'apprenant. Bien qu'essentiellement centrées sur la problématique du contrôle graphomoteur dans des tâches de tracés discrétisés (dimensions finies), les recherches et théories sur l'apprentissage de l'écriture mentionnent l'importance des régularités visuo-spatiales régissant les tracés entre eux dans l'espace d'écriture (dimensions ouvertes de type topologique). L'étude de la nature, du rôle et du fonctionnement de l'attention vis-à-vis de ces régularités nous guidera vers des hypothèses didactiques pouvant être complémentaires des approches existantes. Nous testerons celles-ci au travers de la conception et de l'expérimentation de dispositifs adaptatifs d'entraînement attentionnel (au sein du projet DESCRIPT, UTC, Gapenne), qui devront nous permettre d'observer l'émergence d'une pratique attentionnelle porteuse de stabilité et d'adaptabilité pour le tracé.*

**Mots Clés—apprentissage, attention, geste, tracé, régularité.**

## I. INTRODUCTION

L'écriture, en tant que technique, peut être définie comme un système de représentation graphique (composé de tracés) du langage qui s'appuie sur un principe d'encodage et de décodage linéaire de l'information (linéarité propre au support vocal de la parole qui empêche la prononciation de deux sons en même temps). Que cela soit dans l'écriture alphabétique ou

idéogrammatique, une rationalité formelle s'est imposée comme une réponse à deux contraintes fondamentales : le calibrage et la mise en ligne des lettres dans l'espace. Les raisons à cela peuvent être trouvées principalement, d'une part dans l'économie visuelle et gestuelle de la linéarité, et d'autre part dans les bénéfices que la standardisation de l'écriture représente pour une société tournée vers l'échange d'information. Le signe se construit selon des rapports entre pleins et vides, entre saillances et régularités devant satisfaire au précepte de la lisibilité (Ziviani et Elkins 1986). Souvent débattue, la question de la lisibilité peut se résumer dans l'équilibre entre le degré de distinction d'une forme vis-à-vis d'une autre et son niveau d'harmonisation avec les autres unités formelles composant l'ensemble du système. Ainsi il est aujourd'hui accepté qu'il est difficile de débattre rationnellement de la plus grande lisibilité d'une écriture sur une autre, tant il en existe de formes différentes. Cependant un critère commun décisif émerge pour évaluer qualitativement une écriture, aussi bien dans ses dimensions formelles que performatives : sa régularité (Jones et Christensen, 1999). Qu'il s'agisse des habitudes formelles forgées dans la pratique de l'écriture cursive propre à chaque individu, des formes typographiques communément utilisées par tous ou des modèles calligraphiques historiques, la notion de régularité dans les dimensions formelles et

gestuelles, ainsi que spatiales et temporelles, y est intrinsèque (Sassoon).

Face à ces considérations initiales (relatives à l'écriture prise en tant que système graphique), il est essentiel de re-situer l'écriture dans sa dimension performative. Il s'agit bien d'une expérience gestuelle et perceptive s'inscrivant dans un processus long et complexe conjuguant plusieurs compétences. Nous nous proposons dans un premier temps de faire un point sur les connaissances et théories du contrôle moteur, afin de poser un cadre à notre problématique de contrôle des régularités formelles et gestuelles du tracé. En raison de leurs très fortes incidences sur les performances du scripteur, nous nous intéresserons en particulier aux régularités topologiques. Elles seront répertoriées et caractérisées, afin d'entreprendre une analyse ciblée sur la nature de l'attention déployée pendant le tracé. Ensuite, nous explorerons les notions fondamentales de l'apprentissage moteur et attentionnel pour en dégager les grandes problématiques d'acquisition. Enfin, nous tenterons d'apporter des éléments de réponse par le biais d'un dispositif d'apprentissage expérimental, axé sur un entraînement attentionnel ciblant les paramètres de co-linéarité, de rythme et de dynamique du tracé. Cette recherche visera à apporter des éléments de réponse à la problématique du contrôle des rapports spatiaux entre les tracés en établissant les liens entre l'attention et le geste. Comment perception, traitement cognitif et mouvement se coordonnent pour stabiliser le tracé ? Comment cette modulation attentionnelle opère-t-elle ? Quel est son déroulé ?

## II. CONTRÔLE MOTEUR DES RÉGULARITÉS SPATIO-VISUELLES

L'écriture, en tant que système graphique, se caractérise d'une part par un ensemble de formes distinctes prédéfinies et de l'autre par un certain

nombre de régularités régissant les paramètres de ces formes et leurs relations dans l'espace. Ces deux registres se déploient tout au long de l'activité scripturale pour globalement la structurer. Ils forment en quelque sorte le but pratique de l'activité scripturale et peuvent être divisés en deux registres de motricité, un registre abstrait ou morphocinétique, et un registre concret ou topo-cinétique (Paillard 1974).

Le premier renvoie au mouvement visant à produire la forme de la lettre, reconnaissable et appréciable en tant que tel. La motricité est alors qualifiée d'abstraite ou morphocinétique.

Elle se caractérise par un mouvement projeté dans l'espace à partir d'une sorte de modèle internalisé et peut se résumer au rappel d'un schéma moteur (ductus) pour chaque lettre. Le second, topo-cinétique, est d'ordre concret et a pour objet la régulation des rapports visuo-spatiaux entre les tracés composant la lettre. Ils se composent de la colinéarité (motifs et symétries), de la proportion (hauteur, largeur commune), du rythme (équivalence des espaces vides), de l'orientation (cohérence des tracés directeurs). Ensemble, ces paramètres permettent l'émergence d'un principe de motif répété (patterning) qui constitue une caractéristique fondamentale de l'écriture au côté de la forme des lettres.

Chez le scripteur les mouvements topo-cinétiques dépendent des feedbacks visuels (Smith and Silver, 1987, Smith, 1989) et les mouvements morphocinétiques dépendent d'une image formelle et gestuelle interne (Wolpert et al., 1995, 2011), d'un programme moteur (van Galen et al. 1994, Schmidt et Lee, 2005). De la rencontre avec ces facteurs incidents externes émergent, au travers de la pratique, des régularités internes propres à chacun, participant ainsi au processus de stabilisation du geste personnel.

Dans le cadre de ce projet, nous nous intéressons aux rapports topologiques des tracés,

nous concentrant ainsi sur les dimensions attentionnelles intrinsèquement rattachées à la perception/exploitation de ces régularités. Nous laissons donc volontairement de côté les dimensions attentionnelles liées à l'apprentissage de la forme de la lettre (ductus) à proprement parlé. Nous cherchons à suspendre l'expérience attentionnel du scripteur à des dimensions formelles continues et globales sans distinction de styles ou de formes, en évitant en particulier le recours à un modèle déterminé. Cette approche permettra d'entreprendre une démarche réductionniste expérimentale ciblant la modulation attentionnelle mis en oeuvre dans la maîtrise des régularités internes et externes du tracé.

### III. ATTENTION ET RÉGULARITÉ

La caractérisation de l'activité attentionnelle lors de l'action (tracer) est difficile car elle introduit la question du but et de la volonté du sujet dans la poursuite de l'action. La problématique attentionnel ici ne porte pas sur sa capacité mais sur sa direction et modulation volontaire en vu d'agir. On s'inscrit alors dans une réflexion du type "selection for action" (Neuman et Allport) ou bien de "readiness for action" (Wu).

Les mouvements intérieurs de l'attention participent au processus de prise en compte d'une partie pertinente des informations disponibles. L'entretien d'explicitation conduit à la première personne doit permettre de faire émerger ces comportements et mouvements attentionnels intérieurs pouvant aider à mieux caractériser l'activité attentionnelle face aux régularités que le scripteur cherche à déployer. L'attention est alors considéré comme une capacité, un moyen utilisé pour poursuivre un objectif. Elle prend plusieurs formes englobées dans le concept de concentration, de vigilance.

Loin d'être un simple projecteur qui éclairerait une scène, l'attention conditionne et modifie en profondeur l'expérience vécue. L'attention a une

dynamique de variation, elle change et mute. C'est cette fonction/capacité modulatrice qui lui donne sa place particulière dans l'intentionnalité. C'est elle qui confère à l'action sa qualité de variabilité. Les travaux en psychologie expérimentale confirment que l'attention est susceptible de moduler la perception. Elle l'affecte au niveau du signal nerveux et du fonctionnement neuronal (Lau et al. Attention to intention 2004. p.1208).

Le principe modulant reposerait sur trois fonctions cognitives distincts (Posner 1994) : stimulation sensorielle, stockage mémoriel et état de vigilance. Elle se caractérise par trois fonctions :

- souligner. L'attention module le processus visuel en l'accentuant (Braun, 2001). Il l'amplifie.

- accompagner l'information. L'attention aide une activation à émerger par rapport à d'autres.

- modifier le traitement sensoriel en lui donnant une saillance suffisante en vue d'une reconnaissance ultérieure du stimuli (Corbetta, 2001).

La décomposition du processus modulateur de l'attention permet de dépasser l'opposition entre concentration focalisée et non-attention à l'environnement. À un niveau visuel, cette conception modulatrice de l'attention se trouve illustrée dans le fonctionnement de la vision périphérique qui introduit une attention ambiante portant en particulier sur les relations spatiales (ambient vision, Braun 2001). Cette idée nous intéresse en particulier pour le contrôle retroactif du tracé dans un environnement d'où le sujet tire des informations/repères d'ordre visuo-spatial. Suivant cette idée, deux niveaux attentionnels opéreraient de concert dans la vision, une attention focalisée (tracé) couplée à une attention ambiante (régularités). Le dispositif

cherchera à promouvoir cette capacité de vigilance et de prise en compte via un principe d'augmentation de la perception et de soutien attentionnel en ligne.

#### IV. DISPOSITIF D'ENTRAÎNEMENT ATTENTIONNEL

Au travers d'une réflexion portant sur le contrôle moteur, les régularités visuo-spatiales puis l'attention, nous avons progressivement posé le cadre d'une approche singulière de l'apprentissage du tracé axé sur le contrôle des rapports topologiques dans le tracé. Ce dispositif a pour but de reproduire de manière contrôlée une situation d'entraînement du tracé suivant trois régularités (variables) simultanées : angle (colinéarité), distance entre les tracés verticaux (proportion), dynamique (fluency). Chez le débutant, cette tâche simple implique le traitement de plusieurs sources d'information et le bascule dans un mode de contrôle rétro-actif du tracé. Aussi simple que cela paraît, cela pose la question fondamentale du processus de stabilisation de la performance et de l'agilité. En effet, cette dernière peut être défini comme un stade avancé d'adaptabilité de la compétence. Ainsi nous partons du principe que l'apprentissage que nous visons peut se constituer au travers d'un effort attentionnel et gestuel variable. Il s'agit donc d'une posture d'entraînement couplant l'activité corporelle, attentionnelle et cognitive et devant déboucher sur une agilité globale vis-à-vis de la tâche à accomplir.

#### V. PROTOCOLE

Le dispositif s'appuiera sur les possibilités de feedback visuel et de capatation du tracé offert par une tablette graphique de type Wacon Cintiq. 4 lettres seront utilisées pour réaliser les tests : m, n, i, u, formant le mot minimum. Elles permettent traditionnellement de s'exercer à la question des régularités lors des premiers pas dans l'écriture formelle (calligraphique). Elles

seront pratiquées initialement à part afin de se familiariser avec le ductus et les mouvements morphocinétiques, sans faire appel au contrôle des régularités. Ensuite le sujet aura à les réaliser dans un exercice de tracé devant conjuguer 3 paramètres de régularité :

a. **espacement** (rythme) des traits. Il est le blanc/vidé qui sépare chaque lettre. Il se calcule selon un principe de superficie ou non pas de distance linéaire. Ainsi, l'expert percevra une proportion alors que le novice se focalisera sur une distance.

b. **inclinaison**. Il s'agit de l'angle d'inclinaison du tracé vertical. La verticale étant  $0^\circ$  et l'angle positif étant un angle d'ouverture par la droite (inclinaison naturelle de l'écriture dans l'écriture latine). La régularité de l'inclinaison résulte dans une répétition d'un motif de colinéarité, tant dans les lignes droites que les arcs de cercle. Ces derniers sont particulièrement difficiles à diriger en raison de la grande variabilité de la courbe.

c. **dynamique** (fluency). La dynamique du tracé correspond à la manière dont un geste se déploie dans le temps et l'espace. En terme de vitesse et de déplacement, cette variable reflète le niveau de fluidité de l'action. Typiquement, un profil à un seul pic indique que le geste a une dynamique fluide, sans accoup. Ce paramètre est central dans l'évaluation de la qualité d'une écriture ou d'un tracé. La dysfluence est caractéristique des troubles dysgraphiques.

Lors de la conception de ce protocole, une attention particulière sera portée sur la nature des feedbacks utilisés (canaux sensoriels, régime online ou offline) ainsi que sur le contrôle qu'en aura le sujet (déclencher, moduler). Nous expérimentons des méthodes de modulation de l'empant visuel via un contrôle vocal ou gestuel afin d'exercer la vision périphérique au travers d'un acte d'ouverture et de maintien du champ perceptif.

Les résultats de ce travail seront à mettre en perspective avec les recherches existantes

développant des réflexions d'aide à l'apprentissage de l'écriture via la technologie numérique (pour une synthèse, voir Danna et Velay, 2015)

## RÉFÉRENCES

- [1] Jones, D., and Christensen, C.A. (1999). Relationship between automaticity in handwriting and student's ability to generate written text. *J. Educ. Psychol.* 91, 44–49. doi: 10.1037/0022-0663.91.1.44
- [2] I. S. Jacobs and C. P. Bean, "Fine particles, thin films and exchange anisotropy," in *Magnetism*, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271–350.
- [3] Sassoon, Rosemary. *The Art and Science of Handwriting*. Intellect Books, 1993.
- [4] Paillard, J. (1990). "Les bases nerveuses du contrôle visuo-manuel de l'écriture [The neural bases of the visual-manual control of handwriting]," in *L'écriture : Le cerveau, L'œil et La Main [Writing : Brain, Eye, and Hand]*, eds C. Sirat, J. Irigoien, and E. Poulle (Turnhout : Brepols), 23–52.
- [5] Smyth, M.M., and Silvers, G. (1987). Functions of vision in the control of handwriting. *Acta Psychol.* 65, 47–64. doi : 10.1016/0001-6918(87)90046-1.
- [6] Wolpert, D.M., Diedrichsen, J., and Flanagan, J.R. (2011). Principles of sensorimotor learning. *Nat. Rev. Neurosci.* 12, 739–751. doi:10.1038/nrn3112.
- [7] Van Galen, G.P., Smyth, M.M., Meulenbroek, R.G.J., and Hylkema, H. (1989). "The role of short-term memory and the motor-buffer in handwriting under visual and non-visual guidance," in *Computer Recognition and Human Production of Handwriting*, eds R. Plamondon, C.Y. Suen, and M.L. Simner (Singapore: World Scientific), 253–271.
- [8] Schmidt, R.A., and Lee, T.D. (2005). *Motor Control and Learning. A Behavioral Emphasis*, 5th Edn. Champaign, IL: Human Kinetics.
- [9] Neumann, O., 1987, "Beyond Capacity: A functional view of attention", in *Perspectives on perception and action*, A. Sanders and H. Heuer (eds.), Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 361–394.
- [10] Allport, A., 1987, "Selection for action: Some behavioural and neurophysiological considerations of attention and action", in *Perspectives on perception and action*, A. Sanders and H. Heuer (eds.), Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 395–419.
- [11] Wu, W., 2011b, "Attention as Selection for Action", in Christopher Mole, Declan Smithies, and Wayne Wu (eds.), *Attention: Philosophical and Psychological Essays*, New York: Oxford University Press, pp. 97–116.
- [12] Lau, Hakwan C., Robert D. Rogers, Patrick Haggard, and Richard E. Passingham. "Attention to Intention." *Science* 303, no. 5661 (February 20, 2004): 1208–10. doi: 10.1126/science.1090973.
- [13] Posner, Michael I. "Attentional Networks and Consciousness." *Frontiers in Psychology* 3 (March 12, 2012). doi:10.3389/fpsyg.2012.00064.
- [14] Braun, Jochen. "It's Great but Not Necessarily about Attention." *Psyche: An Interdisciplinary Journal of Research on Consciousness* 7 (2001): No Pagination Specified.
- [15] Corbetta, Maurizio, Gaurav Patel, and Gordon L. Shulman. "The Reorienting System of the Human Brain: From Environment to Theory of

Mind.” *Neuron* 58, no. 3 (August 5, 2008): 306–24. doi:10.1016/j.neuron.2008.04.017.

[16] Danna, Jérémy, and Jean-Luc Velay. “Basic and Supplementary Sensory Feedback in Handwriting.” *Cognitive Science* 6 (2015): 169. doi:10.3389/fpsyg.2015.00169.



# LIENS ENTRE HABILETÉS LINGUISTIQUES ET SOCIALES CHEZ LES SYNDROMES DE WILLIAMS

TOUCHET Claire

Université de Picardie Jules Verne CRP-CPO (EA 7273)  
Amiens, France  
[claire.touchet@u-picardie.fr](mailto:claire.touchet@u-picardie.fr)

IBERNON Laure

Université de Picardie Jules Verne CRP-CPO (EA 7273)  
Amiens, France  
[laure.ibernon@u-picardie.fr](mailto:laure.ibernon@u-picardie.fr)

VANDROMME Luc

Université de Picardie Jules Verne CRP-CPO (EA 7273)  
Amiens, France  
[luc.vandromme@u-picardie.fr](mailto:luc.vandromme@u-picardie.fr)

*Résumé— Le syndrome de Williams (SW), trouble génétique rare, a fait l'objet de nombreuses recherches du fait d'un profil cognitif hétérogène incluant des compétences relativement préservées dans les domaines du langage, de la théorie de l'esprit et de la reconnaissance des visages en dépit d'une déficience intellectuelle légère à moyenne. Ces trois domaines n'ayant jamais, à notre connaissance, été étudiés chez un même groupe de SW, l'objectif de notre étude est d'en proposer une évaluation systématique. Nous présentons les résultats préliminaires de 3 SW (âgés de 13;6 ans, 18;9 ans, et 26;7 ans), comparés à ceux d'enfants typiques de même âge mental (6;4, 7;5, et 10;5) au Benton Facial Recognition Test (Benton & Van Allen, 1968), au Theory-of-Mind-Test-Revised (Steerneman & Meesters, 2009), à la batterie ISADYLE (Piérart, Comblain, Grégoire, & Mousty, 2009) et à une épreuve narrative originale, adaptée de l'épreuve de Forgeot d'Arc et Ramus (2011), s'appuyant sur des scénarii animés. Les résultats semblent montrer que ces trois capacités sont, chez les 3 SW de notre étude, au niveau de leur déficit cognitif, et confirment ce qui est avancé dans les synthèses de Brock (2007) et de Mervis (2006). Nous concluons que le profil cognitif des SW apparaît bien plus complexe que ce qui a jusqu'alors été décrit et doit être envisagé dans une perspective plus développementale.*

**Mots Clés—Syndrome de Williams, reconnaissance des visages, théorie de l'esprit, langage oral, pragmatique.**

## I. INTRODUCTION

Le syndrome de Williams (SW) est un trouble neurodéveloppemental, causé par une microdélétion dans la région 7q11.23 du chromosome 7. Cette maladie génétique a été identifiée au début des années 1960 [1]-[2]. La prévalence est estimée entre une naissance sur 20 000 [3] et une naissance sur 7 500 [4]. Le SW associe des anomalies cardiovasculaires, des malformations rénales, une dysmorphie faciale dite « faciès d'elfe », et une grande sensibilité aux bruits ou hyperacousie [5]. D'un point de vue cognitif, la majorité des SW présente une déficience intellectuelle faible à modérée et une légère supériorité des performances dans les épreuves verbales par rapport aux épreuves non verbales [6]. Leur profil cognitif est hétérogène avec des compétences qui semblent préservées dans les domaines de la reconnaissance des visages, de la théorie de l'esprit ou du langage [7].

Néanmoins, plusieurs recherches, ayant analysé isolément ces capacités chez différents groupes de SW, avancent des conclusions plus contrastées [8]-[10].

Plusieurs études remettent en cause le point fort des SW en reconnaissance des visages. Que ce soit avec des épreuves standardisées [10 ; N = 20 ; 10-51] ou des épreuves expérimentales [11 ; N = 13 ; 5;11-17;3], les SW ont des résultats supérieurs à ceux des participants appariés en âge mental et des résultats similaires à ceux des participants de même âge chronologique.

Les capacités de théorie de l'esprit des SW ont fait l'objet de quelques études, qui ont amené des résultats contradictoires selon la méthodologie utilisée. Néanmoins, les capacités de SW seraient équivalentes à celles de participants de même âge mental [7 ; N = 18 ; 9-23]-[12 ; N = 31 : 5;4-43;8]. Une étude récente de Van Herwegen, Dimitriou, et Langdon rapporte de faibles capacités chez les SW, inférieures à celles des tout-venant, dans différentes tâches évaluant la théorie de l'esprit [13 ; N = 30 ; 5;0-17;1].

Au niveau du langage oral, les aspects structuraux du langage (lexique, phonologie et syntaxe) seraient de bon niveau [14]–[16]. Toutefois, des études portant sur les capacités syntaxiques des SW ont donné lieu à des résultats contradictoires avançant tantôt de bonnes capacités en compréhension syntaxique [17 ; N = 69 ; 4-30 ans), tantôt de faibles capacités en production syntaxique [18 ; N = 14 ; 8-31 ans). Quant aux aspects pragmatiques (utilisation du langage en contexte social), les SW auraient des difficultés pour interpréter le sens d'un énoncé et de fournir des informations pertinentes lors d'une conversation [e.g. 19 ; N = 5 ; 7;6-12;0]. Plusieurs études évaluant les aspects pragmatiques via une tâche narrative [20]–[21] mettent en avant que les SW (respectivement, N = 7 ; 6;6-18;11 ; N = 12 ; 6;6-18;11) éprouvent plus de difficultés à respecter le cheminement de l'histoire et à rester dans la même thématique que les enfants de même âge chronologique, mais moins que les enfants porteurs du syndrome de Down (SD). Les aspects pragmatiques peuvent prendre la forme d'inférences cognitives correspondant aux interprétations faites par le participant sur les motivations, les intentions et les états mentaux du ou des personnages. Ils peuvent être également des évaluations sociales liées à des attributions d'états ou de comportements émotionnels du ou des personnages, et aux indices d'engagement

social du participant (effets sonores, discours directs, questions/exclamations, etc.). D'après Jones et al. [22], du fait de leur hypersociabilité, les SW utiliseraient les évaluations sociales pour engager et maintenir l'attention de leur interlocuteur. Dans leur récit, les SW produisent davantage d'inférences cognitives et d'évaluations sociales que les participants tout-venant et les participants SD [20].

Tous ces résultats peuvent amener à douter des « forces » des SW en reconnaissance des visages, en théorie de l'esprit et en langage oral. Toutefois, ces trois domaines n'ont jamais été évalués dans une même étude, auprès d'un même groupe de participants SW. L'objectif de notre étude est de caractériser, chez un même SW, ses capacités en reconnaissance des visages, en théorie de l'esprit et en langage.

## II. METHODE

### A. Participants

L'étude a pour l'instant été menée auprès de trois SW francophones contactés par le biais d'associations de parents. Leur quotient intellectuel a été évalué à l'aide du test WISC-IV [23]. Nous avons comparé leurs scores à ceux de trois groupes contrôles de 8 enfants de même âge mental, avec une parité filles/garçons. Le Tableau 1 détaille les caractéristiques des participants SW et des groupes contrôles.

*Tab. 1 Ages Chronologiques (AC), Ages Mentaux (AM) et Quotients Intellectuels (QI) des participants atteints du Syndrome de Williams (SW). Moyennes en années;mois) et écarts-types (en mois) des âges chronologiques des groupes contrôles (GC)*

	SW1	SW2	SW3	GC1 (N=8)	GC2 (N=8)	GC3 (N=8)
AC	13;1	18;6	26;7	6;4(2)	7;5(4)	10;5(5)
AM	6;2	7;6	10;6			
QI	46	41	40			

## B. Outils d'évaluation

Pour évaluer les capacités de reconnaissances des visages, les compétences de théorie de l'esprit, les aspects structuraux et les aspects pragmatiques du langage oral, nous avons utilisé quatre épreuves, présentées dans un ordre différent pour chaque participant.

La capacité à reconnaître des visages non familiers a été évaluée grâce à l'épreuve de reconnaissance faciale de Benton (Benton Facial Recognition Test, BFRT ; [24]). Nous avons administré le Theory of Mind-Test-Revised (ToM-Test-R ; [25]) afin d'évaluer les capacités de théorie de l'esprit. Nous avons administré le Theory of Mind-Test-Revised (ToM-Test-R ; Sterneman & Meesters, 2009) afin d'évaluer les capacités de théorie de l'esprit. Un score total (ToMT) est obtenu par la somme de trois sous-scores : le sous-score ToM1 correspondant à l'évaluation des prérequis de la théorie de l'esprit, le sous-score ToM2 correspondant à la compréhension des états mentaux de premier ordre, et le sous-score ToM3 correspondant à la compréhension des états mentaux de second ordre. Les aspects structuraux du langage oral ont été évalués avec la version abrégée de la batterie Instruments pour le Screening et l'Approfondissement de l'examen des DYsfonctionnements du Langage chez l'Enfant (ISADYLE ; [26]). L'évaluation des aspects pragmatiques a été réalisée à partir d'une épreuve originale. Nous avons élaboré une tâche narrative s'appuyant sur des scénarii animés [27]-[28]. Cette épreuve permet d'étudier les capacités langagières en production et en compréhension. Dans cette tâche, nous avons également analysé les aspects pragmatiques (inférences cognitives et évaluations sociales) produits dans le récit du participant.

## III. RESULTATS

### A. Analyses statistiques

Les scores au BFRT de SW1, SW2 et SW3 ne diffèrent pas de ceux de leurs groupes contrôles respectifs. Toutefois, le score de SW2 est légèrement inférieur à la moyenne de GC2, sans que cela soit significatif ( $p = .078$ ).

### B. Théorie de l'esprit

S'agissant du score global (ToMT), les participants SW2 et SW3 ont des scores significativement inférieurs à leur groupe contrôle respectif ( $t(7) = -3.01$ ,  $p = .02$  ;  $t(7) = -3.76$ ,  $p = .007$ , respectivement). À l'inverse, SW1 a des performances comparables à celles de son groupe contrôle ( $t(7) = 1,44$ ; ns) (Figure 1).

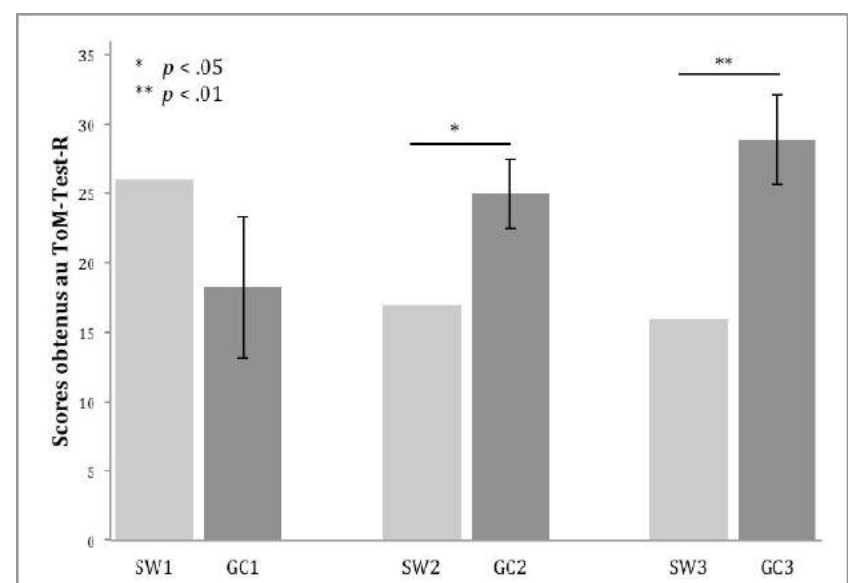


Fig. 1. Comparaisons des scores des participants atteints du syndrome de Williams (SW) avec les moyennes des groupes contrôles respectifs (GC) au Theory-of-Mind-Test-Revised (ToMT) (les barres d'erreurs indiquent les écarts-types).

### C. Langage oral

Pour ISADYLE, chaque participant SW présente un score total semblable à celui de son groupe contrôle ( $t(7) = -.06$ , ns ;  $t(7) = -0.69$ , ns ;  $t(7) = -1.26$ , ns, respectivement).

Dans la tâche narrative (Figure 2), en production, les scores des SW sont semblables à ceux de leur groupe contrôle. En

compréhension, SW1 a des scores similaires à son groupe ( $t(7) = -0.06$ , ns), tandis que les scores de SW2 et de SW3 sont inférieurs à ceux de leur groupe contrôle (respectivement,  $t(7) = -2.66$ ,  $p = .03$  ;  $t(7) = -3.54$ ,  $p = .009$ ). Concernant les aspects pragmatiques, seul SW3 produit plus d'inférences par rapport à GC3 ( $t(7) = 2.53$ ,  $p = .04$ ).

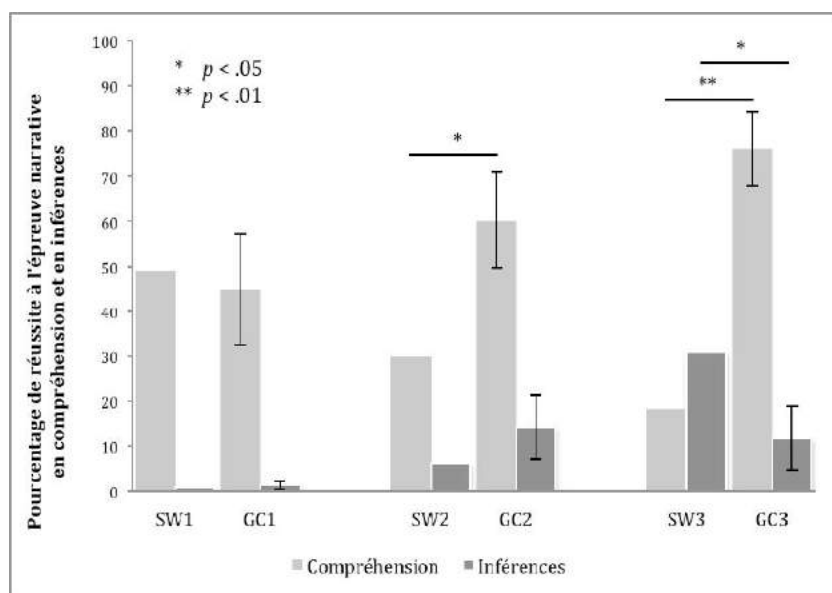


Fig. 2. Comparaisons des scores des participants atteints du syndrome de Williams (SW) avec les moyennes des groupes contrôles respectifs (GC) à la tâche narrative en compréhension et en inférences (les barres d'erreurs indiquent les écarts-types).

#### IV. DISCUSSION

L'objectif de cette étude est de déterminer le niveau d'un même SW en reconnaissance des visages, en théorie de l'esprit et en langage oral. Au regard des résultats de notre étude, les capacités des participants SW dans ces 3 domaines ne semblent en aucun cas préservées mais au niveau de leur déficit cognitif global, voire en deçà.

Concernant la reconnaissance des visages, les résultats de notre étude montrent que les participants SW reconnaissent aussi bien les visages non familiers que les enfants de même âge mental. Cette capacité semble de bon niveau, compte tenu de leur déficience intellectuelle. Ces résultats vont dans le même sens que ceux

obtenus avec des tâches standardisées [10] ou avec des tâches expérimentales [11].

Dans notre étude, les SW ont de plus faibles capacités en théorie de l'esprit que les participants de même âge mental. Ces résultats sont en accord avec les conclusions de Karmiloff-Smith et al. [7] et de Porter et al. [12]. Ce constat d'un déficit en théorie de l'esprit fait écho aux recherches récentes portant sur l'existence de similarités entre les SW et les personnes atteintes de trouble du spectre autistique (TSA). Asada et Itakura [29] concluent que les profils des SW et des TSA montrent des différences, voire des contrastes, pour le traitement des visages et pour la sociabilité, mais aussi des similarités dans les compétences pragmatiques et sociales.

De la même façon, des caractéristiques autistiques comme les stéréotypies ou un fort niveau d'anxiété sont observées chez les SW [30]. Il semble que les individus SW et TSA manifestent, tous les deux, des altérations de la cognition sociale, mais qui ne s'expriment pas de la même manière sur le plan comportemental.

Au niveau des capacités langagières des SW, nos résultats montrent que les niveaux lexical, phonologique et syntaxique des SW sont comparables à ceux des enfants de même âge mental et confirment ainsi les synthèses de Brock [8] et de Mervis [31]. En ce qui concerne la narration, les participants SW produisent des récits semblables à ceux des enfants de même âge mental. Cependant, deux participants SW éprouvent plus de difficultés en termes de compréhension que les enfants de même âge mental. Ces résultats sont cohérents avec ce que montre Stojanovik [19]. Les enfants SW auraient des capacités de compréhension verbale plus faibles que leur expression orale. Dans notre étude, seul un participant SW a produit plus d'aspects pragmatiques que les participants de même AM. Ce résultat est cohérent avec l'étude de Bernicot, Lacroix, et Reilly [20].

Il apparaît clairement que les capacités en reconnaissances de visages, en théorie de l'esprit et en langage oral de nos participants SW ne peuvent pas être considérées comme préservées. Toutefois, ce constat doit être envisagé avec précaution, du fait du faible effectif de notre échantillon et de l'unique appariement sur l'âge mental. S'agissant du cas particulier des aspects pragmatiques, des recherches ultérieures, portant sur un plus grand nombre de SW et s'appuyant sur des trajectoires développementales et des comparaisons avec les TSA, pourront apporter des éléments de réponses sur le lien entre langage et hypersociabilité.

## FINANCEMENTS

Cette recherche est financée par le Conseil Régional de Picardie dans le cadre du projet Apprentissage, Scolarisation/Formation en Situation de Handicap (ASFSH).

## RÉFÉRENCES

- [1] J. C. P. Williams, B. G. Barratt-Boyes, and J. B. Lowe, "Supravalvular Aortic Stenosis," *Circulation*, vol. 24, no. 6, pp.1311–1318, Dec. 1961.
- [2] A. J. Beuren, J. Apitz, and D. Harmjanz, "Supravalvular Aortic Stenosis in Association with Mental Retardation and a Certain Facial Appearance," *Circulation*, vol. 26, no. 6, pp. 1235–1240, Dec. 1962.
- [3] M. Tassabehji, K. Metcalfe, W. D. Fergusson, M. J. Carette, J.K. Dore, D. Donnai, A. P. Read, C. Proschel, N. J. Gutowski, X. Mao, D. Sheer, and C. Pröschel, "LIM-kinase deleted in Williams syndrome," *Nat. Genet.*, vol. 13, no. 3, pp. 272–273, Jul. 1996.
- [4] P. Stromme, P. G. Bjornstad, and K. Ramstad, "Prevalence estimation of Williams syndrome," *J. Child. Neurol.*, vol. 17, pp. 269–271, 2002.
- [5] B. Gilbert-Dussardier, "Le syndrome de Williams-Beuren," *Rev.Prat.*, vol. 56, pp. 2102–2106, Jan. 2006.
- [6] C. B. Mervis, B. F. Robinson, J. Bertrand, C. A. Morris, B. P. Klein-Tasman, and S. C. Armstrong, "The Williams Syndrome Cognitive Profile," *Brain Cogn.*, vol. 44, pp. 604–628, 2000.
- [7] A. Karmiloff-Smith, E. S. Klima, U. Bellugi, J. Grant, and S. Baron-Cohen, "Is there a social module? Language, face processing, and theory of mind in individuals with Williams Syndrome," *J. Cogn. Neurosci.*, vol. 7, no. 2, pp. 196–208, Jan.1995.
- [8] J. Brock, "Language abilities in Williams syndrome: a critical review.," *Dev. Psychopathol.*, vol. 19, no. 1, pp. 97–127, Jan. 2007.
- [9] J. Van Herwegen, D. Dimitriou, and G. Rundblad, "Development of novel metaphor and metonymy comprehension in typically developing children and Williams syndrome.," *Res. Dev. Disabil.*, vol. 34, no. 4, pp. 1300–11, Apr.2013.
- [10] L. Isaac and A. J. Lincoln, "Featural versus configural face processing in a rare genetic disorder: Williams syndrome," *J. Intellect. Disabil. Res.*, vol. 55, no. 11, pp. 1034–1042, Jun.2011.
- [11] C. Deruelle, C. Rondan, J. Mancini, and M.-O. Livet, "Do children with Williams syndrome fail to process visual configural information?," *Res. Dev. Disabil.*, vol. 27, no. 3, pp.243–253, Jun. 2006.

- [12] M. Porter, M. Coltheart, and R. Langdon, "Theory of mind in Williams syndrome assessed using a nonverbal task," *J. Autism Dev. Disord.*, vol. 38, no. 5, pp. 806–14, May 2008.
- [13] J. Van Herwegen, D. Dimitriou, and G. Rundblad, "Performance on verbal and low-verbal false belief tasks: Evidence from children with Williams syndrome," *J. Commun. Disord.*, vol. 46, no. 5–6, pp. 440–8, 2013.
- [14] M. Böhning, R. Campbell, and A. Karmiloff-Smith, "Audiovisual speech perception in Williams syndrome," *Neuropsychologia*, vol. 40, pp. 1396–1406, 2002.
- [15] . Brock, C. Jarrold, E. K. Farran, G. Laws, and D. M. Riby, "Do children with Williams syndrome have really good vocabulary knowledge? Methods for comparing cognitive and linguistic abilities in developmental disorders," *Clin. Linguist. Phon.*, vol. 21, pp. 673–688, 2007.
- [16] A. Zukowski, "Investigating Complex Syntax: Insights from Experimental Studies of Williams Syndrome," in *Developmental Language Disorders: From Phenotypes to Etiologies*, M. L. Rice and S. F. Warren, Eds. London: Lawrence Erlbaum, 2003, pp. 97–118.
- [17] S. Vicari, E. Bates, M. C. Caselli, P. Pasqualetti, C. Gagliardi, F. Tonucci, and V. Volterra, "Neuropsychological profile of Italians with Williams syndrome: an example of a dissociation between language and cognition?," *J. Int. Neuropsychol. Soc.*, vol. 10, pp. 862–876, 2004.
- [18] J. Grant, V. Valian, and A. Karmiloff-Smith, "A study of relative clauses in Williams syndrome," *J. Child Lang.*, vol. 29, pp. 403–416, 2002.
- [19] V. Stojanovik, "Social interaction deficits and conversational inadequacy in Williams syndrome," *J. Neurolinguistics*, vol. 19, no. 2, pp. 157–173, Apr. 2006.
- [20] J. Bernicot, A. Lacroix, and J. Reilly, "La narration chez les enfants atteints du syndrome de Williams : aspects structuraux et pragmatiques," *Enfance*, vol. 55, no. 3, pp. 265–281, Jan. 2003.
- [21] A. Lacroix, J. Bernicot, and J. Reilly, "Narration and collaborative conversation in French-speaking children with Williams syndrome," *J. Neurolinguistics*, vol. 20, no. 6, pp. 445–461, 2007.
- [22] W. Jones, U. Bellugi, Z. Lai, M. Chiles, J. Reilly, A. Lincoln, and R. Adolphs, "II. Hypersociability in Williams Syndrome," *J. Cogn. Neurosci.*, vol. 12, no. Supplement, pp. 30–46, Jan. 2000.
- [23] D. Wechsler, *WISC-IV*. Paris: ECPA, 2005.
- [24] A. L. Benton and M. Van Allen, "Impairment in facial recognition in patients with cerebral disease," *Cortex*, no. 4, pp. 344–358, 1968.
- [25] P.M.C. Steerneman and C. Meesters, *ToM test-R: Handleiding*. Antwerpen-Apeldoorn: Garant, 2009.
- [26] B. Piérart, A. Comblain, J. Grégoire, and P. Mousty, *ISADYLE : Instruments pour le Screening et l'Evaluation Approfondie des Dysfonctionnements du Langage chez l'Enfant*. Marseille: Solal, 2009.
- [27] B. Forgeot d'Arc and F. Ramus, "Belief attribution despite verbal interference," *Q. J. Exp. Psychol. (Hove)*, vol. 64, no. 5, pp. 975–90, May 2011.

[28] C. Levrez, B. Bourdin, B. Le Driant, B. Forgeot d'Arc, and L. Vandromme, "The Impact of Verbal Capacity on Theory of Mind in Deaf and Hard of Hearing Children," *Am. Ann. Deaf*, vol. 157, pp. 66–77, 2012.

[29] K. Asada and S. Itakura, "Social phenotypes of autism spectrum disorders and williams syndrome: similarities and differences," *Front. Psychol.*, vol. 3, Jan. 2012.

[30] S. Tordjman, G. M. Anderson, M. Botbol, A. Toutain, P. Sarda, M. Carlier, P. Saugier-veber, C. Baumann, D. Cohen, C. Lagneaux, A.-C. Tabet, and A. Verloes, "Autistic Disorder in Patients with Williams-Beuren Syndrome: A Reconsideration of the Williams-Beuren Syndrome Phenotype," *PLoS One*, vol. 7, no. 3, p. e30778, Apr. 2012.

[31] C. B. Mervis, "Language Abilities in Williams-Beuren Syndrome: A review," in *Williams-Beuren Syndrome: Research, Evaluation, and Treatment*, C. A. Morris, H. M. Wang, and P. P. Lenhoff, Eds. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 2006, pp. 159–206.

# STRUCTURES DU LOBE TEMPORAL INTERNE : MODÈLES PROCESSUELS OU MODÈLES REPRÉSENTATIONNELS ? MODÈLES PROCESSUELS VS. REPRÉSENTATIONNELS : UNE ÉTUDE DE CAS

LACOT Emilie

Université de Picardie Jules Verne CRP-CPO (EA 7273)  
Amiens, France  
Université Toulouse Jean Jaurès OCTOGONE (EA 4156)  
Toulouse, France  
[emilie@lacot.net](mailto:emilie@lacot.net)

VAUTIER Stéphane

Université Toulouse Jean Jaurès OCTOGONE (EA 4156)  
Toulouse, France

KÖHLER Stefan

Rotman Research Institute Baycrest Center Toronto,  
Ontario, Canada

PARIENTE Jérémie

Service de Neurologie, CHU Toulouse-Purpan INSERM  
(UMR 825) Toulouse, France

PUEL Michèle

Service de Neurologie, CHU Toulouse-Purpan INSERM  
(UMR 825) Toulouse, France

LOTTERIE Jean-Albert

Service de Neurologie, CHU Toulouse-Purpan INSERM  
(UMR 825) Toulouse, France

BARBEAU Emmanuel J.

Université de Toulouse CERCO – CNRS (UMR 5549)  
Toulouse, France

*Résumé— Il est communément admis que la mémoire déclarative dépend des structures du lobe temporal interne (LTI). Toutefois, ces structures n'auraient pas le même rôle fonctionnel. Ainsi, nous proposons l'étude des performances en rappel et en reconnaissance de matériel visuel d'un patient (JMG) au pattern lésionnel atypique. JMG présente une destruction massive bilatérale du LTI avec pour seule structure préservée l'hippocampe droit. En comparant les performances de JMG à un groupe de sujets contrôles appariés nous montrons, dans un premier temps, que ses performances en rappel sont préservées (cinq tâches expérimentales). Ce résultat permet d'envisager que son hippocampe droit est fonctionnel et a un rôle majeur dans le rappel visuel. Dans un second temps, nous montrons que ses performances en reconnaissance d'objets sont déficitaires comparativement à celles du groupe de sujets contrôles (sept tâches expérimentales). Un tel résultat confirme que les structures sous-hippocampiques, détruites de façon bilatérale chez JMG, ont un rôle critique dans la mémoire de reconnaissance. Enfin, nous montrons que lors de tâches de reconnaissance de scènes, les performances de JMG sont préservées (trois tâches expérimentales).*

*Ce résultat suggère que l'hippocampe droit et la voie visuelle dorsale, préservés chez ce patient atypique, sont nécessaires à la reconnaissance de scènes. Ainsi, ces dissociations seraient en accord avec une explication représentationnelle de l'organisation des structures du LTI.*

***Mots Clés—Rappel, reconnaissance, familiarité, récollection, mémoire déclarative.***

## I. INTRODUCTION

Le lobe temporal interne (LTI) comprend de manière bilatérale l'hippocampe, l'amygdale mais aussi les structures sous hippocampiques telles que les cortex entorhinal, périrhinal et parahippocampique. Toutes ces structures, support anatomique de la mémoire déclarative [1], [2], fonctionnent ensemble. Or de part leur diversité, il est envisagé que ces structures n'aient pas le même rôle fonctionnel.

Dans cette étude, nous menons l'évaluation d'un patient (JMG) présentant un pattern lésionnel atypique. Contrairement aux études de cas proposées dans la littérature, JMG présente une destruction bilatérale massive des



structures sous-hippocampiques avec pour seule structure préservée l'hippocampe droit. Étant donné le caractère exceptionnel de ce pattern lésionnel et les modèles préexistants concernant le rôle des structures du LTI dans la mémoire déclarative, nous proposons différentes hypothèses.

L'hippocampe et les structures sous-hippocampiques sont nécessaires au rappel (capacité à retrouver librement, sans indice, une information préalablement encodée). De plus, les structures du LTI sont définies comme étant organisées de façon hiérarchique avec en haut de la hiérarchie l'hippocampe [3], [4]. Selon cette théorie, JMG, présentant une destruction massive des structures sous-hippocampiques, devrait avoir un rappel déficitaire. Or d'après Barbeau et al. [5] les performances de JMG en rappel visuel sont normales. Dans la première partie de cette étude, nous voulons infirmer ou confirmer ces résultats.

Si, comme Barbeau et al. [5], nous trouvons un rappel préservé alors nous pouvons supposer que cela facilitera la reconnaissance de matériel visuel. Or, comme montré dans l'étude princeps, JMG présente une dissociation entre de bonnes performances en rappel et des performances déficitaires en reconnaissance. Il apparaît alors que cette dissociation est rare [6]. Les études de cas présentes dans la littérature ne rapportent aucune dissociation [7], [8] ou rapportent une dissociation inverse [9], [10]. Toutefois, même si les performances de JMG en reconnaissance sont déficitaires, elles sont au dessus de la chance. Ainsi, ses performances pourraient être sous-tendues par une bonne récollection (processus de récupération de l'information, capacité à retrouver une information avec le contexte d'acquisition). En effet, les modèles processuels suggèrent que les structures sous-hippocampiques seraient importantes pour la familiarité alors que l'hippocampe serait important pour la

récollection [11]– [13]. Dans la seconde partie de cette étude, nous testerons cette seconde hypothèse.

Certains modèles favorisent donc une organisation processuelle des structures du LTI alors que d'autres sont en faveur d'une organisation représentationnelle. Ainsi, le modèle représentationnel hiérarchique met en lien la voie visuelle ventrale et la reconnaissance des objets avec le cortex périrhinal d'une part, et la voie visuelle dorsale et la reconnaissance des scènes avec l'hippocampe d'autre part [14], [15]. Selon ce modèle, JMG devrait donc présenter une dissociation de ses performances selon le type de matériel encodé et ainsi avoir performances déficitaires en reconnaissance d'objets (destruction des structures sous-hippocampiques) et des performances normales en reconnaissance de scènes (préservation de l'hippocampe). La troisième partie de cette étude traitera cet aspect.

## II. MÉTHODES

### A. Description du patient

JMG est un homme droitier (Edinburgh handedness evaluation: 90%) né en 1954. A l'âge de 20 ans, il contracte une encéphalite herpétique durant son service militaire au Pacifique. S'ensuit une période de 3 semaines de coma. Deux mois après cela, il est rapatrié dans un hôpital militaire français pour en sortir deux mois plus tard. A sa sortie, JMG présente de sévères troubles de la mémoire, mais aucun bilan ni rééducation n'est proposés.

Progressivement, ses troubles de la mémoire vont se résorber, il a alors une vie normale, passe son BEP, ouvre son propre salon de coiffure, se marie, etc. Ce patient n'est pas amnésique et n'est ni perdu dans l'espace ni dans le temps.

En 2007, à la suite d'un examen médical classique, il est décelé que JMG éprouve une certaine fatigue psychologique due à un problème

de reconnaissance qu'il n'a jamais pu s'expliquer. Une IRM lui est proposée. Sur la Figure 1 on constate que les lobes frontaux, pariétaux et occipitaux de JMG sont normaux. Toutefois, on observe une destruction massive bilatérale des lobes temporaux. Le volume de ses lésions est estimé à 58cm<sup>3</sup> à gauche et à 21cm<sup>3</sup> à droite. Seul l'hippocampe droit est préservé.

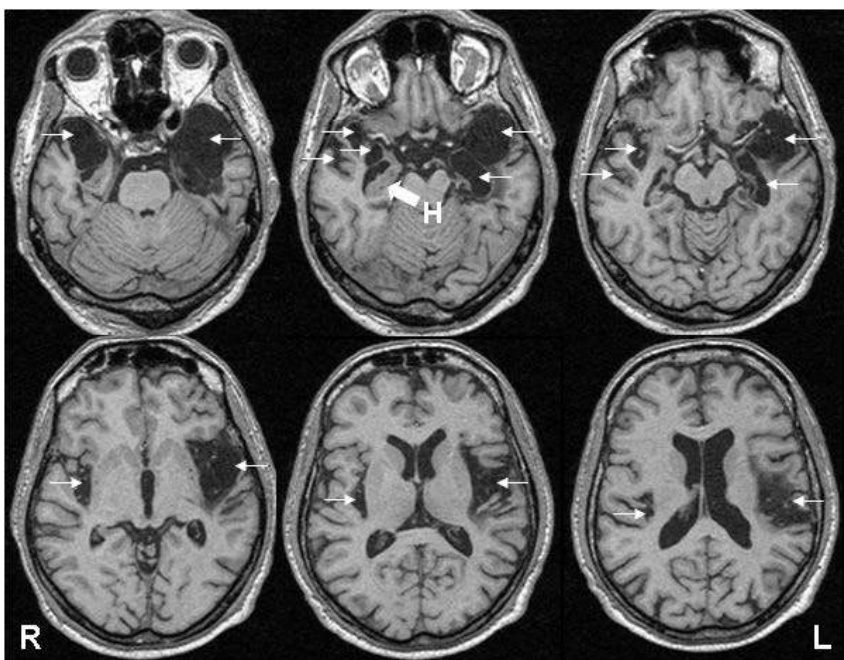


Fig. 1 Structures du LTI en vue coronale. Les petites flèches indiquent les différentes lésions, le H indique l'hippocampe préservé (L : gauche, R : droite).

### B. Matériel

JMG a été évalué à l'aide d'un ensemble de 15 tâches expérimentales : cinq tâches de rappel visuel et 10 tâches de reconnaissance visuelle. Les tâches de rappel étaient des tâches papier/crayon et consistaient à redessiner de mémoire des dessins préalablement encodés. Les tâches de reconnaissance étaient présentées sur ordinateur en utilisant le logiciel E-prime v.1.2 [16]. La familiarité et la recollection étaient testées selon différents paradigmes.

### C. Analyses statistiques

Deux types d'analyses ont été effectuées : une analyse intra-tâche et une analyse inter-tâche. Afin de comparer les scores de JMG aux scores

obtenus par les 10 sujets appariés du groupe contrôle (inter-tâches), nous avons utilisé le t-test modifié de Crawford (programme SINGLIMS\_ES; voir [17], [18]). Pour tester une éventuelle dissociation entre les scores de toutes les tâches de rappel et les scores de toutes les tâches de reconnaissance (intra-tâches), nous avons utilisé le programme Dissocs\_ES [19], [20].

## III. RÉSULTATS

Sur l'ensemble des tâches de rappel, JMG présente des performances normales (JMG: 55.5%; moyenne : 63.9%, SD: 13.9;  $t(9) = -0.58$ ,  $p$  (one-tailed) = 0.29 –  $zcc = -0.60$ ).

Concernant les tâches de reconnaissance visuelle, les performances de JMG sont déficitaires mais toujours au dessus de la chance pour la reconnaissance d'objets (JMG: 65.9%; moyenne : 82.5%, SD: 4.5;  $t(9) = -3.50$ ,  $p < 0.01$  –  $zcc = -3.67$ ). Ses performances pour les tâches de reconnaissance de scènes sont normales (JMG: 70.3%; moyenne : 69.8%, SD: 6.8;  $t(9) = 0.07$ ,  $p = 0.47$  –  $zcc = 0.07$ ).

En étudiant les différents processus de récupération de l'information que sont la familiarité et la recollection, nous observons que les performances de JMG sont déficitaires tant en familiarité qu'en recollection. Toutefois, ce résultat est à nuancer selon le matériel encodé; JMG présente de meilleures performances lorsque les items encodés sont des scènes (Figure 2).

Enfin, nous observons une première dissociation des performances de JMG avec un rappel normal et une reconnaissance d'objet déficitaire –  $t(9) = 3.57$ ,  $p$  (two-tailed) < 0.01 –  $zcc = 4.34$ . Une seconde dissociation est caractérisée par une reconnaissance de scènes normales et une reconnaissance d'objets déficitaires –  $t(9) = 3.46$ ,  $p$  (two-tailed) < 0.01 –  $zcc = 4.13$  (Figure 3).

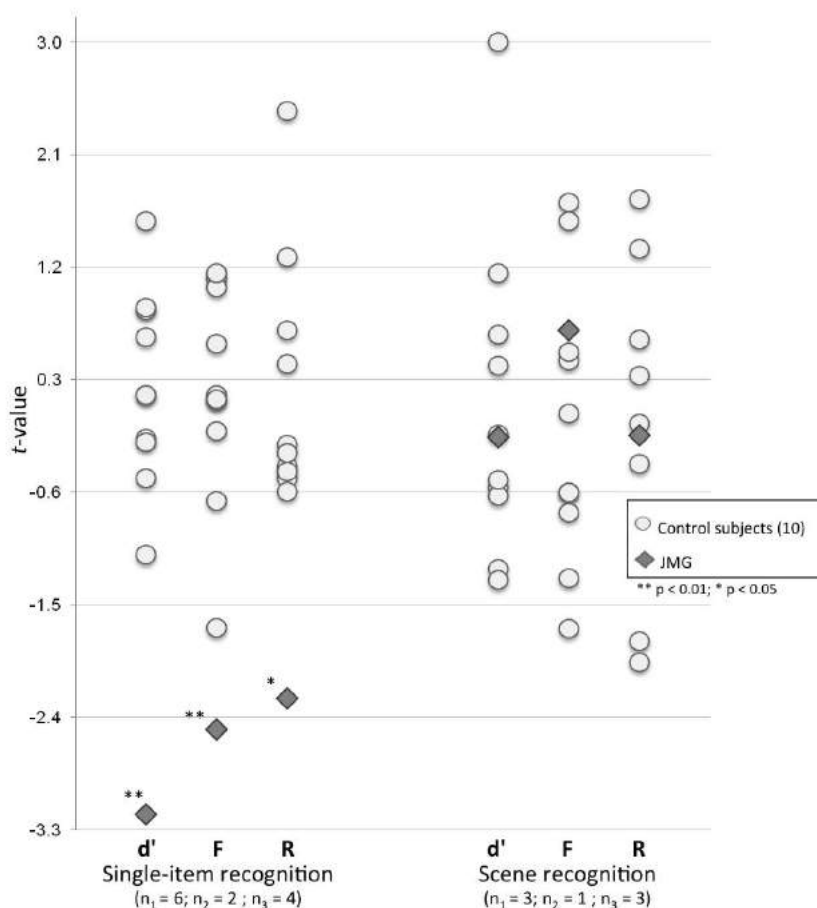


Fig. 2 Dispersion des  $t$ -values (calculées à partir du  $t$ -test modifié) pour les tâches de reconnaissance d'objets et de scènes. Pour chaque tâche ( $n_i$ ) les dispersions des  $d$ -prime (reconnaissance globale), familiarité ( $F$ ) et recollection ( $R$ ) sont proposées.

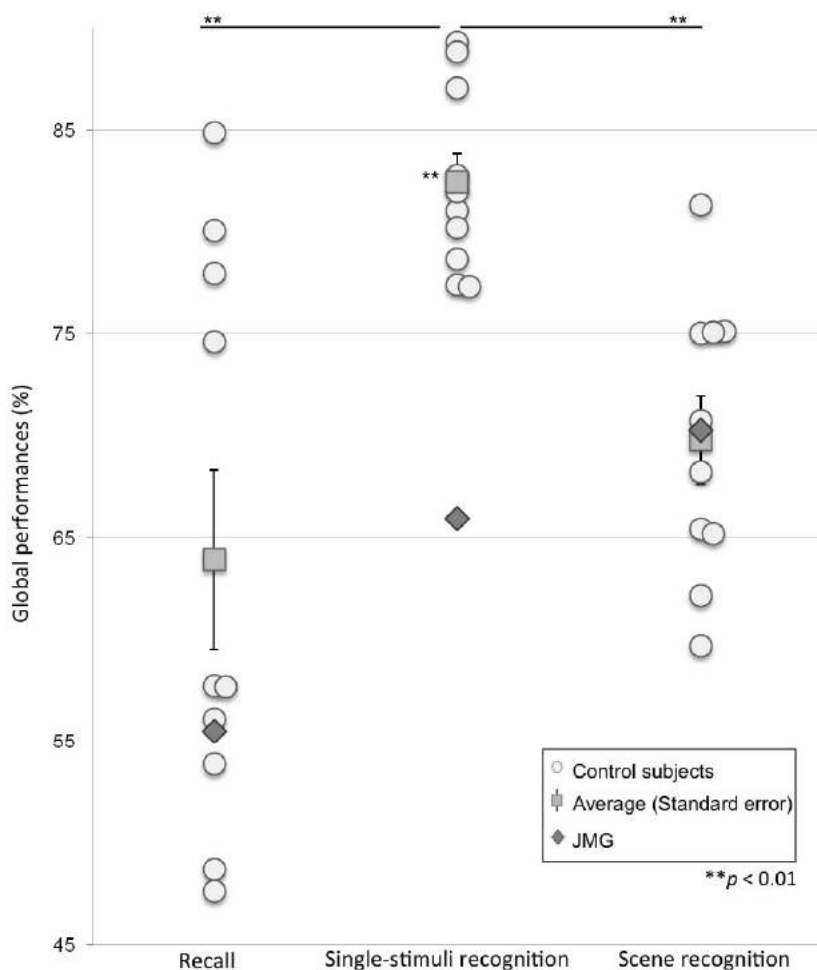


Fig. 3 Distribution des performances globales de JMG et des 10 sujets contrôles pour l'ensemble des types de tâches expérimentales (rappel, reconnaissance d'objets et de scènes).

#### IV. DISCUSSION

Dans cette étude, nous rapportons le cas d'un patient au pattern lésionnel atypique. JMG présente une destruction massive des structures du lobe temporal interne avec pour seule préservation l'hippocampe droit. Nous avons testé JMG à l'aide d'une batterie de 15 tâches expérimentales divisée en trois types différents: rappel, reconnaissance d'objets et reconnaissance de scènes.

Nous montrons que JMG présente une préservation de ses performances en rappel impliquant ainsi que son hippocampe droit est largement fonctionnel.

Puis nous avons mis en avant que JMG présente des performances déficitaires lors de la reconnaissance d'objets. Ce résultat confirme que les structures sous-hippocampiques, détruites de façon bilatérale chez JMG, ont un rôle critique dans la mémoire de reconnaissance. De plus, ni la familiarité ni la recollection ne sont complètement préservées montrant que ces processus dépendent en partie des structures sous-hippocampiques.

Enfin, nous rapportons que JMG présente de bonnes performances en reconnaissance selon le type de matériel encodé. Ainsi, il présente une dissociation entre de bonnes performances en reconnaissance de scènes et des performances déficitaires en reconnaissance d'objets.

De tels résultats indiquent clairement qu'une vue unitaire du fonctionnement des structures du LTI dans la mémoire déclarative semble inadéquate [21], [22]. Ces résultats ne semblent pas non plus concorder avec les attentes de l'approche processuelle classique qui considère que les structures sous-hippocampiques sont nécessaires à la

familiarité alors que l'hippocampe serait nécessaire à la recollection [11], [23].

Le pattern de résultats trouvé semble plus correspondre aux propositions récentes concernant l'organisation du LTI autour des représentations du matériel encodé (objets vs scènes) [14], [24], [25].

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier JMG pour son implication dans cette étude.

## RÉFÉRENCES

- [1] N. Cohen and L. R. Squire, "Preserved learning and retention of pattern-analyzing skill in amnesia: dissociation of knowing how and knowing that," *Science* (80-. ), vol. 210, no. 4466, pp. 207–210, Oct. 1980.
- [2] L. Stefanacci, E. a Buffalo, H. Schmolck, and L. R. Squire, "Profound amnesia after damage to the medial temporal lobe: A neuroanatomical and neuropsychological profile of patient E. P.," *J. Neurosci.*, vol. 20, no. 18, pp. 7024–36, Sep. 2000.
- [3] F. Vargha-Khadem, D. G. Gadian, K. E. Watkins, A. Connelly, W. Van Paesschen, and M. Mishkin, "Differential effects of early hippocampal pathology on episodic and semantic memory.," *Science*, vol. 277, no. 5324, pp. 376–80, Jul. 1997.
- [4] W. A. Suzuki and D. G. Amaral, "Perirhinal and parahippocampal cortices of the macaque monkey: Cortical afferents.," *J. Comp. Neurol.*, vol. 350, no. 4, pp. 497–533, Dec. 1994.
- [5] E. J. Barbeau, J. Pariente, O. Felician, and M. Puel, "Visual recognition memory: a double anatomo- functional dissociation.," *Hippocampus*, vol. 21, no. 9, pp. 929–34, Sep. 2011.
- [6] J. Delbecq-Derouesné, M. F. Beauvois, and T. Shallice, "Preserved recall versus impaired recognition," *Brain*, vol. 113, no. 4, pp. 1045–1074, 1990.
- [7] J. R. Manns, R. O. Hopkins, J. M. Reed, E. G. Kitchener, and L. R. Squire, "Recognition memory and the human hippocampus.," *Neuron*, vol. 37, no. 1, pp. 171–80, Jan. 2003.
- [8] J. T. Wixted and L. R. Squire, "Recall and recognition are equally impaired in patients with selective hippocampal damage.," *Cogn. Affect. Behav. Neurosci.*, vol. 4, no. 1, pp. 58–66, Mar. 2004.
- [9] J. S. Holdstock, A. R. Mayes, E. Cezayirli, C. L. Isaac, J. P. Aggleton, and N. Roberts, "A comparison of egocentric and allocentric spatial memory in a patient with selective hippocampal damage.," *Neuropsychologia*, vol. 38, no. 4, pp. 410–25, Jan. 2000.
- [10] W. Hirst, M. K. Johnson, E. A. Phelps, and B. T. Volpe, "More on recognition and recall in amnesics.," *J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cogn.*, vol. 14, no. 4, pp. 758–62, Oct. 1988.
- [11] J. P. Aggleton and M. W. Brown, "Episodic memory, amnesia, and the hippocampal-anterior thalamic axis.," *Behav. Brain Sci.*, vol. 22, no. 3, pp. 425–44; discussion 444–89, Jun. 1999.
- [12] B. Bowles, C. Crupi, S. M. Mirsattari, S. E. Pigott, A. G. Parrent, J. C. Pruessner, A. P. Yonelinas, and S. Köhler, "Impaired familiarity with preserved recollection after anterior temporal-lobe resection that spares the hippocampus.," *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 104, no. 41, pp. 16382–7, Oct. 2007.
- [13] M. W. Brown and J. P. Aggleton, "Recognition memory: What are the roles of the

- perirhinal cortex and hippocampus?," *Nat. Rev. Neurosci.*, vol. 2, no. 1, pp. 51–61, Jan. 2001.
- [14] E. A. Murray, T. J. Bussey, and L. M. Saksida, "Visual perception and memory: a new view of medial temporal lobe function in primates and rodents.," *Annu. Rev. Neurosci.*, vol. 30, no. February, pp. 99–122, Jan. 2007.
- [15] R. A. Cowell, T. J. Bussey, and L. M. Saksida, "Components of recognition memory: dissociable cognitive processes or just differences in representational complexity?," *Hippocampus*, vol. 20, no. 11, pp. 1245–62, Nov. 2010.
- [16] W. Schneider, A. Eschman, and A. Zuccolotto, *E-Prime Reference Guide*. Pittsburgh: Psychology Software Tools, Inc., 2002.
- [17] J. R. Crawford and P. H. Garthwaite, "Investigation of the single case in neuropsychology: confidence limits on the abnormality of test scores and test score differences," *Neuropsychologia*, vol. 40, no. 8, pp. 1196–1208, Jan. 2002.
- [18] J. R. Crawford and D. C. Howell, "Comparing an individual's test score against norms derived from small samples," *Clin. Neuropsychol. (Neuropsychology, Dev. Cogn. Sect. D)*, vol. 12, no. 4, pp. 482–486, Nov. 1998.
- [19] J. R. Crawford and P. H. Garthwaite, "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*, vol. 19, no. 3, pp. 318–31, May 2005.
- [20] J. R. Crawford, P. H. Garthwaite, and S. Porter, "Point and interval estimates of effect sizes for the case- controls design in neuropsychology: rationale, methods, implementations, and proposed reporting standards.," *Cogn. Neuropsychol.*, vol. 27, no. 3, pp.245–260, 2010.
- [21] L. R. Squire and S. Zola-Morgan, "The medial temporal lobe memory system.," *Science (80-. )*, vol. 253, no. 5026, pp. 1380–6, Sep. 1991.
- [22] S. M. Zola, L. R. Squire, E. Teng, L. Stefanacci, E. a Buffalo, and R. E. Clark, "Impaired recognition memory in monkeys after damage limited to the hippocampal region.," *J. Neurosci.*, vol. 20, no. 1, pp. 451–63, Jan. 2000.
- [23] A. P. Yonelinas, N. E. a Kroll, J. R. Quamme, M. M. Lazzara, M.-J. Sauvé, K. F. Widaman, and R. T. Knight, "Effects of extensive temporal lobe damage or mild hypoxia on recollection and familiarity.," *Nat. Neurosci.*, vol. 5, no. 11, pp. 1236–41, Nov. 2002.
- [24] T. J. Bussey and L. M. Saksida, "Memory, perception, and the ventral visual-perirhinal-hippocampal stream: thinking outside of the boxes.," *Hippocampus*, vol. 17, no. 9, pp. 898–908, Jan. 2007.
- [25] R. A. Cowell, T. J. Bussey, and L. M. Saksida, "Why does brain damage impair memory? A connectionist model of object recognition memory in perirhinal cortex.," *J. Neurosci.*, vol. 26, no. 47, pp. 12186–97, Nov. 2006.

# LA MÉMOIRE PROSPECTIVE EST INFLUENCÉE PAR LA VALENCE ÉMOTIONNELLE MAIS PAS PAR L'ÂGE

BLONDELLE Geoffrey  
Université de Picardie Jules Verne CRP-CPO (EA 7273)  
Amiens, France  
[geoffrey.blondelle@ac-amiens.fr](mailto:geoffrey.blondelle@ac-amiens.fr)

VOISIN Hélène  
Université de Picardie Jules Verne CRP-CPO (EA 7273)  
Amiens, France  
[helene.voisin@etud.u-picardie.fr](mailto:helene.voisin@etud.u-picardie.fr)

BRESSOUS Estelle  
UFECAP SFR CAP-Santé (FED 4231)  
Amiens, France  
[estellebressous@gmail.com](mailto:estellebressous@gmail.com)

QUAGLINO Véronique  
Université de Picardie Jules Verne CRP-CPO (EA 7273)  
Amiens, France  
[veronique.quaglino@u-picardie.fr](mailto:veronique.quaglino@u-picardie.fr)

HAISELIN Mathieu  
Université de Picardie Jules Verne CRP-CPO (EA 7273)  
Amiens, France  
[mathieu.hainselin@u-picardie.fr](mailto:mathieu.hainselin@u-picardie.fr)

*Résumé—La valence émotionnelle peut influencer les performances en mémoire prospective (MP), mais son impact au cours du vieillissement reste méconnu. Notre étude a examiné l'effet de ce facteur en MP auprès de 28 participants jeunes (18-30), 16 d'âges intermédiaires (40-55) et 25 âgés (65-80) à travers une adaptation du Virtual Week [1]. La tâche prospective consistait en un rappel d'activités porteuses d'une valence émotionnelle (négatives, neutres ou positives). Contrairement aux données de la littérature, les analyses n'ont pu mettre en évidence d'effet de l'âge en MP. Une amélioration du rappel en MP est observée lorsque les items sont porteurs d'une valence positive et neutre comparativement aux items négatifs. De plus, les corrélations ont montré que des processus cognitifs différents semblaient liés à la MP selon la valence émotionnelle des items. Ces résultats suggèrent l'importance de prendre en compte la valence émotionnelle dans l'évaluation et la prise en charge des difficultés de MP dans le vieillissement.*

**Mots Clés—Mémoire prospective, valence, émotion, vieillissement.**

## I. INTRODUCTION

La mémoire prospective (MP) est définie comme étant la mémoire des actions à effectuer dans le futur [2], tel que acheter du pain en rentrant du travail ou prendre un

médicament à midi. Des difficultés en MP peuvent diminuer l'autonomie, notamment au cours du vieillissement [3].

La MP peut être décomposée plusieurs phases : encodage, stockage et récupération, ainsi qu'une vérification et suppression de l'intention [4]. La MP est constituée de deux composantes : l'une prospective (se rappeler d'effectuer quelque chose à un moment précis), l'autre, rétrospective (se rappeler du contenu de l'action à réaliser).

### A. Mémoire prospective et vieillissement normal

Les effets différentiels observés en MP au cours du vieillissement peuvent s'expliquer par la variabilité du contexte d'évaluation, selon que les participants sont évalués dans des conditions de laboratoire (jeunes > âgés) ou en milieu naturel (âgés > jeunes) [5]. Ce pattern de résultats est appelé par certains auteurs age prospective memory paradox ou effet paradoxal de l'âge en mémoire prospective [1]. L'effet négatif du vieillissement peut par ailleurs être observé dès 40 ans [6].

Plusieurs protocoles expérimentaux ont vu le jour afin d'évaluer la MP dans des conditions les plus proches possible d'une situation naturelle. Rendell et Craik [1] ont proposé le Virtual Week, un plateau de jeu représentant une semaine virtuelle, pour lequel les participants devaient

réaliser dix tâches prospectives différentes. Certaines recherches ont montré des performances de MP inférieures pour les participants âgés en comparaison à celles des jeunes. Dans la deuxième partie de leur étude, Rendell et Craik ont transposé le Virtual Week en milieu naturel (Actual Week). Les résultats obtenus ont montré que les participants âgés obtenaient de meilleures performances que les participants jeunes à cette épreuve de MP. Différents processus seraient mobilisés en MP en fonction du type d'évaluation, au-delà du facteur âge.

### B. Mémoire prospective et processus cognitifs

Différents processus exécutifs (flexibilité mentale, inhibition, planification) et mnésiques (mémoire rétrospective, binding en mémoire de travail), sensibles au vieillissement semblent expliquer les difficultés de MP éprouvées par les participants âgés dans certaines situations [7]–[10]. D'autres facteurs moins étudiés, comme la fréquence de l'activité et la valence émotionnelle pourraient également moduler les performances en MP lorsque celle-ci est évaluée à l'aide du protocole Virtual Week [11]. Les auteurs ont pu montrer que bien qu'un effet délétère du vieillissement ait été retrouvé en MP pour des items neutres et négatifs, aucune différence jeunes/âgés n'a été constatée pour des items positifs.

Notre étude a pour objectif d'analyser l'impact de la valence émotionnelle sur la MP, chez des participants jeunes, âgés mais aussi d'âges intermédiaires, et d'évaluer l'implication des processus cognitifs pouvant sous-tendre les performances en MP. Conformément à ce qui a été observé antérieurement, nous nous attendons à observer : (a) un meilleur rappel chez les participants jeunes que chez les participants intermédiaires et âgés, (b) des performances de rappel supérieures pour les items positifs que

pour les items neutres et négatifs pour les trois groupes d'âge et (c), des performances de rappel supérieures pour les items positifs chez les participants âgés comparativement aux intermédiaires et aux jeunes.

## II. METHODE

### A. Participants

Soixante-neuf participants, ne présentant ni de troubles neurologiques, ni psychiatriques, ont été inclus dans cette étude : 28 jeunes (M = 23.99 ; E.T. = 3.45), 16 intermédiaires (M = 47.89 ; E.T. = 4.51) et 25 âgés (M = 70.43 ; E.T. = 6.27).

### B. Matériel

Une version adaptée en français du Virtual Week [12] a été utilisée afin d'évaluer l'effet de la valence émotionnelle des activités prospectives (items prospectifs). Les participants devaient réaliser au total 34 tâches sur la semaine, soit 4 à 5 activités par jour. Les activités étaient réparties au sein du jeu de manière semi-aléatoire en items négatifs, neutres et positifs. L'attribution de la valence émotionnelle des items a été effectuée lors d'une pré-expérience sur la base d'un questionnaire auprès de 60 participants n'ayant pas participé à l'expérience. Chaque journée (8h-21h) correspondait à une couleur et une case représentait une heure. Les participants devaient évaluer pour chaque item la fréquence (1 = jamais ; 10 = très souvent) et la valence émotionnelle sur une échelle de 1 à 10 (1 = négatif ; 5 = neutre ; 10 = positif). Une valence négative était attribuée à l'item lorsque sa moyenne était  $\leq$  à 3/10, neutre lorsqu'elle était comprise entre 4/10 et 7/10 et positive lorsqu'elle était  $\geq$  à 8/10.

### C. Procédure

L'expérimentateur énonçait des activités à mémoriser avant le début de la semaine, puis en ajoutait en début de journée au fur et à mesure. Le participant lançait alors le dé,

avançait son pion en fonction du score obtenu et devait rappeler oralement les activités dont il se souvenait au moment où elles devaient être effectuées. Un point était attribué lorsque le participant rappelait l'activité au bon moment.

#### D. Épreuves cognitives

Les participants ont fait l'objet d'un bilan cognitif qui comprenait une évaluation de la mémoire et des fonctions exécutives. La mémoire a été évaluée à l'aide des subtests de Mémoire Logique I et II [13], du RL/RI-16 items [14], des empan auditivo-verbaux, visuo-spatiaux [15] et d'une épreuve de binding (intégration multimodale) [15]. Les fonctions exécutives étaient évaluées avec le test du Stroop, le Trail Making Test [16] et le Plan du Zoo de la BADS [17].

### III. RESULTATS

#### A. Analyses statistiques

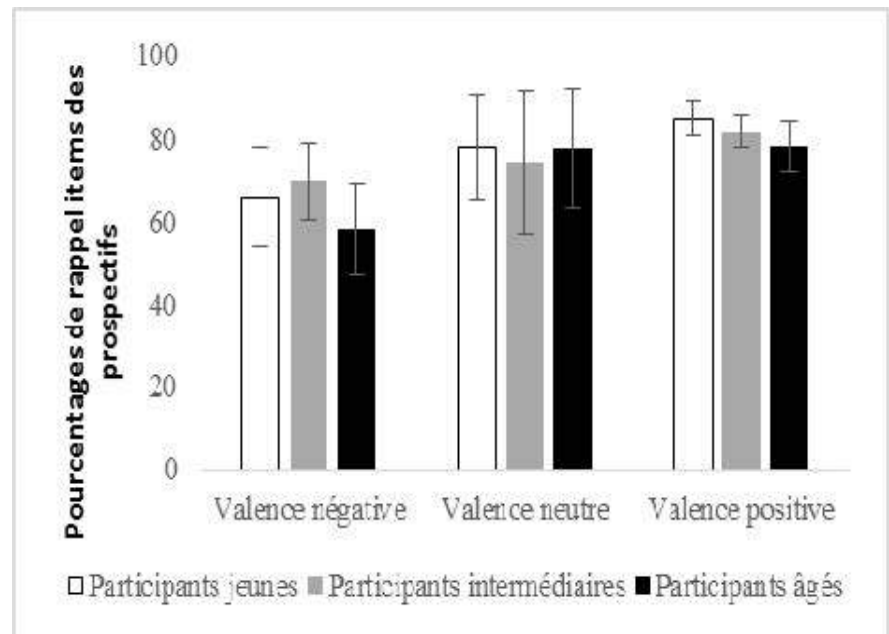
Une ANOVA à plan mixte a été utilisée pour évaluer le facteur Groupe (jeunes, intermédiaires, âgés), Valence (négatifs, neutres, positifs) et l'interaction Groupe x Valence. Des analyses post hoc HSD de Tukey ont été utilisées pour comparer le score de rappel pour la valence des items prospectifs. Enfin, nous avons utilisé des matrices de corrélations de Spearman pour comparer les scores obtenus aux épreuves cognitives aux scores de MP et à la valence des items prospectifs. Pour toutes les analyses, les résultats ont été considérés comme significatifs à un seuil de  $p < .05$ .

#### B. Effet de l'âge et de la valence émotionnelle en MP

L'ANOVA à plan mixte a révélé un effet de la Valence  $F(2,132) = 17.83$ ;  $p < .05$  (Fig. 1). Les analyses post hoc de Tukey ont montré un moindre rappel des items négatifs comparativement aux items neutres ( $p < .05$ ) et positifs ( $p < .05$ ). Le rappel des items neutres

et positifs ne différait pas entre eux ( $p = .226$ ). De plus, aucun effet de l'âge pour l'épreuve de MP entre les trois groupes ( $F < 1$ ), ni pour l'interaction Groupe x Valence ( $F < 1$ ) n'a pu être mis en évidence.

Fig.1 Pourcentages de rappel des items



prospectifs en fonction de la valence émotionnelle des items prospectifs : différent de la condition neutre et positive ( $p < .05$ )

#### C. Effet de l'âge sur les épreuves cognitives

Les participants âgés diffèrent des jeunes pour la plupart des processus cognitifs évalués. Les résultats significatifs sont présentés dans le Tableau I.

Tab. 1 Temps de réponses moyens en fonction de l'expression émotionnelle cible et amorce

Épreuves	Participants Jeunes	Participants Intermédiaires	Participants Âgés
RL/RI 16 : Rappel Libre 2	12.8 (1.6)	12.1 (2.2)	10.6 (1.8) <sup>a,b</sup>
Mémoire Logique Histoire A : RD	14.4 (4.0)	15.4 (5.0)	12.2 (3.8) <sup>b</sup>
Binding : Bonnes réponses	16.9 (2.5)	14.0 (2.6)	11.4 (4.7) <sup>a,b</sup>
Zoo 1 : Score de séquence	6.6 (2.4)	5.3 (2.9)	7.0 (2.0) <sup>b</sup>
Stroop Erreurs cond. interférence	1.7 (1.7)	1.8 (1.8)	3.2 (2.1) <sup>a,b</sup>
Indice temps TMTB-TMTA	30.4 (17.5)	47.9 (35.4) <sup>a</sup>	47.6 (26.6) <sup>a</sup>



#### D. Corrélats cognitifs et MP

Les résultats significatifs sur les corrélations entre les scores obtenus aux épreuves cognitives et les performances de MP sont présentés dans le Tableau II. Un pattern spécifique de corrélation est observé entre les mesures aux épreuves mnésiques (Rappel Libre 2 au RL/RI-16, Rappel Différé de l'Histoire A et Binding) et l'ensemble des scores à l'épreuve de MP. Concernant les fonctions exécutives, nous avons observé un lien entre les scores de séquence du Zoo 1 et les scores à l'épreuve de MP. Aucune autre corrélation n'est significative par ailleurs.

#### E. Corrélats cognitifs et valence émotionnelle

Les résultats significatifs sur les corrélations entre les scores obtenus aux épreuves cognitives et les performances de rappel pour les items de valence sont présentés dans le Tableau II. Nous avons observé un pattern spécifique de corrélation entre les mesures aux épreuves mnésiques et le rappel des items négatifs et positifs.

En effet, le rappel des items négatifs et positifs était en lien avec les scores obtenus au rappel libre 2 au RL/RI-16 et avec le rappel différé de l'Histoire A du subtest de Mémoire Logique. Les bonnes réponses au binding étaient spécifiquement liées au rappel des items négatifs et neutres. Concernant les fonctions exécutives, le score de séquence au Zoo 1 est lié au rappel des items, quelle que soit la valence. Les erreurs commises au Stroop et l'indice GREFEX du TMT étaient quant à elles liées spécifiquement au rappel des items positifs.

*Tab. 1 Temps de réponses moyens en fonction de l'expression émotionnelle cible et amorce*

<i>Épreuves</i>	<i>Scores MP</i>	<i>Items négatifs</i>	<i>Items neutres</i>	<i>Items positifs</i>
RL/RI 16 : Rappel Libre 2	0.42*	0.40*	0.24	0.43*
Mémoire Logique Histoire A : RD	0.36*	0.32*	0.25	0.33*
Binding : Bonnes réponses	0.34*	0.34*	0.24*	0.20
Zoo 1 : Score de séquence	0.45*	0.40*	0.38*	0.25*
Stroop Erreurs cond. interférence	-0.15	-0.06	-0.11	-0.29*
Indice temps TMTB-TMTA	-0.20	-0.04	-0.22	-0.34*

## IV. DISCUSSION

La présente étude visait à évaluer l'impact du vieillissement et ses corrélations sur la MP en manipulant la valence émotionnelle des activités. Nous nous attendions à retrouver un meilleur rappel des items positifs comparativement aux neutres et négatifs pour les trois groupes. Un effet de la valence a bien été retrouvé, montrant un rappel plus efficient pour les items prospectifs positifs et neutres comparativement aux items négatifs. Cependant, nos données ne corroborent que partiellement celles retrouvées par Rendell et ses collaborateurs [11] puisque les performances en MP pour les items positifs chez les participants âgés n'ont pas été supérieures. Le fait de n'avoir pu mettre en évidence d'effet d'âge dans notre épreuve de MP vient étayer des arguments empiriques supplémentaires en faveur de la théorie multiprocess [18], [19] selon laquelle le facteur âge est fonction de la nature et des caractéristiques de la tâche en cours. De facto, notre tâche en cours consistant à lancer le dé et à progresser sur le plateau de jeu semblait ne pas être suffisamment chargée sur le plan cognitif afin de générer d'éventuels effets différentiels de l'âge. En effet, une charge cognitive de la tâche en cours élevée semble diminuer les performances de MP [6], [20]. Dans de futures recherches, il serait intéressant d'évaluer l'effet de la charge cognitive de la tâche en cours séparément (forte vs faible) afin de voir si une dépréciation des performances en MP liée à l'âge est retrouvée. Le type de récupération de l'intention peut également expliquer ce résultat. Nous pouvons supposer que la nature event-based de la tâche a pu faire appel à des processus de récupération spontanée de l'intention, processus semblant moins sensible au vieillissement dans ce type de tâche [21]. Notre dernier objectif traitait des corrélats entre les épreuves cognitives et les performances globales de MP. Des liens entre la mémoire rétrospective et la performance en MP ont pu être mis en évidence. Cela semble soutenir

l'hypothèse de bases communes entre mémoire épisodique rétrospective et MP, en accord avec la définition d'un « voyage dans le temps » [22]. Le lien retrouvé entre le binding et les scores de MP appuie cette hypothèse au sens des conclusions de Naveh- Benjamin [23]. En effet, l'efficacité de l'automatisme du processus de binding en mémoire de travail tend à diminuer avec l'âge en mémoire épisodique rétrospective. Ici, nous retrouvons ce pattern de résultats en MP. L'absence de corrélation entre l'inhibition, la flexibilité mentale et les scores de MP dans notre tâche event-based confirme les résultats de la littérature montrant leur implication spécifique dans les tâches time-based [6], [24]. Notre dernière hypothèse concernait les liens entre les processus cognitifs et le rappel des items de valence émotionnelle. Le pattern spécifique de corrélations observé a montré l'existence d'un lien entre les performances de mémoire rétrospective et le rappel des items prospectifs lorsque ces derniers sont connotés émotionnellement (positifs et négatifs). De plus, l'implication du processus de planification dans le rappel des items prospectifs quelle que soit la valence semble appuyer la théorie multiprocess en ce sens que l'efficacité du plan d'action conditionnerait le type de récupération de l'intention.

Ainsi, la structuration d'un plan d'action efficace permettrait une récupération de l'intention sous-tendue par des processus automatiques plutôt que contrôlés.

## RÉFÉRENCES

- [1] P. G. Rendell and F. I. M. Craik, "Virtual Week and Actual WeekD: Age-related Differences in Prospective Memory," *Appl. Cogn. Psychol.*, vol. 14, no. 7, pp. 43–62, 2000.
- [2] G. O. Einstein and M. A. McDaniel, "Normal Aging and Prospective Memory," *J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cogn.*, vol. 16, no. 4, pp. 717–726, Jul. 1990.
- [3] P. G. Rendell, M. a McDaniel, R. D. Forbes, and G. O. Einstein, "Age-related effects in prospective memory are modulated by ongoing task complexity and relation to target cue," *Neuropsychol. Dev. Cogn. B. Aging. Neuropsychol. Cogn.*, vol. 14, pp. 236–256, 2007.
- [4] G. Kalpouzos, F. Eustache, and B. Desgranges, "La mémoire prospective au cours du vieillissement : déclin ou préservationD?," *Neurol.- Psychiatr.- Gériatrie*, vol. 8, no. 47, pp. 25–31, Oct. 2008.
- [5] J. D. Henry, M. S. MacLeod, L. H. Phillips, and J. R. Crawford, "A Meta-Analytic Review of Prospective Memory and Aging," *Psychol. Aging*, vol. 19, no. 1, pp. 27–39, Mar. 2004.
- [6] J. Gonneaud, G. Kalpouzos, L. Bon, F. Viader, F. Eustache, and B. Desgranges, "Distinct and shared cognitive functions mediate event- and time-based prospective memory impairment in normal ageing," *Memory*, vol. 19, no. 4, pp. 360–377, May 2011.
- [7] K. E. Cherry and D. C. LeCompte, "Age and individual differences influence prospective memory," *Psychol. Aging*, vol. 14, pp. 60–76, 1999.
- [8] K. M. Schnitzspahn, C. Stahl, M. Zeintl, C. P. Kaller, and M. Kliegel, "The Role of Shifting, Updating, and Inhibition in Prospective Memory Performance in Young and Older Adults," *Dev. Psychol.*, vol. 49, no. 8, pp. 1544–1553, Aug. 2013.
- [9] M. Kliegel, R. Mackinlay, and T. Jäger, "Complex prospective memory: development across the lifespan and the role of task

- interruption.," *Dev. Psychol.*, vol. 44, no. 2, pp. 612–617, Mar. 2008.
- [10] M. Martin, M. Kliegel, and M. A. McDaniel, "The involvement of executive functions in prospective memory performance of adults," *Int. J. Psychol.*, vol. 38, no. 4, pp. 195–206, 2003.
- [11] P. G. Rendell, L. H. Phillips, J. D. Henry, T. Brumby-Rendell, X. De la Piedad Garcia, M. Altgassen, and M. Kliegel, "Prospective memory, emotional valence and ageing," *Cogn. Emot.*, vol. 25, no. 5, pp. 916–925, Aug. 2011.
- [12] E. Bressous, M. Hainselin, L. Heurley, and V. Quaglino, "Mémoire prospective et vieillissement normalD: une semaine virtuelle pleine d'émotions," in *7èmes Journées Internationales de Neuropsychologie des Lobes Frontaux et des Fonctions Exécutives*, 2014.
- [13] D. A. Wechsler, *MEM 3 Échelle clinique de mémoire 3ème édition*, Editions d. 2001.
- [14] M. Van der Linden, F. Coyette, J. Poitrenaud, M. Kalafat, F. Calicis, C. Wyns, and S. Adam, "L'épreuve de rappel libre / rappel indicé à 16 items (RL/RI-16)," in *L'évaluation des troubles de la mémoireD: présentation de quatre tests de mémoire épisodique avec leur étalonnage*, Solal, Marseille, 2004, pp. 25–47.
- [15] P. Quinette, B. Guillery-Girard, M. Hainselin, M. Laisney, B. Desgranges, and F. Eustache, "Évaluation du buffer épisodique: deux épreuves testant les capacités d'association et de stockage d'informations verbales et spatiales," *Rev. Neuropsychol.*, vol. 5, no. 1, pp. 56–62, 2013.
- [16] O. Godefroy and GREFEX, *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques, Évaluation en pratique clinique.*, Solal. Marseille, 2011.
- [17] P. Allain, E. Coutand, F. Brault, C. Homme, F. Etcharry-Bouyx, V. Chauviré, C. Annweiler, J. Barré, O. Beauche, F. Dubas, and D. Le Gall, "Vieillissement des fonctions exécutivesD: Apports du «Test du Plan du Zoo» à l'étude cognitive de la planification de l'action du vieillissement normal à la maladie d'Alzheimer," *Rev. Neurol. (Paris).*, vol. 165, no. 10, pp. 76–77, 2009.
- [18] G. O. Einstein and M. A. McDaniel, "Prospective memory: Multiple retrieval processes," *Am. Psychol. Soc.*, vol. 14, no. 6, pp. 286–290, 2005.
- [19] M. A. McDaniel and G. O. Einstein, "Strategic and Automatic Processes in Prospective Memory Retrieval: A Multiprocess Framework," *Appl. Cogn. Psychol.*, vol. 14, no. 7, pp. 127–144, 2000.
- [20] S. Walter and B. Meier, "How important is importance for prospective memory? A review.," *Front. Psychol.*, vol. 5, no. June, p. 657, Jan. 2014.
- [21] T. Jäger and M. Kliegel, "Time-based and event-based prospective memory across adulthood: underlying mechanisms and differential costs on the ongoing task.," *J. Gen. Psychol.*, vol. 135, no. 1, pp. 4–22, 2008.
- [22] E. Tulving, "Episodic memory: From Mind to Brain," *Annu. Rev. Psychol.*, vol. 53, no. 1, pp. 1–25, 2002.
- [23] M. Naveh-Benjamin, "Adult age differences in memory performance: Tests of an associative deficit hypothesis.," *J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cogn.*, vol. 26, no. 5, pp. 1170–1187, 2000.

[24] M. Kliegel, G. Ramuschkat, and M. Martin, "Executive functions and prospective memory performance in old age: An analysis of event-based and time-based prospective memory," *Eur. J. Geriatr.*, vol. 36, no. 1, pp. 35–41, 2003.

# QUANTIFIER SCOPE: A FORMAL AND EXPERIMENTAL STUDY

CAPELIER-MOURGUY Arthur  
LaBRI, Université de Bordeaux

BLACHE Philippe  
LPL, Université Aix-Marseille

RETORÉ Christian  
LaBRI, Université de Bordeaux

PRÉVOT Laurent  
LPL, Université Aix-Marseille

## I. INTRODUCTION

This work is part of a general research program, whose aim is to confront the predictions of linguistic formalisation to actual human processing mainly for lexical, syntactic and above all semantic issues, excluding as much as possible the interference with pragmatics. Examples of questions to be address are the following: Are there preferred readings? Is a sentence complex to interpret? Which linguistic ingredients are responsible for its complexity?

We present here a semantic claim about quantifier scope taking, together with an experiment (described below) that we designed to test this claim, and which actually justifies our claim.

On the formal side, we view quantification with Hilbert's epsilon terms as in the type-theoretical computational semantic framework that we introduced recently [1]. Epsilon terms, that can be compared with choice functions and opposed to generalised quantifiers, denote generic individuals: they provide a logical structure with in situ quantification that follow the syntactic structure and thus naturally express underspecification. This is quite adequate to our study which involves variants and reformulations of sentences with two quantifiers.

As opposed to apparently related work like [2] we clearly focus on the interpretation of the utterance: the choice of the lexical items, the syntactic structure, and the semantic interpretation itself. As such, we tried to minimise the influence of reasoning tasks, computational issues and world knowledge — although the observation

of the semantic interpretation requires some of these.

The precise task to which we applied our view in this paper is quantifier scope disambiguation in universal-existential double-quantified sentences. These are sentences such as “An identification number is given to every student”. It has two readings, and common knowledge, syntax and the choice of the quantifying determiners influence its disambiguation. Here we focus on the determiners expressing universal quantification «chaque and tous les», and we observed they do not perfectly match English quantifiers: «tous les resembles» all and every, while «chaque» rather corresponds to each (although «chacun» corresponds to everyone). For the existential quantifier, its simplest expression un(e) — the indefinite article (a) — is homonymous with the numeral un(e) (one). Even though work on such sentences has been done in English like [3], the equivalent constructions remain understudied in French and furthermore our view on the issue is slightly different.

Our aim is to look at the comprehension of sentences in terms of visual situations. To prevent any effect of pragmatic inference on sentence comprehension, items are made as neutral as possible : squares and circles. The computational aspects are also minimised by giving a very little number of items (3 of each), and asking a response time as short as possible. We also tried to prevent any natural left-to-right lecture of images by positioning the items horizontally. We observed the reaction time, and recorded eye gaze to have a look at internal comprehension processes.

Our material thus resulted in figure combinations as the one presented in Fig. 1 paired with auditory-presented sentences of the form “[U /E ] carré est relié à [E /U ] rond ” ([U /E ] square is connected to [U /E ] circle), existential (E ) quantifier always being un and universal (U ) quantifier being either chaque (Uchaque ) or tous les (Utous les ). Each of the four figures shown on the stimulus represents a lecture (here, from left to right and top to bottom, Utous les >- E , E >- U , a lure item, and Uchaque >- E )\*.

Then we collect interpretation (figure choice), reaction time, and eye gaze. All this give us information on the computed meaning of the sentence, its complexity, and possible distractors from target.

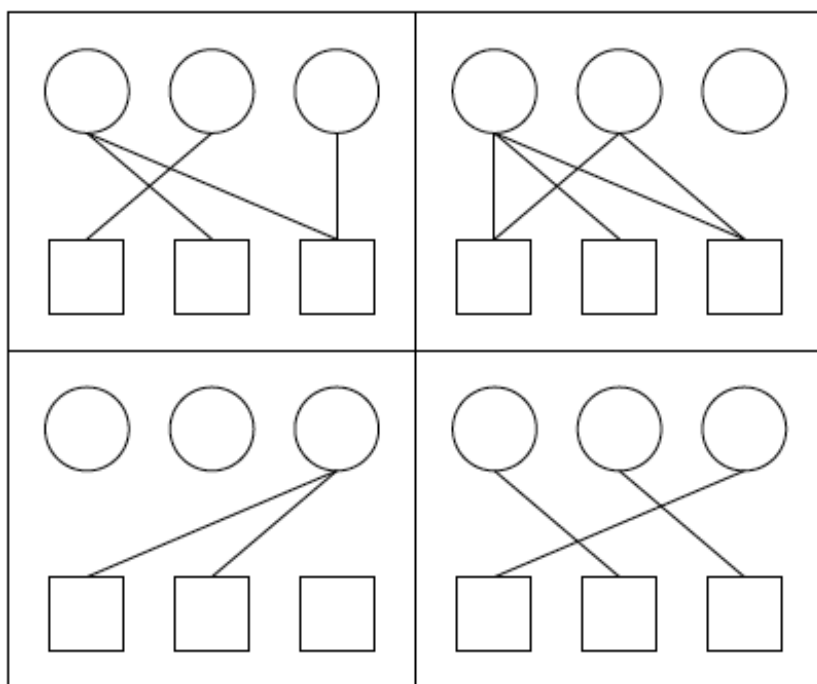


Fig. 1 : Exemple of visual stimulus

Then we collect interpretation (figure choice), reaction time, and eye gaze. All this give us information on the computed meaning of the sentence, its complexity, and possible distractors from target.

Our results (see Fig. 2) confirm some theoretical assumptions about general phenomena influencing quantifier scope disambiguation, such as linear order in sentence or lexical realization of quantifiers, confirming part of the scale of [4].

Indeed, chaque has been shown to be a stronger quantifier than tous les, with respect to taking scope – this is probably related to their different meanings see e.g. [3].

		click			Total	
		EU	UE	UEd		
sentence	un - chaque	Count	316	55	217	588
		Expected Count	361,9	50,8	175,3	588,0
un - tous les	Count	502	38	41	581	
		Expected Count	357,6	50,1	173,2	581,0
chaque - un	Count	176	53	304	533	
		Expected Count	328,1	46,0	158,9	533,0
tous les - un	Count	418	52	122	592	
		Expected Count	364,4	51,1	176,5	592,0
Total	Count	1412	198	684	2294	
	Expected Count	1412,0	198,0	684,0	2294,0	
	Count					

Fig. 2.a: Sentence-Choice crosstable

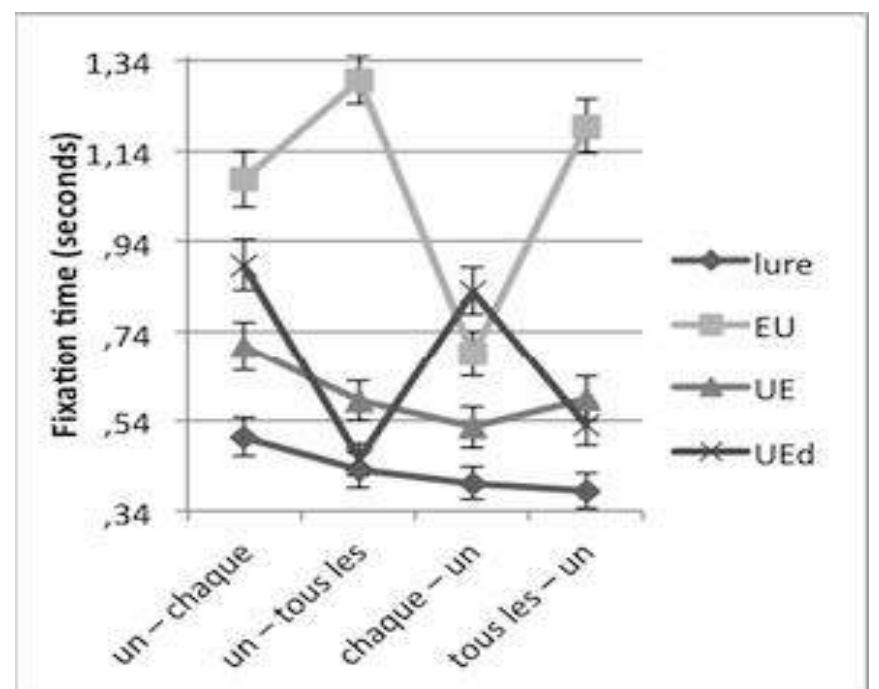


Fig. 2.b: Fixation times across sentences

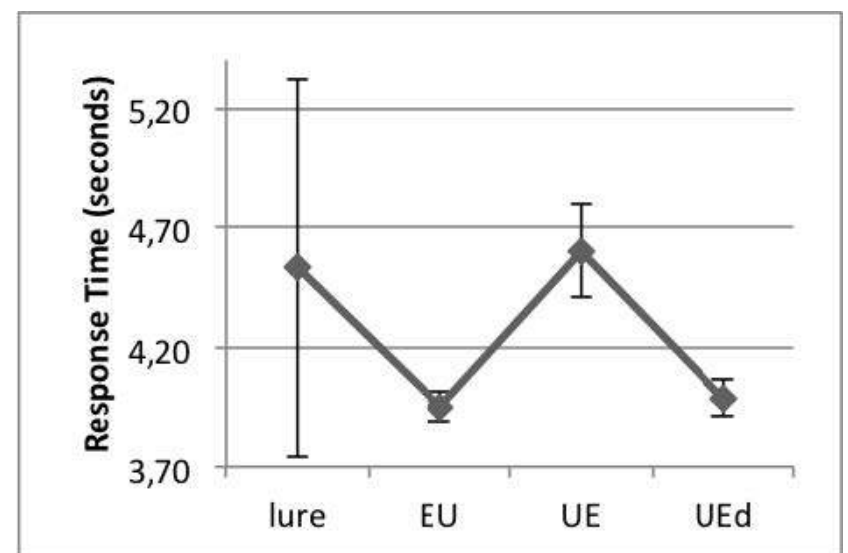


Fig. 2.c: Reaction time across choices

*Fig. 2: Main results, figures of fixation times across sentences and reaction times across sentences are not shown here but lead to same conclusions. Error bars on plots represents 95% confidence intervals, thus statistical significance is achieved whenever error bars do not overlap (more precise statistical data available on demand). A Pearson's  $\chi^2$  analysis showed a significant effect on the distribution of choices across sentences.*

Furthermore, our results suggest that *un* should take wide scope on *tous les* but not on *chaque*, as it is suggested by the end of [4]. More precisely, *un* interferes more with *chaque* than with *tous les*. It thus seems to be the case that *un* is closer to *chaque* with respect to taking scope over different quantifiers than to *tous les*, giving a greater precision to binary relations between quantifiers. These results are concordant with Default theory see e.g. [5] and Grice's Maxims of Quantity, and opposed to Relevance theory [6]. Indeed, while Relevance theory expect a logical reading, thus no difference between the logically equivalent universal terms (*chaque* and *tous les*), they interact significantly differently depending on the context. This suggest that the use of one rather than the other is informative for the addressee. Finally, our study presents a good start in this domain, providing precise knowledge about quantifier scoping. It also paves the way to further investigations to test the relation between formal semantics and actual human processing, in particular as regards reading preferences and the complexity of ambiguous sentences.

## REFERENCES

- [1] C. Retoré, "Typed hilbert epsilon operators and the semantics of determiner phrases," in *Formal Grammar*. Springer, 2014, pp. 15–33.
- [2] J. Szymanik and M. Zajenkowski, "Comprehension of simple quantifiers: Empirical evaluation of a computational model," *Cognitive Science*, vol. 34, no. 3, pp. 521–532, Apr. 2010.
- [3] S. L. Tunstall, "The interpretation of quantifiers: semantics & processing," Ph.D. dissertation, University of Massachusetts Amherst, 1998.
- [4] G. Ioup, "Some universals for quantifier scope," *Syntax and semantics*, vol. 4, pp. 37–58, 1975.
- [5] S. C. Levinson, *Pragmatics*. Cambridge [England]; New York: Cambridge University Press, 1983.
- [6] D. Sperber and D. Wilson, *Relevance: communication and cognition*. Oxford: Blackwell, 1985.

\* We use here the convention symbol  $\gg$  as corresponding to "takes wide scope on"

# ORGANISATION EN MÉMOIRE D'UNE FORME PARTICULIÈRE DE CONNAISSANCES : L'AMORÇAGE ÉMOTIONNEL

CERROTTI Fabien, doctorant  
Université de Picardie Jules Verne  
Centre de Recherche en Psychologie : Cognition,  
Psychisme, et Organisations CRP-CPO (EA 7273)  
Amiens, FRANCE  
[fabien\\_cerrotti@hotmail.fr](mailto:fabien_cerrotti@hotmail.fr)

QUAGLINO Véronique, professeur  
Université de Picardie Jules Verne  
Centre de Recherche en Psychologie : Cognition,  
Psychisme, et Organisations CRP-CPO (EA 7273)  
Amiens, FRANCE  
[veronique.quaglino@u-picardie.fr](mailto:veronique.quaglino@u-picardie.fr)

*Résumé — Dans cette étude nous nous interrogeons quant à l'éventualité d'un traitement spécifique des informations sensorielles émotionnelles. Notre objectif vise à étudier l'amorçage de répétition d'émotions faciales dans une tâche d'identification émotionnelle (expérience 1) et dans une tâche de décision émotionnelle manipulant les SOA (expérience 2). Les résultats obtenus permettent de mettre en évidence, dans une tâche d'identification émotionnelle, un effet d'amorçage uniquement lorsque les cibles sont des expressions faciales émotionnelles de tristesse pour un SOA de 1000 ms. Suite à ces résultats nous nous sommes donc interrogés sur la nature automatique ou non du traitement effectué lors de la présentation de l'amorce. Au cours d'une tâche de décision émotionnelle la mise en évidence d'un effet d'amorçage a été obtenue pour un SOA court (100 ms) et uniquement pour les décisions prises lors de la présentation de visages exprimant de la tristesse. En revanche aucun effet d'amorçage n'a été obtenu pour un SOA long (500 ms). Nos résultats sont en faveur d'un traitement automatique de l'information émotionnelle amorce influençant la prise de décision des participants lors de la présentation de la cible.*

**Mot Clés—Processus de mémoire, traitement automatique, amorçage émotionnel, SOA, expressions faciales émotionnelles**

## I. INTRODUCTION

Toute forme de connaissance résulte de l'interaction entre un individu et son environnement. La confrontation avec l'environnement engendre l'activation précoce de nombreuses structures codant les dimensions sensorielles.

### A. Organisation et accès aux traces mnésiques

Diverses informations sensorielles et motrices permettent l'élaboration et l'intégration des connaissances en mémoire sous forme multisensorielle. De même, l'émergence et la récupération des connaissances est le résultat de l'activation d'informations sensorielles et motrices liées [1], [2]. Cette activation procéderait de façon automatique et s'étendrait à toutes les dimensions [3]. Les techniques d'amorçage sont particulièrement appropriées pour étudier l'activation des connaissances en mémoire [4]. Particulièrement, l'amorçage de répétition, consistant en la présentation du même stimulus amorce et cible, utiliserait des phénomènes perceptifs automatiques de bas niveaux [5]–[7].

### B. Informations émotionnelles : un traitement spécifique ?

Selon le modèle développé par Versace [3], les informations affectives et les connaissances émotionnelles opéreraient de façon similaire à n'importe quelle information perceptive. Toutefois, un tel postulat suppose un traitement automatique des informations affectives et émotionnelles. Les effets d'amorçage seraient alors mis en évidence par la facilitation du traitement lorsque les essais seraient congruents (même valence émotionnelle pour l'amorce et la cible). Cet effet de facilitation ne serait pas observé lorsque les essais seraient non-congruents (valences émotionnelles différentes pour l'amorce et la cible).



La nature automatique du traitement d'informations affectives a déjà été démontrée par des études qui ont manipulé le SOA (Stimulus Onset Asynchrony), c'est-à-dire le temps de présentation entre l'amorce et la cible [8], [9]. De nombreuses études ont été réalisées avec des mots [9], [10] ou des images [11] émotionnels et ont notamment mis en évidence des effets d'amorçage avec des SOA de 150 ms, alors que ces effets disparaissaient pour des SOA supérieurs à 300 ms. Cependant, aucune étude à notre connaissance n'a été réalisée avec des expressions faciales émotionnelles.

Notre étude a donc pour objectif d'évaluer l'amorçage de répétition d'émotions faciales dans une tâche d'identification émotionnelle (expérience 1) et dans une tâche de décision émotionnelle manipulant les SOA (expérience 2).

## II. EXPERIENCE 1 : IDENTIFICATION EMOTIONNELLE

### A. Méthode

#### 1) Participants

Vingt-neuf étudiants en psychologie de l'université de Picardie Jules Verne, âgés de 18 à 22 ans, ont participé à cette étude.

#### 2) Stimuli et matériel

Les stimuli émotionnels utilisés étaient constitués de photographies en noir et blanc de visages de femmes (9) et d'hommes (9) représentant des expressions neutres, ou émotionnelles (joie et tristesse) issues de la batterie NimStim [12]. La tâche a été implémentée à l'aide du logiciel E-prime. Les passations individuelles ont été effectuées sur un ordinateur portable Dell Latitude (E6500) avec une résolution d'écran de 1280 x 800 pixels.

#### 3) Procédure

La tâche comprenait une phase d'entraînement et une phase de test. Au cours de la phase d'entraînement 8 essais étaient présentés au

participant afin qu'il se familiarise avec la procédure. La phase de test comprenait 3 blocs de 64 essais.

Pour chaque essai, trois stimuli étaient présentés avec le même visage de femme ou d'homme: (1) stimulus signal, (2) stimulus amorce, et (3) stimulus cible. Le stimulus signal (1) était composé d'un visage représentant une expression neutre, présenté pendant 1000 ms. Le stimulus amorce (2) était composé du même visage représentant une expression neutre ou une expression émotionnelle joyeuse ou triste, présenté pendant 1000ms. Enfin, le stimulus cible (3) était le même visage représentant une émotion soit joyeuse, soit triste (50%). Il restait affiché à l'écran tant que le participant appuyait sur la barre d'espace de l'ordinateur, alors l'essai s'achevait et l'essai suivant débutait. Si le participant ne répondait pas, le stimulus cible restait affiché pendant 1500 ms, avant l'essai suivant.

Chaque visage était présenté 4 fois par bloc. L'ordre de succession était aléatoire.

Au cours de la première partie de l'expérience (192 essais), il était demandé aux participants de répondre le plus vite possible, mais sans se tromper, en pressant la barre d'espace du clavier, lorsque la cible était un visage représentant la joie. Dans la seconde partie de l'expérience (192 essais), les participants devaient répondre lorsque la cible était un visage représentant de la tristesse. L'ordre d'apparition de ces deux parties était contrebalancé entre les participants. La réponse attendue dépendait ainsi de la consigne énoncée aux participants.

Le lien manipulé entre l'amorce et la cible pouvait être neutre lorsque le stimulus amorce était un visage d'expression neutre (neutre – joie ou neutre – triste). Le lien pouvait aussi être congruent lorsque le stimulus amorce et le stimulus cible avait la même expression émotionnelle (joie – joie ou triste – triste). Enfin, ce lien amorce-cible pouvait être non-congruent si le stimulus amorce et le stimulus cible avait des

expressions émotionnelles différentes (triste – joie ou joie – triste).

## B. Résultats

Pour chaque participant les temps de réponses moyens (TR en msec) ont été calculés pour chacune des 6 conditions de valence : [amorce joie ; amorce triste ; amorce neutre] x [cible joie ; cible triste]. Les moyennes et écarts-types obtenus sont présentés dans le Tableau I.

Tab. 1 Temps de réponses moyens en fonction de l'expression émotionnelle cible et amorce

Les scores de facilitation ont ensuite été

Emotion Cible	Joie			Triste		
	Joie	Triste	Neutre	Joie	Triste	Neutre
Temps de réponses moyens	433,92 -55,31	459,11 -48,13	455,72 -57,90	464,72 -80,81	480,59 -68,55	495,68 -70,66

calculés en soustrayant les TR des amorces à valence émotionnelle (joie ou triste) aux TR des amorces neutres (cf. Fig. 1). Les scores positifs représentent ainsi la facilitation et les scores négatifs représentent la perturbation, provoquées par le lien amorce–cible.

L'ANOVA à mesures répétées au seuil de significativité de 5% d'erreur n'a pas révélé d'interaction ( $F = 1.3$ ) entre les valences émotionnelles de l'amorce et de la cible. Conformément à notre hypothèse d'interaction, nous avons testé les contrastes. Pour les cibles joyeuses, les effets de la valence émotionnelle de l'amorce étaient significatifs  $F(1, 28) = 12.34$ ;  $p < .002$ , alors qu'ils ne l'étaient pas pour les cibles tristes ( $F = 3.75$ ). En effet, les participants répondaient plus vite pour les cibles joyeuses quand le lien était congruent. De plus, un effet

principal de la cible  $F(1,28) = 6.85$ ;  $p < .02$  ; et de l'amorce [ $F(1,28) = 9.90$ ;  $p < .004$ ] a été mis en évidence : les TR étaient plus faibles pour la valence joie que pour la tristesse.

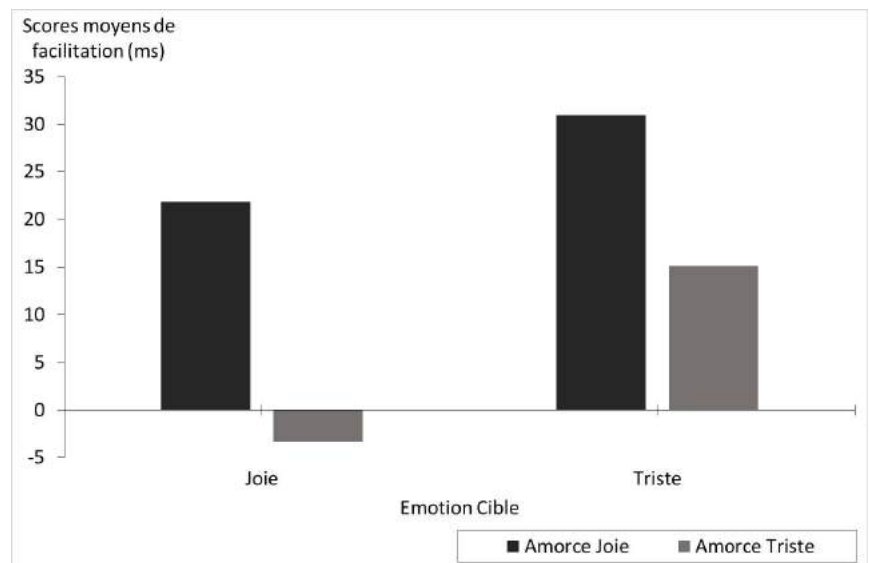


Fig. 1 : Scores moyens de facilitation pour l'évaluation de la cible (ms) en fonction de l'émotion cible et amorce

## III. EXPERIENCE 2: DECISION EMOTIONNELLE

L'objectif de la deuxième expérience est d'étudier l'existence ou non d'un effet d'amorçage en manipulant la valence des stimuli et le SOA.

### A. Méthode

#### 1) Participants

Trente et un étudiants en psychologie de l'université de Picardie Jules Verne, âgés de 18 à 22 ans, ont participé à cette étude. Aucun n'avait participé à l'expérience 1.

#### 2) Stimuli et matériel

Les stimuli utilisés étaient identiques à ceux de l'expérience 1. Les passations individuelles se sont effectuées sur un ordinateur portable Tera Mobile 1541. Sa résolution était de 1920x1080.

#### 3) Procédure

La tâche comprenait une phase d'entraînement de 24 essais et une phase de test de 8 blocs de 72 essais. Au cours d'un essai, une croix de fixation apparaissait pendant 500 ms. Ensuite, le stimulus amorce (visage neutre ou exprimant la joie ou la tristesse) apparaissait durant 50 ms (ou 450 ms), suivi d'un écran blanc sur une durée 50 ms. Enfin, le stimulus cible (visage exprimant la joie ou la tristesse) était affiché jusqu'à la réponse du participant. Le SOA entre le stimulus amorce et le stimulus cible était donc de 100 ms ou de 500 ms.

Les participants étaient invités à effectuer un jugement émotionnel en appuyant sur une touche avec un émoticône de joie, s'ils pensaient que le visage était de valence joyeuse, ou sur la touche avec un émoticône de tristesse, s'ils pensaient que le visage était de valence émotionnelle triste. Il leur était précisé qu'ils devaient aller le plus vite possible, tout en évitant de faire des erreurs.

Les participants étaient confrontés à toutes les conditions de SOA : 4 blocs de 72 essais avaient un SOA court (100 ms) et 4 blocs de 72 essais avaient un SOA long (500 ms). L'ordre des blocs (SOA courts ou longs) était contrebalancé : les participants étaient aléatoirement répartis sur deux scripts expérimentaux «4 blocs SOA courts, puis 4 blocs SOA longs», et inversement.

### B. Résultats

Comme dans l'expérience 1, les temps de réponses moyens ont été calculés pour chaque participant (Tableau II), ainsi que les scores moyens de facilitation (Fig. 2).

L'ANOVA à mesures répétées a permis de mettre en évidence un effet d'interaction entre l'émotion cible et amorce, pour les SOA courts  $F(1,30) = 12.00$ ;  $p < .002$ . Lorsque la cible était de la tristesse, les TR étaient plus rapides pour les amorces tristes, par rapport à des amorces joyeuses  $F(1,30) = 40.66$ ;  $p < .001$ . Pour les cibles joyeuses, l'analyse statistique ne nous

permet pas de mettre en évidence d'effet de l'amorce sur la cible  $F < 1$ .

Tab. 2 : Scores moyens de facilitation pour l'évaluation de la cible (ms) en fonction de l'émotion cible et amorce

Emotion Cible	Joie			Triste		
	Joie	Triste	Neutre	Joie	Triste	Neutre
Emotion Amorce						
Temps réponses moyens						
SOA 100ms	615,25 -135,50	624,53 -100,83	622,83 -123,39	650,82 -136,72	607,11 -142,58	638,81 -133,38
SOA 500ms	596,38 -104,54	575,53 94,09	566,58 -82,98	576,99 -101,89	604,20 -106,33	619,60 -95,40

Pour les SOA longs, un effet d'interaction entre les valences émotionnelles de la cible et de l'amorce a été mis en évidence  $F(1,30) = 8.98$ ;  $p < .006$ . Si les cibles étaient triste, les TR étaient plus rapides pour les amorces joyeuses par rapport aux amorces tristes  $F(1,30) = 9.32$ ;  $p < .005$ . Pour les cibles joyeuses, les effets d'amorçage sont tendanciels  $F(1,30) = 3.93$ ;  $p = .06$ .

## IV. CONCLUSION

Dans la première expérience, les résultats ont permis de mettre en évidence un effet d'amorçage, mais uniquement pour les stimuli cible joie, et non pour les stimuli cible triste.

Dans la seconde expérience, les résultats ont montré un effet d'amorçage pour les SOAs courts, mais uniquement pour les stimuli cible exprimant de la joie et non pour ceux exprimant de la tristesse. Pour les SOAs longs, les résultats n'ont pas mis en évidence d'effet d'amorçage. Pour les cibles tristes, les TR sont en effet plus longs pour les essais où le lien entre l'amorce et la cible est congruent, que pour les essais non-congruents. Les résultats de cette étude sont donc en faveur d'un traitement automatique de la valence de l'amorce influençant la réponse lors de la présentation de la cible [8], [11].

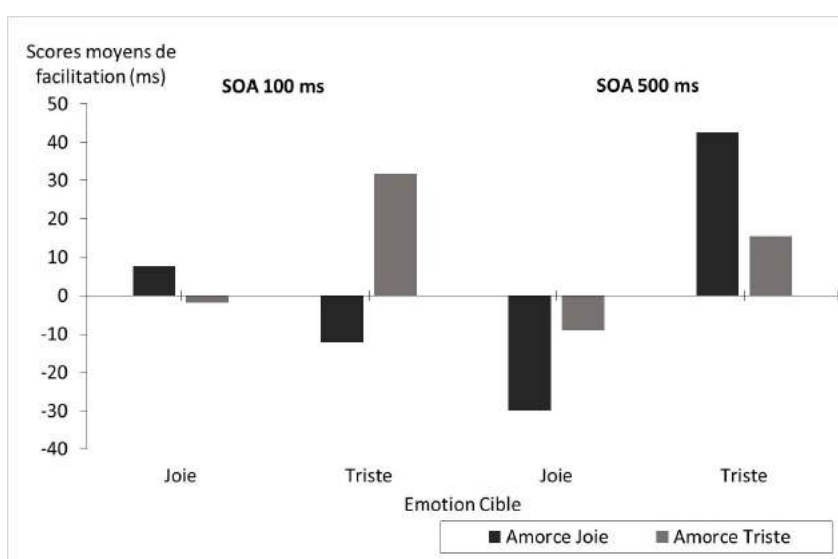


Fig. 2 : Scores moyens de facilitation pour l'évaluation de la cible (ms) en fonction du SOA et de l'émotion cible et amorce

Précédemment, Klauer et collaborateurs [10] ont manipulé de nombreux SOAs afin d'obtenir une évaluation fine de l'évolution temporelle du paradigme d'amorçage. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence un effet d'amorçage pour les SOA de 0 ms à 100 ms. Cet effet serait maximal lorsque le SOA était de 150 ms puis décroîtrait jusqu'à son extinction pour des SOA plus longs (supérieurs à 300 ms) [9]. Ce mécanisme d'évaluation automatique, riche dans la littérature pour des mots, semble s'appliquer aussi à des expressions faciales émotionnelles.

Cette étude est également en faveur de l'opposition faite entre émotion et affect. L'affect

peut être défini comme un état émotionnel motivationnel dans lequel se trouve un individu à un moment donné [3]. L'affect correspondrait à des patrons d'activations neurovégétatifs qui seraient associés à des sensations de type agréable et désagréable. Ces sensations seraient attribuées à l'objet source de ces sensations, de manière rapide et automatique, et ne pouvant fournir d'autres informations sur l'objet. L'émotion correspondrait en revanche à des états mentaux de plus haut niveau cognitif, car basés sur une évaluation de la situation.

Les activations précoces des dimensions élémentaires d'un stimulus influenceraient les traitements qui interviennent dans un délai bref après la disparition de ce stimulus. Ces activations sont spécifiques aux propriétés élémentaires du stimulus. Nos connaissances seraient donc le fruit des différentes dimensions associées à l'objet ainsi qu'à leurs réponses motrices. Une fois activés automatiquement par la situation, elles peuvent faciliter ou perturber les traitements selon leur pertinence. Ainsi notre étude, en accord avec les résultats obtenus par Versace et collaborateurs [13], est en faveur d'une propagation de l'activation au sein d'un système mnésique pluridimensionnel. Suite à la présentation d'un stimulus, une activation se propage vers l'ensemble des propriétés dimensionnelles des amorces facilitant le traitement d'un stimulus qui suit immédiatement si celui-ci possède des propriétés communes.

La nature d'une connaissance reposerait sur deux mécanismes : (1) un mécanisme d'activation intra-traces et (2) un mécanisme d'activations inter-traces [3], [14], [15]. Notre étude s'intéressant au premier mécanisme avec pour stimuli des expressions faciales émotionnelles suppose donc que l'accès à un traitement de haut niveau n'est pas nécessaire pour influencer la prise de décision et l'identification de la valence émotionnelle. Ainsi les activations affectives précoces, comme toutes autres activations précoces, précèderaient des

réactions émotionnelles plus élaborées qui impliquent des mécanismes d'intégration.

## RÉFÉRENCES

- [1] L. W. Barsalou, "Grounded cognition," *Annu. Rev. Psychol.*, vol. 59, pp. 617–45, Jan. 2008.
- [2] A. R. Damasio, "Une architecture pour la mémoire," in *L'autre Moi Même : Les Nouvelles Cartes du Cerveau, de la Conscience et des Emotions*, A. R. Damasio, Ed. Paris: Odile Jacob, 2010, pp. 163–190.
- [3] R. Versace, B. Nevers, and C. Padovan, *La mémoire dans tous ses états*. Marseille: Solal, 2002.
- [4] L. Brunel, G. Vallet, B. Riou, and R. Versace, "The sensory nature of knowledge : generalization vs. specification mechanisms," 2009.
- [5] C. B. Cave, P. R. Bost, and R. E. Cobb, "Effects of color and pattern on implicit and explicit picture memory.," *J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cogn.*, vol. 22, no. 3, pp. 639–653, 1996.
- [6] L. L. Jacoby and C. a. Hayman, "Specific visual transfer in word identification.," *J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cogn.*, vol. 13, no. 3, pp. 456–463, 1987.
- [7] M. E. Masson, "Identification of typographically transformed words: instance-based skill acquisition.," *J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cogn.*, vol. 12, no. 4, pp. 479–488, 1986.
- [8] R. H. Fazio, D. M. Sanbonmatsu, M. C. Powell, and F.R. Kardes, "On the automatic activation of attitudes," *J. Pers. Soc. Psychol.*, vol. 50, no. 2, pp. 229–238, 1986.
- [9] D. Hermans, J. De Houwer, and P. Eelen, "A time course analysis of the affective priming effect," *Cogn. Emot.*, vol. 15, no. 2, pp. 143–165, Mar. 2001.
- [10] K. C. Klauer, C. Rossnagel, and J. Musch, "List-context effects in evaluative priming," *J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cogn.*, vol. 23, no. 1, pp. 246–55, Jan. 1997.
- [11] D. Hermans, J. De Houwer, and P. Eelen, "The affective priming effect : automatic activation of evaluative information in memory," *Cogn. Emot.*, vol.8, no. 6, pp. 515–533, 1994.
- [12] N. Tottenham, J. W. Tanaka, A. C. Leon, T. McCarry, M. Nurse, T. a Hare, D. J. Marcus, A. Westerlund, B. J. Casey, and C. Nelson, "The NimStim set of facial expressions : judgments from untrained research participants," *Psychiatry Res.*, vol. 168, no. 3, pp. 242–9, Aug. 2009.
- [13] R. Versace and G. Allain, "Negative priming in a gender decision task and in a semantic categorization task.," *Acta Psychol. (Amst.)*, vol. 108, no. 1, pp. 73–90, Jun. 2001.
- [14] D. L. Hintzman, "MINERVA 2 : A simulation model of human memory," *Behav. Res. Methods, Instruments, Comput.*, vol. 16, no. 2, pp. 96–101, 1984.
- [15] D. L. Hintzman, "'Schema Abstraction' in a multiple-trace memory model," *Psychol. Rev.*, vol. 93, no. 4, pp. 411–428, 1986.

# TRAINING USERS' SPATIAL ABILITIES TO IMPROVE BRAIN-COMPUTER INTERFACE PERFORMANCE: A THEORETICAL APPROACH

JEUNET Camille  
Laboratoire Handicap & Système Nerveux  
University of Bordeaux - Project Team Potioc – Inria  
Bordeaux Sud-Ouest 200 Avenue de la Vieille Tour,  
33400 Talence, France  
[camille.jeunet@inria.fr](mailto:camille.jeunet@inria.fr)

*Abstract— Mental-Imagery based Brain-Computer Interfaces (MI-BCIs) allow their users to send commands to a computer using their brain activity alone (typically measured by ElectroEn-cephaloGraphy - EEG), which is processed while they perform specific mental tasks. While very promising MI-BCIs remain barely used outside laboratories because of the difficulty encountered by users to control them. Indeed, although some users obtain good control performances after training, a substantial proportion remains unable to reliably control an MI-BCI. This huge variability in user performance led the community to look for predictors of MI-BCI control ability. Mainly, neurophysiological and psychological predictors of MI-BCI performance have been proposed. In this paper, a newly-depicted lever to increase MI-BCI performance is introduced: namely a spatial ability training. The aims of this paper are to clarify the relationship between spatial abilities and mental imagery tasks used in MI-BCI paradigms, and to provide suggestions to include a spatial ability training in MI-BCI training protocols.*

## I. INTRODUCTION

A brain computer interface (BCI) is a hardware and software communication system that enables its user to interact with surroundings without the involvement of peripheral nerves and muscles, i.e., by using control signals generated from electroencephalographic (EEG) activity [1]. More specifically, this paper focuses on BCIs for which these control signals are sent via the execution of mental tasks (e.g., motor imagery): so-called Mental-Imagery based BCIs (MI-BCIs). MI-BCIs represent a new, non-muscular channel for relaying users' intentions to external devices

such as computers, assistive appliances or neural prostheses [2]. Unfortunately, most of these promising BCI-based technologies cannot yet be offered on the public market since a notable portion of users (estimated to be between 15 and 30%) does not seem to be able to learn to control such a system [3]: this phenomenon is often called “BCI illiteracy” or “BCI deficiency”. This high “BCI illiteracy” rate could be due on the one hand to several EEG-related flaws like non-stationarity, poor signal/noise ratio or imperfect classification algorithms [3]. On the other hand, standard training protocols [4] have also been questioned [5] as they do not follow recommendations from instructional design and psychology. Nonetheless, although there is a large proportion of “illiterates”, some users perform excellently [6] and the EEG-related flaws and unsuitable protocols do not explain the important variability in performance. From this observation emerged the idea of a relation between users' characteristics and their ability to control an MI-BCI, which led the community to look for predictors of MI-BCI performance (i.e., the rate of correctly recognised MI tasks). The training process to learn to control an MI-BCI being time- and resource-consuming, being able to predict users' success (or failure) could avoid important loss of time and energy for both users and experimenters. From another perspective, knowing these predictors could guide the design of new training protocols that would be adapted to users' characteristics. In this paper, a newly-depicted lever to increase MI-BCI performance is introduced: namely a spatial ability training. This factor seems to be a very promising predictor

of MI-BCI performance as it appeared to be stable and reliable. The aims of this paper are to clarify the relationship between spatial abilities and mental imagery tasks used in MI-BCI paradigms, and to provide suggestions to include a spatial ability training in MI-BCI training protocols.

## II. PREDICTORS OF MI-BCI PERFORMANCE

### A. Neurophysiological Predictors

Recently, evidence was presented that the amplitude of sensorimotor-rhythms (SMRs) at rest is a good predictor of subsequent BCI-performance in motor-imagery paradigms [7]: a correlation ( $r=0.53$ ) was found between a new neurophysiological predictor based on the  $\mu$  (about 9-14 Hz) rhythm over sensorimotor areas and BCI performance ( $N = 80$ ). Moreover, Grosse-Wentrup et al. [8] demonstrated that the modulation of SMRs was positively correlated with the power of frontal and occipital  $\gamma$ -oscillations, and negatively correlated with the power of centro-parietal  $\gamma$ -oscillations. Besides, Grosse-Wentrup and Scho“lkopf [9] showed that high-frequency  $\gamma$ -oscillations originating in fronto-parietal networks predicted variations in performance on a trial-to-trial basis. This finding was interpreted as empirical support for an influence of attentional networks on BCI performance via the modulation of SMRs. Furthermore, Ahn et al. [10] found that BCI-illiterate show higher  $\theta$ - and lower  $\alpha$ -power levels than BCI-literate. Statistically significant areas were frontal and posterior-parietal regions for the  $\theta$ -band and the whole cortex area for the  $\alpha$ -band. A high positive correlation between  $\gamma$ -activity and motor-imagery performance was also shown in the prefrontal area [11]. Finally, [12] demonstrated that having higher frontal  $\theta$  and lower posterior  $\alpha$  prior to performing motor-imagery, which reflects a high attentional level, may enhance the BCI classification performance.

While the search for neurophysiological predictors seems to be a promising approach, some studies showed that the user’s psychological profile could also be an important factor influencing BCI-control performance.

### B. Psychological Predictors

Mood and motivation [13], as well as the locus of control score related to dealing with technology [14], have been shown to be correlated with motor-imagery based BCI performance. Fear of the BCI system has also been shown to affect performance [14][15]. In [16], attention span, personality and motivation play a moderate role for one-session motor-imagery based BCI performance, but a significant predictive model of performance, including the visuo-motor coordination and the degree of concentration, is depicted. In a recent study [6], this model has been tested in a 4 session experiment within a neuro-feedback paradigm. Results show that these parameters explain almost 20% of the BCI performance within a linear regression, even if visuo-motor coordination failed significance. While offering interesting perspectives, none of these studies proposes a highly reliable model. Also, most of these studies determine predictors based on one MI-BCI session. Yet, no evidence shows that this performance is representative of long-term MI-BCI control performance. Finally, these studies only considered motor-imagery, while it has been shown that the best combination of tasks for users was composed of both motor and non-motor MI-tasks [17]. In the next section, a study proposing to overcome these limitations is introduced.

## III. SPATIAL ABILITIES PLAY A MAJOR ROLE IN MI-BCI PERFORMANCE

Recently, Jeunet et al. [18], proposed a study aiming at determining a predictive model of MI-

BCI performance. This study presented three major novelties. First, users were asked to learn to perform three MI-tasks: one motor (left-hand motor imagery) and two non-motor (mental rotation and mental subtraction), based on Friedrich et al's study [17]. Including these MI-tasks increased the ecology of the study. Indeed, these tasks are more likely to be used in "real-life" applications as they are associated with the best performances on average over subjects [17]. Second, users' mean performance at performing these 3 MI-tasks was measured across 6 sessions, spread over 6 different days. It enabled to get a better idea of their longer-term MI-BCI control ability. Finally, neurophysiological and psychological factors were both considered as potential predictors in the model. Until now, these two kinds of predictors were always considered separately (except in one study [16]). Here, the authors considered that the information provided by these two kinds of predictors could be complementary. During the experiment, participants were asked to perform the 3 MI-tasks and to complete several psychometric questionnaires which enabled to determine aspects of their cognitive and personality profiles. Results unveiled three major findings. The first is a predictive model of MI-BCI performance composed of 4 factors: tension, abstractness abilities, self-reliance (all three assessed by the 16-PF 5 questionnaire [19]) and the "active/reflective" dimension of the Learning Style [20]. The second concerns the absence of neurophysiological patterns among the selected predictors. Finally, the third is the strong correlation between MI-BCI performance and Mental Rotation test scores [21]. The Mental Rotation test is known to evaluate Spatial Abilities (SA). This result emphasises the potential important role of SA in mental imagery abilities. Given this potential important role of SA, it is worth exploring SA training possibilities in the aim of improving MI-BCI performance.

## IV. SPATIAL ABILITIES

### A. Definition & Relationship with Mental-Imagery

SA can be defined as mental capacities involving the construction, transformation and interpretation of mental images [22]. They reflect the use of MI to manipulate spatial representations. Many studies have been led in order to determine the different factors composing SA (for a review, see [22]). Numerous models of these SA factors have been proposed, the relevance of many of them being still discussed. Nonetheless, some factors are redundant in most studies: Visualisation, Orientation and Spatial Relations. Visualisation is the ability to mentally manipulate a pictorially presented object. Orientation corresponds to the ability to comprehend the arrangement of elements. Finally, the Spatial Relation ability corresponds to the capacity to rapidly and accurately rotate a mental image. Considering the BCI experiment described in the previous section, one can notice that SA are linked with the three MI tasks proposed. First, the mental rotation task and the Spatial Relation factor are intimately related as participants had to "rapidly rotate a mental image" while performing this task. Second, Rourke and Finlayson [23] showed a significant correlation between SA and arithmetics abilities: children confronted to difficulties to perform arithmetics also had low SA. This result could explain the relationship between SA and the subtraction task. Third, the mental rotation test, used here to assess SA, is also used to evaluate motor imagery abilities in healthy subjects and patients with brain injuries [24]. This last result emphasises the relationship between SA and the left-hand motor-imagery task. These links between SA and the three MI tasks led to consider the potential positive impact an SA training could have on MI-BCI performance. In the next section, some SA trainings of interest are thus introduced.



### B. Spatial Ability Training

SA training has been shown to be efficient in many different areas such as surgery, mathematics or engineering education. A large majority of these SA training are based on the Vanderberg and Kuse [21] Mental Rotation test. This test is composed of two sets of 10 items. Each set has to be completed in 3 minutes maximum. An item consists in a 3D shape on the left and four 3D shapes on the right. Among the four 3D shapes, two are similar to the left one with a rotation of 60°, 120° or 180° around the vertical axis. The other two are mirrored reversed and rotated images of the left 3D shape. For each item, the participant has to find the two 3D shapes similar to the left one. Hoyek et al. [25] used a computerised version of this Mental Rotation test to train students' SA and showed an improvement in their ability to learn anatomy. Indeed, SA were shown to impact capacities in scientific learning [26]. This is why Wiedenbauer and Jansen-Osmann [27] developed a manual version of the Mental Rotation test for children. This manual version appeared to be efficient to improve children SA. On the other hand, Mental Rotation test scores have also been shown to be improved through different activities such as sport [28], juggling [29] or engineering courses [30]. Training SA abilities through the administration of Mental Rotation tests is considered as a specific training (as it enables to train one aspect of SA: the Spatial Relations) by opposition to general trainings (focusing on several aspects of SA) and indirect trainings (i.e., improving SA through different activities such as sport or engineering classes). In a meta-analysis, Baenninger et al. [30] revealed that to obtain the best performances, the SA training should be specific and have a medium duration, i.e., 3 to 5 sessions spread over at least 3 weeks.

### V. PROPOSING A SPATIAL ABILITY TRAINING TO IMPROVE USERS' MI-BCI CONTROL PERFORMANCE

In the study of Jeunet et al. [18], participants followed a standard training protocol composed of 6 identical sessions during which they had to learn to perform 3 MI-tasks: mental rotation, mental subtraction and left-hand motor imagery. On the one hand, no improvement in performance was noticed between the 1st and 6th session on average. It suggests that despite the large number of sessions, participants did not learn during this experiment. On the other hand, the mean MI-BCI performance appeared to be strongly correlated with users' mental rotation scores. This correlation added to the relationship between SA and the MI-tasks suggests that an increase in mental rotation scores might be associated with an improvement of MI-BCI performance. In accordance with the literature, it thus seems worth exploring the effect of the inclusion of a specific and medium duration SA training, based on 3 to 5 sessions of Mental Rotation tests [21], in standard MI-BCI training protocols. These SA training sessions could replace some of the MI-BCI training sessions.

### VI. CONCLUSION

In this paper, one potential lever for BCI reliability enhancement was developed: the inclusion of a spatial ability training in MI-BCI training protocols. This new approach is expected to be responsible for a great improvement of users MI-BCI performance: this hypothesis will be tested in a future experiment. In addition to a spatial ability training, other levers, such as taking users' personality into account and improving the feedback content and visualisation, should be explored in the aim of improving MI-BCI performance. One could expect this work to have a significant impact on BCI reliability, and thus acceptability and usability of BCI-based

technologies such as smart wheelchairs or neuroprostheses.

## REFERENCES

- [1] J. R. Wolpaw and E. W. Wolpaw, *BCI: Principles and Practice*. Oxford University Press, 2012.
- [2] L. F. Nicolas-Alonso and J. Gomez-Gil, “Brain computer interfaces, a review,” *Sensors*, vol. 12, pp. 1211–79, 2012.
- [3] B. Allison and C. Neuper, *Could Anyone Use a BCI?* Springer, 2010. [4] G. Pfurtscheller and C. Neuper, “Motor imagery and direct brain-computer communication,” *proc. IEEE*, no. 7, pp. 1123–34, 2001.
- [5] F. Lotte and C. Jeunet, “Towards improved bci based on human learning principles,” *3rd Int. Winter Conf. on Brain-Computer Interfaces*, 2015.
- [6] E. M. Hammer, T. Kaufmann, S. C. Kleih, B. Blankertz, and A. Kübler, “Visuo-motor coordination ability predicts performance with brain-computer interfaces controlled by modulation of sensorimotor rhythms (smr),” *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 8, 2014.
- [7] B. Blankertz, C. Sannelli, S. Halder, E. Hammer, A. Kübler, K.-R. Müller, G. Curio, and T. Dickhaus, “Neurophysiological predictor of SMR-based BCI performance,” *NeuroImage*, no. 4, pp. 1303–09, 2010.
- [8] M. Grosse-Wentrup, B. Schölkopf, and J. Hill, “Causal influence of gamma oscillations on the sensorimotor rhythm,” *NeuroImage*, vol. 56, pp. 837–42, 2011.
- [9] M. Grosse-Wentrup and B. Schölkopf, “High gamma-power predicts performance in sensorimotor-rhythm brain-computer interfaces,” *Journal of neural engineering*, vol. 9, 2012.
- [10] M. Ahn, H. Cho, S. Ahn, and S. C. Jun, “High theta and low alpha powers may be indicative of bci-illiteracy in motor imagery,” *PloS one*, vol. 8, 2013.
- [11] M. Ahn, S. Ahn, J. H. Hong, H. Cho, K. Kim, B. S. Kim, J. W. Chang, and S. C. Jun, “Gamma band activity associated with bci performance: simultaneous meg/eeg study,” *Front. in Hum. Neurosc.*, vol. 7, 2013.
- [12] A. Bamdadian, C. Guan, K. Ang, and J. Xu, “The predictive role of pre-cue eeg rhythms on mi-based bci classification performance,” *Journal of Neuroscience Methods*, vol. 235, 2014.
- [13] F. Nijboer, A. Furdea, I. Gunst, J. Mellinger, D. J. McFarland, N. Birbaumer, and A. Kübler, “An auditory brain-computer interface (bci),” *Journal of Neuroscience Methods*, vol. 167, pp. 43–50, 2008.
- [14] W. Burde and B. Blankertz, “Is the locus of control of reinforcement a predictor of brain-computer interface performance?” *Proceedings of the 3rd International Brain-Computer Interface Workshop and Training Course*, vol. 2006, pp. 108–09, 2006.
- [15] F. Nijboer, N. Birbaumer, and A. Kübler, “The influence of psychological state and motivation on brain-computer interface performance in patients with amyotrophic lateral sclerosis—a longitudinal study,” *Frontiers in neuroscience*, vol. 4, 2010.
- [16] E. M. Hammer, S. Halder, B. Blankertz, C. Sannelli, T. Dickhaus, S. Kleih, K.-R. Müller, and A. Kübler, “Psychological predictors of smr-bci performance,” *Biological psychology*, vol. 89, pp. 80–86, 2012.

- [17] E. V. Friedrich, C. Neuper, and R. Scherer, "Whatever works: A systematic user-centered training protocol to optimize brain-computer interfacing individually." *PloS one*, vol. 8(9), p. e76214, 2013.
- [18] C. Jeunet, B. N'Kaoua, M. Hachet, and F. Lotte, "Predicting mental-imagery based brain-computer interface performance from personality, cognitive profil and neurophysiological patterns." submitted, 2015.
- [19] R. B. Cattell and H. E. Cattell, "Personality structure and the new fifth edition of the 16PF", *Educ. and Psycho. Measure.*, pp. 926–37, 1995.
- [20] R. M. Felder and L. K. Silverman, "Learning and teaching styles in engineering education," *Eng. Education*, pp. 674–81, 1988.
- [21] S. G. Vandenberg and A. R. Kuse, "Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization," *Perceptual and motor skills*, vol. 47, pp. 599–604, 1978.
- [22] S. E. Poltrock and P. Brown, "Individual differences in visual imagery and spatial ability," *Intelligence*, vol. 8, pp. 93–138, 1984.
- [23] B. P. Rourke and M. A. J. Finlayson, "Neuropsychological significance of variations in patterns of academic performance: Verbal and visual- spatial abilities," *Journal of Abn. Child Psycho.*, pp. 121–33, 1978.
- [24] A. Vromen, J. A. Verbunt, S. Rasquin, and D. T. Wade, "Motor imagery in patients with a right hemisphere stroke and unilateral neglect," *Brain Injury*, vol. 25, pp. 387–93, 2011.
- [25] N. Hoyek, C. Collet, O. Rastello, P. Fargier, P. Thiriet, and A. Guillot, "Enhancement of mental rotation abilities and its effect on anatomy learning," *Teaching and learning in medicine*, vol. 21, pp. 201–06, 2009.
- [26] A. J. Bishop, "Spatial abilities and mathematics education - a review," *Educational Studies in Mathematics*, vol. 11, pp. 257–69, 1980.
- [27] G. Wiedenbauer and P. Jansen-Osmann, "Manual training of mental rotation in children," *Learning and Instruction*, vol. 18, pp. 30–41, 2008.
- [28] D. Moreau, J. Clerc, A. Mansy-Dannay, and A. Guerrien, "Enhancing spatial ability through sport practice: Evidence for an effect of motor training on mental rotation performance," *J. of Indiv. Diff.*, p. 83, 2012.
- [29] P. Jansen, C. Titze, M. Heil et al., "The influence of juggling on mental rotation performance," *Int. J. of Sport Psycho.*, pp. 351–59, 2009.
- [30] M. Baenninger and N. Newcombe, "The role of experience in spatial test performance: a meta-analysis," *Sex Roles*, vol. 20, 1989.

# SOCIABILITÉ SPATIALE

## COMMENT LA RELATION SOCIALE ÉVOLUE EN FONCTION DE LA PERCEPTION DE L'ESPACE D'INTERACTION

FOURNET Paul  
Université Technologique de Compiègne  
Génie des Systèmes mécaniques  
Compiègne, France  
[paul.fournet@etu.utc.fr](mailto:paul.fournet@etu.utc.fr)

*Avant Propos— La perception qu'a l'homme de son environnement social a été profondément et rapidement changée par les avancées technologiques et scientifiques, particulièrement depuis la révolution industrielle. En effet, l'homme a fait évoluer la technique et la science dans un sens tendant à le détacher du monde terrestre, limité par ses frontières et par la condition physique de l'homme. Cette capacité à s'extraire de ce qu'Hannah Arendt appelle la « prison terrestre », à créer de la vitesse en repoussant les limites physiques de l'humain grâce à des moyens techniques, à créer des nouveaux espaces déconnectés de la condition humaine, engendre des mutations relatives à la perception de l'espace. Je propose donc de penser toutes ces mutations scientifiques et technologiques en termes d'interaction sociale/humaine afin d'éclairer la façon dont l'évolution perceptive de l'espace influe sur la conceptualisation du rapport à l'Autre(\*) en me penchant tout d'abord sur la façon dont l'homme exporte sa perception au-delà de la terre, puis sur les influences de la société de la vitesse et de l'instantané afin caractériser la sociabilité inhérente à ce modèle de société.*

### I. S'EXTRAIRE DE LA PRISON TERRESTRE

Les voyages spatiaux - d'homme ou de matériel - sont un point charnière dans cette mutation de l'espace perçu. En effet, l'homme réussit par ce biais à repousser une limite qui auparavant semblait inaccessible ; celle de sa propre planète. Non seulement l'homme s'exile ponctuellement dans l'espace par le biais des voyages spatiaux mais, il exporte son système technique au-delà des limites terriennes comme on peut le constater avec les satellites de télécommunication

qui constituent un élément clé de notre système technologique actuel et qui sont détachés du monde que l'on perçoit directement. L'homme ne considère alors plus la terre comme un espace limité, il change d'échelle de perception, de point d'observation et, pour la première fois, se crée la possibilité d'une perception par le haut, au lieu de la perception par le bas à laquelle il était limité. Les possibilités d'interaction avec son environnement qui lui sont alors fournies par la science et la technique sont profondément bouleversées, principalement par le fait de ce changement d'échelle. L'homme peut alors tenir dans son champ de vision la totalité de son monde ; contre quelques kilomètres carrés lorsqu'il est sur terre. On voit aujourd'hui que cette dynamique continue, en effet, l'envoi d'hommes sur mars via la mission Mars One représente une nouvelle étape dans le processus d'extraction (concrète ou fantasmé) de l'homme à sa planète.

Dans un imaginaire collectif représenté par un grand nombre de fictions, Mars représente l'inaccessible, l'inconnu, l'étranger et aujourd'hui, l'humanité prévoit d'y exporter sa technologie ainsi que des hommes. L'espace n'est donc plus seulement le fruit de fantasme mais bel et bien une réalité possiblement palpable et directement perceptible.

Cependant, malgré cette augmentation sensorielle apparente, l'homme reste profondément ancré à la terre premièrement de par sa condition physique caractérisée par « l'infiniment petite place que la race humaine pourrait atteindre même s'il lui était possible de voyager à la vitesse de la lumière (1) » et par le fait que toute la capacité de description de l'homme est liée à son monde sensoriel

terrestre, tout comme son langage conceptuel. Par cette extraction, il distord l'espace commun de perception et se dote d'une perception globale de son monde sans pour autant se détacher d'une vision géocentrique, c'est-à-dire qu'il prend possession d'un territoire qui lui est propre mais dont la terre reste le centre, le référentiel.

Ce changement de point de vue, qui commence comme le décrit Hannah Arendt avec l'apparition de moyens d'observation tels que le télescope, permet à l'homme d'envisager concrètement l'espace qui l'entoure, l'espace habité, comme étant compressible. La relation à l'Autre est donc par ce biais modifiée, la distance est réduite, le champ de vision est élargi, l'Autre peut être envisagé comme un point atteignable aisément, la distance entre humain est donc compressée d'un point de vue perceptif de par ce phénomène d'échelle.

En s'extrayant de la prison terrienne, l'homme se trouve confronté à lui-même, à son imagination, à son impossibilité d'existence en dehors de son milieu naturel sans avoir recours à tout le savoir acquis dans le monde physique, qu'il soit technique de par ses systèmes de survie ou social de par sa capacité à formuler des concepts et à interagir avec l'Autre. Bien que la réalité scientifique fasse de la terre un microélément astronomique et que l'objectivité puisse, en regard du cosmos, la considérer comme négligeable, la terre reste le lieu de l'homme, son archi-foyer comme le nommais Husserl.

## II. INFORMATION, VITESSE, CRÉATION DE NOUVEAUX ESPACES

Il n'est cependant pas nécessaire de s'extraire de la terre pour constater que l'humain tend à modifier (en termes de distance) l'espace qui l'entoure. En effet, la capacité de l'être humain à réduire l'espace perçu en créant de la vitesse dans ses déplacements (train,

avion...) n'est pas unique. Le transport de l'information à très grande vitesse qui a commencé avec l'installation du câble télégraphique transatlantique reliant les bourses de Paris et New York par le Great Eastern en 1866, se poursuit avec les réseaux de communication par satellite ou bien par le câble transatlantique en fibre optique reliant quasiment instantanément les bourses de Paris et NY engendre une nouvelle perception de l'espace et donc de l'interaction possible avec l'autre (2). L'homme exporte son système technique jusque dans l'espace grâce à ses satellites de communication afin de réduire les latences en termes de transport d'information inhérentes aux déplacements physique de celle-ci. On peut observer, avec l'avènement du numérique, que de nouvelles modifications en termes d'interaction sont à l'œuvre (et sont même déjà en place). Grâce au web, on peut se rapprocher d'un événement, d'une personne sans se déplacer physiquement, ce qui modifie nécessairement la manière d'interagir. Une sociabilité « virtuelle » se crée donc via internet et les réseaux sociaux, que l'on pourrait comparer aux relations épistolaires si celles-ci n'étaient pas 1 millions de fois plus lentes. De plus, cette sociabilité multiple et instantanée peut se répercuter dans l'espace physique (comme par exemple pour Tinder, pour l'organisation « d'évènements » Facebook, pour les répercussions politiques d'un tweet ou autre...).

La technique nous livre donc des modèles, des schémas de sociabilité communs, rapides et simples, engendrant des perceptions systématiques de l'espace social. Les comportements affichés dans ces espaces de sociabilité sont donc analysables mathématiquement ; prévisibles comme étant ce que l'on pourrait appeler un phénomène individuel de masse en ce sens que le comportement « normal » de l'individu peut être dicté par une tendance statistique minimisant les fluctuations comportementales.

Ce qui laisse entrevoir « l'éventualité que le comportement humain puisse être à l'avenir détaché de tout système de normes lié à la grammaire des jeux de langage et, au lieu de cela, intégré dans des systèmes autorégulés du type homme-machine en étant soumis [...] à une influence psychologique directe (3) ». Ces mutations, ces crises technologiques modifiant la perception et la sociabilité de l'être humain ne risquent-elles pas de nous entraîner, comme l'avait décrit Walter Benjamin pour l'œuvre d'art, vers une « sociabilité à l'heure de sa reproductibilité technique » ?

Le principal problème de cette sociabilité technique réside dans les schémas technologiques sur lesquels elle est fondée. En effet, par exemple, les réseaux sociaux sont conçus pour faire du fait divers un micro-événement spectaculaire c'est-à-dire un fait consommable, instantané, ce qui est analysable en tant qu'opposition à une relation humaine stable, affranchie des paramètres pulsionnels. Les modèles fournis par la technologie ne sont pas pérennes, ils sont disruptifs, ce qui induit une instabilité de la relation sociale.

Toutes ces mutations (dont la liste n'est pas exhaustive) engendrent des changements en termes de perception de l'espace, influent sur le rapport aux autres et vont même jusqu'à créer de nouveaux types de sociabilité par le fait que « les modèles réifiés qui sont ceux des sciences passent dans le monde vécu socio culturel et acquièrent un pouvoir objectif sur la conception qu'il se fait de lui-même (4) ». La dynamique d'accélération quasi perpétuelle, dans laquelle est engagée la société ou évolue l'homme moderne, est source de grands bouleversements en terme de perception du monde et d'établissement d'espaces propres (publics ou privés). On assiste à la création de nouveaux espaces plus ou moins éphémères dans lesquels les relations humaines évoluent, contraintes par l'instabilité conceptuelle de ces mêmes espaces.

La technique et la science constituent désormais l'essentielle des forces productives des sociétés capitalistes avancées. Cette situation nouvelle pose le problème de leur relation avec la pratique sociale, telle qu'elle doit s'exercer dans un monde où l'information est elle-même un produit de la technique.

(\*) **L'Autre**, terme utilisé par Jacques Lacan : C'est de l'Autre qu'il s'agit dans ce que dit le sujet[...]. Mais aussi, c'est à partir de l'Autre qu'il parle et qu'il désire. [...] L'Autre dans le sujet n'est pas l'étranger ou l'étrangeté. Il constitue fondamentalement ce à partir de quoi s'ordonne la vie psychique, [...] un lieu où insiste un discours qui est articulé, même s'il n'est pas toujours articulable. [*Chemama & Vandermesch dictionnaire de la psychanalyse, paris, Larousse 2003 pp39-40*]

## RÉFÉRENCES

- (1) Hannah Arendt- la crise de la culture p.348 Folio 1989.
- (2) Synthèse d'une partie du cours ic01 par Bernard Stiegler.
- (3) Jürgen Habermas -la technique et la science comme idéologie p.66 Mediations 1978.
- (4) Jürgen Habermas -la technique et la science comme idéologie, p.58 Mediations 1978.  
*En ce sens que les évolutions scientifiques concrétisées par la technique influent sur l'espace d'évolution de l'homme qui les a lui-même créés.*

# DENSE EEG AND DYNAMICS OF COGNITIVE BRAIN NETWORKS

HASSAN Mahmoud,  
INSERM, U1099, Rennes, F-35000, France  
Université de Rennes 1, LTSI, F-350000, France  
[mahmoud.hassan@univ-renens1.fr](mailto:mahmoud.hassan@univ-renens1.fr)

WENDLING Fabrice,  
INSERM, U1099, Rennes, F-35000, France  
Université de Rennes 1, LTSI, F-350000, France  
[fabric.wendling@univ-renens1.fr](mailto:fabric.wendling@univ-renens1.fr)

*Abstract— Cognition is a network phenomenon. During cognitive activity, brain networks have to rapidly reorganize on a sub-second time scale. Tracking the dynamics of these networks over this short time duration is an unsolved issue. Here, we propose a new way to tackle this problem by using dense electroencephalography (EEG) recorded during a specific cognitive task: picture naming. We found that the cognitive task can be divided into six functional connectivity states (fcSs) characterised by significantly high synchronisation of gamma (30-45 Hz) oscillations. We showed that dense-EEG can reveal the spatiotemporal dynamics of whole-brain functional connectivity at high temporal (in the order of ms) and spatial (~1000 regions of interest) resolution.*

*Our results showed also that the brain cognitive functions are based on fast transitions between fcSs that last from 30 ms to 160 ms. Each identified network can be associated with one or several specific function (visual processing, lexical concept activation, selecting the target word from target the mental lexicon, phonological encoding, phonetic encoding, and initiation of articulation) of the whole cognitive process. Finally, we believe that the identification of the dynamics of cognitive brain networks is a very powerful tool to understand the brain information processing.*

***Index Terms—Cognitive activity; EEG; brain networks***

## I. INTRODUCTION

Cognitive functions involve the activation of a large-scale functional brain network. In visual, attentional and memory processes, this network is characterized by increased synchronization of cortical oscillations, in the gamma frequency range, in particular but not only,

across distant neuronal assemblies distributed over distinct brain regions [1,2].

Nowadays, a challenging issue in cognitive neuroscience is how to precisely identify brain networks at very short temporal scales. This short duration of many cognitive processes (<1s for picture naming, for instance) requires the use of techniques that provide a very high temporal resolution (on the order of ms), which is the case of the magneto electroencephalography (M/EEG).

The main purpose of this abstract is to show a new neuroimaging method aimed at analyzing the spatiotemporal dynamics of functional brain networks during short duration cognitive task (< 1s). The key originality of the presented method is its ability to track brain dynamics with excellent temporal (at the order of millisecond) and spatial (~1000 regions of interest) resolutions using dense EEG recordings. Our results reveal the presence of switching behavior of the brain networks during cognition and that even short cognitive process can be decomposed into a sequence of transiently stable and partially overlapping networks.

## II. METHODES

The different steps of the processing are illustrated in fig. 1. It starts by recordings the dense EEG signals during the cognitive task. The cortical sources are then reconstructed and the functional connectivity is then computed between the reconstructed sources to provide the functional networks which can be analyzed by network measures from graph theory-based analysis.

### A. Picture naming

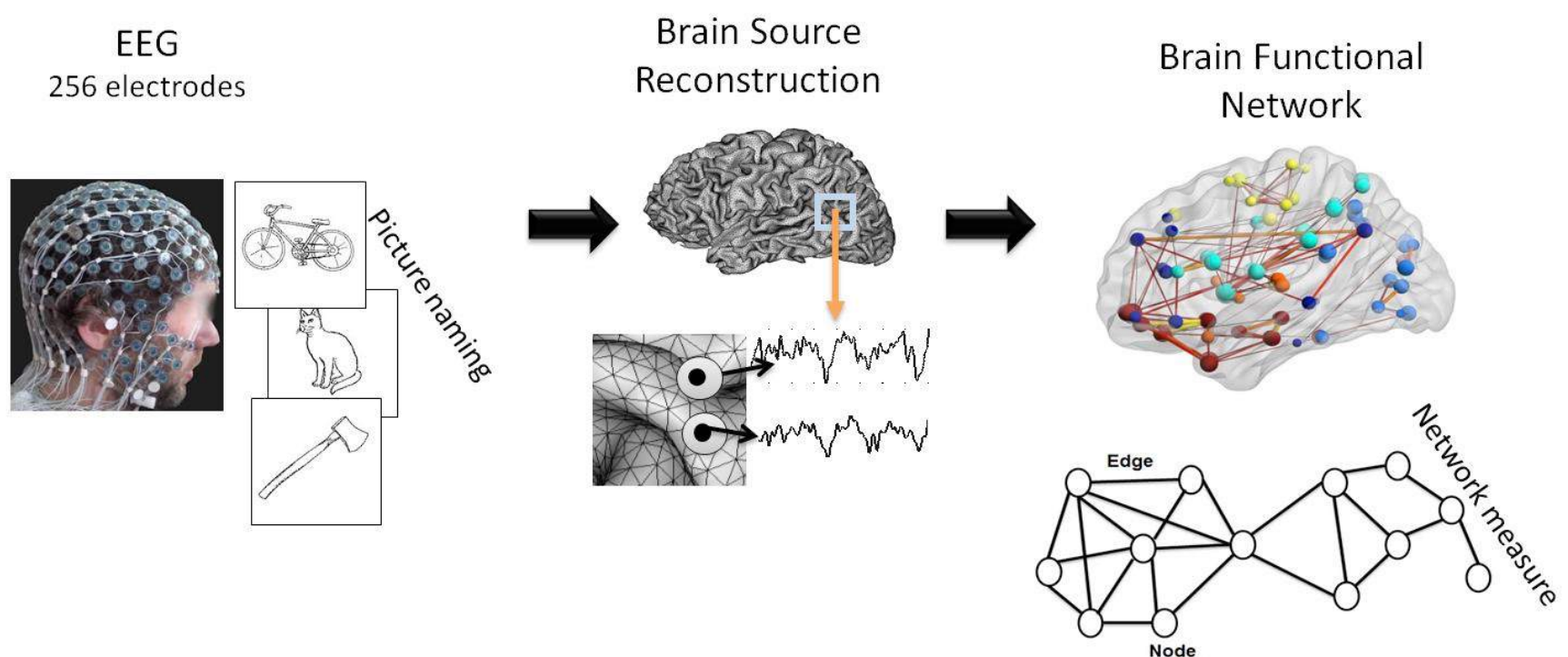
Twenty one right-handed healthy volunteers (11 women and 10 men), were involved in this study. Participants were asked to name 148 displayed pictures on a screen. This study was approved by the National Ethics Committee for the Protection of Persons (CPP), *conneXion* study, agreement number (2012-A01227-36), and promoter: Rennes University Hospital. The brain activity was recorded using dense-EEG, 256 electrodes, system (EGI, Electrical Geodesic Inc.). EEG signals were collected with a 1 kHz sampling frequency and band-pass filtered between 3 and 45Hz. Each trial was visually inspected, and epochs contaminated by eye blinking, movements or any other noise source were rejected and excluded from the analysis performed using the EEGLAB open source toolbox.

### B. EEG source connectivity

To compute the brain networks, we used the combination of weighted Minimum Norm Estimator (wMNE) for source localization method and the Phase Locking Value (PLV) as connectivity method applied on the dense EEG at gamma frequency band (30-45 Hz). This combination provided the best performance to study functional connectivity at source level as shown in [3].

### C. Functional connectivity states

We recently developed an algorithm to decompose cognitive task into functional connectivity states (fcS). The objective of this algorithm was to identify clusters among all the possible networks. The proposed algorithm is based on the K-means clustering of the connectivity networks obtained by the PLV method. This approach allowed us to summarize brain networks into a limited number of dominant networks over given time period. See [4] for more details about the algorithm.



*Fig. 1 : Pipeline of the method. Dense EEG signals are recorded using 256 electrodes during a cognitive task: picture naming. The brain sources were reconstructed using inverse problem algorithm. The brain networks were then obtained by computing the functional connectivity between the reconstructed sources. These networks can be then charcerized using network mesures.*



### III. RESULTS & DISCUSSION

The main findings are shown in figure 2. The figure shows the six functional connectivity states (fcSs) obtained from the picture onset to the naming process. The identified networks (locations and timing) corroborate previous studies based on other modalities, mainly fMRI, MEG and PET [5, 6]. In addition, they show a switching behaviour of the brain networks at very short time scale.

For the first fcS (fcS1, 0:119 ms), results showed a network involving the inferior occipital, the lateral occipito-temporal sulcus and occipital pole. This period corresponds to the first visual processing of the presented picture while the stimulus is probably not recognized yet. It corresponds to the visual feature extraction preceding the object category recognition [7].

Interestingly, the visual features obtained by Vanrullen et al. revealed response peaking at 120 ms after the onset which is very comparable to our limit for the first fcS (119 ms). For fcS2 (120:150 ms), the identified functional network mainly comprises the occipital regions (the bilateral inferior occipital, the left occipital pole, right anterior occipital and the left middle occipital and Lunatus). These regions are well known to play a capital role in the processing of visual information and object recognition. Also, the gamma in this time period was revealed as indicator of object recognition [8, 9].

For fcS3 (151:190 ms), results indicate a mainly occipital network but with an implication of the bilateral inferior temporal sulcus. This system is known to be related to lexical retrieval, lemma retrieval and lemma selection. It is also involved in semantic processing when someone tries to remind the name of the objects [10]. In their study, the authors show a discrepancy in the temporal lobe involvement for objects

versus animals with more activity in the inferior temporal sulcus for objects and in the superior temporal sulcus for animals. Our picture set comprises 39 animals versus 109 objects or non-animal images. The dominant representation of objects in our experimental set could have shaped this part of the graph favouring the inferior temporal sulcus at the expense of the superior temporal sulcus.

During fcS4 (191:320 ms), the network involves the left inferior temporal gyrus in addition to the inferior temporal sulcus. These regions were stated to be in direct relation to semantic processing [10]. It is also the time window in which the N200 classically appear. The N200 is a marker of semantic processing in go/no-go tasks [7].

Together with the appearance at this stage of frontal nodes, we interpret that this large fcS could also integrates the access to phonological forms during overt naming which has been shown by Graves et al. [11]. In a somewhat interesting way, we found that this fcS ends 10 ms before the syllabification step in the model of Indefrey and Levelt [12].

At fcS5 (321:480 ms), the functional network involves the left superior precentral and the right postcentral sulcus along with the left orbital sulci and the left superior insula. This network, near to the sensory-motor cortex was reported to be engaged into phonetic and articulatory process of speech [5, 13].

Finally, for the last fcS (fcS6, 481:535 ms), the network was found at the left insular gyrus, the left inferior insular circular sulcus and the right orbital sulcus. This network is typically associated with the beginning of the naming process and the speech articulation as well as listening to own speech (external self-monitoring) [5, 12].

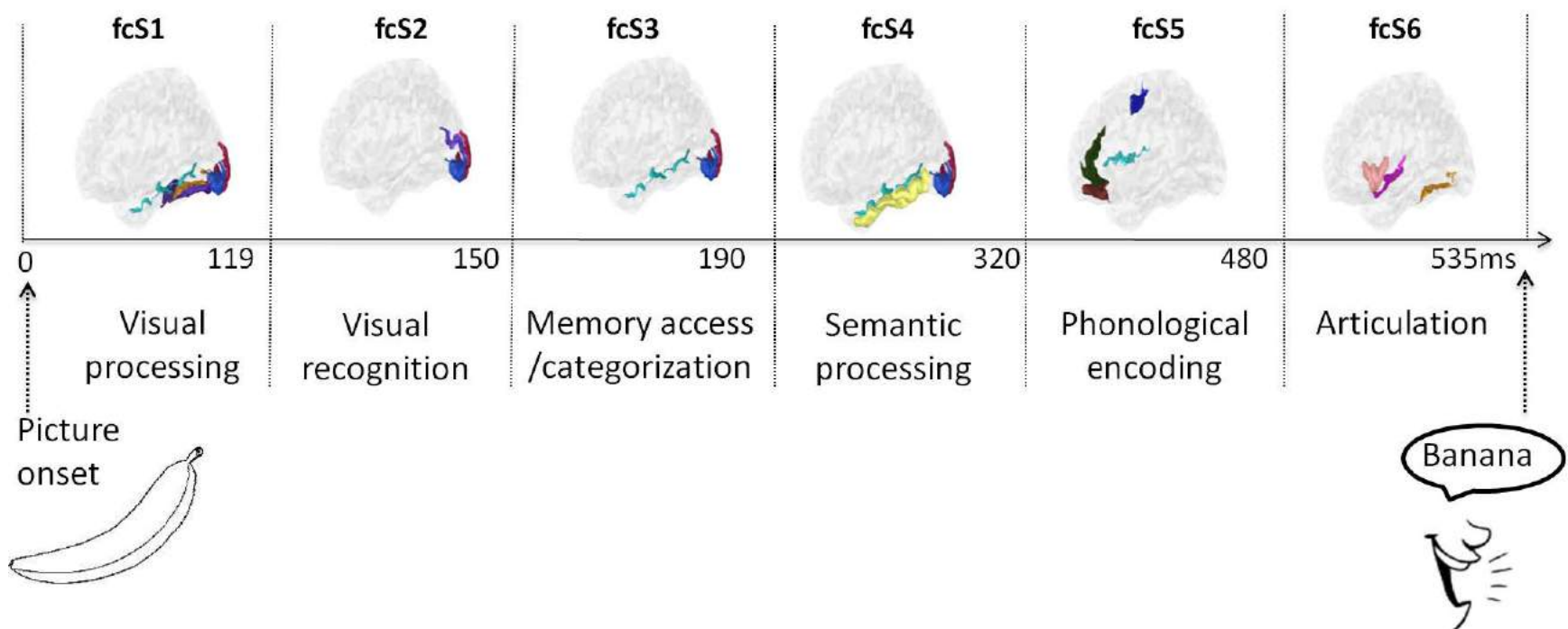


Fig. 2 : The identified regions (based on graph theory analysis) are color-coded based on the anatomical parcellation of Destrieux Atlas using Brainstorm Tool [14]. The underlying cognitive functions for each *fcS* is presented. *fcS*: functional connectivity state.

## CONCLUSION

Here, a new method aiming at tracking the spatiotemporal dynamics of brain networks over a short duration cognitive task (<1 second) from scalp EEG data is proposed. The obtained results go beyond those obtained with classical neuroimaging techniques such as fMRI, as the proposed method offers the unique advantage to track the network dynamics with high temporal (in the order of ms) and spatial (~1000 ROIs) resolution.

## ACKNOWLEDGEMENT

This work has received a French government support granted to the CominLabs excellence laboratory and managed by the National Research Agency in the "Investing for the Future" program under reference ANR-10-LABX-07-01. It was also financed by the Rennes University Hospital (COREC Project named *conneXion*, 2012-14). This work was also supported by the European Research Council under the European Union's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) / ERC grant agreement n° 290901.

## REFERENCES

- [1] A. R. McIntosh, "Towards a network theory of cognition," *Neural Networks*, vol. 13, pp. 861-870, 2000.
- [2] O. Sporns, *Networks of the Brain*: MIT Press, 2010.
- [3] M. Hassan, O. Dufor, I. Merlet, C. Berrou, and F. Wendling, "EEG Source Connectivity Analysis: From Dense Array Recordings to Brain Networks," *PloS one*, vol. 9, p. e105041, 2014.
- [4] A. Mheich, M. Hassan, M. Khalil, C. Berrou, and F. Wendling, "A new algorithm for spatiotemporal analysis of brain functional connectivity," *Journal of neuroscience methods*, vol. 242, pp. 77-81, 2015.
- [5] W. J. Levelt, P. Praamstra, A. S. Meyer, P. Helenius, and R. Salmelin, "An MEG study of picture naming," *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 10, pp. 553-567, 1998.

- [6] C. J. Price, "A review and synthesis of the first 20 years of PET and fMRI studies of heard speech, spoken language and reading," *Neuroimage*, vol. 62, pp. 816-847, 2012.
- [7] S. Thorpe, D. Fize, and C. Marlot, "Speed of processing in the human visual system," *nature*, vol. 381, pp. 520-522, 1996.
- [8] J. Martinovic, T. Gruber, K. Ohla, and M. M. Müller, "Induced gamma- band activity elicited by visual representation of unattended objects," *Journal of cognitive neuroscience*, vol. 21, pp. 42-57, 2009.
- [9] M. M. Müller and T. Gruber, "Induced gamma-band responses in the human EEG are related to attentional information processing," *Visual Cognition*, vol. 8, pp. 579-592, 2001.
- [10] A. Martin and L. L. Chao, "Semantic memory and the brain: structure and processes," *Current opinion in neurobiology*, vol. 11, pp. 194-201, 2001.
- [11] W. W. Graves, T. J. Grabowski, S. Mehta, and J. K. Gordon, "A neural signature of phonological access: distinguishing the effects of word frequency from familiarity and length in overt picture naming," *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 19, pp. 617-631, 2007.
- [12] P. Indefrey and W. J. Levelt, "The spatial and temporal signatures of word production components," *Cognition*, vol. 92, pp. 101-144, 2004.
- [13] N. F. Dronkers, "A new brain region for coordinating speech articulation," *Nature*, vol. 384, pp. 159-161, 1996.
- [14] F. Tadel, S. Baillet, J. C. Mosher, D. Pantazis, and R. M. Leahy, "Brainstorm: a user-friendly application for MEG/EEG analysis," *Computational intelligence and neuroscience*, vol. 2011, p. 8, 2011.

# ETUDE DE L'ATTENTION CONJOINTE CHEZ L'ENFANT AVEC TROUBLE DU SPECTRE AUTISTIQUE (TSA) L'APPORT DU PARADIGME DE EYE-TRACKING

CILIA Federica  
Université de Picardie Jules Verne CRP-CPO (EA 7273) -  
Axe Processus Cognitifs et Handicap Amiens, France  
cilia.federica@gmail.com

DESCHAMPS Loïc,  
Université Technologique de Compiègne  
Laboratoire COSTECH (EA2223) - Equipe CRED  
Compiègne, France  
loic.deschamps.upx@free.fr

VANDROMME Luc  
Université de Picardie Jules Verne CRP-CPO (EA 7273) -  
Axe Processus Cognitifs et Handicap Amiens, France  
luc.vandromme@u-picardie.fr

*Résumé—L'attention visuelle est étudiée chez les personnes présentant un trouble du spectre autistique (TSA) grâce au paradigme de eye-tracking (oculométrie). L'attention conjointe implique une communication triadique. C'est l'un des éléments clés dans le diagnostic des TSA. Cette recherche actuellement en cours de réalisation, vise à étudier l'attention visuelle lors d'un épisode d'attention conjointe, en utilisant un dispositif de eye-tracking, ceci chez l'enfant d'âge préscolaire.*

**Mots Clés—TSA, Attention Conjointe, eye-tracking.**

## I. INTRODUCTION

Le trouble du spectre autistique (TSA) est un trouble neuro-développemental caractérisé par une communication et des interactions sociales atypiques, ainsi qu'un aspect restreint et répétitif des comportements, intérêts et activités [1]. En psychologie du développement, les recherches concernant ce trouble ont progressivement mis l'accent sur le caractère atypique de la fixation oculaire chez les enfants TSA, via paradigme de eye-tracking (oculométrie) [e.g. : 2 - 4].

Par exemple, l'enfant TSA montre une préférence visuelle pour des stimuli non sociaux, comme les objets, par rapport aux stimuli sociaux, comme les visages, à l'inverse de l'enfant typique [5]. Toutefois, certaines études ne peuvent conclure à une telle préférence [6]. En ce qui concerne la perception visuelle des visages, il a été montré que les enfants TSA regardent plus la partie basse du visage et notamment la bouche, contrairement aux enfants typiques qui se

concentrent plus sur les yeux [7,8]. Si ces recherches sont largement débattues, certains choix méthodologiques pouvant expliquer les résultats obtenus [e.g. : 3], ils nous semblent être d'une importance capitale lorsque l'on essaie de comprendre un phénomène impliquant la préférence visuelle, en l'occurrence le phénomène d'attention conjointe, justement déficitaire chez l'enfant TSA [9].

L'attention conjointe désigne la capacité à coordonner son attention avec l'attention du partenaire d'interaction pour partager une expérience commune autour d'un objet ou d'un évènement.

Un épisode d'attention conjointe se caractérise par une alternance entre attention mutuelle, c'est-à-dire un regard oeil à oeil entre les partenaires, et attention portée à une cible commune par l'un des partenaires ou par les deux partenaires simultanément (dans ce cas particulier, on parle d'attention partagée). Parallèlement, un tel épisode peut être intentionnellement initié par l'un ou par l'autre partenaire par un pointage proto-déclaratif ou proto-impératif, ainsi que par des vocalisations. La combinaison de ces comportements se traduit par la coordination des deux partenaires dans une interaction de type triadique.

La mesure précise de l'activité oculaire déployée par des enfants TSA lors de séquences d'attention conjointe, via le paradigme de eye-tracking, s'avère être une piste de recherche prometteuse pour mieux comprendre la nature du trouble. En effet, le défaut d'attention conjointe

fait partie des symptômes clés à détecter pour le diagnostic précoce des TSA [1]. Dans la littérature, les chercheurs utilisent à cette fin des stimuli statiques [e.g. : 4] ou des stimuli dynamiques [e.g. : 10]. De plus, la présence ou l'absence de la cible d'attention conjointe dans le champ visuel des participants est manipulée. Certains auteurs prennent le parti d'afficher la cible d'attention conjointe de manière constante à l'écran [9]. Ainsi, seule la ligne du regard dirigé vers l'une des six cibles d'attention conjointe varie d'une photo présentée à une autre. Dans cette étude, les résultats montrent que le temps nécessaire à la première fixation visuelle de la ligne de mire est plus important chez les enfants et adolescents TSA. Freeth et collaborateurs [4], dans leur protocole expérimental, demandent à leurs participants adolescents de manipuler l'image présente à l'écran grâce à la molette de la souris.

Ainsi en fonction de la position choisie, la cible attentionnelle est présente ou absente du champ perceptif visuel. Les adolescents TSA déplacent le curseur afin de voir à l'écran une scène sociale plus compréhensible et suivent ainsi la ligne de mire. Il semble donc plus aisé de comprendre ces scènes lorsque la cible attentionnelle est présente dans le champ visuel du participant. Swanson et collaborateurs [11] expérimentent la compréhension de la nature référentielle du regard en faisant apparaître des images enfantines à l'écran lors d'une courte séquence vidéo. L'actrice regardait l'image (situation sociale congruente) ou bien regardait dans une autre direction (situation sociale non congruente). Les résultats des fixations visuelles en eye-tracking ne diffèrent pas chez les enfants TSA dans ces deux conditions. Or, les enfants au développement typique focalisent leur attention visuelle plus longtemps sur les images non regardées par l'actrice, ce qui est interprété comme une préférence attentionnelle pour les scènes socialement étranges. Ces résultats attestent donc

d'une difficulté à percevoir la pertinence d'une scène sociale chez les enfants TSA.

Ces données sur le déploiement spatial et temporel de l'activité visuelle au regard d'une scène sociale, bien qu'intéressantes, sont difficiles à généraliser. En outre, peu d'études se sont basées sur ce paradigme pour étudier spécifiquement l'attention conjointe. Les fixations visuelles apportent des données différentes voire contradictoires en fonction du stimulus présenté et selon sa nature statique ou dynamique.

## II. METHODE

Nous proposons un protocole d'expérimentation, actuellement en cours de réalisation, qui consiste à analyser l'attention visuelle et l'attention conjointe chez des enfants TSA d'âge préscolaire présentant un bas niveau de communication. Des scènes sociales, sous formes de photos ou de vidéos pré-enregistrées, dans lesquelles une actrice agit en fonction de cibles attentionnelles, l'une étant présente et l'autre absente du champ visuel sont proposées à nos participants. Ce support nous permet d'étudier les éventuelles différences de fixations visuelles en fonction de la forme statique ou dynamique du stimulus présenté, et en fonction de la présence ou de l'absence de la cible d'attention conjointe apportant une signification sociale à la scène observée (cf : image 1).

Nous faisons donc l'hypothèse que l'activité oculaire enregistrée lors de la présentation numérisée d'une scène sociale impliquant une réponse à l'initiation d'une séquence d'attention conjointe par l'actrice, présentera des spécificités chez les enfants TSA par rapport aux enfants au développement typique. Plus spécifiquement, l'exploration visuelle d'une telle scène sociale sera moins adaptée chez les enfants TSA, qui présenteront notamment moins de

saccades visuelles au total, auront une dilatation pupillaire plus petite (interprétée comme un manque d'intérêt) et une première fixation visuelle de la cible qui surviendra plus tardivement que chez les enfants typiques. Enfin, nous nous attendons à ce que le nombre, l'avènement de la première fixation et la durée moyenne des fixations soient plus élevés lorsque la cible est dynamique que lorsqu'elle est statique pour les deux groupes. Mais concernant le suivi du regard, ces éléments seront moins importants lorsque la cible est absente du champ visuel chez les enfants TSA uniquement.

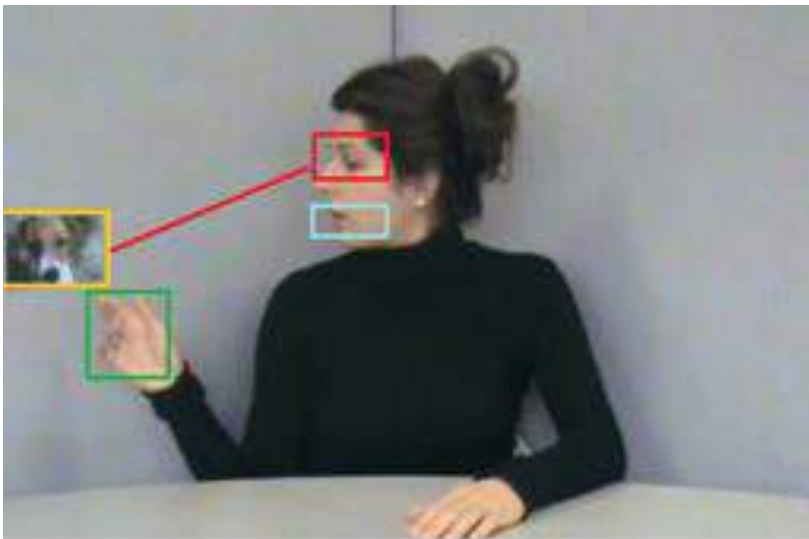


Fig. 1 : Exemple de stimulus étudié (image issue de l'impression écran du stimulus). Les AOI (Aeras of Interest) possibles sont les suivantes : yeux, bouche, main qui pointe, cible d'attention conjointe.

### III. PERSPECTIVES

Le dispositif ici développé est créé dans l'optique d'étudier les particularités visuelles lors d'une interaction sociale en face à face, chez les enfants présentant un trouble du spectre autistique. Nous sommes actuellement en phase de test chez des participants TSA et un groupe contrôle au développement typique.

### RÉFÉRENCES

[1] American Psychiatric Association, Diagnostic and Statistical Manual of Mental

Disorders. 5th ed., American Psychiatric Publishing, Arlington, VA, 2013.

[2] R. Bedford, M. Elsabbagh, T. Gliga, A. Pickles, A. Senju, T. Charman, and M. H. Johnson,, "Precursors to social and communication difficulties in infants at-risk for autism: gaze following and attentional engagement," *J. Autism Dev. Disord.*, 42(10), pp. 2208–2218, doi:10.1007/s10803-012-1450-y, 2012.

[3] T. Falck-Ytter, E. Fernell, A. L. Hedvall, C. von Hofsten, and C. Gillberg, "Gaze performance in children with autism spectrum disorder when observing communicative actions," *J. Autism Dev. Disord.*, 42(10), pp. 2236–2245, doi:10.1007/s10803-012-1471-6, 2012.

[4] M. Freeth, D. Ropar, P. Chapman, and P. Mitchell, "The eye gaze direction of an observed person can bias perception, memory, and attention in adolescents with and without autism spectrum disorder," *J. Exp. Child Psychol.*, 105(1-2), pp. 20–37, doi:10.1016/j.jecp.2009.10.001, 2010.

[5] S. Maestro, F. Muratori, A. Cesari, C. Pecini, F. Apicella, and D. Stern, "A view to regressive autism through home movies. Is early development really normal?," *Acta Psychiat. Scand.*, 113, pp. 68-72, 2006.

[6] M. Elsabbagh, J. Fernandes, S. J. Webb, G. Dawson, T. Charman, and M. H. Johnson, "Disengagement of visual attention in infancy is associated with emerging autism in toddlerhood," *Biol. Psychiat.*, 74(3), pp. 189–194, doi:10.1016/j.biopsych.2012.11.030, 2013.

[7] A. Klin, W. Jones, R. Schultz, F. Volkmar, and D. Cohen, "Visual fixation patterns during

viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism," *Arch. Gen. Psychiat.*, 59(9), pp. 809-816, 2002.

[8] W. Jones, and A. Klin, "Attention to eyes is present but in decline in 2-6-month-old infants later diagnosed with autism," *Nature*, 504(7480), pp. 427-431, doi:10.1038/nature12715, 2013.

[9] D. M. Riby, and M. J. Doherty, "Tracking eye movements proves informative for the study of gaze direction detection in autism," *Res. Autism Spect. Dis.*, 3(3), pp. 723-733, doi:10.1016/j.rasd.2009.02.001; 2009.

[10] T. Falck-Ytter, and C. von Hofsten, "How special is social looking in ASD: a review," *Prog. Brain Res.*, 189, pp. 209-222, doi:10.1016/B978-0-444-53884-0.00026-9, 2011.

[11] M. R. Swanson, and M. Siller, "Patterns of gaze behavior during an eye-tracking measure of joint attention in typically developing children and children with autism spectrum disorder," *Res. Autism Spect. Dis.*, 7(9), pp. 1087-1096, doi:10.1016/j.rasd.2013.05.007, 2012.

# CROISEMENT PERCEPTIF ET MONDE COMMUN

## UNE ÉTUDE MINIMALISTE DE LA PERCEPTION MUTUELLE D'OBJETS PARTAGÉS

DESCHAMPS Loïc,  
Université Technologique de Compiègne  
Laboratoire COSTECH (EA2223) - Equipe CRED  
Compiègne, France  
loic.deschamps.upx@free.fr

LENAY Charles,  
Université Technologique de Compiègne  
Laboratoire COSTECH (EA2223) - Equipe CRED  
Compiègne, France  
loic.deschamps.upx@free.fr

ROVIRA Katia  
Laboratoire PSYNCA – Equipe FIACRE  
Université de Rouen Mont-Saint-Aignan, France  
katia.rovira@u

VANDROMME Luc  
Université de Picardie Jules Verne CRP-CPO (EA 7273) -  
Axe Processus Cognitifs et Handicap Amiens, France  
luc.vandromme@u-picardie.fr

*Résumé—Le croisement perceptif minimaliste est de plus en plus reconnu comme un paradigme critique pour l'étude de la cognition sociale. Dans le cadre d'interactions dyadiques, cette situation expérimentale a dévoilé le rôle crucial -voire constitutif- de la dynamique interpersonnelle sur les mécanismes de la compréhension sociale. Nous proposons ici une expérimentation originale visant à dépasser le cadre des interactions strictement dyadiques. Alors que les expérimentations précédentes ont utilisé des objets comme des distracteurs de la coordination interpersonnelle, nous intégrons ici les objets comme le but de cette coordination. 24 participants ont dû décider, sur la base de leur interaction en temps réel dans un espace virtuel à une dimension, lequel des deux objets qu'ils pouvaient percevoir était aussi perceptible par leur partenaire. Les résultats principaux suggèrent que la reconnaissance du caractère 'publique' d'un objet découle de la qualité de la coordination sensori-motrice qui se joue entre les deux partenaires. Par ailleurs, la présence même d'un objet commun agit comme une affordance simultanée qui attire l'activité des deux partenaires et structure leur interaction, leur donnant l'occasion de co-construire un monde partagé dans lequel leurs actions respectives font sens. Ces résultats sont discutés selon une approche énonciviste de la cognition sociale.*

**Mots Clés—croisement perceptif, monde commun, minimalisme, cognition sociale, perception mutuelle.**

## I. INTRODUCTION

Depuis quelques années, le paradigme du croisement perceptif a reçu un intérêt grandissant parmi les défenseurs d'un "tournant interactif" dans l'étude de la cognition sociale [1,2]. Cette situation expérimentale particulière propose en effet "le paradigme en temps réel le plus simple" [3], qui permet d'observer précisément la co-construction du processus de l'interaction dans des tâches sociales minimalistes. En réduisant à l'extrême le répertoire d'actions et de retours sensoriels disponibles, ce paradigme donne en effet l'opportunité d'analyser le déploiement spatio-temporel des activités perceptives individuelles et de la dynamique collective [4]. De ce fait, contrairement aux approches classiques de la cognition sociale, où la compréhension sociale se réduit au jugement d'observateurs passifs [5], le paradigme du croisement perceptif permet de prendre en compte le caractère incarné et situé des acteurs dans un contexte social.

Le processus même de l'interaction est alors replacé au cœur de la cognition sociale, en substituant les propriétés émergentes de l'interaction à la manipulation individuelle de symboles via des règles formelles [1,6].

## II. LE PARADIGME DU CROISEMENT PERCEPTIF

Le paradigme du croisement perceptif a été proposé il y a une dizaine d'années [7,8]. Dans cette étude princeps, deux participants



interagissent dans un environnement virtuel via une médiation technique (en l'occurrence, un dispositif de suppléance perceptive).

Chacun d'eux déplace latéralement un curseur dans un espace numérique unidimensionnel, et la rencontre de ce curseur avec un objet de l'environnement provoque une stimulation tactile. Trois types d'objets peuvent provoquer des stimulations tactiles strictement identiques : le curseur de l'autre participant, un objet fixe et un objet mobile.

De façon cruciale, cet objet mobile est en réalité un leurre attaché au curseur de chaque participant par un lien virtuel rigide. En conséquence, cet objet se déplace exactement comme se déplace le curseur auquel il est attaché. Les participants doivent alors explorer cet espace, et cliquer lorsqu'ils pensent que les stimulations qu'ils reçoivent sont dues à la rencontre du curseur déplacé par l'autre participant.

Alors que les participants semblent réussir la tâche, puisqu'ils cliquent principalement quand leurs curseurs se sont effectivement rencontrés, une analyse précise révèle qu'ils échouent en réalité à discriminer l'autre participant de l'objet mobile. En effet, l'analyse du ratio clics/stimulations montre que les participants sont autant susceptibles de cliquer lorsque leur curseur rencontre l'objet mobile que lorsqu'il rencontre l'autre participant. Il apparaît donc que les participants réussissent la tâche simplement parce que le processus de l'interaction assure une fréquence élevée de rencontres entre les participants. La rencontre des deux activités perceptives fait en effet émerger un attracteur de la dynamique collective, qui résulte des tentatives conjuguées de la part des participants pour maintenir le contact avec l'autre. Au contraire, comme le mouvement de l'objet mobile n'est pas dirigé vers l'autre participant, il ne peut que générer une coordination unilatérale qui ne peut pas conduire à un maintien des stimulations comme peut le faire le croisement perceptif. La performance des participants est donc expliquée

par les propriétés dynamiques du processus d'interaction, plus que par la reconnaissance individuelle de l'intentionnalité d'autrui [7,8]. Cette situation expérimentale a eu une grande résonance dans la littérature [3].

L'expérimentation initiale a été répliquée de nombreuses fois, avec des variantes plus ou moins profondes [9,10], et a donné lieu à un certain nombre d'extensions originales, où les objets ont été supprimés pour étudier exclusivement l'interaction en face-à-face, en l'absence de tout distracteur [11]. Dans tous les cas, les résultats attestent d'une nécessité à dépasser le cadre d'analyse strictement individuel de la cognition sociale, en intégrant a minima l'influence de l'interaction en tant que processus autonome [1-2, 6]. Dans une perspective énaïve, où la cognition est décrite en tant qu'action incarnée [12], la cognition sociale prend racine dans l'interaction sociale, entendue comme le couplage co-régulé entre (au moins) deux agents incarnés et situés, où la régulation influence le couplage lui-même de façon à ce qu'il fasse émerger une organisation autonome en termes de dynamique relationnelle, et où l'autonomie des agents n'est pas dissoute [2].

De cette façon, la dynamique interpersonnelle, même lorsque celle-ci est réduite à une coordination sensori-motrice minimale dans le cadre du paradigme du croisement perceptif, serait le support d'un "participatory sense-making" [2], où le sens lui-même est co-constitué et sans cesse (re-)négocié au sein du processus d'interaction. A ce jour, malgré la robustesse de ce paradigme, un pas supplémentaire reste à franchir pour rendre compte pleinement d'une approche énaïve de la cognition sociale. En effet, cette dernière ne se réduit pas aux compétences cognitives se déployant dans des situations dyadiques, mais concerne également les situations triadiques/déictiques (perception mutuelle d'un objet, attention conjointe). Dans cette optique, nous proposons une expérimentation originale dans laquelle le croisement perceptif entre deux

sujets a pour objectif explicite la perception mutuelle d'un objet. Les objets ne sont pas utilisés ici en tant que distracteurs de la coordination interpersonnelle, mais en tant que but visé par le processus d'interaction.

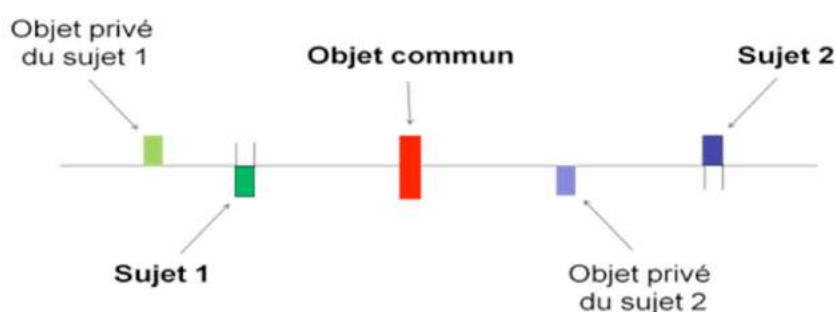
### III. MATERIEL ET PROCEDURE

24 participants, âgés entre 18 et 25 ans et répartis en 12 binômes, ont pris part à cette expérience. Ils n'ont pas de connaissance préalable du dispositif ni des éléments théoriques mobilisés dans cette expérimentation.

Au moyen d'une souris informatique, chaque membre d'un même binôme déplace latéralement un curseur dans un espace numérique unidimensionnel de 400 pixels de long qui se boucle sur lui-même (tore géométrique). Ce curseur est composé d'un corps-image (avatar) de 2 pixels de long situé au milieu d'un corps-percevant (champ récepteur) de 16 pixels de long. Quand au moins un pixel du corps-percevant rencontre au moins un pixel du corps-image de l'autre participant ou d'un objet, les stimulateurs tactiles s'activent selon trois conditions expérimentales décrites ci-après.

Trois objets fixes de 2 pixels de long sont disposés dans l'espace numérique. Seul un de ces objets est mutuellement perceptible par les deux participants, tandis que les deux autres sont 'privés', c'est-à-dire qu'ils sont perceptibles respectivement par l'un et par l'autre participant (Fig. 1).

*Fig.1 Schéma du dispositif expérimental*



Trois conditions expérimentales sont définies, en fonction de la façon dont les stimulateurs tactiles

s'activent. Dans la condition 'Mono', l'information sensorielle est réduite à une activation en tout-ou-rien des stimulateurs, quelle que soit la source de la stimulation (corps-image de l'autre ou objets). Dans la condition 'Différenciée', le corps-image de l'autre et les objets produisent des stimulations différentes (la rencontre du corps-image active les stimulateurs du bas du boîtier, tandis que la rencontre des objets active les stimulateurs du haut du boîtier). Dans la condition 'Parallélisme', le corps-percevant est divisé en 4 champs récepteurs élémentaires, chaque partie étant reliée à la colonne correspondante des stimulateurs tactiles. L'information sensorielle est donc ici spatialisée.

Tous les binômes passent les trois conditions expérimentales, dans un ordre aléatoire, chacune d'elles étant composée de 5 essais de familiarisation et de 8 essais expérimentaux de 75 secondes. La tâche consiste à interagir avec son partenaire, et à cliquer sur l'objet commun.

### IV. RESULTATS PRINCIPAUX

Globalement, la tâche est individuellement réussie : les participants cliquent effectivement plus souvent sur l'objet commun (70.58 % des clics réalisés,  $p < .05$ ). Mais nous notons un effet des conditions expérimentales : la tâche n'est pas statistiquement réussie dans la condition 'Mono' (56.51% de clics corrects,  $p = .16$ ), au contraire de la condition 'Différenciée' (91.29 %,  $p < .05$ ) et de la condition 'Parallélisme' (60.43 %,  $p < .05$ ).

Outre l'analyse des réponses données par les participants, nous avons conduit une analyse de leurs trajectoires perceptives, pour tenter d'expliquer ce qui amène les participants à cliquer sur l'objet commun. En premier lieu, nous constatons que quelle que soit la condition expérimentale les participants passent en moyenne significativement plus de temps ( $d = 15.43$  sec,  $p < .05$ ), et se rencontrent

mutuellement plus souvent ( $d = 7.9$ ,  $p < .05$ ) autour de l'objet commun qu'autour des objets privés. De façon à caractériser la qualité de la coordination interpersonnelle lors des différents essais, nous avons calculé un indicateur de l'accroche perceptive entre les deux partenaires (correspondant au pourcentage de la durée de l'essai où le délai maximum entre deux stimulations interpersonnelles est inférieur à 2 secondes). Globalement, l'accroche perceptive est plus forte dans les essais ayant conduit à un clic correct que dans les essais ayant conduit à un mauvais clic, du moins pour ce qui est des conditions 'Mono' ( $d = 8.25\%$ ,  $p < .05$ ) et 'Parallélisme' ( $d = 11.82\%$ ,  $p < .05$ ).

Parallèlement, quelle que soit la condition expérimentale, la durée totale des arrêts mutuels (définis comme les cas où les deux partenaires s'arrêtent l'un sur l'autre et maintiennent un croisement perceptif sans bouger pendant plus de 2 secondes) est plus élevée autour de l'objet commun qu'autour des objets privés ( $d = 10.42$  sec,  $p < .05$ ). Cette différence est particulièrement marquée dans la condition 'Différenciée' ( $d = 14.54$  sec,  $p < .05$ ).

## V. DISCUSSION ET CONCLUSION

D'une façon générale, la tâche proposée est un succès : les participants cliquent le plus souvent sur l'objet commun, ce qui implique une reconnaissance du fait que cet objet fait partie intégrante du monde commun. Ce succès individuel ne remet pas nécessairement en cause l'interprétation interactionniste du paradigme du croisement perceptif : les individus semblent ressaisir individuellement la dynamique collective [4, 7], comme en attestent les résultats de l'analyse des trajectoires perceptives.

Les objets présents dans l'espace numérique attirent naturellement les activités perceptives des participants (affordances). Mais bien que les deux types d'objets aient exactement la

même taille et la même forme, l'objet commun attire davantage les deux participants que les objets privés. Parallèlement, nous avons noté que les stimulations interpersonnelles sont plus nombreuses autour de l'objet commun. Ces résultats sont expliqués par le fait que l'objet commun présente une affordance simultanée aux deux participants : il attire réciproquement les deux activités perceptives, ce qui augmente la probabilité d'y rencontrer son partenaire. Si cette rencontre peut être fortuite, il n'en reste pas moins que les participants doivent faire la distinction entre les stimulations résultant de la rencontre de l'objet et les stimulations résultant de la rencontre de leur partenaire. Par ailleurs, puisqu'aucun des deux n'accède à la stimulation ressentie par leur partenaire, ils doivent donc également vérifier, par leurs actions respectives, que l'autre perçoit bien l'objet qu'ils perçoivent.

L'analyse de l'accroche perceptive entre les deux participants révèle que le clic des participants sur l'objet commun est lié à la qualité de la dynamique d'interaction qui précède. Dans les conditions 'Mono' et 'Parallélisme', plus l'accroche perceptive est forte, plus les participants cliquent sur l'objet commun. Ce résultat peut être expliqué par la nécessité mutuelle de faire la distinction entre les différentes sources de stimulations, distinction qui ne peut se réaliser qu'à travers leur activité perceptive (la pauvreté du couplage sensori-moteur et les propriétés de l'espace obligent le déploiement d'oscillations latérales autour des sources de stimulations). La succession rapide des rencontres se traduit alors par une coordination interpersonnelle, ressaisie explicitement ou implicitement par les participants en tant qu'indice, dynamiquement et collectivement constitué, spécifiant le caractère 'publique' de l'objet.

Dans la condition 'Différenciée', la discrimination des sources de stimulations (avatar/objet) est pré-donnée aux participants.

Ils n'ont donc pas besoin de faire cette distinction au travers de leur activité perceptive. Pour autant, nous avons constaté que dans cette condition, la durée totale des arrêts mutuels autour de l'objet commun est très importante. Or, le fait de s'arrêter, et de maintenir cette position, désignent aussi un certain type d'action. Quelle que soit la condition, la reconnaissance du caractère 'publique' d'un objet repose donc sur la capacité mutuelle des participants à faire sens de leurs actions respectives en fonction des objets présents.

Dans cette recherche, nous avons proposé une extension du paradigme du croisement perceptif de façon à dépasser le cadre des interactions dyadiques. Nos résultats complètent l'approche éactive de la cognition sociale, en démontrant de façon empirique que la dynamique d'interaction peut également être le support de la reconnaissance d'un monde commun.

## ACKNOWLEDGMENT

La présente recherche est co-financée par le conseil régional de Picardie et le FEDER dans le cadre du projet SPACEI (Suppléance Perceptive pour l'Attention Conjointe dans les Espaces d'Interaction numériques).

## RÉFÉRENCES

- [1] H. De Jaegher, E. Di Paolo, and S. Gallagher, "Can social interaction constitute social cognition?," *Trends Cogn. Sci.*, 14(10), pp. 441-447, 2010.
- [2] H. De Jaegher, and E. Di Paolo, "Participatory sense-making: An enactive approach to social cognition," *Phenomenol. Cogn. Sci.*, 6(4), pp. 485-507, 2007.
- [3] M. Auvray, and M. Rohde, "Perceptual crossing: the simplest online paradigm," *Front. Hum. Neurosci.*, 6, art 181, pp. 1-14, 2012.
- [4] C. Lenay, and J. Stewart, "Minimalist approach to perceptual interactions," *Front. Hum. Neurosci.*, 6, art 98, pp. 1-18, 2012.
- [5] C. D. Frith, "Social cognition," *Philos. T. Roy. Soc. B.*, 363, pp. 2033-2039, 2008.
- [6] M. McGann, and H. De Jaegher, "Self-other contingencies: Enacting social perception," *Phenom. Cogn. Sci.*, 8, pp. 417-437, 2009.
- [7] C. Lenay, M. Auvray, Sebbah, F., and J. Stewart, " Perception of an intentional subject: An enactive approach," 3rd Int. Conf. on Enactive Interfaces, Montpellier, France, November 20-21, 2006.
- [8] M. Auvray, C. Lenay, and J. Stewart, "Perceptual interactions in a minimalist virtual environment," *New Ideas Psychol.*, 27, pp.32-47, 2009.
- [9] C. Lenay, J. Stewart, M. Rohde, and A. Ali Amar, "'You never fail to surprise me': the hallmark of the Other. Experimental study and simulations of perceptual crossing," *Interact. Stud.*, 12(3), pp. 373-396, 2011.
- [10] T. Froese, H. Iizuka, and T. Ikegami, "Embodied social interaction constitutes social cognition in pairs of humans: A minimalist virtual reality experiment," *Scientific Reports*, 4(3672), 2014.
- [11] L. Deschamps, G. Le Bihan, C. Lenay, K. Rovira, J. Stewart, and D. Aubert, "Interpersonal recognition through mediated tactile interaction," *Proc. IEEE Haptics Symposium*, Vancouver, BC, Canada, March 4-7, 2012.

[12] J. Stewart, O. Gapenne, and E. Di Paolo, Enaction: Towards a New Paradigm for Cognitive Science, Cambridge: MIT Press, 2010.

# BESOINS D'ASSISTANCE TECHNOLOGIQUE PAR DES PERSONNES ÂGÉES ET LEURS AIDANTS

DUPUY Lucie,  
Université de Bordeaux INRIA  
PHOENIX CNRS : UMR5800, Bordeaux, France  
[lucile.dupuy@inria.fr](mailto:lucile.dupuy@inria.fr)

SAUZÉON Hélène,  
Université de Bordeaux INRIA  
PHOENIX CNRS : UMR5800, Bordeaux, France  
[helene.sauzeon@inria.fr](mailto:helene.sauzeon@inria.fr)

CONSEL Charles,  
Université de Bordeaux INRIA  
PHOENIX CNRS : UMR5800, Bordeaux, France  
[charles.consel@inria.fr](mailto:charles.consel@inria.fr)

*Résumé—Il existe un intérêt croissant pour les technologies d'assistance (TA) permettant le maintien à domicile des âgés. Cependant, l'acceptabilité et l'adoption de ces TA restent problématiques. Cette étude s'intéresse au besoin ressenti en terme de TA dans trois domaines d'assistance (activités quotidiennes, sécurité et lien social) chez 50 personnes âgées et leurs aidants. Nos résultats indiquent que les besoins ressentis sont plus importants de la part des aidants que des personnes âgées. De plus, pour la première fois, nous avons démontré que les âgés formulent leurs besoins en TA indépendamment de leurs difficultés physiques et cognitives, alors que les aidants énoncent un besoin en adéquation avec les difficultés des âgés qu'ils accompagnent. Globalement, ces résultats mettent en avant l'intérêt d'une hétéro-évaluation par la famille ou les aidants pour identifier les besoins ressentis en TA pour le maintien à domicile des âgés.*

**Mots Clés— Technologies d'assistance, maintien à domicile, besoin en terme de technologies**

## I. INTRODUCTION

Le maintien à domicile des âgés est actuellement une préoccupation sociétale majeure. Parmi les solutions proposées, les technologies d'assistance (TA) sont identifiées comme voie prometteuse pour répondre aux besoins domiciliaires des personnes âgées, particulièrement dans les trois domaines sensibles de la sénescence : les activités

quotidiennes, la sécurité au domicile et le lien social [1].

Les TA pour les activités quotidiennes regroupent des appareils permettant le rappel d'activités, comme la prise de médicaments, ou encore la gestion des rendez-vous via un agenda électronique [2][3]. Concernant la sécurité, les TA ont pour objectif majeur de prévenir le risque de chute et les accidents domestiques, par le biais de systèmes délivrant par exemple des chemins lumineux, un contact d'urgence ou d'alerte à un aidant [4][5][6]. De la même manière, les TA incitant au lien social proposent le plus souvent des jeux collaboratifs, des messageries simplifiées ou encore des dispositifs de partage de photos numériques [7][8][9].

Malheureusement, le développement croissant des TA pour le maintien à domicile des âgés n'est pas accompagné par une acceptabilité croissante, ce qui limite leur adoption dans la vie de tous les jours [10][11].

L'acceptabilité des technologies, définie pour la première fois par Davis et al. [12] dans le TAM (Technology Acceptance Model), concerne l'intention d'utiliser ou l'utilisation courante d'une technologie. De nombreux facteurs comme les caractéristiques des utilisateurs (e.g. ; besoins ressentis, aptitudes technologiques), l'environnement social (e.g. l'accompagnement à l'utilisation des TA) ou encore les caractéristiques de la technologie

(e.g. ; l'accessibilité de l'interface) sont des barrières connues à l'acceptabilité [13].

Etant donné l'importance du besoin ressenti dans l'acceptabilité d'une TA, ce facteur nécessite un' étude approfondie, notamment à la lumière des études sur le vieillissement. En particulier, il a été démontré que les âgés ont tendance à sous-estimer leurs difficultés quotidiennes, alors que leurs aidants ont une évaluation plus objective des difficultés des personnes qu'ils accompagnent [14]. Ce résultat est expliqué par les études montrant que plus les personnes âgées présentent un déclin cognitif et/ou moteur, plus elles réduisent leur niveau d'activité mais sans impact sur leur plainte concernant la réalisation d'activités quotidiennes. Cette sous-estimation des difficultés et donc des besoins d'aide avec l'âge est interprété comme le résultat d'une compensation psychologique des pertes liées au vieillissement où l'individu s'accommoderait des pertes qu'il subit (voir le modèle de Sélection, Optimisation, Compensation [15][16]). En conséquence, nous proposons l'hypothèse selon laquelle le besoin ressenti en TA est dé-corrélé chez les âgés de leurs pertes cognitives et physiques ; à la différence, le besoin en TA évalué par l'aidant est corrélé aux pertes cognitives et physique de la personne âgée.

En conséquence, le but de cette étude est d'évaluer pour les trois domaines d'assistance au maintien à domicile (i.e. ; les activités quotidiennes, la sécurité et le lien social), la relation entre le besoin en TA et le statut cognitif et physique des âgés, selon le répondant (personne âgées vs. aidant).

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODE

### A. Participants

72 âgés sont inclus à l'étude et sélectionnés au hasard sur les territoires de la Gironde avec 1/3 d'urbains, 1/3 de semi-urbains et 1/3 de ruraux. Durant deux sessions se déroulant au domicile des

participants, une batterie de test a été administrée.

22 âgés ont été exclus à cause de leur score au test MMSE (Mini Mental State Examination,[17]) trop faible (< 23) pour éviter l'inclusion de personnes avec syndrome démentiel. Finalement, l'échantillon est constitué de 50 personnes âgées vivant de manière autonome à domicile, âgées de 60 à 93 ans (âge moyen  $81.2 \pm 6.1$ ); 9 hommes et 41 femmes. Les 50 aidants questionnés étaient toutes des femmes, employées de centres d'aide à domicile publics. Leurs tâches consistaient principalement à l'aide au ménage, aux tâches administratives et l'aide aux courses.

### B. Mesure du besoin en TA

Afin d'évaluer les besoins en TA dans les trois domaines d'assistance (i.e., activités quotidiennes, sécurité et lien social), nous avons construit des scénarios d'utilisation de certains dispositifs d'assistance (en nous basant sur une analyse de revues en gérontechnologies [18] ainsi que le portail [abledata.com](http://abledata.com)). Les quatre dispositifs les plus courants dans chaque domaine ont été identifiés :

a) Activités quotidiennes : 1) rappel de prise de médicaments, 2) assistance à la préparation de repas, 3) rappel de rendez-vous et 4) notifications concernant des événements locaux.

b) Sécurité : 1) chemin lumineux, 2) appel d'urgence, 3) supervision des appareils électriques, et 4) alerte à un aidant.

c) Lien social : 1) messagerie électronique simplifiée, 2) système de visioconférence, 3) partage de photo via un cadre photo numérique, et 4) jeux collaboratifs adaptés.



**Step 1.** You (your recipient) put(s) a dish in the oven and leave the kitchen.

**Step 2.** One hour later, an alarm sounds and a message appears on your AT device (smartphone, touch pad, etc.): «Your oven is on for more than one hour. Do you want to turn it off? »

**Step 3.** You press on « yes » or « no ». In case no answer is provided, the oven is automatically turned off.

*Fig. 1 : Item de notre questionnaire évaluant le besoin en TA, ici concernant un dispositif de supervision du four.*

Pour s'assurer de la compréhension de la fonctionnalité de chaque TA, nous avons décrit des scénarios de situation d'assistance, décomposée en plusieurs étapes (fig. 1). Pour chaque situation, la personne âgée ou son aidant exprimait son avis sur le besoin d'une telle fonctionnalité pour le quotidien. Chaque situation était scorée 1 si le participant répondait « Oui », 0 sinon, impliquant un score sur 4 pour chaque domaine d'assistance.

### C. Mesure du fonctionnement cognitif et physique

1) *Mesure du fonctionnement cognitif* : les deux échelles suivantes ont été utilisées :

- 1) le DRS-2 (Dementia Rating Scale– 2 [19]) coté 0 et 144 (où 14 est le meilleur score) ;
- 2) le FAB (Frontal Assessment Battery, [20]), noté de 0 à 18 (où 18 est le meilleur score maximum).

Notre mesure de fonctionnement cognitif correspond à la somme de ces deux scores.

2) *Mesure du fonctionnement physique* comprenant

- 1) des tests de mobilité [21] (Test des Cinq Levers de Chaise, Test d'équilibre statique, Timed get Up and Go Test, et un test de vitesse de marche) coté de 0 et 13, où des valeurs élevées correspondent à une meilleure mobilité.

- 2) un score de masse corporelle correspondant à la somme de deux indices : l'IMC

(Indice de Masse Corporelle), et la masse maigre mesurée à partir du périmètre brachial et du mollet, induisant un score de masse corporelle compris entre 0 et 5, où un score élevé correspond à une bonne masse corporelle ;

- 3) des mesures sensorielles (vision et audition) évaluées avec une échelle de Lickert en 3 points, proposant ainsi un score de 0 à 4, où un score élevé indique de bonnes aptitudes sensorielles. Notre mesure du fonctionnement physique correspond à la somme des scores de ces différentes mesures.

## III. RÉSULTATS

### A. Besoins en TA selon l'âge et son aidant

L'ANOVA mixte [2 (Répondant : âgé vs. aidant) x 3 (domaine d'assistance : activités quotidiennes vs. sécurité vs. lien social)] révèlent les résultats suivants : i) le besoin ressenti en TA est toujours plus important chez les aidants que chez les les âgés eux-mêmes quel que soit le domaine d'assistance considéré [ $F(1,98)=19.21$ ,  $P<.001$ ]; ii) les besoins ressentis en TA sont plus faibles concernant les activités quotidiennes, en comparaison à des assistances pour la sécurité et le lien social [ $F(1,98)=11.22$ ,  $P<.001$ ] (fig. 2).



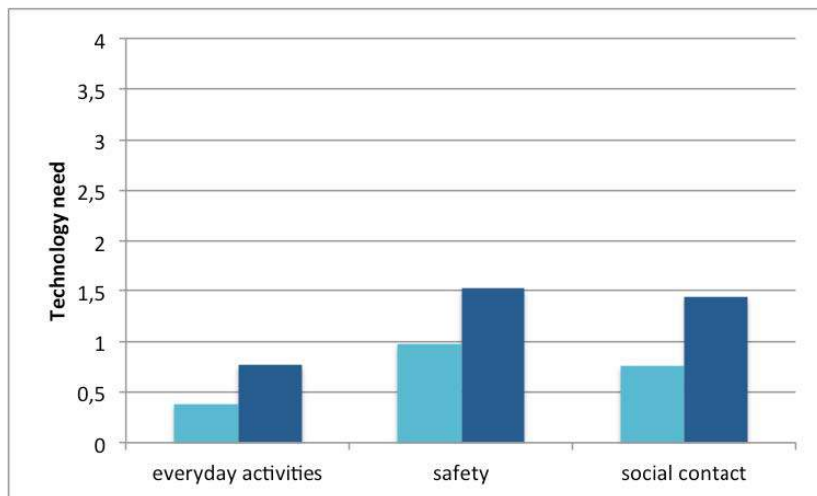


Fig. 2 : Scores du besoin en TA dans les trois domaines d'assistance. (En bleu clair: Les âgés ; en bleu foncé : Les aidant).

#### B. Influence du fonctionnement physique et cognitif sur les besoins en TA exprimés par les âgés et les aidants

Pour évaluer le rôle du fonctionnement physique et cognitif, nous avons réalisé une ANCOVA avec le design statistique suivant : le répondant en variable indépendante ordinaire, le score cognitif (ou physique) en covariable continue, et le répondant\*score cognitif (ou physique) en facteur d'interaction. Puis, pour identifier comment ces caractéristiques modulent le besoin en TA pour nos deux groupes de répondants, nous avons réalisé des intercorrélations entre les scores cognitifs et physiques et le besoin en TA.

Le fonctionnement physique est significativement relié avec les besoins en TA pour les domaines de la sécurité et du lien social (respectivement,  $F(1,98) = 4.56$  ;  $p < .05$  ; ,  $F(1,98) = 3.27$ ;  $p < .05$ ). Les inter-corrélations entre le fonctionnement physique et les besoins ressentis en TA pour les deux domaines montrent les résultats suivants : aucune corrélation n'est observée entre les besoins énoncés par les personnes âgées et leur aptitudes physiques, alors que les besoins exprimés par leurs aidants sont négativement corrélés aux aptitudes physiques des âgés.

Concernant le niveau de fonctionnement cognitif des personnes âgées, on observe uniquement une relation avec le besoin en TA

pour les activités quotidiennes ( $F(1,98) = 6.29$ ;  $p = .01$ ). Les inter-corrélations montrent que le fonctionnement cognitif est corrélé positivement avec le besoin énoncé par les aidants ( $r = .38$ ;  $p < .01$ ), alors que cette relation n'est pas observée pour le besoin ressenti par les âgés.

## IV. DISCUSSION & CONCLUSION

Le but de notre étude était d'évaluer les besoins en TA dans les trois domaines d'assistance : les activités quotidiennes, la sécurité et le lien social. Pour cela, 50 personnes âgées, cognitivement préservées et leurs aidants ont été questionnés. De plus, des mesures du fonctionnement physique et cognitif de chaque participant âgé ont été effectuées pour évaluer l'influence de ces facteurs sur le besoin ressenti par les âgés et estimé par les aidants.

Un premier résultat observé est la disparité entre les besoins énoncés par les âgés et leurs aidants. Les seniors souhaitaient moins de TA que l'estimaient les aidants. Cette disparité peut être rattachée aux études montrant les difficultés des âgés à estimer leur statut fonctionnel [17], ainsi qu'au modèle SOC [16] énonçant le phénomène d'ajustement psychologique aux pertes liées à l'âge.

De plus, nos résultats montrent une perte de corrélation entre les besoins énoncés par les âgés et leurs limitations cognitives et physiques, alors que les besoins en TA estimés par les aidants sont bien corrélés aux capacités physiques et cognitives des âgés qu'ils accompagnent.

Ces résultats montrent bien l'importance d'une hétéro-évaluation pour l'analyse des besoins en TA. La famille et les aidants professionnels estiment avec plus de précision les limitations qui affectent le quotidien de l'agé qu'ils accompagnent. De plus, ces résultats mettent en avant la nécessité pour les personnes âgées de prendre conscience de leurs difficultés

physiques et cognitives, afin qu'ils puissent énoncer des besoins en assistance technologique en adéquation avec leurs difficultés. Une perspective pour le domaine des Interfaces Homme Machine pourrait être la mise en place de programmes éducatifs afin de faire prendre conscience aux âgés de leurs limitations, et ainsi favoriser le besoin et l'acceptabilité des technologies.

## RÉFÉRENCES

- [1] R.M. Baecker, K. Mofatt, and M. Massimi. Technologies for aging gracefully. *interactions*, 19(3):32, May 2012.
- [2] M. L. Lee and A. K. Dey. Real-time feedback for improving medication taking. In *Proceedings of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems*, pages 2259-2268. ACM, 2014.
- [3] H. Imbeault, H. Pigot, N. Bier, L. Gagnon, N. Marcotte, S. Giroux, and T. Fülöp. Interdisciplinary design of an electronic organizer for persons with alzheimer 's disease. 37-144, 2011.
- [4] M. G. Figueiro, L. Z. Gras, M. S. Rea, B. Plitnick, and M. S. Rea. Lighting for improving balance in older adults with and without risk for falls. *Age Ageing*, 41(3):392-395, May 2012.
- [5] A. Mihailidis, A. Cockburn, C. Longley, and J. Boger. The acceptability of home monitoring technology among community-dwelling older adults and baby boomers. *Assistive Technology*, 20(1):1-12, Mar. 2008.
- [6] J. van Hoof, H. S. M. Kort, P. G. S. Rutten, and M. S. H. Duijnste. Ageing-in-place with the use of ambient intelligence technology: Perspectives of older users. *International Journal of Medical Informatics*, 80(5):310-331, May 2011.
- [7] N. Shim, R. Baecker, J. Birnholtz, and K. Mofatt. TableTalk poker: An online social gaming environment for seniors. In *Proceedings of the International Academic Conference on the Future of Game Design and Technology, Futureplay '10*, pages 98-104, New York, NY, USA, 2010, ACM.
- [8] J. Wiley, J.-Y. Sung, and G. Abowd. The Message Center: Enhancing Elder Communication. In *Proceedings of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems*, pages 1523-1528, Montreal, Canada, 2006.
- [9] J. M. David, A. Benjamin, R. M. Baecker, D. Gromala, and J. Birnholtz. Living with pain, staying in touch: Exploring the communication needs of older adults with chronic pain. In *CHI '11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, CHI EA '11*, pages 1219-1224, New York, NY, USA, 2011, ACM.
- [10] S. J. Czaja, N. Charness, A. D. Fisk, C. Hertzog, S. N. Nair, W. a. Rogers, and J. Sharit. Factors predicting the use of technology: findings from the center for research and education on aging and technology enhancement (CREATE). *Psychology and aging*, 21(2):333-52, June 2006.
- [11] Chen and a. Chan. A review of technology acceptance by older adults. *Gerontechnology*, 10(1), Jan. 2011.
- [12] F. D. Davis. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3):319-340, Sept. 1989.
- [13] S. T. M. Peek, E. J. M. Wouters, J. van Hoof, K. G. Luijkx, H. R. Boeije, and H. J. M. Vrijhoef. Factors influencing acceptance of

technology for aging in place: a systematic review. *International journal of medical informatics*, 83(4):235-48, Apr. 2014.

[14] D. a. Gold. An examination of instrumental activities of daily living assessment in older adults and mild cognitive impairment. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 34(1):11-34, Jan. 2012.

[15] P. B. Baltes & M. M. Baltes, Psychological perspectives on successful aging: The model of selective optimization with compensation. *Successful aging: Perspectives from the behavioral sciences*, 1, 1-34, 1990

[16] B. B. Baltes & C. W. Rudolph. The theory of selection, optimization, and compensation. *The Oxford handbook of retirement*, 88-101, 2012.

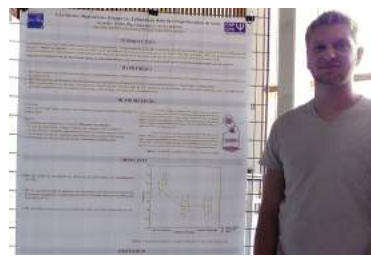
[17] M. F., Folstein, S. E., Folstein, & P. R. McHugh, "Mini- mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of psychiatric research*, 12(3), 189-198, 1975.

[18] A.J.Bharucha, V. Anand, J. Forlizzi, M. A. Dew, C. F. Reynolds III, S. Stevens, and H. Watclar. Intelligent assistive technology applications to dementia care: Current capabilities, limitations and future challenges. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 17(2): 88-104, 2009.

[19] P. J. Jurica, C. L. Leitten, and S. Mattis. *DRS-2 dementia rating scale-2: professional manual*. Psychological Assessment Resources, 2004.

[20] B.Dubois, A. Slachevsky, I. Litvan, and B. Pillon. The FAB: A frontal assessment battery at bedside. *Neurology*, 55(11) :1621-1626, 2000.

[21] J. M., Guralnik, E. M., Simonsick, L., Ferrucci, R. J., Glynn, L. F., Berkman, D. G., Blazer, & R. B. Wallace. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *Journal of gerontology*, 49(2), M85-M94, 1994.



---

# POSTERS

---



---

CJC-S<sup>©</sup>'15

---

## Best Poster Award (ex-aequo)

*Cognitive and neural mechanisms involved in performance monitoring during sustained attention: a comparison of errors made with and without awareness.* - Marc Hoonakker, Nadège Doignon-Camus, Elisabeth Bacon, Anne Bonnefond.

*Are patients with schizophrenia dyslexic ? Evidence from N170 component.* - Maxime Curzietti, Anne Bonnefond, Pierre Vidailhet, Nadège Doignon-Camus.

## TABLE OF CONTENTS - POSTERS

<i>PARAMÈTRES DANS L'IDENTIFICATION DES MOTS CHEZ LES ENFANTS DYSLEXIQUES PHONOLOGIQUES. DERBAL - NORTH - VAXELAIRE - SOCK</i>	108
<i>JUGEMENT DE LA CONGRUENCE SÉMANTIQUE DES MÉTAPHORES PICTURALES. VENTALON - TIJUS</i>	109
<i>NATURALISER LA BONTÉ. - COLIN</i>	110
<i>L'INFLUENCE DU TYPE DE PATHOLOGIE SUR LES PERFORMANCES : L'IMPACT DES VARIABLES SUR LA PRÉSERVATION DES RESSOURCES COGNITIVES. CASTOR - EL MASSIOUI</i>	111
<i>CONCEPTIONS DE L'EFFET DE SERRE, DE L'ADOLESCENCE À L'ÂGE ADULTE EN FRANCE. MOINE - MEGALAKAKI</i>	112
<i>COMPUTATIONAL TOOL FOR INTERGROUP EMOTION MODELING. MACHTOUNE</i>	113
<i>ARE PATIENTS WITH SCHIZOPHRENIA DISLEXIC? EVIDENCE FROM N170 COMPONENTS. CURZIETTI - BONNEFOND - VIDAILHET - DOIGNON-CAMUS</i>	114
<i>NEURAL CORRELATES OF AGE-RELATED DECLINE IN ASSOCIATIVE MEMORY. RASHIDI-RANYBAR - EVERAERD - KLUMPERS - TENDOLKAR - FERNÁNDEZ</i>	115
<i>COGNITIVE AND NEURAL MECHANISMS INVOLVED IN PERFORMANCE MONITORING DURING SUSTAINED ATTENTION: A COMPARISON OF ERRORS MADE WITH AND WITHOUT AWARENESS. HOONAKKER - DOIGNON - CAMUS-BACON - BONNEFOND</i>	116
<i>LE RÔLE DES ILLUSTRATIONS (IMAGE VS. ANIMATION) DANS LA COMPRÉHENSION DU TEXTE. POIRON - MEGALAKAKI - APARICIO</i>	117
<i>REASONING STYLES IN MORAL DILEMMAS. TAIPALE - BIALEK</i>	118
<i>EFFECT OF ENVIRONMENTAL COMPLEXITY ON THE ROLE OF MEDIAL AND LATERAL ENTORHINAL CORTEX IN SPATIAL AND NON-SPATIAL INFORMATION PROCESSING IN RATS. RODO - SARGOLINI - SAVE</i>	119

# Paramètres dans l'identification des mots chez les enfants dyslexiques phonologiques



A.N. Derbal<sup>1</sup>, P.North<sup>1,2</sup>, B.Vaxelaire<sup>1</sup> & R. Sock<sup>1</sup>,

1. E.A. 1339 Linguistique, Langues et Parole –LiLpa, E.R. Parole et Cognition.  
Institut de Phonétique de Strasbourg – IPS - Université de Strasbourg, France



## 1. INTRODUCTION

### Objectifs

Tenter d'expliquer, à partir de nos données acoustiques, les limites du recours à la voie d'assemblage pour identifier le mot.

### Hypothèses

1. L'analyse acoustique pourrait révéler des marqueurs articulatoires différents de ceux du groupe contrôle.
2. La procédure d'assemblage pourrait être partiellement opérationnelle lors de la lecture.

**Matériels choisis** : séquences antérieures (CV, CVCV) puis (VCVCV et VCVCV).

**Éléments linguistiques** : consonnes occlusives : [p, t, k], [b, d, g] et [a] les paramètres temporels mesurés à l'aide du logiciel PRAAT.

**Population** : deux groupes d'enfants : dyslexiques âgés de 9 ans et les témoins âgés de 8 ans, étant de sexe féminin.

## DISCUSSION

### Étude I: «attaqua»→[ataka]

Figure 1 : valeurs absolues des durées des différents paramètres (V1-VTT-Silence acoustique-VOT-V2) chez les sujets (groupe contrôle âgés de 8ans) et groupe dyslexique phonologique âgés de 9ans) normalement scolarisés

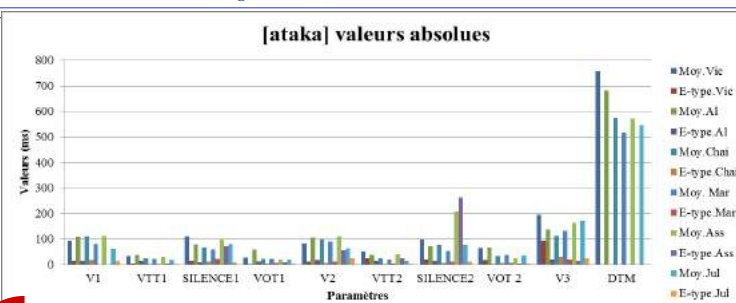
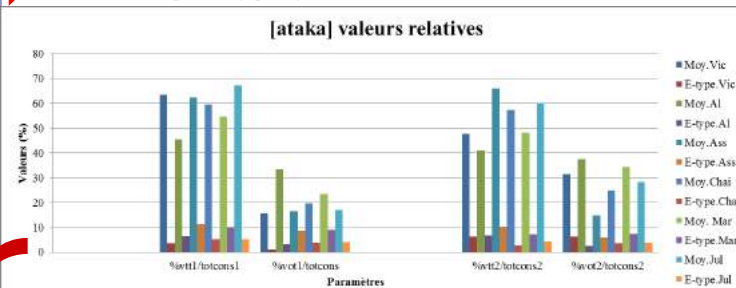


Figure 2 : valeurs relatives des durées des différents paramètres (consonnes VTT1-VOT1-VTT2-VOT2) chez les sujets (groupe contrôle âgés de 8ans) et groupe dyslexique phonologique âgés de 9ans) normalement scolarisés



Specs 1 et 2 : démonstratifs du recours à la voie analytique dans le décodage du mot [ataka] chez 2 enfants dyslexiques phonologiques (Alysson et Assia)

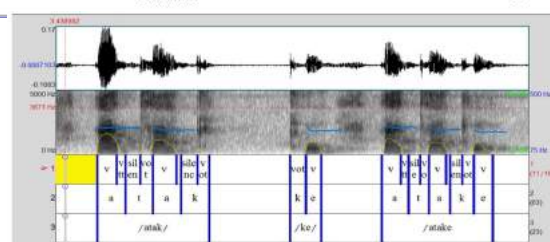


Figure VA : qualité du spectre (V-VTT-Silence acoustique-VOT-V-VTT-Silence acoustique-VOT-V) dans un contexte [ataka], chez Assia, indiquant les difficultés de l'enfant en lecture et son recours à la procédure d'assemblage ou analytique dans l'identification du mot

### Étude II: «adapta»→[adaṗta]

Figure 1: valeurs absolues des durées des différents paramètres (V1-OCC-VOT-V2) chez des sujets (groupe contrôle âgés de 8ans) et groupe dyslexique phonologique âgés de 9ans) normalement scolarisés

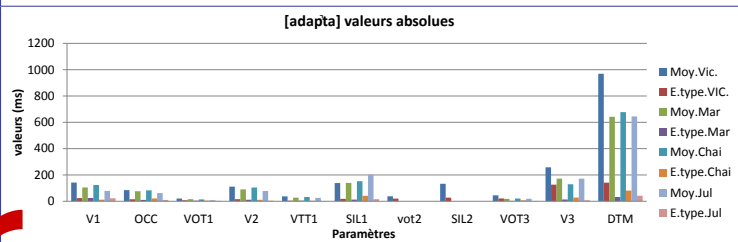


Figure2: valeurs absolues des durées des différents paramètres (V1-VTT-Silence acoustique-VOT-V2) chez des sujets (groupe contrôle âgés de 8ans) et groupe dyslexique phonologique âgés de 9ans) normalement scolarisés

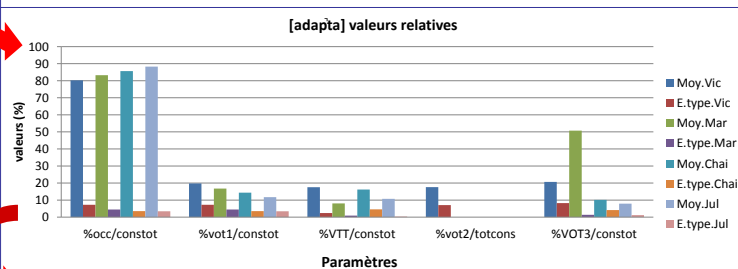
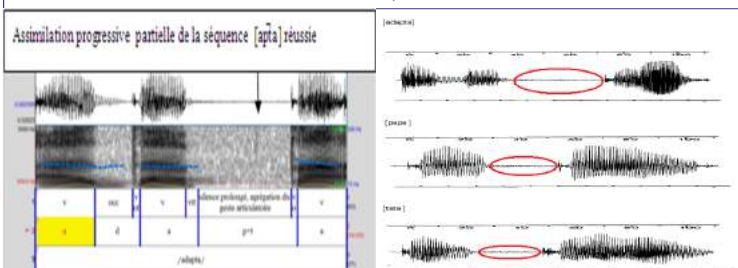
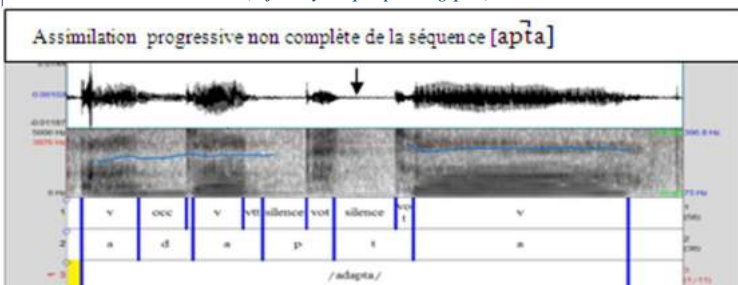


Figure 3: réalisation articulatoire de la séquence [adaṗta] chez un enfant du groupe témoin.



Specs 2, 3 et 4 dans une réalisation articulatoire de la séquence [adaṗta] chez Victoria, Alysson et Assia (enfants dyslexiques phonologiques).



## Conclusion

- chez les enfants atteints d'une dyslexie phonologique :**
- ✓ les caractéristiques des éléments linguistiques jouent un rôle important dans la réalisation articulatoire des éléments linguistiques (opposition de sonorité (sourd /sonores)/ ou/et de lieu d'articulation,
  - ✓ les séquences longues influent leur production verbale (omissions, ajouts, inversions ou déformations de mots...),
  - ✓ la voie phonologique est partiellement opérationnelle (démontrée par leurs multiples tentatives articulatoires).
- ➡ La tâche de dénomination (RAN) ne peut être fonctionnelle qu'après la mémorisation de la séquence et son attribution à une signification appropriée .



### Jugement de la congruence sémantique des métaphores picturales

Ventalon, Geoffrey<sup>1</sup> & Tijus, Charles<sup>2</sup>

1. Doctorant en psychologie cognitive, Université Paris 8 (CHArt - Lutin)

2. Professeur de psychologie cognitive, Université Paris 8 (CHArt - Lutin)



#### Introduction

La métaphore textuelle (e.g. Cet homme est un coq) est l'utilisation d'un véhicule (coq) qui qualifie une topique (homme). Une métaphore picturale pourrait se définir comme l'utilisation incongrue des éléments d'une image dans le but de donner à ces éléments une autre signification. (Figures 1, 2 et 3) le véhicule et la topique étant entièrement rendus en termes visuels (Forceville, 2008).



Figure 1. Cet homme est un coq



Figure 2. Cette femme est une bonne cuisinière



Figure 3. Fumer coûte de l'argent

Alors que des études se sont intéressées à la compréhension de la métaphore dans les textes (Pudelko, Hamilton, Legros et Tijus, 1999), certains auteurs l'ayant d'ailleurs étudiée à partir des processus de catégorisation (Glucksberg et Keysar, 1990), nous nous demandons comment est levée l'ambiguïté métaphorique d'une image. Cette étude propose de rendre compte du rôle du contexte dans le jugement de la congruence sémantique entre l'image métaphorique et sa signification.

#### Méthode

##### Participants

Pré-test :

- 60 individus natifs français

Test :

- 24 individus natifs français

##### Matériel

- 60 images pré-test

- 12 images test

- 12 significations

##### Plan d'expérimentation

$P_{24} * M_{12} * O_2 * C_2$

P : Nombre de participants

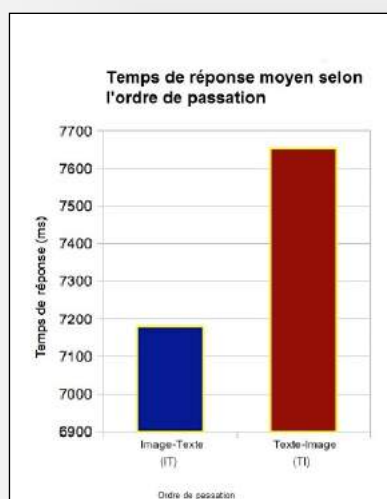
M : Nombre de métaphores picturales

O : Ordre de passation (O1 = Image-Texte, O2 = Texte-Image)

C : Congruence (C1 = Présence, C2 = Absence)

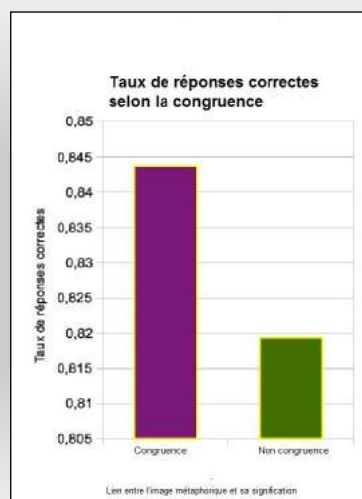
#### Résultats

##### Temps de réponse



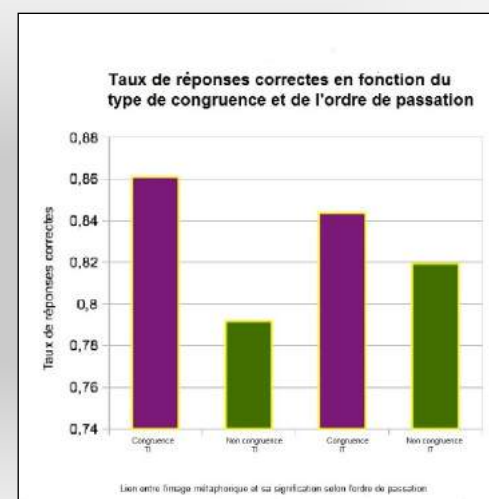
$F(1,46) = 1,77 ; p < .05$

##### Taux de réponses correctes



$F(1,46) = 1,21 ; p < .05$

##### Réponses correctes et concordance



$F(3,44) = 3,85 ; p < .05$

#### Conclusion

- Les participants mettent moins de temps pour répondre lorsqu'on présente l'image en premier
- Les participants parviennent à détecter la congruence et l'absence de congruence entre la métaphore picturale et la signification
- Le contexte joue un rôle dans la levée de l'ambiguïté métaphorique de l'image

#### Références

Forceville, C. (2008). Metaphor in Pictures and Multimodal Representations. Dans R. W. Gibbs Jr (dir), *The Cambridge Handbook of Metaphor and Thought* (p.462-482). Cambridge University Press.  
 Glucksberg, S., & Keysar, B. (1990). Understanding metaphoric comparisons: Beyond similarity. *Psychological Review*, *97* (1), 3-18.  
 Pudelko, B., Hamilton, E., Legros, D., & Tijus, C. (1999) How Context contributes to Metaphor Understanding. Dans J.G Carbonell & J. Siekmann (dir), *Modeling and Using Context*, (p.511-514). New-York: Springer.

# Naturaliser la bonté

Émilie Colin



Master Sciences de la Cognition et Applications, UFR de mathématiques et informatique, Université de Lorraine

## Introduction

Ce travail vise à participer à la compréhension de l'**esprit humain**. Est visée, au cours de recherches alliant sciences cognitives et philosophie, l'idée audacieuse que la bonté serait, fondamentalement, inscrite dans la nature, avant d'être un concept socialement construit.

— Est-ce que la **bonté** peut être une qualité primitive de l'humain, "**cognitivement embarquée**", comment se la représenter ?

— Qu'est-ce qu'est la bonté si elle existe **hors du monde des concepts** ?

## Points clé

La bonté pourrait appartenir au **champ du naturel** en dehors de son appartenance au **champ de la norme**, ce qui n'exclut d'ailleurs pas que la norme puisse être tant un facteur positif qu'un facteur éventuellement antagoniste. C'est un autre sujet.

L'**émotion** peut être considérée comme condition nécessaire à la **raison**.

## Cadre

Nous faisons face au problème constaté par Moore : « My point is that 'good' is a simple notion, just as 'yellow' is a simple notion ; that, just as you cannot, by any manner of means, explain to anyone who does not already know it, what yellow is, so you cannot explain what good is ».

La bonté est couramment définie comme une propension à permettre confort, bien-être, sécurité d'autrui, elle serait... *une qualité morale poussant à faire le bien*.

## Essence conceptuelle

Le bien, et sa qualité, sont des notions simples. Un être humain complètement amoral (pathologiquement) n'a pas d'accès réel à cette notion *indéfinissable*.

Un **niveau inférieur** à celui du **langage** est peut-être le **lieu de la définition** du bien. Si j'ignore ce que cela fait d'être une chauve-souris, je peux me représenter ce que vit la chauve-souris en comprenant comment elle se déplace, envisager comment elle peut construire son **monde intérieur**.

## Émotion

Les cas d'individus amoraux nous montrent (Damasio, 2006) que **ce ne sont pas les fonctions intellectuelles** (capacités d'apprendre, de comprendre, de discuter) **qui font l'exercice de la morale**.

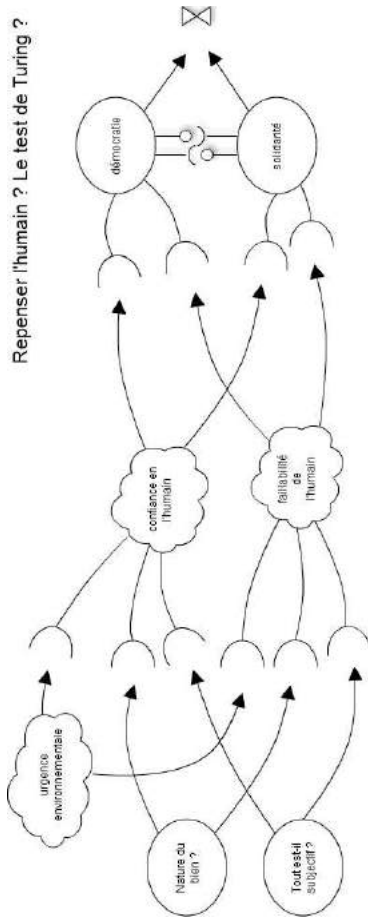
Il y a **besoin du mécanisme émotionnel** sous-jacent. Celui-ci agit même lorsqu'il n'est pas à propos. Marianne Habib (2013) nous dit que « un contexte émotionnel subtil [...] et indépendant de la tâche en cours, est suffisamment fort pour supprimer un biais décisionnel massif, [...] que [...] si les émotions peuvent conduire aux biais, elles peuvent également permettre aux individus d'y résister ».

## Descartes

Descartes s'appuie sur l'intuition que nous pourrions distinguer le vrai du faux. Or, pour ce faire, il faudrait disposer d'**évidences de base**.

La notion de bien, héritée, permettrait de juger ce qui nous semble *juste*. En accord avec ce qu'on ressent sur **soubassement émotionnel**. Ici est défendue l'idée que les concepts de bien et de mal reposent sur une qualité native, que leurs conceptualisations se construisent ultérieurement par le biais des acquisitions sur la base des capacités individuelles. Ces acquisitions se basent sur des perceptions.

## Repenser l'humain ? Le test de Turing ?



## Vision erronée ?

**On veut l'humain domestiquant le monde**. Alain Prochiantz, cité par Françoise Lotstra (2002), nous dit que « *Le contrôle de l'animalité n'est pas le seul fait de la loi. Il relève également de la nature ou plutôt de la raison, et il y a un organe pour cela... Le fameux cerveau reptilien que le cortex contrôlerait, ce bon cortex qui, tel Saint Georges terrassant le dragon, tiendrait en laisse le serpent levé dans notre hypophyse ou notre hypothalamus.* ».

Cette vision va dans la droite ligne des pré-supposés qui s'établissent au moins depuis Descartes.

## L'humain, un système complexe !

**On veut l'humain se domestiquant lui-même**, voire domestiqué, et cela a des répercussions... Pourquoi cette remise des clés sans préambule au jugement intellectuel ? **Pourquoi** ce besoin de **hiérarchiser de l'animal** à l'humain les **moyens somatiques de la raison** ?

A ce jour, il ne reste perceptible de nous-même, pour reprendre les mots de Sylvia Federici (2014) dans *Caliban et la Sorcière*, un « *homme cartésien, placé dans un monde sans âme et dans un corps-machine* ».

La démarche cartésienne et la réalité sont-elles vraiment compatibles ?

L'individu fait partie de l'environnement et se construit en interaction avec celui-ci. La cognition est incarnée.

## Héritage

Les recherches actuelles tendraient à prouver que Piaget et consorts se trompaient en pensant que les enfants naissent avec une base morale voire immorale. Les émotions, qui seraient régies par le cerveau reptilien [Lotstra (2002)], font parfois le grand écart avec les jugements moraux (travaux sur le dégoût et la morale de Jonathan Haidt, cités par Stéphane Lambert (2014), docteur en psychologie du développement à l'institut Jean Nicod).

Depuis, les travaux se multiplient et font tomber des verdicts positifs quant à :

- l'empathie présente dès la naissance,
- le sens de l'équité présent et clairement visible dès l'âge de quinze mois,
- la préférence pour la coopération dès cinq mois (une marionnette entrave une autre, une marionnette est neutre, une aide une autre : « le résultat fut frappant : la plupart des bébés préférèrent la marionnette ayant coopéré »).

La **bonté est présente bien avant** qu'on puisse envisager une **transmission** assez solide du **langage** pour construire des modèles.

Dans le cadre des savoirs actuels, on peut donc clairement l'envisager héritée.

## Références

- Antonio R. DAMASIO : *Erreur de Descartes (L')*. Sciences. Editions Odile Jacob, 2006. ISBN 9782738117137.
- Sylvia FEDERICI : *Caliban et la sorcière*. Senonevero, 2014.
- Marianne HABIB : *Influence des émotions sur la prise de décision chez l'enfant, l'adolescent et l'adulte*. Thèse de doctorat, Université Paris Descartes, 2013.
- Stéphane LAMBERT : Le sens moral des tout-petits, 2014.
- Françoise LOTSTRA : Le cerveau émotionnel ou la neuroanatomie des émotions, 2002.
- George Edward MOORE : *Principia ethica*. Cambridge University Press, 1993.



## L'influence du type de pathologie sur les performances : l'impact des variables sur la préservation des ressources cognitives

Castor, N.<sup>1</sup> & El Massioui, F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doctorante en psychologie de la cognition, Université Paris 8 (EA 4004 - CHART)

<sup>2</sup> Professeur de psychologie de la Cognition, Université Paris



### Introduction

Le traumatisme crânio-cérébral (TCC) et l'accident vasculaire cérébral (AVC) sont des atteintes neurologiques à étiologies distinctes mais également divergentes sur la manifestation des troubles ainsi qu'au niveau de l'âge de la survenue de la pathologie.

Problématique : Existe-t-il des différences au niveau des performances selon la pathologie ? Quelle variable est susceptible d'impacter sur les performances cognitives ?

### Matériel et méthodes

#### Participants

- 12 participants accident vasculaire cérébral
- 12 participants traumatisés crâniens

#### Matériel

- Test du BNI (<47 = dysfonctions cognitives)

#### Plan d'expérimentation

- $P_{12} < G_2 > * BNI$
- $G1 = TCC$
- $G2 = AVC$

### Variables

#### Variabes indépendantes

- Age
- Niveau d'études
- Pathologies

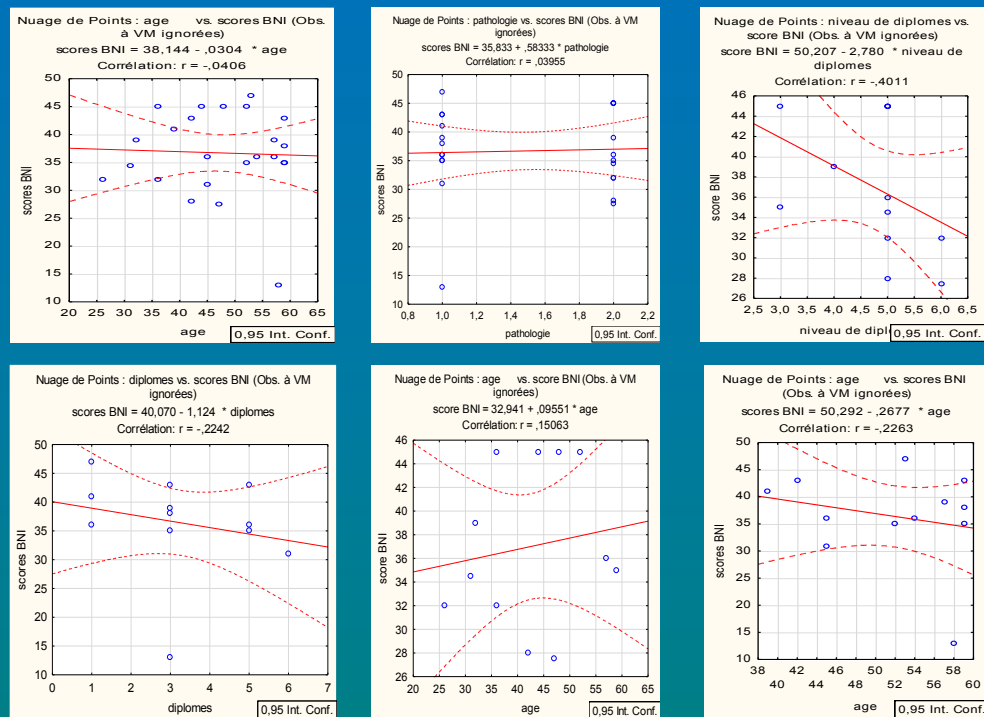
#### Variabes dépendantes

- Score au BNI

### Résultats

- $mG2 \text{ âge}=52 (sb2=7.25) > mG1= 43 (sb1=10.55)$ . AVC= population de plus 40 ans.
- $mG1 \text{ diplôme}=5 (sb1=0.96) > mG2 \text{ diplôme}= 3 (sb2=1.71)$ .
- $mG1 BNI=37 (sb1 BNI=6.69) \geq mG2 BNI=36.41 (sb2 BNI=8.58)$ .
- La relation niveau de diplôme et score du BNI  $r = -0.22, ns$ ,  $rG1 = 0,4, ns$ ;  $rG2 = -0.22, ns$ , n'est pas significative en intra et inter groupe.
- Les relations âge et score du BNI,  $r = -0.04, ns$ ,  $rG1 = 0,16, ns$  et  $rG2 = 0,22, ns$ , ne sont pas non plus significatives.

### Graphiques des nuages de points et interactions



### Discussion

A travers cette recherche nous souhaitons déterminer l'influence de la pathologie sur les performances des sujets et éventuellement mettre en évidence les variables pouvant impacter sur les ressources cognitives.

Il serait souhaitable de poursuivre cette recherche avec une population plus importante et de s'intéresser de façon approfondie aux capacités présentes et déficitaires dans les pathologies que sont l'AVC et le TCC. Les capacités évaluées à l'aide du test du BNI permettrait de relever de manière pertinente et détaillée, les différences cognitives existantes dans les TCC et AVC.

### Conclusion

L'âge et le niveau de diplôme n'ont pas d'effets sur les scores du BNI et ceci pour les 2 groupes. Les pathologies n'ont pas non plus d'effets particuliers sur les performances des participants. La variable pathologie n'impacte donc pas sur les performances des participants.

### Références

- Crozier, S. (2012). Accès aux soins spécialisés des accidents vasculaires cérébraux. Approche éthique du rationnement et du triage ; *Les Cahiers du Centre Georges Canguilhem* 1/2014 (N° 6), p. 281-298.
- Egon, G., Isambert, J.L & Filipetti, P. (2009). Réhabilitation des traumatismes crâniens graves. Extrait du Campus de Neurochirurgie <http://campus.neurochirurgie.fr/spip.php?article422>
- Lucas, J. A., & Addeo, R. (2006). Traumatic brain injury and postconcussion syndrom. Dans P. J. Snyder, P. D. Nussbaum, & D. L. Robins (Éd.), *Clinical neuropsychology : A pocket handbook for assessment* (2 ed., p.351-380). Association. Washington DC : American Psychological Association.



## Conceptions de l'effet de serre, de l'adolescence à l'âge adulte en France

Mylène Moine et Olga Megalakaki  
CRP-CPO EA7273, Université de Picardie Jules Verne, Amiens.



### INTRODUCTION

Notre planète connaît actuellement une phase de réchauffement climatique, ce dernier étant amplifié par l'augmentation de l'effet de serre dû à l'impact anthropique. De précédentes études sur la compréhension de l'effet de serre (portant sur ses causes, conséquences et solutions) dans différents pays ont relevées les mêmes misconceptions, quelque soit la culture ou le niveau scolaire des participants (Boyes, et al., 1993; Kiliç, et al., 2008; Liarakou, et al., 2011; Gautier & Rebich, 2005).

**Objectif : faire un inventaire des acquis et misconceptions du phénomène de l'effet de serre dans une population française âgés de 11 à 53 ans.**

### HYPOTHESE

Nous attendons une amélioration des connaissances scientifiques avec l'âge et une diminution des misconceptions.

### METHODOLOGIE

#### Participants :

- 4 groupes de 20 participants chacun :
- des élèves de 5<sup>e</sup>
  - des élèves de 3<sup>e</sup>
  - des élèves de 1<sup>er</sup> et de terminale
  - et des adultes.

#### Matériel et Procédure :

Reprise du questionnaire de Boyes, Chuckran et Stanisstreet (1993) traduit en français comprenant 3 parties de 12 questions chacune sur:

- les *Conséquences* de l'effet de serre,
- les *Causes* de l'effet de serre et
- les *Solutions* que l'on peut apporter pour y remédier.

Réponses via une échelle de Likert et demande de justification après chaque question.

### RESULTATS

Un score global a été calculé pour chaque participant, ainsi que 3 sous-scores, correspondant aux 3 parties du questionnaire (*Conséquences*, *Causes* et *Solutions*).

Il existe un **effet du niveau scolaire** sur les résultats globaux et spécifiques (voir fig 1).

L'amélioration la plus significative apparaît entre les adultes et les deux groupes de collégiens pour chaque thème abordé.

Il existe une **différence significative** pour les **questions scientifiquement valides**, qui augmentent entre les différents groupes d'âges.

Le thème des *Causes* de l'effet de serre, est celui qui compte le moins d'acquis scientifiques quelque soit l'âge des participants.

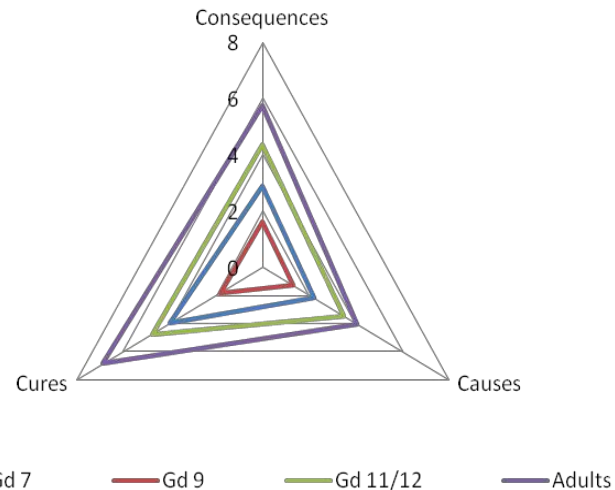


Figure 1. Principaux score des participants, en fonction du groupe d'âge, pour les trois thèmes abordés.

### DISCUSSION

Malgré une augmentation des connaissances scientifiques avec l'âge des misconceptions persistent quelque soit l'âge ce qui rejoint les résultats des précédentes études (Boyes, et al., 1993 ; Gautier & Rebich, 2005).

Parmi ces misconceptions on trouve :

- la confusion entre la réduction de la couche d'ozone et le renforcement de l'effet de serre,
- l'idée que l'énergie nucléaire suscite la même pollution que les énergies fossiles et,
- que la protection des espèces en danger permettrait de limiter le réchauffement climatique.

Ces misconceptions persistantes pourraient être liées à un manque de compréhension des *Causes* de l'augmentation de l'effet de serre. Ces résultats suggèrent qu'il est nécessaire d'étudier la compréhension du fonctionnement de base de l'effet de serre.

- Boyes, E., Chuckran, D. & Stanisstreet, M. (1993). How Do High School Students Perceive Global Climatic Change : What Are Its Manifestions ? What Are Its Origins ? What Corrective Action Can Be Taken ?. *Journal of Science Education and Technology*, 2(4), 541-557.
- Gautier, C. & Rebich, S. (2005). The use of a mock environment summit to support learning about global climate change. *Journal of Geoscience Education*, 53(1), 5-16.
- Kiliç, A., Stanisstreet, M. & Boyes, E. (2008). Turkish Students' Ideas about Global Warming. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(2), 89-98.
- Liarakou, G., Athanasiadis, I. & Gavrilakis, C. (2011). What Greek secondary school students believe about climate change ? *International Journal of Environmental & Science Education*, 6(1), 79-98.

# Computational Tool for Intergroup Emotion Modeling

Maïka Machtoute  
LSIS / DGA / Thales

## Introduction

The present work proposed to conceive a system generating situations which could elicit intergroup emotions within individuals identifying with a social group. The aim of such a system is to help in elaborating efficient persuasive messages like in marketing domain or military domain.  
This poster presents firstly the strong theoretical background, including the intergroup emotion theory, the appraisal theory, the social identity approach and the Conceptual Dependency Theory. Secondly, it exposes the overall structure of the proposed model. Thirdly, all components of the system. Inputs and output modeling and also complementary independent components.

## Theoretical Background

- APPRAISAL THEORY (SCHERER, 2001)
  - Social extension
- INTERGROUP EMOTION THEORY (GARCÍA-PRÍETO & SCHERER, 2005)
  - Intergroup emotion dimensions
- SOCIAL IDENTITY APPROACH: Social Identity Theory (Tajfel & Turner, 1977) ; Self-categorization Theory (Turner, 1987)
  - Salience of a social identity
- CONCEPTUAL DEPENDENCY THEORY (Schanck & Abelson, 1975)
  - Primitive actions
  - Cultural Scripts

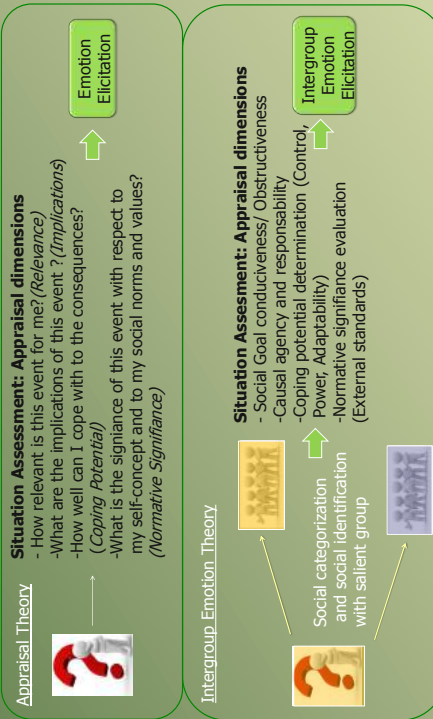


Fig. 1. Emotion elicitation mechanism in the interpersonal context (Appraisal theory) and in intergroup context (Intergroup Emotion theory).

## Proposed Model

System inputs contains two social groups and an intergroup emotion, requested by the user. One of the social groups, the social reference group, feels the intergroup emotion directed toward the aim-group. System output is a situation divided in two steps.  
Step 1: Categorization step, ensures social categorization and social identification with the social reference group. Step 2: Action step is responsible for the intergroup emotion elicitation and differentiation.

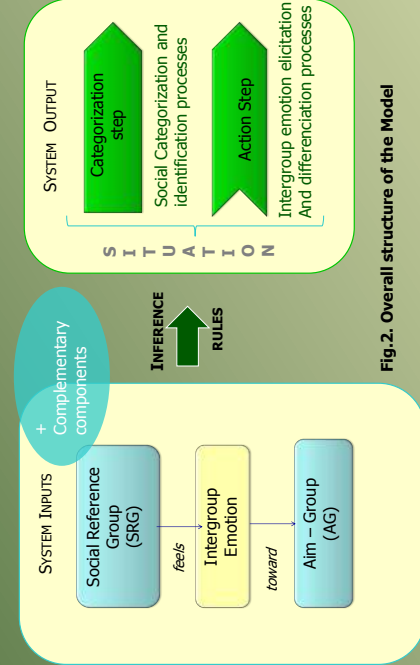
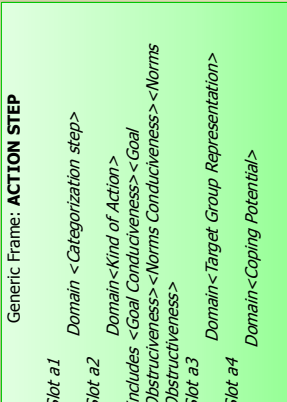
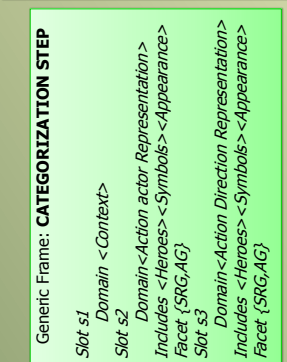
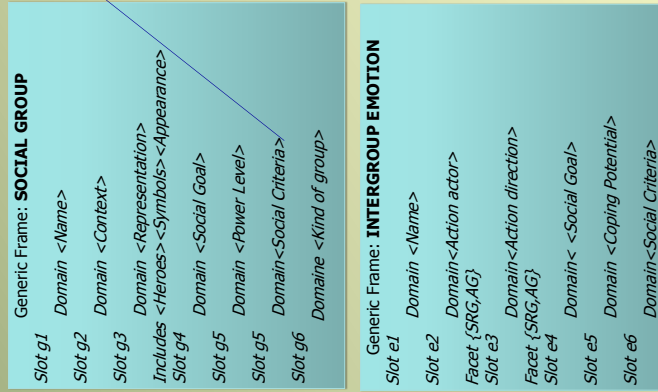


Fig. 2. Overall structure of the Model

## Inputs and Output Modeling

Inputs and output system are modeled within a frame-based representation. Inputs system are social group, social identities and intergroup emotion.



## Complementary Components

Some additional components are added independently of the system as a data-base to store emotional and cultural knowledge.

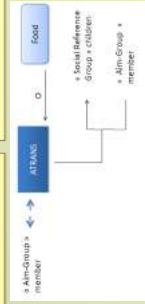


Fig. 3 Conceptualization of the sentence « Aim-group member gives food to Social Reference Group Children » within the Conceptual Dependency Theory.

## Example of Algorithm

```

Algorithm 11 Definer <SRG, Representation>
def SRGRepresentation, Type <SRGRepresentation>:
    def SocialIdentity SRG: def SRG
    def SRGRepresentation := Facet <Appearance>:
    def SRGRepresentation := Facet <Heroes>:
    def SRGRepresentation := Facet <Social Goal>:
    def SRGRepresentation := Facet <Power Level>:
    def SRGRepresentation := Facet <Social Criteria>:
    end
end
    
```

Fig. 4. Definition of the Social Reference Group Representation (SRG) in the Categorization step.

## Conclusion and Future work

The present work describes a new approach for emotion modeling in intergroup contexts. It lies on a strong theoretical background stemming from psychological domain driving the proposed model.

The system will be modeled within an ontology editor: Protégé. To validate such a model empirically, the intended working method is to submit a questionnaire with situations provided by the output system to social group members. The comparison between people's emotional responses and intergroup emotion requested as input will determine reliability of the system.

## Introduction

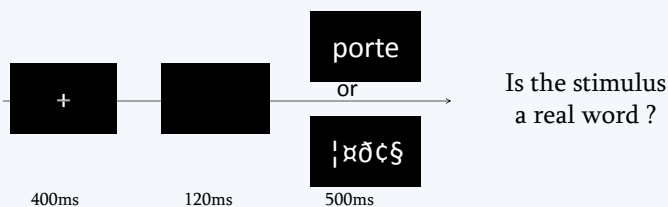
- Reading has been recently proposed as one of the cognitive function impaired in schizophrenia.
- Deficits in reading comprehension, fluency and phonological processing have been reported in patients (Revheim et al., 2006, 2014).
- The authors stated that reading impairments reached the level of dyslexia in 2/3 of the tested schizophrenic patients.

**Aim of the study:** determine whether patients present the same characteristics as dyslexics  
**How?** By investigating the N170 component

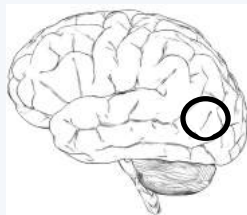
- In normoreaders, the amplitude of the N170 is greater for **orthographic** than **non-orthographic** stimuli (Bentin et al., 1999).  
 → N170 reflects visual expertise for print processing.
- In dyslexics, an absence of N170 tuning has been observed and considered as a hallmark of dyslexia (Mahé et al., 2012).

## Method

- 18 patients (38,4 years) and 18 controls (40,2 years) matched in education level
- Task: Lexical decision with **Words** and **Symbols**



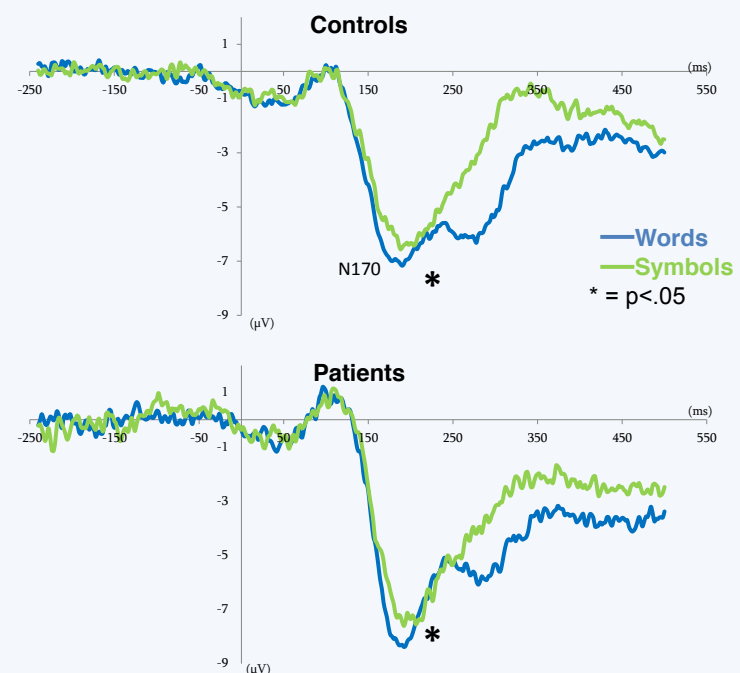
- EEG recording (64 electrodes)
- **Filters :**  
 online : High-pass 0,01Hz ; Low-pass 500 Hz  
 offline : Notch filter at 50 Hz



- **Analysis :**  
 N170 amplitude in the 140-200ms time window on the left occipito-temporal electrode **PO7**

- **Variables**  
 Hemisphere (left, right)  
 Stimulus (words, symbols)  
 Group (patients, controls)

## Results



- **Left-lateralized effect of stimulus**  
 Interaction Hemisphere\*Stimulus:  $F(1,33)=11.06$ ,  $p<.005$
- **No differences between controls and patients**  
 Interaction Hemisphere\*Stimulus\*Group:  $F<1$

## Conclusion

- A **modulation** of the **N170 component** is observed in for patients and controls, depending on the presented stimulus.
- As controls, **schizophrenic** patients present **visual expertise** for written **word processing**.
- The **reading difficulties** of schizophrenic patients are thus **different** than those of **dyslexics**.
- Future studies should build a reading diagnostic assessment in patients to determine the impaired stages of visual word recognition.

## References

- Bentin S, Mouchetant-Rostaing Y, Giard MH, Echallier JF, Pernier J (1999) ERP manifestations of processing printed words at different psycholinguistic levels: time course and scalp distribution. *J Cogn Neurosci* 11:235–260.
- Mahé G, Bonnefond A, Gavens N, Dufour A, Doignon-Camus N (2012) Impaired visual expertise for print in French adults with dyslexia as shown by N170 tuning. *Neuropsychologia* 50:3200–3206.
- Revheim N, Butler PD, Schechter I, Jalbrzikowski M, Silipo G, Javitt DC (2006) Reading impairment and visual processing deficits in schizophrenia. *Schizophr Res* 87:238–245
- Revheim, N., Corcoran, C., Dias, E., Hellmann, E., Martinez, A., Butler, P., et al. (2014). Reading deficits in schizophrenia and individuals at high clinical risk: relationship to sensory function, course of illness, and psychosocial outcome. *Am J Psychiatry*, 171, 949–959.

# Neural correlates of age-related decline in associative memory

Neda Rashidi-Ranjbar, Daphne Everaerd, Floris Klumpers, Indira Tendolkar, Guillén Fernández

Donders Institute for Brain, Cognition and Behaviour, Radboud University Nijmegen; Department for Cognitive Neuroscience, Radboud University Medical Centre

Donders Institute  
for brain, cognition and behaviour

Radboud University Nijmegen

## Introduction

It is well known that also non-demented elderly show lower memory performance as compared with young adults. To understand the underlying mechanism describing poorer memory performance in non-demented elderly, we investigated functional brain alternation during an associative encoding task in healthy elderly and young controls.

## Methods

### Participants

- 25 healthy elderly male participants (age range of 60-75)
- 25 healthy young male participants (age range of 18-31)
- Matched on education and STAI

### Experiment

#### Associative memory encoding

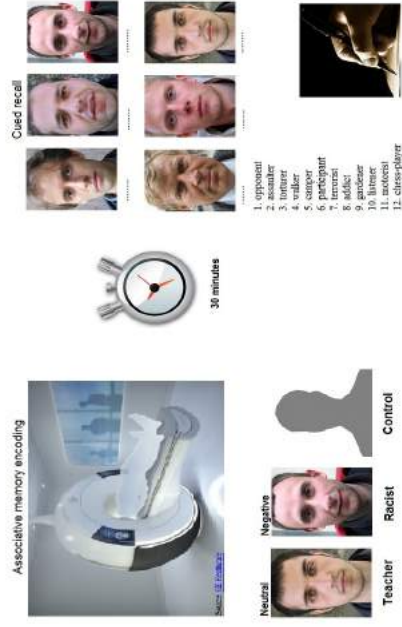
A blocked design of 32 face-occupation associations

with three condition :

- 1) 16 face-occupation associations with neutral occupation valence
- 2) 16 face-occupation associations with negative occupation valence
- 3) perceptual control task

#### Cued Recall

- 4) later they were asked to combine the presented faces and occupations as learned during this study phase.

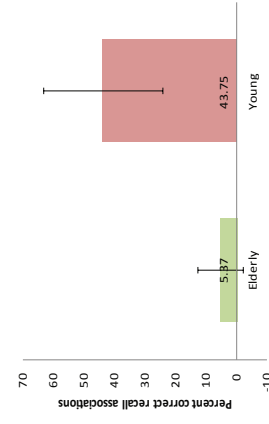


## fMRI Methods

- fMRI data acquisition: 1.5T Avanto Siemens scanner, TR 2.34 sec, 3.5mm slice thickness, in-plane resolution 3.3 x 3.3 mm.
- fMRI data analysis: data was analyzed using SPM8.
- Statistical Inference: reported clusters are all whole-brain significant at  $p < 0.05$  FWE, except for elderly > young.
- Using AAL pickatlas for defining anatomical ROIs (1) and building masks using Marsbar toolbox (2) for beta values extraction.

## Results

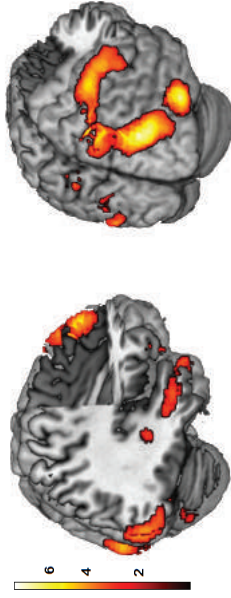
### Behavioral data:



Old adults had significantly worse performance in the cued recall task.

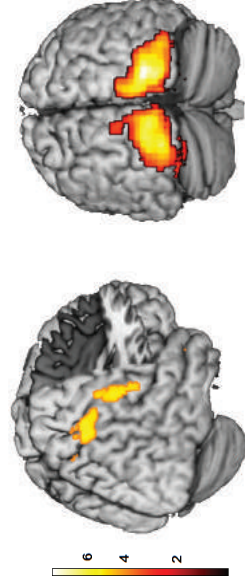
### Voxel wise analysis:

Activity pattern of encoding associations vs. control in elderly



Encoding of face-associations is paired with a relative increase in activation in a network of regions including left middle temporal, left fusiform, angular gyrus, left hippocampus and left frontal superior medial, also decrease in activation in right inferior temporal gyrus, right superior parietal, left precentral gyrus.

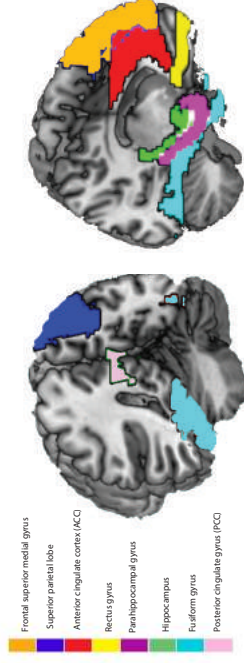
### Comparing activation between elderly and young



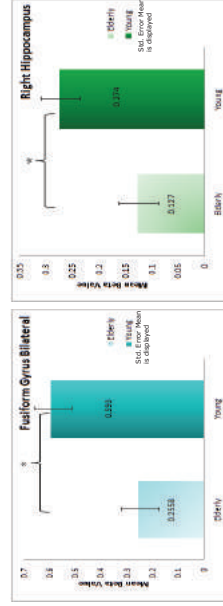
elderly > young  
no voxel survived at  
cluster level threshold

young > elderly  
Middle and inferior occipital gyrus  
(Significant FWE threshold  $p < 0.05$ )

## Anatomical region of Interest (ROIs)



## ROIs Analysis



Significant differences in activity in bilateral fusiform gyrus and right hippocampus between elderly and young adults. These findings remained significant after correcting for regional gray matter volume, suggesting that age-related functional differences are not simply related to loss of gray matter volume.

## Conclusion

- Lower performance in elderly compared with young adults might be related to functional alterations in the fusiform gyrus and hippocampus.
- Gray matter volume loss in elderly is not simply related to age-related functional differences.
- The poor performance in our elderly might be explained by the cognitive task overload. Future studies should investigate the relation between the required level of executive processing in both encoding and retrieval in the age-related memory loss.

## References

- 1) Izouiro-Mazoyer, N. et al. Automated anatomical labeling of activations in SPM using a macroscopic anatomical parcellation of the MNI MRI single-subject brain. *NeuroImage* 15, 273-89 (2002).
- 2) Matthew Brett, Jean-Luc Anton, Romain Valabregue, Jean-Baptiste Poline. Region of interest analysis using an SPM toolbox [Abstract] Presented at the 8th International Conference on Functional Mapping of the Human Brain, 2002, Sendai, Japan, Vol 16, No 2.

contact : Neda.Rashidiranjbar@radboudumc.nl, neda.rashidi@gmail.com

# Cognitive and neural mechanisms involved in performance monitoring during sustained attention: a comparison of errors made with and without awareness



Marc Hoonakker, Nadège Doignon-Camus, Elisabeth Bacon, Anne Bonnefond

INSERM U1114, Pôle de Psychiatrie-Hôpital Civil de Strasbourg, 1 place de l'Hôpital, Strasbourg, France

marc.hoonakker@etu.unistra.fr



## Introduction

The ability to maintain the focus of cognitive activity on a given stimulation source or task over extended periods of time, i.e. to **sustain attention** is a fundamental component of the cognitive capacities of human (Sarter et al, 2001). Good sustained attention performance relies on the proper functioning of cognitive control mechanisms, including **error monitoring**.

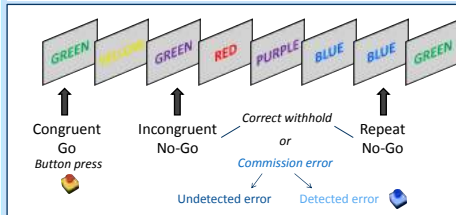
- Several ERPs and behavioral indices have been associated with error monitoring:
  - Error-related negativity is assumed to reflect processes related to the early detection and evaluation of an error (ERN; Gehring et al, 1993).
  - Error positivity is believed to index conscious aspects of error processing and may reflect the allocation of attention to an error (Pe; Ullsperger et al., 2010).
  - Behavioral adjustments are typically observed in the form of slowing of response latencies for correct trials immediately following an error (post error slowing, PES; Rabbit, 1966).

→ Although a few recent studies have observed decreases in ERN amplitude with time-on-task (Boksem et al; 2006; Kato et al, 2009), no study have examined the time-on-task effects on ERN and Pe by distinguishing errors made with and without awareness.

The aim of the present study is to assess **error monitoring** in healthy subjects by using a long-lasting error awareness task in order to distinguish errors made with and without awareness, in a **time-on-task perspective**.

## Method

**Subjects** 8 healthy subjects at the moment (4 females and 4 males), aged 24.1 ± 3.4 years old and 14.9 ± 1.2 years of education.



### Task

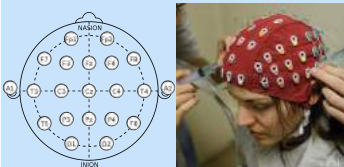
The EAT (Error Awareness Task; Hester et al., 2005) for 68 minutes.

Participants were instructed to time their button presses to the offset of Go stimuli and to withhold this response for No-Go stimuli. They were trained to press a different button following any commission errors.

**Measures** : commission errors, reaction time (RT)

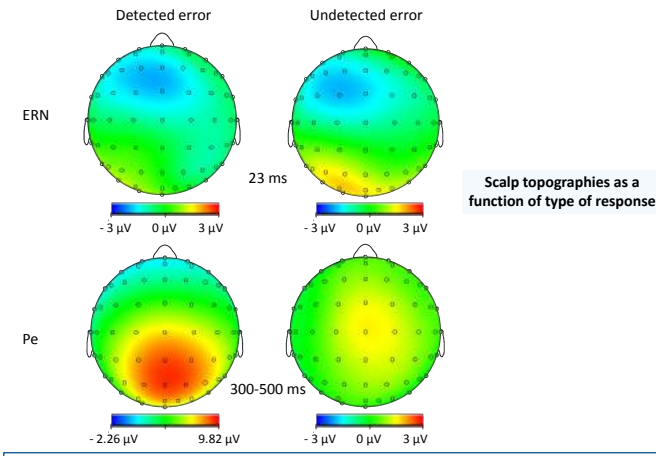
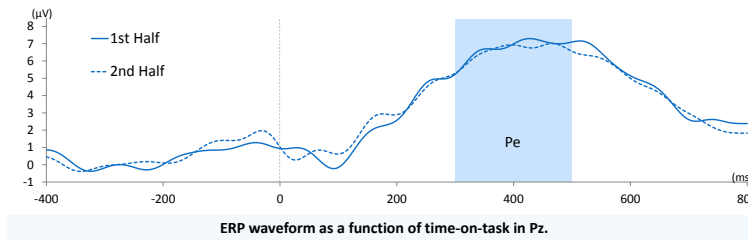
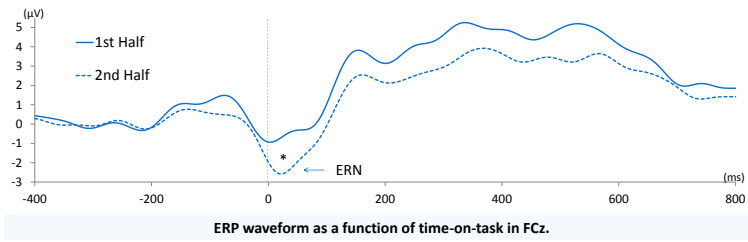
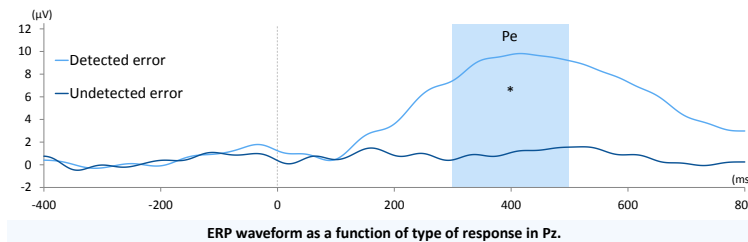
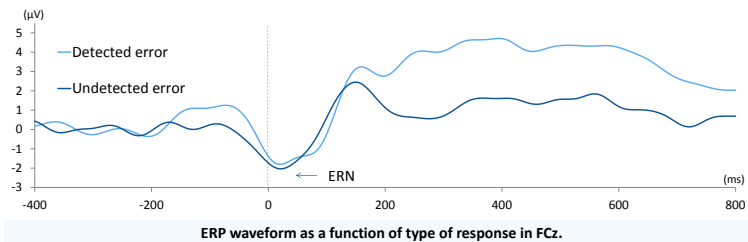
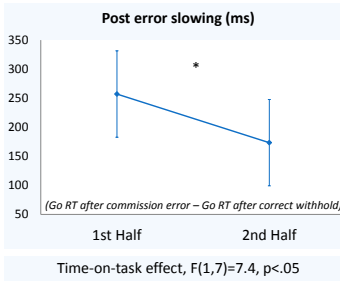
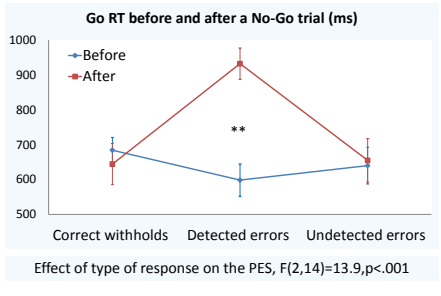
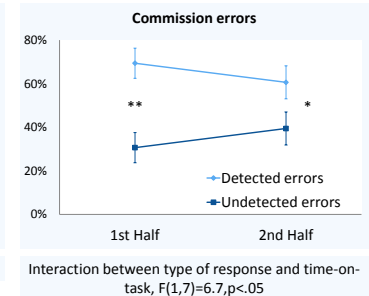
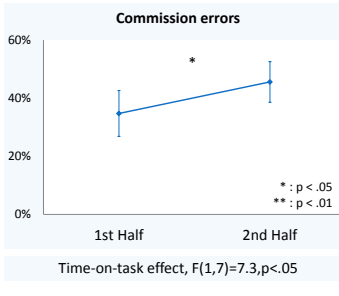
**EEG recording** : 64 electrodes

- Filters: - online : high pass : 0.01 Hz, low pass : 500 Hz
- offline : low pass : 30 Hz
- ERN : negative peak between 0-100ms (Fz FCz Cz)
- Pe : mean amplitude 300-500 ms (Pz)



Performance and ERP data were submitted to analysis of variance (ANOVA) including the within-subject factors time-on-task (1<sup>st</sup> half/2<sup>nd</sup> half), type of response (correct withhold/undetected error/detected error or undetected error/detected error) and electrode (Fz/FCz/Cz).

## Results



## Conclusion on preliminary results

- Sustained attention ability : **vigilance decrement** in healthy subjects.
- Neuronal cognitive control mechanisms:
  - Early detection and evaluation of an error (ERN)
    - No differences in amplitude between detected and undetected errors.
    - Increase of amplitude between the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> halves of the task, which could be the result of an increase of errors' significance over time (larger amplitude is associated with increased salience of errors (Hajcak et al., 2005) ).
  - Allocation of attention to an error, error awareness (Pe)
    - Component only observed after a detected error.
    - No change over time.
  - Behavioral adjustments (PES)
    - Only observed after a detected error.
    - Decrease over time, which may be linked to the vigilance decrement.

Boksem MA, Meijman TF, Lorist MM. Mental fatigue, motivation and action monitoring. *Biol Psychol.* 2006.  
 Gehring WJ, Goss B, Coles MG, Meyer DE, Donchin E. A neural system for error detection and compensation. *Psychol sci.* 1993  
 Hajcak G, Moser JS, Yeung N, Simons RF. On the ERN and the significance of errors. *Psychophysiology.* 2005  
 Kato Y, Endo H, Kizuka T. Mental fatigue and impaired response processes: event-related brain potentials in a Go/NoGo task. *Int J Psychophysiol.* 2009.  
 Rabbit, PMA. Errors and error correction in choice reaction tasks. *J Exp Psychol.* 1966  
 Sarter M, Givens B, Bruno JP. The cognitive neuroscience of sustained attention: where top-down meets bottom-up. *Brain Res Brain Res Rev.* 2001  
 Ullsperger M, Harsay HA, Wessel JR, Ridderinkhof KR. Conscious perception of errors and its relation to the anterior insula. *Brain Struct Funct.* 2010.



## Le rôle des illustrations (Image vs. Animation) dans la compréhension de texte

Alexandre Porion, Olga Megalakaki et Xavier Aparicio  
CRP-CPO EA7273, Université de Picardie Jules Verne, Amiens.



### INTRODUCTION

La compréhension de texte s'effectuerait en trois niveaux de représentation : la **représentation de surface** correspond aux mots sans accès au sens, ce qui est le cas de la **base de texte** alors que le **modèle de situation**, c'est la mise en relation de la représentation du texte avec les connaissances du lecteur (Van Dijk & Kintsch, 1983). Les travaux montrent que les animations favorisent la compréhension, comparativement aux images, en fournissant des informations explicites, précises et continues (Boucheix & Lowe, 2010).

**L'objectif est d'étudier le rôle des illustrations (image ou animation) dans la compréhension d'un texte descriptif sur la circulation sanguine auprès des élèves de 3<sup>ème</sup>.**

### HYPOTHÈSES

- **H1:** Nous attendons de meilleures performances de compréhension dans la condition texte-animation par rapport à la condition texte-image et cette dernière sera mieux réalisée que la condition texte.
- **H2:** Nous attendons une diminution des performances de compréhension en fonction de la difficulté des questions (surface > sémantiques > inférentielles).
- **H3:** Les performances aux questions diminueront en fonction de leur difficulté dans les trois conditions de présentation mais elles seront supérieures dans la condition texte-animation comparativement à la condition texte-image et cette dernière sera supérieure à la condition texte.

### METHODOLOGIE

#### Participants

30 élèves de 3<sup>ème</sup> dans chaque condition avec illustration (image ou animation) et 29 dans la condition texte.

#### Matériel

- Présentation sur ordinateur avec le logiciel **Microsoft PowerPoint®**.
- Un Texte descriptif sur la circulation sanguine accompagné selon la condition :
  - d'une animation contrôlable représentant le système circulatoire en mouvement (Fig.1)
  - d'une image extraite de l'animation pour avoir la même quantité d'information
- Un Protocole avec des questions de Surface, Sémantiques et Inférentielles.

La circulation sanguine fonctionne en sens unique grâce aux vaisseaux sanguins et à une pompe, le cœur. Le cœur est un organe musculaire creux en forme de poire, situé au milieu de la poitrine, entre les deux poumons. Il existe trois types de vaisseaux sanguins : les artères, les capillaires et les veines. Le sang est propulsé par le cœur dans les vaisseaux sanguins. Les artères transportent le sang du cœur vers la périphérie du corps, et le sang retourne vers le cœur grâce aux veines.

Le cœur est divisé en deux côtés, qui agissent en même temps mais ont des fonctions différentes. Le côté droit reçoit le sang qui a traversé l'organisme et le côté gauche reçoit le sang qui vient des poumons. Chaque côté est divisé en deux cavités, une oreillette et un ventricule. Les oreillettes reçoivent le sang, et les ventricules le renvoient. Les veines apportent le sang aux oreillettes, mais le sang sort des ventricules en empruntant les artères.

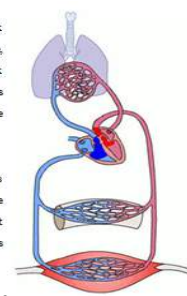


Figure 1. Extrait de la condition de lecture : texte avec image

### RÉSULTATS

- **H1:** Pas d'effet de la condition de lecture sur les performances de compréhension ( $p=0.40$ ).
- **H2:** Il y a un effet du type de questions, avec les questions de surface mieux réussies que les questions sémantiques et inférentielles ( $p<0.01$ ) et les deux dernières ne diffèrent pas entre elles ( $p=0.74$ ).
- **H3:** Pas d'effet d'interaction entre la condition de lecture et le type de questions ( $p=0.44$ ).

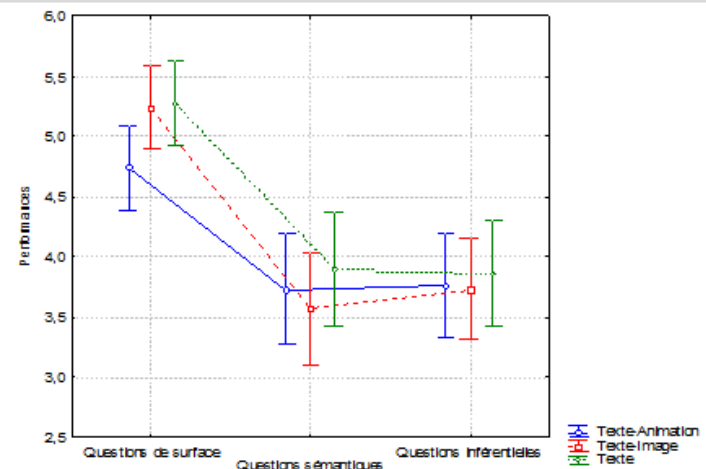


Figure 2. Performances pour les 3 conditions de lecture et les 3 types de questions

### DISCUSSION

- L'équivalence des performances de compréhension dans les trois conditions de lecture peut s'expliquer par :
  - i) l'image que nous avons utilisée qui est issue de l'animation et fournit la même quantité d'informations dans les deux illustrations. Alors que dans les études précédentes l'animation et l'image sont différentes;
  - ii) la surcharge cognitive que l'animation et l'image entraînent en raison du dédoublement de l'attention entre la lecture du texte et l'exploration visuelle des illustrations (Schneider & Boucheix, 2008) ce qui a pu provoquer le manque de traitement des informations provenant des illustrations.
- La supériorité de réussite pour les questions de surface est en accord avec le modèle de compréhension de texte de Van Dijk et Kintsch (1983) et l'équivalence de performance entre les questions sémantiques et inférentielles corrobore les résultats précédents qui montrent qu'il est possible de faciliter la construction de la base de texte (Moravcsik & Kintsch, 1993) ou du modèle de situation (Kintsch, 1998). Le niveau d'expertise des participants pourrait expliquer l'équivalence entre les questions sémantiques et inférentielles.

Boucheix, J.-M., & Lowe, R. K. (2010). An eye tracking comparison of external pointing cues and internal continuous cues in learning with complex animations. *Learning and Instruction* 20, 123-135.

Kintsch, W. (1998). *Comprehension: a paradigm for cognition*. Cambridge: Cambridge University Press.

Moravcsik, J. E., & Kintsch, W. (1993). Writing quality, reading skills, and domain knowledge as factors in text comprehension. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 47, 360-374.

Schneider, E., & Boucheix, J.-M. (2008). Compréhension d'animations et mouvements oculaires : rôle du contrôle et de l'orientation de l'attention. *L'année psychologique*, 108, 423-464. Doi:10.4074/S0003503308003023.

Van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. San Diego, CA: Academic Press.

# Reasoning styles in moral dilemmas

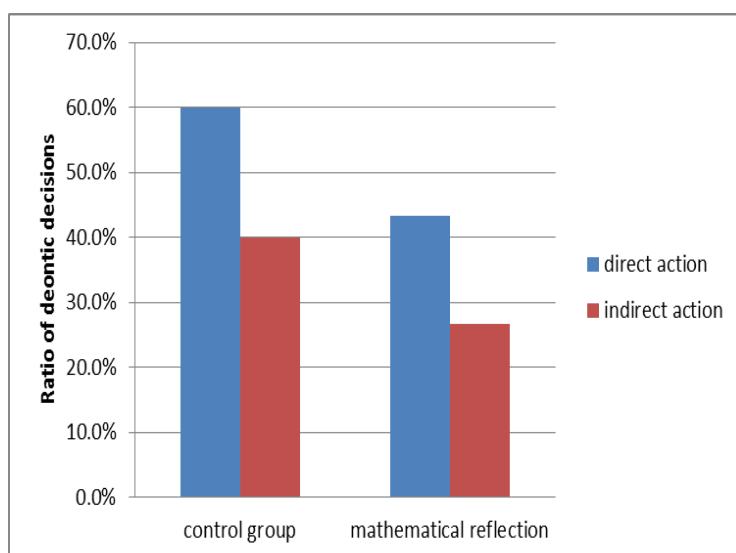
## Dilemma

Dilemma is a problem that offers two alternative solutions, both of which are deemed wrong. Benchmark dilemma often used and quoted in research is „Would you sacrifice one person to save five?“ (Greene et al., 2001). Depending on the answer, we can see two distinct styles: deontic and utilitarian.

## Influence of reflection and mathematical reasoning

As the findings of our team show, people who were asked to answer questions regarding moral aspect of dilemma (e.g. „Is it moral to kill a person?“) before solving it, showed significantly more deontic style (Graph 1).

Conversely, people asked to solve mathematical equations showed significantly more utilitarian style, focusing on numerical side of the dilemma rather than on a moral one (Graph 2).



Graph 2. Mathematical reflection decreases the ratio of deontic decisions.

## Authors:

Olga Taipale, MSc

Michał Białek, PhD

## Deontic and utilitarian

Deontic person focuses on a set of reference values within given culture, often referred to as „morality“. As the rules of morality are more important than a total balance of happiness, deontic person will not be willing to sacrifice anyone, even in order to save others. Utilitarian person, on the other hand, focuses on the total sum of happiness and will – if necessary – sacrifice minority in order to protect majority.

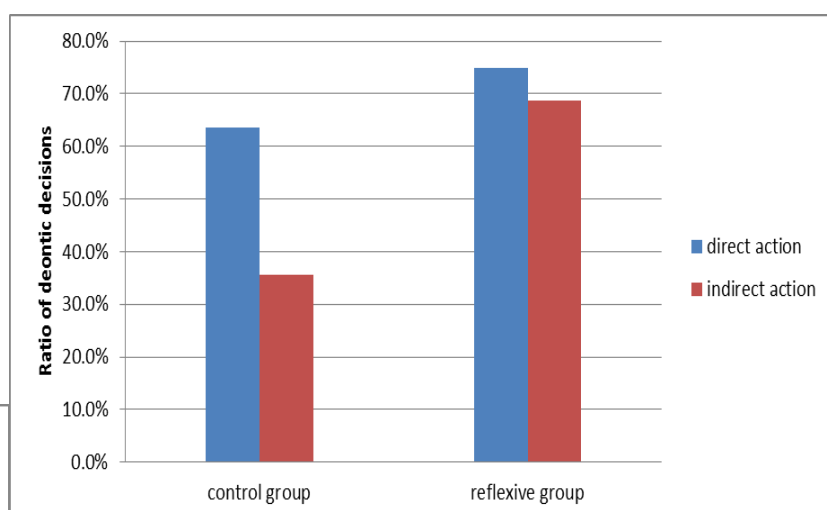
Even though these styles were previously thought to be constant, recent studies suggest that they can be influenced by the forced reflection on certain aspect of the dilemma.



Immanuel Kant – a prominent deontic philosopher



John Stuart Mill – a prominent utilitarian philosopher



Graph 1. Moral reflection increases the ratio of deontic decisions.

## Possible applications and further questions

Since deontic style refers to the concept of morality (which is culture-bound), techniques for increasing the ratio of utilitarian decisions within a group could serve as a precious tool for cross-cultural communication.

However, one must take into account other factors that would appear, such as the influence of language on the moral reasoning process (Costa et al., 2014), as well as the exact topic of the dilemma, which is otherwise expressed rather vaguely in a laboratory setting.



# Effect of environmental complexity on the role of medial and lateral entorhinal cortex in spatial and non-spatial information processing in rats



Christophe Rodo<sup>1,2,\*</sup>, Francesca Sargolini<sup>1,3</sup>, Etienne Save<sup>1</sup>

<sup>1</sup> : Laboratoire de Neurosciences Cognitives (LNC) - CNRS : UMR7291, Fédération 3C, Aix-Marseille Université, Marseille, France

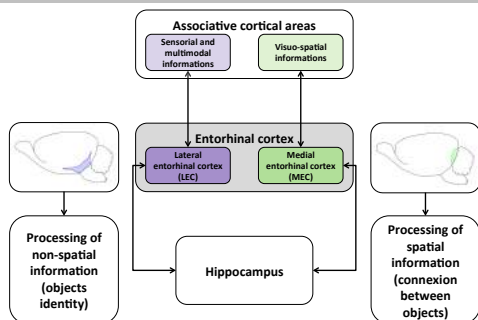
<sup>2</sup> : Institut de Neurosciences des Systèmes (INS) - Inserm : UMR1106, Faculté de Médecine Timone, Aix-Marseille Université, Marseille, France

<sup>3</sup> : Institut Universitaire de France (IUF) - Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, Paris, France

\* : Corresponding author : christophe.rodo@gmail.com



## Introduction



Neuroanatomical and electrophysiological data suggest that the medial entorhinal cortex (MEC) is involved in the processing of spatial information, whereas the lateral entorhinal cortex (LEC) is involved in the processing of non-spatial information.

Recent studies have suggested that such functional dissociation is not so well-established. In particular, LEC lesion has been found to impair both spatial and non-spatial information processing.

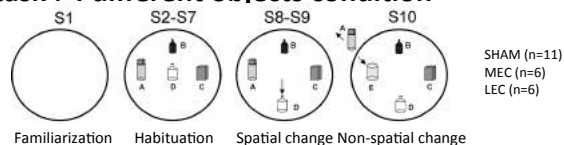
**We hypothesized that the function of the MEC and the LEC in the processing of spatial and non-spatial information is dependent on the complexity of the information to be processed.**

## Methods

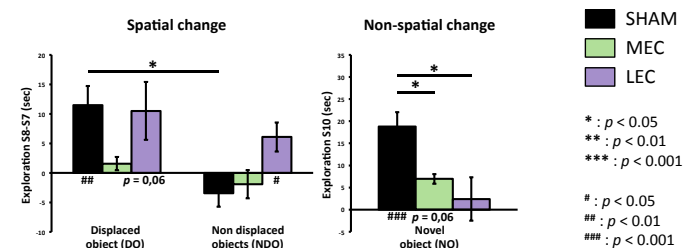
- Surgery : SHAM animals (n=12) & NMDA lesions of MEC (n = 8) and LEC (n = 8).
- Behavioral paradigm : object exploration task, three conditions (three different objects or four identical objects or four different objects). Rats are submitted to ten (S1-S10) successive 4-min exploration sessions in a circular arena containing objects. Following habituation (S2 to S7) their ability to detect a **spatial change** (S8 : an object is moved to a new location) and **non-spatial change** (S10 : a familiar object is replaced by a novel object) in the configuration of objects is tested. An increase in exploration directed toward the change would indicate that the animal is able to process spatial and non-spatial information. This was measured by calculating exploration indexes : **displaced (and non displaced) objects in S8-S7** and **novel object - familiar objects in S10**.
- Measured variables : exploration duration of each object. All animals are submitted to the three experimental conditions.
- Statistical analysis : spatial change : two-way ANOVA + Newman Keuls *post hoc* tests (\*) & one sample t-test to compare the means to 0 (no detection of the change) (#).

## Results

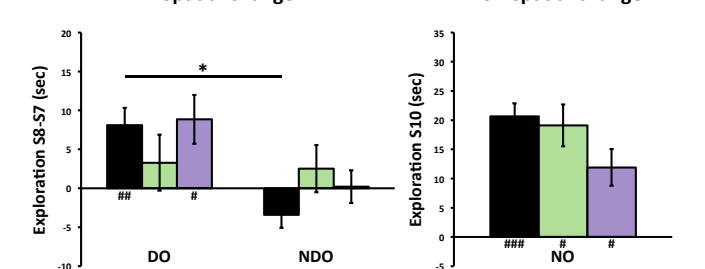
### Basic task : 4 different objects condition



- **Spatial change** : MEC rats did not detect the change. LEC rats detected the change but re-explored all the objects.
- **Non-spatial change** : MEC rats detected the change but to a lesser extent than SHAM rats. LEC rats were impaired.

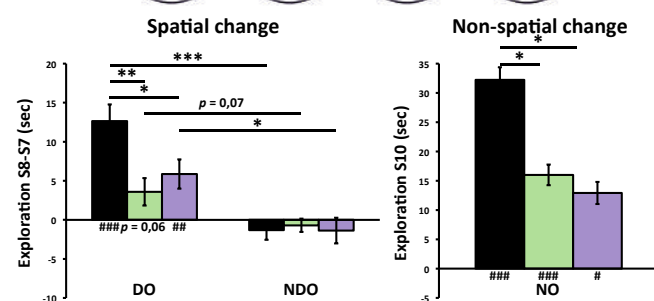
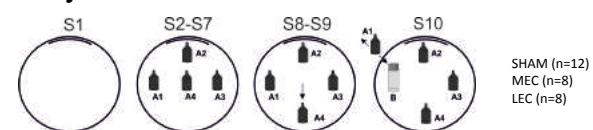


### 3 different objects condition



- **Spatial change** : MEC rats did not detect the change. LEC rats detected the change but to a lesser extent than SHAM rats.
- **Non-spatial change** : MEC & LEC rats were able to detect the change.

### 4 identical objects condition

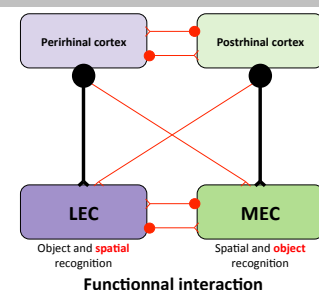


- **Spatial change** : MEC & LEC rats detected the change but to a lesser extent than SHAM rats.
- **Non-spatial change** : MEC & LEC rats detected the change but to a lesser extent than SHAM rats.

## Conclusion

The results show that 1) **SHAM rats** were able to process both spatial and non-spatial information in the 3 tasks, 2) **MEC rats** were impaired in spatial processing when objects are distinct (3 or 4 objects) but not when objects are identical. They were able to process non-spatial information in the 3 tasks, and 3) **LEC rats** were impaired to process non-spatial information in the most complex condition (4 distinct objects) but not in simpler ones (3 distinct objects or 4 identical objects). They showed moderate deficit in spatial information processing when the objects were different (3 or 4 objects). Overall the results indicate an interaction between spatial and non-spatial processing in both MEC and LEC.

These results indicate that the **role of the MEC and LEC both depends on the complexity of information to be processed**. They suggest that these **two regions interact for combining spatial and non-spatial information**, a fundamental step for the formation of "episodic-like" memory.



PAUL ECOFFET - PRESIDENT OF FRESCO IN 2016

# MOT DE CLOTÛRE

*Le travail du chercheur n'est pas uniquement de produire de la connaissance, mais aussi de la partager. En communiquant sur ses travaux, avec ses pairs et le grand public, il permet au plus grand nombre de profiter des avancées de la recherche. Grâce à ces échanges, les progrès scientifiques se construisent sur les avancées de chacun.*

*Ce CJC-SC a été l'occasion pour de nombreux jeunes chercheurs, doctorants et étudiants de se plonger dans ce versant communicant de la recherche. Chaque participant a pu être acteur en s'initiant à l'exercice de présentation et vulgarisation de ses travaux, en apportant son expertise lors du comité de relecture et pour certains en co-organisation de l'événement. Ce sont des compétences essentielles à acquérir lors de ce moment d'échange qui permettent à des passionnés de partager, de se rencontrer, d'enseigner et d'apprendre les uns des autres.*

*La Fresco souhaite continuer d'offrir cette opportunité aux futures générations, c'est pourquoi nous organiserons de nouvelles éditions de ce colloque dans les années à venir et continuerons nos actions pour les Sciences Cognitives en France. Nous vous donnons donc rendez-vous pour le prochain Colloque des Jeunes Chercheurs en Sciences Cognitives !*

*Si vous souhaitez participer à l'organisation du prochain CJC-SC, vous investir pour les sciences cognitives dans votre région ou bien monter un projet d'envergure nationale, nous vous encourageons à nous contacter à l'adresse fresco@scicog.fr. Ce sera avec plaisir que nous construirons de nouvelles dynamiques ensemble.*

*Paul Ecoffet*