

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

THÉORIE DE L'ESPRIT ET SÉMIOLOGIE FRONTALE
DANS LE VIEILLISSEMENT NORMAL
ET LA SCLÉROSE EN PLAQUES

THÈSE
PRÉSENTÉE
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE

PAR
JULIE OUELLET

JUIN 2006

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent d'abord à mon directeur de thèse, Peter Scherzer, pour m'avoir accueillie dans son laboratoire. Son intérêt soutenu à l'égard de mes travaux, sa générosité et la considération qu'il porte à ses étudiants ont créé un contexte très favorable pour que se développent mes aptitudes de recherche.

Merci à Isabelle Rouleau, qui fut un véritable phare durant mes études supérieures. Sa confiance inespérée et sa guidance m'ont conduite vers ce que j'aime, en recherche comme en clinique.

À tous les participants de mes études. Aux personnes atteintes de sclérose en plaques, dont la détermination et l'humour dans l'adversité ne cessent de m'étonner. Au personnel de la Clinique de Sclérose en plaques de l'Hôpital Notre-Dame du CHUM, et tout particulièrement à Mme Josée Poirier, qui m'a mise en contact avec la plupart des patients atteints de sclérose en plaques, et sans qui le recrutement aurait été une tâche beaucoup plus difficile.

Merci beaucoup à Normand Desjardins, qui a gracieusement et habilement programmé (et reprogrammé!) le logiciel dont je me suis servi tout au long de mes expérimentations.

À mes «vieux» collègues de labo Jacques, Valérie et Simon. Grâce à leur présence amicale, il fut plus facile de maintenir l'équilibre mental et le sens de l'humour tout au long des études. Merci à mon assistante de recherche et coloc de bureau Caro pour avoir si bien établi le contact avec les participants.

Au programme d'aide financière à la recherche et à la création (PAFARC) de l'UQAM ainsi qu'à la Fondation de l'UQAM, qui m'ont apporté un soutien financier qui m'a beaucoup encouragée.

À ma mère, qui a semé un intérêt pour les études et m'y a encouragée tout au long, me permettant ainsi d'acquérir une liberté de choix extraordinaire. À Clovis, pour sa douce présence, sa patience et sa rigueur.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
REMERCIEMENTS	ii
LISTE DES GRAPHIQUES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
RÉSUMÉ	ix
 CHAPITRE I – INTRODUCTION GÉNÉRALE	
1.1. L'exploration de la théorie de l'esprit des enfants.....	2
1.1.1. La théorie de l'esprit dans l'autisme et le développement normal	2
1.1.2. Les tâches de théorie de l'esprit utilisées auprès des enfants	4
1.2. La théorie de l'esprit «cartographiée»	6
1.2.1. L'étude de patients cérébrolésés	9
1.3. Cognition sociale et fonctions exécutives.....	10
1.4. La théorie de l'esprit des personnes âgées	13
1.5. L'étude de la théorie de l'esprit auprès de patients atteints de sclérose en plaques	18
1.6. Le test C&I : un meilleur outil pour sonder la théorie de l'esprit des adultes.....	20
1.7. Les fonctions cognitives sous-jacentes à la théorie de l'esprit	21
1.8. Objectifs et hypothèses	23
 CHAPITRE II – ARTICLE I	
2.1. Résumé.....	28
2.2. Abstract.....	31
2.3. Introduction.....	32

2.4. Methods.....	38
2.5. Results.....	45
2.6. Discussion.....	51
2.7. References.....	59
2.8. Appendix.....	66

CHAPITRE III – ARTICLE II

3.1. Résumé.....	74
3.2. Abstract.....	76
3.3. Introduction.....	77
3.4. Methods.....	79
3.5. Results.....	87
3.6. Discussion.....	91
3.7. References.....	96
3.8. Appendix.....	102

CHAPITRE IV – ANALYSES COMPLÉMENTAIRES

4.1. Analyses de variance et de contrastes avec quatre groupes d'âge	105
4.2. Analyses de variance pour les échelles du C&I (groupes MS- et témoins)...	106

CHAPITRE V – DISCUSSION GÉNÉRALE

5.1. Déclin de la théorie de l'esprit dans la sémiologie frontale progressive	110
5.1.1. Théorie de l'esprit au fil du vieillissement	110
5.1.2. Théorie de l'esprit et sclérose en plaques	114

5.2.	Pertinence d'une nouvelle tâche pour évaluer les aptitudes en théorie de l'esprit.....	117
5.3.	Fonctions sous-jacentes à la théorie de l'esprit.....	119
5.4.	Sclérose en plaques et évaluation neuropsychologique	121
5.5.	Conclusion	123
	BIBLIOGRAPHIE.....	125

LISTE DES GRAPHIQUES**ARTICLE 1**

Graphique	Page
1 Proportion of various types of wrong answers in younger and older groups for the Conversations and Insinuations task	71

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION GÉNÉRALE ET ANALYSES COMPLÉMENTAIRES

Tableau		Page
1.1.	Séquence normale et hiérarchique des comportements reliés à la théorie de l'esprit.....	3
4.1.	Résultats des analyses de variance globales et analyses de contrastes pour les quatre groupes d'âge sur les mesures de théorie de l'esprit.....	107
4.2.	Analyses de variance pour les échelles du C&I (groupes MS- et témoin).....	108

ARTICLE 1

Tableau		Page
1	Mean scores for the theory of mind tasks.....	68
2	Correlations between measures of theory of mind, education and age.....	69

ARTICLE 2

Tableau		Page
1	Neuropsychological battery.....	81
2	Demographic and illness characteristics of cognitively impaired (MS-) and intact (MS+) patients.....	83
3	Mean scores and standard deviation scores for the theory of mind tasks.....	88
4	Correlations of all independent variables entered into the hierarchical model with the dependant variable (C&I) across all groups (MS-, MS+ and Controls).....	90

RÉSUMÉ

La théorie de l'esprit (TdE) désigne l'aptitude d'un individu à expliquer les actions d'autrui en lui prêtant des états d'esprit, c'est-à-dire des intentions, désirs et croyances (Sarfati, 2000). Les recherches menées sur le sujet ont surtout étudié des groupes d'individus présentant des lésions cérébrales sévères, comme dans le cas d'accidents vasculaires cérébraux (AVC) ou de traumatismes crânio-encéphaliques. Les études proposées ici visent plutôt à examiner la possibilité qu'un trouble de la TdE puisse se manifester de façon subtile chez des individus qui acquièrent progressivement une dysfonction frontale de légère à modérée.

Plus précisément, les travaux suivants vont s'attarder d'une part à vérifier si la TdE, à l'instar de certaines fonctions cognitives, subit un déclin durant la sénescence. D'autre part, un groupe d'adultes atteints de la sclérose en plaques (SP) et présentant des troubles de la cognition sera étudié en vue de vérifier l'intégrité de leur TdE. Enfin, nous voulons tenter d'identifier des processus cognitifs qui participent à l'élaboration d'une TdE.

L'étude des populations âgées et SP apparaît pertinente puisqu'il est bien connu que des dysfonctions frontales affectent différents aspects de la cognition sociale, dont la TdE, et les personnes âgées ainsi que celles atteintes de SP présentent souvent les signes cliniques classiquement attribués à une atteinte frontale. L'examen de la TdE dans le contexte de la sénescence a fait l'objet d'un nombre modeste d'études, et celles-ci parviennent à des conclusions contradictoires. D'autre part, la SP est une maladie caractérisée par des plaques qui se forment localement dans le système nerveux central. Des lésions périventriculaires sont particulièrement fréquentes, faisant observer chez les patients un patron de déficits cognitifs

frontal et sous-cortical. Néanmoins, les effets de la SP sur la cognition sociale sont inconnus et quasi inexplorés à ce jour.

L'étude des déficits subtils de la TdE chez une population adulte appelle à la mise au point d'instruments de mesure particulièrement sensibles, adaptés à l'âge et aux compétences sociales résiduelles des groupes ciblés. Une nouvelle tâche possédant ces attributs a donc été développée par notre équipe. Le test «Conversations et Insinuations» (C&I) présente quatre courts extraits télévisés sur un écran d'ordinateur. Chaque scène présente des personnages usant d'ironie, de mensonge et d'humour. La tâche consiste à interpréter et expliquer les intentions des personnages à la lumière de leurs répliques. La batterie de TdE est complétée par deux autres tâches ayant été utilisées auprès de populations adultes : le test des Histoires Étranges (Happé, Winner et Brownell, 1998) et une tâche de compréhension de Faux pas (Stone, Baron-Cohen et Knight, 1998).

Les résultats du premier article de cette thèse indiquent que les personnes âgées sont significativement plus faibles que des adultes d'âge moyen sur l'ensemble des tâches TdE. Néanmoins, on remarque qu'une petite proportion de personnes âgées (5%) obtient un résultat égal ou supérieur à celui des jeunes sur toutes les tâches de cognition sociale. Enfin, l'épreuve C&I est apparue comme un instrument ayant une meilleure validité discriminante que les deux tâches papier utilisées pour mesurer le même construit. La seconde étude de cette thèse montre que les participants atteints de SP et présentant des troubles de la cognition légers à modérés éprouvent des difficultés subtiles au plan de la TdE. En effet, seul le C&I a permis de mettre en relief des limitations chez ces patients. Au chapitre des fonctions cognitives qui participent à l'attribution d'états d'esprit, les résultats indiquent que la mémoire, la mémoire de travail et

l'attention contribuent de façon significative à la performance en TdE pour la tâche vidéo (C&I), mais non pour les tâches écrites. En outre, le test des Histoires en Images du WAIS-III rend compte à lui seul d'une portion additionnelle (20%) de la performance au C&I.

Les résultats de la thèse indiquent que l'aptitude à prêter aux autres des états d'esprit tend à se détériorer chez les individus adultes qui acquièrent progressivement une dysfonction frontale légère à modérée. La compréhension d'un impair social présenté sur vidéo apparaît comme une facette de la TdE particulièrement vulnérable au déclin, tant au cours du vieillissement normal que dans la SP. Par ailleurs, l'appréhension d'ironie est une habileté qui semble mieux résister aux dysfonctions frontales. D'un point de vue général, nos travaux valident l'hypothèse voulant que l'élaboration adéquate d'une TdE repose sur l'intégrité des lobes frontaux. L'utilisation d'instruments de mesure qui présentent une bonne validité écologique et un niveau de difficulté assez élevé apparaît nécessaire pour déceler des failles subtiles du raisonnement sociocognitif chez des populations adultes.

CHAPITRE I

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1.1. L'exploration de la théorie de l'esprit des enfants

1.1.1. La théorie de l'esprit dans l'autisme et le développement normal

Depuis une vingtaine d'années, un nombre sans cesse croissant d'études a pour principal intérêt la TdE, une habileté qui consiste à se représenter les états mentaux d'autrui. Cette compétence, aussi appelée «intentionnalité» et «mentalisation», fut introduite comme sujet expérimental par deux chercheurs l'ayant d'abord étudiée chez des chimpanzés (Premack et Woodruff, 1978). Quelques années plus tard, ce constat captivait massivement l'attention des chercheurs en psychologie du développement de l'enfant. Une étude percutante de Baron-Cohen, Leslie et Frith (1985) montra en effet que chez la plupart des enfants autistes, l'aptitude à concevoir les états d'esprit est sévèrement déficiente. Les travaux de ces auteurs ont entraîné dans leur sillage des centaines de publications qui confirmèrent généralement ce constat. On a d'ailleurs dit des individus autistes qu'ils étaient aveugles aux émotions d'autrui, l'expression *mind-blindness* ayant été proposée plus tard par Baron-Cohen pour décrire ce trait (1995). Les personnes souffrant du syndrome d'Asperger, une sorte d'autisme de haut niveau (sans trouble langagier ou déficience intellectuelle), manifestent eux aussi une altération qualitative de leurs compétences en matière de TdE, mais à un degré moindre que ce que l'on observe dans l'autisme (Ziatas, Durkin et Pratt, 1998).

L'individu autiste montre une incapacité à établir des rapports interpersonnels normaux avec l'entourage, y compris ses parents. Plus précisément, les spécialistes de l'autisme évoquent une triade de déficits qui caractérisent ces enfants, soit une difficulté à exercer leur imagination, un trouble de la communication et une incapacité à tisser des liens interpersonnels (Parsons et

Mitchell, 2002). Plusieurs comportements anormaux émaneraient d'une théorie de l'esprit déficiente chez les autistes. Ces enfants n'utilisent pas de gestuelle visant à attirer l'attention des adultes; ils ne jouent pas à faire semblant et ne comprennent pas ceux qui le font ; ils n'initient pas de jeux interactifs, communiquent peu et montrent une incapacité à attribuer aux autres des intentions, des souhaits et des croyances (Attwood, Frith et Hermelin, 1988; Leslie, 1987; Ozonoff, Rogers et Pennington, 1991). À l'opposé, les enfants au développement normal affichent généralement tous ces comportements avant l'âge de 4 ans (voir Tableau 1.1.) (Adolph, 1999; Ziatas et al., 1998). Les auteurs ayant disserté sur la théorie de l'esprit des enfants autistes postulent que le déficit d'intentionnalité reposera sur l'incapacité à formuler des représentations mentales d'objets, d'événements et d'actions.

Tableau 1.1. Séquence normale et hiérarchique des comportements reliés à la théorie de l'esprit

0-2 ans :

- Pointage protodéclaratif : l'enfant attire l'attention d'un adulte sur un objet en le pointant du doigt
- Acquisition de la «psychologie du désir» : l'enfant comprend qu'autrui détient des désirs et des croyances
- S'engage dans les jeux qui consistent à faire semblant

3-6 ans :

- L'enfant commence à comprendre que les états d'esprit influencent le comportement; il est en mesure d'appréhender les croyances erronées et les mensonges (état d'esprit de premier niveau); il peut saisir les métaphores

6-7 ans :

- Peut imputer des pensées qui concernent d'autres pensées (états d'esprit de second niveau)

9-11 ans :

- Comprend les situations de faux pas
-

1.1.2. Les tâches de théorie de l'esprit utilisées auprès des enfants

Les premières études concernant la théorie de l'esprit des enfants utilisaient la tâche de «Sally et Anne», dans laquelle figure le paradigme de la fausse croyance. On présente deux poupées (Sally et Anne) pendant que l'histoire suivante est racontée à l'enfant : «Sally met une bille dans son panier et quitte la pièce. Pendant qu'elle est partie, Anne prend la bille et la cache dans sa boîte. Sally revient ensuite». On demande à l'enfant : «Où Sally va-t-elle chercher sa bille?». Pour bien répondre, celui-ci doit tenir compte de l'ignorance de Sally, qui devrait penser que la bille gît toujours dans son panier. Cette représentation de la réalité que détient Sally est erronée, et c'est ce qui constitue la fausse croyance que l'enfant doit apprêhender grâce à sa théorie de l'esprit. Lorsque son développement s'effectue normalement, l'enfant est en mesure de répondre correctement à cette question vers l'âge de trois ans. D'autre part, environ 80% des enfants du même âge atteints d'autisme échouent à cette épreuve, incapables de se représenter qu'une tierce personne puisse avoir une connaissance de la réalité qui diffère de la leur (Baron-Cohen et al., 1985).

Alors que la tâche «Sally et Anne» vise à mesurer un premier niveau de représentation, c'est-à-dire celui où l'on s'imagine un simple état d'esprit («elle *pense* que la bille est là»), d'autres protocoles ont été élaborés en vue de mesurer les états d'esprit de second niveau. Le fait de détenir un état d'esprit de second niveau signifie que l'on est en mesure de prêter à autrui une idée concernant l'idée d'une tierce personne («elle *pense* qu'il a l'*intention* d'aller là-bas»). La compréhension de certains actes de langage, comme l'ironie et le mensonge, fait appel aux représentations de second niveau. En effet, la détection d'un mensonge demande de reconnaître que l'émetteur *désire* fausser l'*idée* de son interlocuteur. Pour apprécier l'ironie, un type de

relance qui consiste à prêcher le contraire de ce que l'on pense, il faut pouvoir concevoir que l'ironique *s'attend* à ce que ses interlocuteurs *reconnaissent* le contresens de sa réplique. La compréhension d'ironie est envisagée comme requérant des habiletés TdE plus sophistiquées que la compréhension de métaphores, qui relèverait plutôt du premier niveau (Happé, 1993).

Plus tard au cours du développement normal de l'intentionnalité, on trouve la capacité de reconnaître un faux pas. Celui-ci survient dans une situation où une personne émet à son insu un commentaire pouvant blesser quelqu'un d'autre. Par exemple, pour avoir connaissance du faux pas d'un pauvre type qui s'enquiert, auprès d'une femme récemment devenue veuve, de la santé de son mari, il faut d'une part lui attribuer l'ignorance de l'état réel des choses, et d'autre part saisir l'impact qu'aura cette réplique sur l'état émotionnel de la veuve. La détection d'un faux pas implique de noter plusieurs aspects implicites de la situation: qu'une personne dit quelque chose qu'elle n'aurait pas dû, que par ailleurs elle ne réalise pas l'impact de sa bourde, et qu'un interlocuteur puisse en être affecté. Stone, Baron-Cohen et Knight (1998) ont développé une tâche de faux pas et ont stipulé, sur la base de leurs résultats, qu'il s'agissait là d'une épreuve plus mature ou complexe de la TdE. Des enfants normaux de sept et huit ans qui maîtrisaient les croyances erronées de premier et second niveau se sont avérés inaptes à détecter un faux pas dans une histoire écrite. C'est à 11 ans pour les garçons et 9 ans pour les filles que cette épreuve était généralement maîtrisée. Ces résultats suggèrent que la TdE évoluerait au moins jusqu'au seuil de l'adolescence. Plus récemment, Baron-Cohen et al. (1999) ont relevé des déficits dans la compréhension de faux pas chez des adultes atteints du syndrome d'Asperger qui, à l'instar des enfants normaux de 7-8 ans, pouvaient correctement appréhender les états d'esprit de premier et second niveau. Ainsi, après l'apprehension d'états d'esprit de premier et second niveau, la

compréhension d'un faux pas semble être un autre marqueur de l'aptitude à élaborer un raisonnement social.

1.2. La théorie de l'esprit «cartographiée»

Depuis une dizaine d'années, des recherches ont porté sur les bases neuroanatomiques de la TdE. Chez des sujets sains, l'exploration *in vivo* des modifications dynamiques du cerveau par diverses méthodes d'imagerie cérébrale confirme généralement l'implication de certaines régions des lobes frontaux lors de l'attribution d'états d'esprit.

La première recherche du genre fut réalisée avec le SPECT (single photon emission computerised tomography). Chez un groupe d'adultes normaux, on a pu observer une augmentation du flot sanguin à la région orbito-frontale, plus prononcée du côté droit, durant une tâche de décision sémantique visant à juger si certains mots décrivaient des activités de l'esprit (réfléchir, rêver) ou du corps (sauter, manger) (Baron-Cohen et al., 1994). On peut cependant reprocher aux auteurs de n'avoir procédé qu'à des analyses dans les régions cérébrales très limitées, négligeant notamment le cortex frontal médian et dorsolatéral, et de n'avoir pas utilisé une tâche nécessitant vraiment de faire des inférences.

D'autres auteurs ont utilisé des épreuves TdE plus intéressantes au plan de la validité manifeste. Par le truchement de la tomographie par émission de positrons, une activation du cortex frontal médian et de la région temporelle gauche fut mise en évidence durant l'attribution d'états d'esprit à des personnages fictifs (Fletcher et al., 1995 ; Goel, Grafman, Sadato et Hallett, 1995). Plus récemment, Brunet et ses collègues (2000) ont élaboré un protocole de TEP avec une tâche supposément dénuée de l'aspect verbal. De courtes bandes dessinées constituaient les stimuli, et

les participants devaient choisir parmi trois choix celui qui complétait le mieux l'histoire en question. Les auteurs ont inclus des stimuli qui impliquaient tantôt un personnage porteur d'une intention (condition TdE), tantôt une situation de causalité physique. Mentionnons que les personnages n'émettaient aucune réplique, mais il est possible de croire que la compréhension des BD n'en excluait pas moins l'intervention d'habiletés verbales. Comme résultats, les auteurs ont obtenu un patron d'activation nettement plus complexe que leurs prédecesseurs : on note une augmentation de l'activité du cortex préfrontal médian et inférieur droit, des gyri temporaux inférieur droit, supérieur gauche et médian bilatéral, du lobule cérébelleux gauche et enfin, du cortex cingulaire antérieur bilatéral. Ces deux dernières régions étant inhabituellement associées à la TdE, les auteurs expliquent de façon laconique que les stimuli TdE auront peut-être sollicité plus fortement les processus attentionnels et mnésiques, qui selon eux engageraient respectivement le cortex cingulaire et le cervelet.

Deux études particulièrement intéressantes ont privilégié une implication plus directe des participants dans une situation d'interaction sociale, misant ainsi sur une meilleure validité écologique des tâches TdE. Calarge et ses collègues (2003) se sont penchés sur la nature des substrats cérébraux impliqués dans la pratique de la psychiatrie, plus précisément dans le fait de tenter de comprendre les émotions d'autrui. Les auteurs ont mesuré, à l'aide de la TEP, l'activité cérébrale de volontaires pendant que ceux-ci répondaient à la consigne: «Vous êtes dans un parc et une inconnue, assise à vos côtés, est en larmes. Inventez une histoire qui expliquerait comment elle en est arrivée là». À l'instar de l'étude de Brunet et collègues (2000), le patron d'activation mis en évidence s'est avéré assez vaste, incluant le cortex frontal médian et supérieur, le cortex cingulaire antérieur et rétosplénial ainsi que les pôles antérieurs des lobes temporaux – tous majoritairement activés du côté gauche. Étonnamment, l'activation la plus importante fut

observée au lobule droit du cervelet. De leur côté, Rilling, Sanfey, Aronson, Nystrom et Cohen (2004) ont exploré la TdE avec la résonance magnétique, deux jeux interactifs impliquant des gains d'argent, et la présence d'un partenaire de jeu à l'extérieur de l'appareil. Les jeux permettaient aux sujets de faire un gain plus ou moins élevé à partir de spéculations portant sur les intentions du partenaire. Les situations expérimentales ont notamment activé des régions bien connues dans l'étude de la mentalisation, soit le cortex péricingulaire et le sillon temporal supérieur postérieur. D'autres activations ont été observées par ailleurs: (1) le gyrus cingulaire et le précunéus postérieur (2) le sillon temporal supérieur médian (3) l'hypothalamus, le mésencéphale et le thalamus et (4) l'hippocampe droit. Cette activation élargie conduira les auteurs à interpréter les résultats en fonction de la teneur émotionnelle de leurs tâches (gyrus cingulaire et hypothalamus) et de l'aspect «encodage» possiblement impliqué dans les tâches (hippocampe et sillon temporal supérieur médian).

En somme, malgré une certaine variabilité des données présentées ci haut, on peut parler d'un recouplement au sujet des régions – en l'occurrence, les lobes frontaux médians – qui sont systématiquement recrutées lors de l'attribution d'états d'esprit. Cette trouvaille s'avère constante à travers les études, quel que soit le type de matériel utilisé (histoires écrites, BD, photographies, formes géométriques animées, jeux impliquant des interactions directes). Les études précitées, dont les groupes de participants comptaient de six (Fletcher et al., 1995) à 19 sujets (Rilling et al., 2004), ont ainsi mis en évidence l'existence de régions frontales spécialisées dans l'intentionnalité. Par ailleurs, l'identification de sites moins fréquemment associés à la TdE pourrait refléter la complexité des relations entretenues entre le cortex frontal et les autres régions du cerveau. Elle nous rappelle d'autre part qu'un comportement aussi sophistiqué que

l’appréhension d’états mentaux peut volontiers impliquer des régions cérébrales encore insoupçonnées.

1.2.1. L’étude de patients cérébrolésés

Une autre approche féconde permettant d’explorer les régions cérébrales qui sous-tendent la TdE consiste à en faire l’étude auprès de patients présentant des lésions bien définies. D’une façon générale, une lésion cérébrale spécifique peut altérer sélectivement la cognition sociale. Les lésions de l’amygdale chez le primate diminuent drastiquement ses interactions sociales, lui font perdre définitivement son rang social et modifient son comportement sexuel (Decety, 2002). Chez l’humain, des lésions ventro-médianes bilatérales entraînent une indifférence affective et un manque de jugement social (Channon et Crawford, 1999; Damasio, Tranel et Damasio, 1991).

Parmi les recherches en TdE examinant les populations avec lésions cérébrales, tant les études de patients singuliers que celles de groupes d’individus confirment que des atteintes frontales subies à l’âge adulte sont fréquemment associées à une perturbation de la mentalisation. A titre d’exemple, des lésions bilatérales orbitofrontales altèrent la capacité à détecter un faux pas dans une histoire; une capsulotomie interne en vue de traiter un trouble bipolaire réduit l’aptitude à inférer des états d’esprit; des lésions frontales d’étiologies diverses (lobectomie, tumeur, AVC) entravent la capacité à envisager la perspective des autres, à appréhender la tromperie ainsi que l’ironie (Channon et Crawford 2000; Happé, Malhi et Checkley, 2001; Stone et al., 1998; Stuss, Gallup et Alexander, 2001).

1.3. Cognition sociale et fonctions exécutives

L'observation fréquente de perturbations comportementales associées à une dysfonction exécutive a conduit certains auteurs à émettre l'hypothèse voulant qu'une atteinte de certains processus cognitifs supérieurs puisse se répercuter au niveau de la sphère sociale (Channon et Crawford, 2000; Joseph et Tager-Flusberg, 2004; Luria, 1980; Stuss et al., 2001).

Dans cette ligne de pensée, un modèle de contrôle du comportement proposé par Norman et Shallice interprète les comportements inadéquats observés chez les patients frontaux comme la résultante d'un dysfonctionnement du système de supervision de l'attention (SAS). Selon ce modèle, chez le sujet normal, les activités routinières bien connues sont effectuées grâce à l'activation automatique de schémas d'activités qui dépendent des stimulations environnementales. Lorsque le sujet est confronté à une situation nouvelle et complexe, un système de contrôle supérieur (le SAS) entre en action pour modifier le jeu d'activation/inhibition qui permet la sélection du programme comportemental le plus approprié. Ce SAS aurait son siège au niveau du cortex préfrontal (Norman et Shallice, 1986). Par conséquent, une atteinte des fonctions exécutives engendrerait un défaut de la capacité d'inhibition comportementale et l'apparition de conduites ne répondant qu'aux signaux plus concrets de l'environnement («stimulus-bound») ou associés à des schémas comportementaux surappris (Meulemans et Vincent, 1999). Des sujets présentant ces atteintes seraient ainsi moins habiles à générer des explications alternatives au sein de situations sociales plus complexes et comprenant des indices moins explicites.

En suivant cette direction interprétative, on trouve plusieurs travaux examinant la cognition sociale chez des patients frontaux qui présentent des troubles des fonctions exécutives. Par

exemple, Rowe et son équipe (2001) ont comparé 31 patients avec lésions frontales unilatérales (15 droites, 16 gauches) à des participants sans trouble neurologique sur des tâches exécutives et TdE. Les épreuves TdE mesuraient respectivement la compréhension de fausses croyances de premier et second niveau tandis que les tâches exécutives couvraient quatre domaines (initiation cognitive, inhibition et résistance à l'interférence, flexibilité et planification). L'étude a permis d'objectiver à la fois des déficits aux chapitres de la TdE et des fonctions exécutives pour l'ensemble des sujets. Des corrélations significatives ont été observées entre les mesures TdE et certaines variables exécutives, mais seulement à l'intérieur du groupe avec lésions gauches. L'attention volontaire (la performance au Stroop), l'alternance conceptuelle (la partie B du traçage de pistes) et la flexibilité mentale (le taux de perséverations au WCST) étaient liées à la compréhension de fausses croyances de premier niveau. D'autre part, seul le taux de perséverations au WCST corrélait avec la performance en matière de fausses croyances de second niveau. Une ré-analyse des différences groupales, avec pour covariables les mesures exécutives, a indiqué que l'effet de groupe (avec lésions vs sans lésion) était maintenu au plan des performances aux tâches de TdE. Ce résultat tend à indiquer que les troubles exécutifs ne rendent pas entièrement compte des déficits en matière de TdE et ce, pour les deux groupes cibles.

À l'aide de la même démarche statistique, Shaw et son équipe ont eux aussi relevé des corrélations positives entre des fonctions exécutives et la TdE chez des individus atteints de lésions précoces et tardives de l'amygdale, ainsi que chez des sujets témoins. À l'instar de Rowe et collègues, ils ont noté que les différences groupales en TdE étaient maintenues après qu'eut été neutralisé l'effet des fonctions exécutives et de l'intelligence (Shaw et al., 2004).

Saltzman et ses collègues ont exploré la relation TdE-fonctions exécutives auprès d'une population de patients parkinsoniens. Onze individus parkinsoniens non déments ont été comparés à deux groupes de sujets contrôles : des personnes âgées et de jeunes universitaires. Les tâches exécutives consistaient en un test d'assortiment de cartes, une épreuve de fluidité verbale et de fluidité graphique. La TdE était mesurée par quatre tests très simples (deux de fausses croyances et deux impliquant la duperie). Les participants parkinsoniens ont obtenu des résultats inférieurs à leurs pairs âgés sur la moitié des épreuves TdE, et sur deux tâches exécutives sur trois (les épreuves de fluidité). Les corrélations entre la TdE et les fonctions exécutives furent examinées à travers les trois groupes (mais non à l'intérieur de chaque groupe) et se sont avérées quasi-inexistantes (Saltzman, Strauss, Hunter et Archibald, 2000). Notons que le plafonnement du rendement des sujets témoins à plusieurs tâches TdE réduisait considérablement la pertinence de la démarche corrélationnelle. En outre, il est à supposer que des épreuves TdE plus sophistiquées, donc possiblement plus sensibles à des déficits légers qu'affichaient peut-être les patients parkinsoniens, auraient pu mettre en évidence des effets plus intéressants.

Du côté des études à cas unique, on plaide aussi en faveur d'une dissociation entre la TdE et les fonctions exécutives. Lough et Hodges (2002) ont observé, chez un patient atteint de démence de type fronto-temporal, un déficit aux tâches évaluant la TdE en présence d'une performance normale à des tests classiques des fonctions exécutives (fluidité verbale, test d'assortiment de cartes du Wisconsin et Matrices progressives de Raven). Rappelons toutefois l'observation judicieuse de Shallice et Burgess (1991), à l'effet que les tâches «classiques» des fonctions exécutives/frontales peuvent surestimer le rendement de certains patients, qui échouent par ailleurs à d'autres épreuves frontales de style «multi-tâches», moins souvent utilisées en

recherche. Dans la foulée de Lough et Hodges, des auteurs ont mis en évidence le même profil chez B.M., un patient souffrant d'une lésion précoce de l'amygdale gauche (Fine, Lumsden et Blair, 2001). Les fonctions exécutives étaient dans ce cas amplement documentées par 16 tâches regroupées sous l'égide de la planification, de l'inhibition et des processus mnésiques exécutifs. La TdE du patient - sévèrement déficitaire - fut examinée par la compréhension d'humour, de métaphores/sarcasmes et l'appréhension d'états d'esprit. Blair et Cipolotti (2000) ont pour leur part décrit un patient montrant globalement le patron inverse de déficits. J.S., un homme de 56 ans, s'est vu poser un diagnostic de sociopathie acquise suite à un traumatisme impliquant le cortex orbitofrontal bilatéral, le lobe temporal gauche et l'amygdale gauche. Sa performance s'est avérée déficitaire à quatre tâches exécutives sur sept, tandis qu'il a pu réussir adéquatement une tâche évaluant la TdE. Il est toutefois permis de penser que l'unique épreuve utilisée ici pour la TdE (les Histoires Étranges) ait pu s'avérer insensible à d'éventuels déficits sociocognitifs du patient.

1.4. La théorie de l'esprit des personnes âgées

Plusieurs séries de recherche appuient donc l'hypothèse d'une spécificité frontale dans les performances aux tâches sociocognitives. D'abord, la théorie de l'esprit passe par plusieurs étapes de développement et n'atteindrait sa pleine maturité qu'autour de l'adolescence. Or, certains auteurs sont d'avis que les lobes frontaux se développent aussi jusqu'à la puberté (Stuss, 1992). En second lieu, les études ayant sondé l'activité du cerveau au moyen de l'imagerie cérébrale ont trouvé comme dénominateur commun une activation frontale durant les épreuves TdE. Troisièmement, les recherches qui soumettent aux patients cérébrolésés des tâches de mentalisation indiquent que les performances paraissent plus perturbées chez ceux dont les lésions sont frontales. Enfin, nous avons présenté les travaux empiriques ayant tenté d'objectiver

la nature du lien entre les fonctions exécutives, normalement associées aux lobes frontaux, et la cognition sociale. Ces études vont généralement dans le sens d'une indépendance entre les troubles exécutifs et les difficultés d'attribution d'états mentaux à autrui.

La pertinence d'étudier la cognition sociale auprès d'une population de personnes âgées provient du fait que la sénescence normale suscite une dépopulation neuronale concernant surtout les lobes frontaux et temporaux, et entraînant le déclin rapide d'un ensemble de fonctions cognitives dès l'âge de 50 ans (Amieva, Phillips et Della Sala, 2003; Grigsby, Kaye et Robbins, 1995; Kliegel, Eschen et Thöne-Otto, 2004). Les fonctions dites frontales seraient particulièrement vulnérables au déclin, et les processus exécutifs ont fait l'objet de nombreuses études qui mettent toutes en évidence un effet négatif de l'âge sur les performances (Daigneault, Braun et Whitaker, 1992; De Luca et al., 2003; Fristoe, Salthouse et Woodart, 1997, Park et al., 2002; Volkow et al., 2000).

L'avancement récent des connaissances sur le décours des fonctions frontales durant la vieillesse n'effleure encore qu'à peine le domaine de la cognition sociale. En fait, seulement quatre études ont cherché à lever le voile sur ce qu'il advient de la TdE durant la sénescence. Happé, Winner et Brownell (1998) ont inauguré la recherche dans cette voie. Leurs 19 participants d'âge avancé (moyenne de 73 ans) ont été comparés à 67 jeunes adultes ayant en moyenne 21 ans. La tâche des Histoires Étranges leur fut soumise; il s'agit d'une série de courtes histoires écrites dont la moitié implique de comprendre les intentions d'un personnage (condition TdE), tandis que l'autre moitié requiert de faire une inférence physique (condition contrôle). Les participants doivent ainsi répondre à une question qui sollicite soit la TdE, soit une déduction logique basée sur un phénomène de causalité physique. Les auteurs ont rapporté une meilleure performance du côté

des participants âgés, mais seulement sur la condition expérimentale ($p < 0,001$). Ces résultats surprenants ont fait suggérer aux auteurs la possibilité qu'un module robuste et spécialisé pour la TdE soit responsable de la préservation de cette habileté chez les aînés. Quant à leur supériorité sur les jeunes en matière de TdE, elle refléterait selon Happé et al. la sagesse qu'on retrouve typiquement chez les personnes vieillissantes.

Maylor et ses collègues ont suivi une démarche similaire, avec trois groupes de 25 sujets: le premier ayant en moyenne 19 ans, le second 67 et le troisième, 81 ans (Maylor, Moulson, Muncar et Taylor, 2002). Le profil cognitif des participants fut documenté au moyen d'un test de vocabulaire (Mill Hill Vocabulary test) et de rapidité psychomotrice (sous-test Substitutions du WAIS-III). Tel qu'attendu, les trois groupes différaient significativement au plan de leur rapidité, et le second groupe montrait une meilleure performance que le premier au chapitre du vocabulaire.

Les résultats obtenus à l'épreuve des Histoires Étranges sont à l'opposé de ce que l'équipe de Happé (1998) avait trouvé : le groupe âgé a obtenu un rendement inférieur à celui des jeunes en matière de TdE. Une seconde étude, présentée dans le même article, n'inclut que le plus jeune groupe et le plus âgé. On y dévoile cette fois-ci leur niveau de scolarité moyen, qui diffère significativement (de 4,4 ans) entre les deux groupes. Les auteurs ont ici élargi les objectifs de l'étude en évaluant la performance des sujets sur deux épreuves exécutives (WCST et fluidité orale) afin d'en mesurer les corrélations avec les autres variables à l'étude (performance TdE et contrôle aux Histoires Étranges, éducation, âge, vocabulaire et vitesse psychomotrice). Aux analyses intergroupales, les aînés obtiennent un rendement inférieur à celui des jeunes sur l'épreuve TdE et sur les tests neuropsychologiques, sauf pour ce qui est du vocabulaire. Lorsque

sont tenues pour co-variables les mesures neuropsychologiques et l'éducation, la différence intergroupale subsiste en matière de TdE. Une analyse de régression multiple met en évidence la contribution significative de l'âge sur la performance en TdE, excluant une quelconque influence de l'éducation, des fonctions exécutives, du vocabulaire et de la vitesse psychomotrice. Enfin, les corrélations modestes mais significatives notées entre les performances TdE et les fonctions exécutives ont été réduites à presque zéro lorsque l'effet de l'âge était neutralisé. Cette observation suggère que la corrélation initialement observée était presque totalement sous-tendue par le déclin commun de ces deux processus au cours du vieillissement.

Sullivan et Ruffman (2004) ont mené une étude visant à examiner la relation entre le vieillissement, la TdE, l'intelligence fluide et l'intelligence cristallisée. Les auteurs postulent que l'intelligence fluide, qui décline normalement avec l'âge, devrait corréler plus fortement avec les histoires TdE qu'avec les histoires contrôles du test des Histoires Étranges, les premières étant, selon eux, plus complexes en termes de manipulation mentale d'information. On se demande ici si le déclin de la TdE lors du vieillissement normal, tel que montré par les études de Maylor et al., était en fait sous-tendu par un déclin de l'intelligence fluide plutôt que par une diminution de la capacité à élaborer des inférences mentales en tant que tel. En plus du test des Histoires Étranges, deux tâches sont ajoutées : une épreuve de reconnaissance d'émotions à partir de photos, et un test vidéo où il est requis d'identifier l'état d'esprit d'un personnage. Les auteurs supposent que ces mesures minimisent la demande au plan de l'intelligence fluide puisqu'elles ne requièrent pas de manipulation d'information. Un déficit des personnes âgées sur ces tâches confirmerait donc une réelle limitation en matière de TdE plutôt que le reflet d'une diminution de leur intelligence fluide. À l'opposé, un rendement équivalent des deux groupes sur ces tâches réduirait l'échec des personnes âgées aux Histoires Étranges à un phénomène d'artefact, i.e. à

une altération «artificielle» de leurs performances due à des limites au plan de la résolution de problèmes.

Les 24 participants âgés avaient en moyenne 73 ans et furent comparés au même nombre de jeunes ayant en moyenne 30 ans. Les auteurs ont pris ici la précaution d'effectuer un dépistage de signes éventuels d'une démence, en administrant le MMSE à tous les participants âgés. Les données concernant le niveau d'éducation des groupes sont inconnues, mais il est précisé que la plupart des jeunes ont été recrutés en milieu universitaire. L'intelligence fluide fut évaluée à l'aide du test AH4, qui comprend des questions d'analogies et d'antonymes verbaux, de synonymes et de problèmes mathématiques. L'intelligence cristallisée est sondée à l'aide du National Adult Reading Test. La comparaison des deux groupes sur ces mesures a révélé sans surprise une supériorité des jeunes au plan de l'intelligence fluide, mais non de l'intelligence cristallisée.

Les résultats mis en évidence aux Histoires Étranges infirment une fois de plus la trouvaille de Happé et al. : les participants jeunes dépassent leurs aînés à la condition TdE, mais non sur la condition contrôle. De plus, les analyses ont indiqué, tel que postulé au départ, que l'intelligence fluide contribuait majoritairement à marquer l'écart entre les deux groupes d'âge pour la performance aux Histoires Étranges. Du côté des deux autres tâches de TdE, le groupe âgé a une fois de plus sous performé comparé aux jeunes, et la différence demeurait significative lorsque l'intelligence fluide et cristallisée étaient tenues pour covariables.

En résumé, l'aptitude à inférer des états d'esprit semble compromise avec la survenue de la sénescence. Deux études sur trois ont indiqué que passé l'âge de 65 ans, il est plus difficile

d'inférer des états d'esprit tel que mesuré par la tâches des Histoires Étranges. Ce défaut n'est pas attribuable à un début de démence ou à une limitation de la fonction mnésique, mais il serait étroitement relié à l'intelligence dite «fluide», qui décline normalement au-delà de l'âge de 60 ans. D'autres variables ont été examinées pour leur rôle éventuel dans la performance aux Histoires Étranges mais ne se sont pas avérées significatives : ce sont l'éducation, le vocabulaire, la vitesse psychomotrice et certaines fonctions exécutives. Enfin, les difficultés des personnes âgées en TdE dépassent la tâche des Histoires Étranges et apparaissent aussi dans d'autres épreuves visant à isoler cette habileté.

1.5. L'étude de la TdE auprès de patients atteints de sclérose en plaques

Du côté des atteintes progressives du cerveau, quelques études ont sondé l'effet précoce des maladies dégénératives sur l'élaboration d'une TdE. La maladie de Parkinson influencerait à la baisse la capacité d'inférer des fausses croyances et de tromper autrui et ce, dès les phases initiales de la maladie où aucun syndrome démentiel n'est encore noté (Saltzman et al., 2000). Des patients avec diagnostic probable de maladie d'Alzheimer en phase précoce échouent des tâches de fausses croyances de second niveau, malgré de bonnes réussites à des tâches de premier niveau (Cuerva et al. 2001).

Gregory et al. (2002) ont examiné la TdE dans la démence fronto-temporale (DFT) et la maladie d'Alzheimer (MA), au moyen de quatre tâches présentant un coefficient de difficulté croissant. Une épreuve de fausses croyances de premier et second niveau, un test de faux pas ainsi qu'une épreuve de reconnaissance d'émotions à partir de photos de la région des yeux ont été administrés aux patients, de même qu'à des sujets neurologiquement sains. Les deux groupes expérimentaux étaient équivalents aux plans de leurs performances au MMSE, aux empans de

chiffres et sur une batterie d'évaluation abrégée des fonctions cognitives. En moyenne, les patients DFT ont échoué l'ensemble des tâches TdE, tandis que les patients MA ont uniquement failli à l'épreuve de fausses croyances de second niveau. En outre, le degré d'atrophie frontale des participants cibles était significativement relié à l'ampleur des déficits sur les tâches TdE.

Ainsi, la TdE peut subitement flancher au décours d'un traumatisme cérébral aigu, mais également dans le contexte de maladies évolutives du cerveau. À notre connaissance, aucune étude à ce jour n'a porté sur la cognition sociale des patients atteints de sclérose en plaques (SP). La SP est une maladie à progression lente et diffuse qui affecte le système nerveux central et atteint dans 70% des cas des individus dans la force de l'âge, ayant de 20 à 40 ans (Weinshenker, Bass et Rice, 1989). La survenue de perturbations cognitives dans la SP est bien connue pour être élevée et parfois précoce : près de la moitié des patients atteints de la maladie vont éprouver tôt ou tard des troubles cognitifs (Bobholtz et Rao, 2003). Le patron de déficits observé est caractéristique des lésions frontales et sous-corticales. Les études mettent en évidence la présence fréquente de troubles de la mémoire, du raisonnement conceptuel, de l'attention, de la concentration, de la vitesse du traitement de l'information et des fonctions exécutives (Brassington et Marsh, 1998). L'étude de la cognition sociale chez les individus atteints de SP apparaît notamment pertinente puisque les démences sous-corticales, dont fait partie cette affection, sont connues pour engendrer une diminution de la perspicacité («diminished insight») (Malher et Benson, 1990). L'étude de la TdE chez une population atteinte de SP pourrait contribuer à mieux comprendre l'étendue des déficits reliés à des atteintes frontales progressives chez des adultes non déments.

1.6. Le test C&I : un meilleur outil pour sonder la TdE des adultes

Les épreuves utilisées dans nos travaux et qui visent à mesurer la TdE sont présumées solliciter des habiletés «matures» de mentalisation. La première épreuve composant la batterie est celle des Histoires Étranges; les deux autres mesures sont censées être plus complexes. Il s'agit d'un test de compréhension de faux pas, qui s'est avéré difficile à réussir avant la préadolescence (Stone et al., 1998). Le troisième élément de la batterie est le test Conversations et Insinuations (C&I), qui fut développé par notre équipe en vue de refléter plus que toute autre tâche la richesse et la subtilité des interactions sociales qui requièrent une TdE (Ouellet, Bédirian, Charbonneau et Scherzer, 2001). Le C&I est composé de quatre courtes scènes tirées d'émission télévisées et présentées sur ordinateur. Les extraits sont distincts au plan des personnages, des lieux et des situations qu'ils mettent en scène. Ils ont cependant comme point commun de présenter des situations sociales comprenant des comportements et des répliques qui véhiculent des sous-entendus.

Il existe actuellement quelques tâches plus matures visant à évaluer la TdE, dont l'une, développée par Sullivan et Ruffman, amène l'évaluation de la TdE hors de la «staticité» des histoires écrites ou dessinées. Par ailleurs, les stimuli présentés sur papier revêtent des limites importantes : ils sollicitent la compréhension de texte, qui n'a rien à voir avec la TdE. En outre, certains aspects implicites des situations (p. ex., les intentions d'un personnage) sont parfois rendus explicites à l'écrit afin de compenser l'absence d'indices normalement véhiculés par la communication non verbale. Ces caractéristiques réduisent fortement la ressemblance des tâches papier avec les situations réelles dont elles sont sensées s'inspirer. Le C&I offre l'avantage de présenter des situations sociales de façon dynamique; les individus évalués sont tenus de formuler en temps réel leurs inférences à mesure que progresse une situation réaliste. Les

inférences des participants doivent s'appuyer, comme dans la vie réelle, sur des indices parfois subtils et transitoires. En effet, si les états mentaux peuvent être observables, c'est parce qu'ils s'expriment par des modifications de postures, du regard, de la tonalité de la voix, donc notamment par des mouvements (Sarfati, 2000). Il est présumé que la méthodologie employée pour le C&I traduise mieux la complexité et la subtilité d'un environnement social qu'une histoire écrite ou dessinée. En conséquence, le C&I est considéré comme une épreuve présentant une bonne validité écologique et possiblement, une meilleure sensibilité.

1.7. Les fonctions cognitives sous-jacentes à la TdE

Dans la seconde étude, nous examinerons non seulement la relation entre certaines fonctions frontales et la performance en cognition sociale mais surtout, la contribution des premières à la seconde. L'aptitude à inférer des états d'esprit est-elle vraiment indépendante des autres fonctions siégeant au niveau des lobes frontaux, comme l'ont suggéré plusieurs études? Ou les tâches de TdE recrutent-elles, jusqu'à un certain point, certaines fonctions dites frontales? Seront ainsi examinés certains processus exécutifs d'une part, et la formation de concepts et le raisonnement d'autre part. Ces deux derniers sont sensibles aux lésions antérieures et ont été peu étudiés en lien avec la TdE. La formation de concepts inclut notamment la capacité à élaborer une pensée abstraite (Lezak, Howison et Loring, 2004). L'attitude abstraite englobe davantage que les stimuli réellement présents; elle transcende la réalité sensorielle immédiate et elle est à l'œuvre lorsque le réel est considéré d'un point de vue conceptuel (Seron, Van Der Linden et Andrès, 1999). À l'opposé dans l'attitude concrète, le sujet est réaliste et n'embrasse que le tangible. Ses réactions sont dépendantes de ses impressions sensorielles et liées à certains aspects particuliers des stimuli dont il ne peut se détacher. Parmi les situations interpersonnelles qui requièrent une TdE, on recense des actes langagiers, où est nécessaire de transcender le sens

littéral transmis par l'interlocuteur pour plutôt prendre en compte ce qui est insinué «entre les lignes». C'est le cas des expressions métaphoriques, humoristiques ou ironiques, qui sollicitent la capacité à percevoir l'intention communicative derrière le message littéral qui lui, est plus saillant (Sarfati, 2000). Chez des patients adultes cérébrolésés, une difficulté à comprendre l'ironie a été associée à une faiblesse du raisonnement conceptuel (McDonald et Pierce, 1996).

Le raisonnement peut être défini comme le fait de réfléchir dans le but de parvenir à une conclusion (Lezak et al., 2004). Ses expressions sont notamment la compréhension des relations et le jugement pratique. Selon certains auteurs, l'élaboration d'une TdE s'effectue selon un raisonnement qui s'apparente à la formulation d'une véritable théorie. Utiliser sa TdE, c'est d'abord identifier les éléments cruciaux (pensées, intentions, croyances) qui sont en cause dans la situation qu'on tente de résoudre. C'est ensuite appliquer les principes de causalité qui interviennent dans la situation (p. ex. «elle lui ment *parce* qu'elle veut lui cacher quelque chose»). Enfin, c'est le fait d'analyser la relation entre divers éléments apparemment dissociés, comme les états d'esprit, le contexte et les comportements (Flavell, 1999).

À titre de fonction exécutive évaluée pour sa contribution putative à la TdE, la flexibilité mentale sera ici tenue en compte. Cette fonction peut être décrite comme la capacité d'imaginer, de sélectionner et d'appliquer un nouveau concept d'opération dès qu'une situation l'exige (Braun, 2000). Dans l'élaboration d'une TdE, il doit y avoir passage volontaire d'un aspect d'une situation (son propre point de vue) à un autre (le point de vue d'autrui), de même que la production de plusieurs inférences jusqu'à en sélectionner une qui soit la meilleure explication possible à une situation donnée (Eslinger, 1998). Chez une population adulte avec lésions

frontales, on a observé un lien significatif entre la flexibilité et l'empathie (Grattan et Eslinger, 1989).

Les autres fonctions exécutives examinées dans la présente étude sont la fluidité verbale, qui s'est avérée reliée à la TdE chez des patients parkinsoniens non déments mais présentant un trouble exécutif (Saltzman et al., 2000), et la planification. Cette dernière s'avère intéressante à étudier en lien avec la TdE puisqu'elle constitue une habileté complexe qui intègre plusieurs aptitudes : la capacité de conceptualiser un état des choses qui diffère de la situation actuelle, le fait de se mettre en relation avec l'environnement, la prise en compte d'options alternatives et la sélection d'un choix approprié (Lezak, 2004).

1.8. Objectifs et hypothèses

Les objectifs de recherche pour la première étude sont de 1) clarifier la nature de la performance des personnes âgées sur une tâche de la TdE couramment utilisée (le test des Histoires Étranges) et ayant produit à ce jour des résultats contradictoires auprès de cette population; 2) documenter plus amplement la performance des personnes âgées en matière de TdE au moyen de deux tâches additionnelles; 3) vérifier la validité concomitante et la sensibilité du test C&I.

Les hypothèses poursuivies par la première étude sont les suivantes : 1) les personnes âgées obtiendront une performance inférieure aux jeunes sur les trois épreuves de TdE; 2) un écart plus important entre les groupes sera observé au C&I, comparativement à l'écart marqué par les tâches Histoires Étranges et Faux pas; 3) le C&I sera significativement corrélé avec les deux autres épreuves de TdE.

Pour la seconde étude, les objectifs visés sont les suivants : 1) vérifier si des participants atteints de SP et présentant des troubles cognitifs ont tendance à moins bien performer sur une batterie TdE que a) des participants atteints de la même affection mais sans trouble cognitif objectivé, b) des participants témoins sans trouble neurologique; 2) examiner la contribution de certaines fonctions cognitives dites frontales dans l'aptitude à inférer des états d'esprit. Les processus particulièrement observés seront les fonctions exécutives d'une part et la formation de concepts et le raisonnement d'autre part.

Les hypothèses vérifiées par la seconde recherche sont les suivantes : 1) les patients atteints de SP qui présentent des troubles cognitifs auront une performance significativement inférieure sur les tâches évaluant la TdE que les participants témoins et les patients atteints de SP sans troubles cognitifs objectivés; 2) les fonctions cognitives frontales (fonctions exécutives et formation de concept / raisonnement) contribueront de façon significative à la performance en théorie de l'esprit; 3) parmi les trois tâches évaluant la TdE, le C&I sera celle qui permettra le mieux de discriminer entre les groupes qui présentent ou non des troubles en matière de TdE.

CHAPITRE II**ARTICLE 1**

INTERPRETING SPEECH AND BEHAVIOR

Interpreting Speech and Behavior: Theory of Mind in Young and
Older Adult Populations

Julie Ouellet, Jacques Bernier, Sandra Martel, Chantal Poulin, Valérie Bédirian, Simon
Charbonneau, Caroline Bertrand-Gauvin and Peter B. Scherzer

University of Quebec in Montreal

Cet article a été soumis à Psychology and Aging
Octobre 2005

Author Note

Julie Ouellet, Psychology Department, University of Quebec in Montreal; Jacques Bernier, Psychology Department, Université du Québec à Montréal; Sandra Martel, Psychology Department, Université du Québec à Montréal; Chantal Poulin, Psychology Department, Université du Québec à Montréal; Valérie Bédirian, Psychology Department, Université du Québec à Montréal; Simon Charbonneau, Psychology Department, Université du Québec à Montréal; Caroline Bertrand-Gauvin, Psychology Department, Université du Québec à Montréal; Peter B. Scherzer, Psychology Department, Université du Québec à Montréal.

Sandra Martel is now at the Psychology Department, University of Sherbrooke. Chantal Poulin is now at the Research unit on children's psychosocial maladjustment, Arts and Sciences Faculty of Montreal University.

This research was supported in parts by grants from the Université du Québec à Montréal Foundation.

Correspondance concerning this article should be addressed to Julie Ouellet, Department of Psychology, Université du Québec à Montréal, P.B. 8888, Stn. Centre-Ville, Montreal, Que., Canada, H3C 3P8. E-mail: ouellet.julie@uqam.ca

Résumé de l'article. La théorie de l'esprit (TdE), soit l'aptitude à imaginer chez autrui les états d'esprit qui pourraient rendre compte de ses comportements, fut abondamment étudiée chez les enfants normaux et autistes, de même qu'auprès de populations adultes ayant subi des lésions cérébrales. Cependant, très peu d'études ont examiné ce qu'il advient de cette habileté sociocognitive au décours du vieillissement normal. L'étude de la TdE auprès des aînés est une voie de recherche intéressante puisque ces derniers présentent typiquement les signes cliniques classiquement attribués à une dysfonction frontale, et il est bien connu que la TdE est vulnérable à l'apparition de troubles frontaux. L'objectif principal de cette recherche consiste à examiner la performance d'un groupe de personnes âgées sur une batterie de tâches évaluant la TdE, et de comparer leurs résultats à ceux d'un groupe d'adultes d'âge moyen. Le deuxième objectif est d'évaluer la validité concomitante et la sensibilité d'une des trois tâches comprise dans la batterie, le test Conversations et Insinuations (C&I). Cette tâche est une épreuve vidéo présentant des extraits d'émissions télévisées populaires et adaptées pour la recherche. Développé dans notre laboratoire, le C&I vise à refléter plus que toute autre tâche la richesse et la subtilité des interactions sociales qui requièrent une TdE.

Cinquante-deux personnes âgées de 60 à 85 ans et 20 adultes plus jeunes, âgés de 20 à 40 ans, ont été évalués à l'aide de la batterie de TdE. Comme critère d'inclusion, les participants du groupe aîné devait obtenir un résultat satisfaisant au *Dementia Rating Scale*, une mesure d'évaluation d'indices précoces de démence. Au plan de la TdE, le test des Histoires Étranges, une épreuve papier fréquemment utilisée dans le domaine, fut notre mesure étalon. Elle consiste en 16 courtes histoires dont la moitié sollicite la théorie de l'esprit du lecteur, tandis que l'autre moitié comprend des histoires contrôles. Dans la condition expérimentale, le lecteur doit répondre à une question-test en faisant appel aux états d'esprit d'un personnage. En second lieu, le test des Faux Pas

comprend de courtes histoires écrites mettant en scène des personnages qui font une bourde, et où il est aussi requis d'identifier les états d'esprit des protagonistes. Enfin, la tâche C&I complète la batterie. Il s'agit d'une épreuve vidéo qui présente de courtes scènes montrant des personnages engagés dans des conversations porteuses d'ironies, de messages indirects, de mensonges et de faux pas. Cette tâche présente plusieurs qualités originales : son format vidéo lui confère un dynamisme et une «multimodalité» qui s'approchent des expériences de la vraie vie; son rythme et la pluralité des indices (verbaux et non verbaux) qu'elle contient la rendent plus complexe, donc plus sensible à des éventuelles limites subtiles de la TdE.

Les participants âgés se sont avérés significativement plus faibles sur les trois épreuves sociocognitives. Le test des Histoires Étranges et le C&I ont permis de déceler des différences plus importantes entre les deux groupes ($p = 0,0001$), ce qui semble traduire une plus grande sensibilité discriminante de ces tâches. Au C&I, l'erreur la plus fréquente des personnes âgées consistait à interpréter les répliques d'une façon concrète, sans aller au-delà du strict sens des mots. Enfin, les corrélations entre le C&I et les deux autres épreuves sont apparues globalement modestes.

Cette étude montre que les habiletés en TdE, à l'instar d'autres fonctions supérieures, semblent se détériorer au cours du vieillissement normal. Les résultats des personnes âgées suggèrent en outre que leurs limites sociocognitives peuvent nuire à leur appréhension de certaines situations sociales telles que reflétées par le test C&I. Par ailleurs, il est intéressant d'observer qu'une petite proportion de personnes âgées affiche une TdE normale, voire supérieure à celle des participants plus jeunes. Enfin, le faible recouplement entre les trois éléments de la batterie suggère que ces épreuves, de par leurs différences en termes de méthodologie et de contenu, doivent être

envisagées non pas comme étant comparables, mais plutôt comme étant complémentaires et mesurant différents aspects d'un même construit.

Abstract

This study addresses the question of whether theory of mind deteriorates, remains stable, or improves with age. Fifty-two healthy older and twenty younger participants were tested, using a test battery designed to evaluate adults' theory of mind, i.e. their ability to interpret other people's intentions and mental states. The test battery included a new test, *Conversations and Insinuations*, consisting of four video clips. Older adults performed more poorly than younger participants on all tasks, confirming a decline in theory of mind with advancing age. Results are discussed in terms of the possible underlying mechanisms that give rise to mental state attribution difficulties, and the need to examine closely the factors that allow some older individuals to preserve their socio-cognitive abilities.

Keywords: theory of mind, aging, naturalistic task.

Introduction

Although a great deal of information is available about theory of mind development in children and in some neurological populations, there has been very little work on the relationship between this ability and cognitive aging. Theory of mind is the skill that allows one to attribute mental states, thereby facilitating interrelations with others. It would seem that the study of theory of mind in an older population is a valid issue since normal aging is associated with various changes in the structures and functions of the brain that are purported to be associated with this ability. Theory of mind has indeed been closely linked to frontal lobe function (Apperly, Samson, Chiavarino and Humphreys, 2004; Sabbagh, Moulson and Harkness, 2004; Stuss and Anderson, 2004; Stuss, Gallop and Alexander, 2001).

A rapid decline of several frontal cognitive functions, possibly starting as early as 50 years of age, has been frequently observed (Amieva, Phillips and Della Sala, 2003; Braun, 2000; Grigsby, Kaye and Robbins, 1995; Kliegel, Eschen and Thöne-Otto, 2004). Several authors have particularly focused on the negative effect of age on executive abilities, a typical frontal lobe function (Daigneault, Braun and Whitaker, 1992; De Luca et al., 2003; Fristoe, Salthouse and Woodart, 1997; Park et al., 2002; Volkow et al., 2000). Recent neuroimaging studies have also shed light on the so-called «frontal-lobe-aging hypothesis», which postulates that frontal lobes show earliest and most rapid decline in normal adult aging (Lamar, Yousem and Resnick, 2004).

It is only recently that studies concerned with cognitive aging have focused on social cognitive variables such as theory of mind, and there appears to be only a few studies to date examining this construct in healthy older subjects. Happé (1994) developed the *Strange Stories* task to

access and measure theory of mind in adults. It consists of 16 written passages, half of which requires the reader to comprehend and infer the characters' intentions and mental states, whereas the control stories only require the reader to make physical inferences. This task is probably the most widely used measure in theory of mind studies with adult populations (Fletcher et al., 1995; Happé, Brownell and Winner, 1999; Happé, Heavy, Philips, Baron-Cohen and Rutter, 2000; Malhi and Checkley, 2001; Maylor, Moulson, Muncar and Taylor, 2002; Shaw et al., 2004; Sullivan and Ruffman, 2004). It is easy and fast to administrate, making it a good standard measure that also allows for a direct comparison between different studies.

Using their task, Happé, Winner and Brownell (1998) found some intriguing results with 67 young (mean age = 21) and 19 elderly (mean age = 73) participants. They found that, compared to young adults, older individuals were superior «mind-readers» as a group on the theory of mind condition, while there was no difference between the two groups on the control stories (requiring physical inferences). Based on these results, the authors concluded that there might be a specialized «mind-reading» mechanism in the brain that is resistant to age-related changes, and that this ability is a reflection of the extensive life experience that comes with age, hence their title *The getting of wisdom, theory of mind in old age*.

In light of what is known about aging and cognitive functions, these results appeared to be counter-intuitive and a few studies were in fact, unable to replicate the original results using the same theory of mind measure. Maylor et al. (2002) compared 25 young, young-old and old-old participants (mean ages = 19, 67 and 81 years old respectively) on their understanding of the *Strange Stories* under two conditions: with and without the need to memorize the information. Their results did not support those obtained by Happé's team: the younger group was superior to

both older groups when participants could not refer back to the stories before answering test-questions (memory load condition comparable to Happé et al.'s experiment). When there was no memory load, the old-old group's performance still differed significantly from the two younger groups', which would exclude a memory deficit as a possible explanation for the relatively poor performance by the older participants. A second experiment focused solely on the younger and older groups, each one comprised of 30 participants of unequal education levels (15.6 and 11.2 years, respectively). The aim was to explore the relationship between theory of mind and executive abilities- as measured by the WCST and oral fluency -, vocabulary and psycho-motor speed. Group differences on the theory of mind *Strange Stories* remained significant after executive measures were taken into account. Moreover, a multiple regression model highlighted an independant contribution of age to theory of mind performance, which would tend to exclude the influence of executive functions, vocabulary and psycho-motor speed as significant predictor variables.

Sullivan and Ruffman (2004) explored the relationship between aging, theory of mind, fluid and crystallized intelligence. They sought to determine whether impairment in theory of mind in old age as demonstrated by Maylor et al. (2002) was better explained by a decline in fluid intelligence or by a specific deterioration of the ability to draw inferences. The authors postulated that fluid intelligence, which normally declines with advanced age, should correlate more strongly with performance on the mental condition than with performance on the physical condition of the *Strange Stories*, since the former is more demanding in terms of working memory and general fluid abilities. Included in the material were two other measures of theory of mind that required no manipulation of information, thus reducing the demand on fluid intelligence: an emotion recognition test based on picture presentation and a test that requires

understanding what someone was feeling, based on short silent video-clips. The authors believed that a deficit in the older group on these two tasks would indicate a pure theory of mind deficit rather than reflecting diminished abilities in fluid intelligence or language. On the other hand, a comparable performance by the two groups would reduce the theory of mind deficit of older people on the *Strange Stories* to an artifact, as their theory of mind limitations could be explained by their limitations in fluid abilities. The performance of 24 older subjects was compared to an equal number of younger subjects (mean age respectively = 73 and 30 years). The older group was screened for early signs of dementia using the *Mini-Mental State Examination* (MMSE). In line with Maylor et al.'s results, Sullivan and Ruffman found a general decline in theory of mind skills with old age. More interestingly, they found that the difference between age groups on the mental condition of the *Strange Stories* was indeed related to the measures of fluid intelligence, whereas there was no relationship between fluid intelligence and the two other theory of mind tasks. The results provide evidence that a decline in fluid intelligence does contribute to theory of mind impairments but cannot fully explain it since measures involving low working memory demands still reveal impaired theory of mind in the elderly.

Other studies did not find such a clear age-effect using other measures of theory of mind. MacPherson, Phillips and Della Sala (2002) found no general age-related changes on three tasks of emotion and social-decision making, including a measure that explored understanding of *Faux Pas*. This task is similar in format to the *Strange Stories*, as it is presented on paper and requires the participant to infer mental states. In each story, a character involuntarily commits a social slip; the participant is asked to recognize the *faux pas* and infer mental states to the «committer» and the «victim». Participants separated in three age-groups (20-40; 40-60; 60-80 years) proved to be equally adept on the *Faux Pas* and on most other social measures used in the study.

Phillips, MacLean and Allen (2002) used a large battery of emotion understanding tasks, including two substests from the Multidimensional Emotional Intelligence Scales (MEIS), the *Eye Test of Theory of Mind* that investigates ability to infer thoughts or feelings from a picture of the eyes, the Ekman battery of faces, and an emotional empathy questionnaire. They recruited 30 young (mean age = 29.9) and 30 old (mean age = 69.2) participants, of unequal education level. An overall age effect in favor of the younger group was found only on the *Eye Test* after education and intelligence were covaried.

From the studies described above, the data seem to support the hypothesis of a poorer ability to infer mental states for individuals over 65 years of age, and the decline seems to be independent of demographic factors, memory function and intelligence skills. However, these conclusions are drawn from performances of elderly people on tasks that appear to be lacking in ecological validity. Happé's *Strange Stories* are written scripts that by definition omit all non-verbal information that might facilitate the interpretation of social situations; Sullivan and Ruffman's video task constitutes a step towards realism but the measure is limited to recognition of emotions (2004). Our aim was to further explore mind-reading abilities of healthy elderly individuals with a video task that would be more ecological, tapping the ability to apprehend mental states in the context of dynamic interactions between characters. *Conversations and Insinuations* (C&I) is an instrument that is situated somewhere between the *Strange Stories* and Sullivan and Ruffman's video task. Like the *Strange Stories*, it tells short tales that have a plot. Like Sullivan and Ruffman's task, it possesses realism, dynamism, and non-verbal cues. In C&I, participants are asked to interpret behaviors and speech that convey irony, lies, faux pas, and indirect messages through situations that we believe, reflect the richness, subtlety and variety of normal social interactions. It is composed of four short clips (approximately 2 minutes) extracted

from Quebec, Francophone television series. The clips differ from each other in terms of characters, situations and the places that they feature. However, they all have in common the fact that the characters' lines and behaviors carry implicit meaning, detectable by attributing mental states based on observation of non-verbal language and context. The memory load of the task is kept to a minimum by the fact that the scenes are interrupted with pauses in order to allow the participants to interpret a line or a behavior that has occurred just seconds before. In addition, two other tasks that have proved to be useful in identifying theory of mind impairments in adult populations are used in this study, in order to measure the concomitant validity of *C&I*: the *Strange Stories* task (Happé et al., 1998), and the *Faux Pas* task (adapted from Stone, Baron-Cohen and Knight, 1998).

Our hypotheses are as follows: first, it is postulated that the performance of the older participants will be poorer than younger ones on all three theory of mind tasks. Second, we hypothesize that the *C&I* task, being more complex and requiring relatively rapid on-line processing of information, would elicit a more significant difference between the younger and older groups than the two other paper tasks. Third, we postulate that *C&I* will correlate significantly with the two other theory of mind tasks.

Methods

Participants

A total of 77 individuals (57 older adults, 20 younger adults) participated in this study. All subjects were recruited on a voluntary base from various sources: through a university database, through a local senior citizen's activities center and through family and friends of the experimenters. The first language of all participants was Canadian French. All participants were first interviewed in order to insure that they had no past history of stroke, psychiatric or other neurological conditions (ADHD, learning disorders, etc.).

Mean age of the senior group was 71.1 (range = 60-85). Education level ranged from 5 to 20 years ($M = 11$ years; $SD = 4.6$). All older participants were living independently. Forty-four out of the 57 senior participants were screened for early signs of dementia using the Dementia Rating Scale (DRS) (Mattis, 1988). A cut-off point of 125 was used following results obtained by Vangel and Lichtenberg (1995), who reported that a cut-off score of 125 correctly classified 87% of their 90-subject sample as cognitively intact vs impaired. Five participants were excluded on this basis, leaving 52 participants in the older group (39 for whom the DRS score was known plus 13 who were not administered the DRS). The average score of the remaining senior participants on the DRS was 134.1 (range = 125-144).

The senior group was compared with 20 younger participants ranging in age from 20 to 40 years ($M = 26.6$; $SD = 6.1$). Their mean level of education was 15 years (range = 10-16). There was a significant difference between groups on this measure, $F(1, 70) = 30.38, p < 0.0001$.

Material

The Strange Stories Task

The stimuli were those used by Happé et al. (1998). They were translated into French using a «translation-retranslation» method. The *Strange Stories* were created for an adult population, and comprised 16 short stories to be read by the subject. All stories are followed by a test-question. Half of the stories require an appreciation of a character's mental states (desires, thoughts) in order to correctly answer the question, whereas the eight control stories involve making a physical inference. Reliability and validity data concerning the *Strange Stories* has not been published, but the task has been used in many studies and has proved to discriminate between various populations (Fletcher et al. 1995; Happé, Winner and Brownell, 1998; Happé, Brownell and Winner, 1999; Heavy et al., 2000; Happé, Malhi and Checkley, 2001; Maylor et al., 2002; Shaw et al., 2004; Sullivan and Ruffman, 2004). An example of a *Strange Story* is included in the Appendix.

The Faux Pas Task

This task was inspired by the stimuli described in a paper by Stone, Baron-Cohen and Knight (1998). They created short written stories where a character commits a «social faux pas», i.e. unwittingly says something out of place that might hurt someone's feelings. We created four new passages of our own along similar lines. Participants are asked to read the stories and answer four questions for each story. The questions are similar to those used by Stone et al. They are: 1) Did someone say something they shouldn't have said, and if so, who said it? (tests for detection of faux pas); 2) Why shouldn't they have said it? (requires understanding mental state of listener);

3) Why did they say it? (requires understanding mental state of speaker); 4) How do you think the victim of faux pas feels?

No validity nor any reliability data has been published for the *Faux Pas* task, but it has been used in previous studies and has shown to discriminate between various populations (Stone, Baron-Cohen and Knight, 1998; Baron-Cohen et al., 1999; Gregory et al., 2002; MacPherson et al. 2002; Shaw et al., 2004). As for the stimuli used in this study, they were amongst ten faux pas stories created for a previous study and were selected for this study on the basis of their efficiency in generating adequate and unambiguous responses in a normal adult sample of 15 participants (Ouellet et al., 2002). An example of a faux pas story is depicted in the Appendix.

The Video Task: Conversations and Insinuations (C&I)

This task specifically aims at measuring, in an ecologically valid way, subtle deficits of theory of mind in an adult population. It consists of four clips lasting from 1 min 30 sec to 2 minutes. Clips were taken from two television programs and digitalized in order to be presented on a laptop computer. Each clip featured two to four actors interacting in a familiar context (kitchen, restaurant, hospital). The four scenes depicted different generations and types of relationships (roommates, husband and wife, brother and sister, grand-mother and grand-son). Pauses were inserted into the scenes in order to ask the participant a test-question concerning the character's lines or behavior. The task contains a total of 21 multiple-choice questions.

Construction of the video task

A team of four judges initially viewed more than 50 hours of television series, looking for clips involving two to four characters in a social interaction lasting approximately 2 minutes. Thirty

clips met these conditions. The same judges then drew up a short list of five clips based on the following criteria:

- a) Implicit messages: Each clip must contain at least a few conversation lines that convey implicit messages, i.e. messages that can be understood only if one reads between the lines, in other words if one makes a mental inference. For example, an ironic line is considered to convey an implicit message, since the viewer must attribute to the character an intention to mean the opposite of what is actually said.
- b) Independence of the clip: Each clip must be able to stand alone, i.e. to present a short story that is easy to understand by itself, without requiring any reference to characters or other content extraneous to the clip.
- c) Simplicity: The content of the conversations contained in the scene must be easy to understand and must be without strong dramatic content.

The four judges produced a total of 23 questions requiring mental inferences for the five clips altogether. This version of the task (5 clips and 23 questions) was used for a pilot-study involving young and older participants ($N = 15$ in each sample) (Ouellet et al., 2001). On the basis of this pilot-study, one scene was deleted from the task because one of the characters used slang that many participants had difficulties understanding. The revised version of *Conversations and Insinuations*, containing 4 clips and 21 test-questions, was retained for the present study.

Test-questions and answers in Conversations and Insinuations

The task assesses the participant's ability to interpret the intention or the emotional state behind an implicit message conveyed by a character or behind an ambiguous behavior. To this end,

pauses were programmed to occur automatically during the clips, right after a character's target-line or behavior. There are three to six pauses per clip depending on the clip. During the pause, the experimenter asks the participant a test question and a four-choice response appears on the screen. This step-by step questioning was designed to minimize the contribution of working memory to performance. Test questions concern three types of interpretations, all of which require the inference of a mental state:

- a) Why do you think she/he said that? (Interpretation of an implicit message)
- b) Why do you think she/he did that? (Interpretation of a behavior)
- c) How do you think she/he feels at this moment? (Interpretation of an emotion)

The target-lines spoken by the characters include the following language acts: irony, faux pas, lies and indirect messages. An example of two target-behaviors to be interpreted is as follows: a woman hits her roommate with a newspaper in order to put an end to a discussion, an elderly woman gets cranky because a lie she told might be revealed. The emotions to be inferred are: aggressiveness, being upset, and uneasiness. An example of an implicit message related by a character and the four-choice answers proposed is included in the Appendix.

Participants are asked to identify, among four choices, the one that best explains the implicit message, the behavior or the emotion that has just been exhibited by the character. Along with the target-answer, three foil-answers are presented in a random order. The categories of foil answers were inspired by the work of Rowe, Bullock, Polkey and Morris (2001). For questions concerning identification of an emotion, the foil-answers are plausible but less accurate emotion-

words. For questions concerning a characters' implicit message or behavior, the foil-answers are of three types:

- 1) Non-interpretative: a response that reiterates the words spoken by the character or describes the behavior in a factual fashion, without any attempt to attribute a mental state
- 2) Incorrect mental state attribution: a response that provides a wrong explanation based on a mistaken mental state attribution
- 3) Inappropriate response: a response containing no inference and describing a fact irrelevant to the story.

Procedure

All participants were tested individually in a university laboratory at the Université du Québec à Montréal, or in their own home as long as it was a quiet environment. The Dementia Rating Scale (Mattis, 1988) was always the first task to be administered to senior participants. As for the three theory of mind tasks, their order of administration was randomly varied across the participants. All tasks were administered to each participant on one occasion within a 2.5 to 3 hour-session.

Strange Stories and Faux Pas Tasks

Participants were presented with a test booklet that included all sixteen passages of the *Strange Stories* and all four passages of the *Faux Pas* task. They were asked to read each story silently, at their own speed and to answer the questions aloud. Participants were allowed to refer back to the story in answering the questions, in order to minimize memory requirements.

The participants' answers to the *Strange Stories* task were later scored according to the marking scheme developed by Happé et al. (1998): (0) point for an incorrect answer; (1) point for a partially correct answer and (2) points for a fully correct and explicit answer. For the *Faux Pas* task, scoring was either (0) or (1) point for questions 2-4. The first question, «Did someone say something they shouldn't have said, and if so, who was it?» was to verify if the participant had actually detected a faux pas, and was not scored.

Conversations and Insinuations (C&I)

For the video task, participants were told that they were to watch on a computer screen four clips about 2 minutes long, taken from TV programs. Participants were told that they need not be familiar with the TV program in order to do the task. Clips were shown in a random order across all the participants. Participants were instructed that pauses would be made during the clips, during which time they would be asked to interpret the lines or behaviors of characters from the clip. The clips were stopped at about twenty seconds intervals and the participant was questioned about what had just been said or done by one of the characters. Participants were instructed to watch and listen carefully to the scene, without trying to memorize anything since it was not a memory task. They were also instructed to take as much time as needed to choose the best possible answer among the four choices that would appear on the screen, and that it was possible to re-play the target-line or the target-behavior if needed. This measure was only used a few times throughout the whole study. Participants did not have to manipulate the computer during the task; their answers were recorded on a sheet of paper by the experimenter and scored (1) or (0) point according to whether they chose correctly or not.

Results

Conversations and Insinuations (C&I)

Internal Consistency of the Task

An internal consistency estimate using the Cronbach Coefficient alpha was calculated within the senior group of participants ($N = 52$). This type of reliability ensures that all the items in the test are measuring the same trait, in this case «ability to attribute a mental state». In the process of estimating internal consistency, four items appeared inconsistent with the global score and so were eliminated, leaving 17 items to the task. The consistency coefficient obtained was then .74, indicating that the global score is relatively homogenous.

It should be mentioned that in estimating this type of reliability, a value of .80 or greater is considered optimal (Benson and Clark, 1982). However, Adams (1964) suggests that the minimum accepted value for a reliability coefficient is of .50 when assessing the performance of a group. Lastly, Vallerand (1989) notes that values ranging between .70 and .85 are generally acceptable.

Convergent Validity of the Task and Inter-tasks Correlations

We computed correlations between our video task and the two other theory of mind tasks used in this study, in order to estimate the convergent validity of the *C&I* task. Once again these analyses were done only within the senior group because ceiling effects were found for all three tasks in the young adults group. Indeed, ceiling effects considerably limit the possibility of conducting this analysis with younger healthy adults.

For the senior group, there was a significant correlation between performance on *C&I* and the *Faux Pas* task ($r = .51, p < .0001$), and between *C&I* and the mental inference condition of the *Strange Stories* task ($r = .30, p < .05$). However, the correlation between performance on the *Faux Pas* task and the mental inference condition of the *Strange Stories* was not significant ($r = .25, \text{ ns}$). There was a significant correlation between performance on the two conditions of the *Strange Stories* (was significant) ($r = .40, p < .001$). Furthermore, the correlations between performance on the physical condition of the *Strange Stories* and the *C&I* task and the *Faux Pas* task, were also significant ($r = 0.41, p < 0.01; r = 0.32, p < 0.05$).

Between-group Differences on Tasks Assessing Theory of Mind

Results of the comparisons between young individuals and their older counterparts are presented in Table 1. Planned comparisons using separate one-way ANOVAs were conducted on each theory of mind task. Overall, senior participants scored significantly lower than young participants on all three tasks assessing theory of mind, suggesting that they had greater difficulty on these measures, including the physical condition of the *Strange Stories*. The pattern of results was almost exactly the same when the 13 senior participants who were not administered the DRS were excluded from the ANOVA analysis. The only difference concerned the physical condition of the *Strange Stories*; the analysis excluding the 13 participants revealed a significant difference at the .05 level instead of .001.

Given that older and younger subjects differed significantly in terms of education level, we statistically controlled the effects of this variable to examine whether it could account for the differences in theory of mind performance between the two age groups. Thus correlation

analyses between theory of mind performances and education were first calculated. They proved to be significant across the two groups for the *C&I* task, and were significant in the older group only for the mental inference condition of the *Strange Stories*. The correlation analyses are presented in Table 2. An analysis using education as a covariate was then conducted. It revealed the same pattern of results as that when the influence of education is not accounted for: *C&I*, $F(1, 70) = 19.89, p < .0001$; mental inference condition of the *Strange Stories*, $F(1, 70) = 31.53, p < .0001$. These results indicate that the significantly lower level of education of the elderly group did not account for its lower performance on theory of mind tasks.

INSERT TABLE 1 HERE

Also in order to fully control for the education variable that may obscure the effect of age on theory of mind performance, we re-analyzed the data with a repeated ANOVA, using a matched pairs design. Eleven dyads matching an older and a younger subject of equal education level were considered for this analysis. Using this design, the between-groups differences on the two tasks that correlated significantly with education still proved to be significant: *C&I* task, $F(1, 10) = 12.01, p < .05$; mental inference condition *Strange Stories*, $F(1, 10) = 10.02, p < .05$.

Qualitative Error Analysis in Conversations & Insinuations

Post-hoc analysis were made in order to examine what types of errors were committed by subjects of both groups when responding to the seventeen items in *C&I*. Results in percentage are presented in Figure 1. Not surprisingly, older participants committed proportionally more errors of all kinds (non-interpretative, incorrect mental state attribution, inappropriate response)

when choosing among the four choices. The most frequent error made by the older group was the non-interpretative error. When asked «Why did he/she say that?», older participants were much more likely to choose the answer that only repeated the words spoken by the character, without any attempt to attribute a mental state. Only 1.3 % of young participants' answers fell into this type of error, compared to 15 % for the older group. The second most common error made by this group was choosing the incorrect mental state attribution (10 % of answers in the older group versus 1 % in the younger group). There was also a slight tendency for older participants to provide inappropriate responses; 6.8 % of the time they chose the answer that described a fact that was irrelevant to the story and contained no inference. In comparison, younger subjects' answers fell into this category only 1 % of the time. It is also interesting to note that for a small proportion of questions, a few older subjects refused to choose among the four choices and stated that no answer was a correct answer. None of the younger participants ever gave this kind of response. Finally, it was found that 12 out of 20 (60 %) of the younger participants achieved a perfect score for the *C&I* task, whereas only 3 out of 52 (5 %) of older participants were able to do so. The proportions of young and older subjects achieving a perfect scores on the *Strange Stories* (mental state condition) are respectively 1 out of 20 (5 %) and 0 out of 52, and on the *Faux Pas* task it is 12 out of 20 (60 %) and 12 out of 52 (23 %).

Correlations

Correlations between age and performance on theory of mind tasks within the older group all proved to be significant. The correlation data obtained within the older group for all three tasks of theory of mind are included in Table 2. The ability to attribute mental states tends to deteriorate as one grows older. Interestingly, this tendency does not show up when we look at

performance on the physical condition of the *Strange Stories*, indicating that while reasoning about mental states tends to become increasingly difficult with advancing years, reasoning about physical situations seems to remain stable, although performance is not as good as in the younger group. On the other hand, none of the correlations between theory of mind tasks and age were significant within the younger group.

INSERT TABLE 2 HERE

Subgroups Among Older Participants

In order to allow for a direct comparison with Maylor et al.'s (2002) and Sullivan and Ruffman's (2004) studies, we divided the older group into two subgroups of equal education. Thus, we had a young-old group (mean age = 63; range 60-65; $n = 15$) and an old-old group (mean age = 80; range 74-85; $n = 15$). They were examined with separate one-way ANOVAs on all three theory of mind tasks. Contrary to what was reported by Sullivan and Ruffman and Maylor et al., we did observe significant differences between the two subgroups for all measures involving mental state inferences, but not on the physical condition of the *Strange Stories*, $F(1, 28) = 0.15; p = .69$.

Next, we examined whether the young-old group actually exhibited impaired theory of mind abilities compared with the younger group, or if overall lower performance from the elderly group depended mainly on the old-old subgroup's performance. To this end, unplanned comparisons using one-way ANOVAs were conducted between the young ($N = 20$) and the young-old group ($n = 15$) for all theory of mind tasks. The two groups were of equal education

level. These analyses revealed highly significant results for *C&I*, $F(1, 33) = 14.16, p <.001$, and for the mental inference condition of the *Strange Stories*, $F(1, 33) = 18.83, p <.0001$. There was no group differences for the *Faux Pas* task, $F(1, 33) = 0.99, p <.32$, nor for the physical condition of the *Strange Stories*, $F(1, 33) = 1.82, p <.18$.

INSERT FIGURE 1 HERE

Discussion

The present study investigated the performance of older and younger adults on three advanced theory of mind tasks, including a naturalistic test that was more complex and closer to real-life situations than those used in previous research. Our first hypothesis predicted that healthy elderly individuals would perform more poorly than younger participants on all three measures investigating the ability to attribute mental states. This prediction proved to be true, confirming a decline in theory of mind in older individuals. These results are in opposition to those of Happé et al. (1998) and MacPherson, Phillips and Della Sala (2002), but they are consistent with other studies suggesting an age difference in mental state attribution abilities (Maylor et al., 2002; Phillips, MacLean and Allen, 2002; Sullivan and Ruffman, 2004). Our finding that older people are less able to attribute mental states concurs with the well-established changes in frontal lobe functioning that accompany advancing age, suggesting that theory of mind is no exception to this change.

Given that older age affects some aspects of social cognition, it is interesting to ask *why*? What makes most elderly adults less able to attribute mental states? There is convergent evidence that deficits in theory of mind in various adult populations (normal and clinical) are independent of IQ measures, executive functions, memory and demographic data such as education (Maylor et al., 2002; Rowe et al., 2001; Saltzman et al., 2000). Does theory of mind then depend on a specific, independent module that is adversely affected by age, much like other cognitive functions? Or, are there other mental processes - unexplored to date in relation to theory of mind-

and which could account for a decline in social reasoning? In the present study, the qualitative analysis of errors made by the elderly on the *C&I* task may help us attempt to answer the latter question. Most of older participants' errors consisted of choosing the concrete interpretation from among the four possible choices, e.g. the answer that basically was a repetition of the line said by the character, without going beyond the literal sense. Hence, their most salient interpretation errors appeared to be due to increased concrete thinking, which translates into a difficulty transcending the literal sense of the message in order to grasp the underlying message. For example, in a video clip featuring a sister and her brother having an argument, the brother suddenly says: «*Don't we love each other? Isn't family spirit a nice thing?*». When asked why the character said that, many elderly individuals chose the answer «Because he thinks family spirit is a nice thing» rather than «Because he thinks that for a sister and a brother, they don't exhibit much family spirit». This type of concrete attitude indicates a difficulty to conceive of or to be aware of that which is not immediately present, that which cannot be heard, seen or touched. Although we have some indirect indications that abstract thinking deteriorates with age, as assessed by tasks of concept formation (Rhodes, 2004; Ridderinkhof, Span and van der Molen, 2002), the ramifications of this deterioration have been scarcely explored, especially in relation to theory of mind. Such an investigation might reveal that mental-state attribution depends to some extent on the ability to think beyond the concrete aspects of a situation.

Alternatively, it can be postulated that the apparently concrete responses given by the older participants on *C&I* were in fact attributable to working memory and integration deficits, thereby causing a difficulty in considering the whole context of the situation in responding to the question. However if this was the case, we would expect to observe a better performance on tasks

where all the necessary information is immediately available, therefore facilitating integration, such as in the case of the *Strange Stories* and the *Faux Pas*. However, there did not appear to be any facilitation effect, as the older participants' performance was also significantly impaired on these tasks. In a well-designed study that examined several executive functions in relation to theory of mind, Rowe et al. (2001) found that integration / sequencing deficits and theory of mind limitations were independent of each other in a group of frontal lobe lesionned patients. A third explanation for the older's participants difficulties in attributing mental states to others may be that they simply have fewer occasions to practice this ability, being possibly more isolated and less socially involved as a group than younger adults, who are more frequently exposed to a variety of interactions with work colleagues and family members. Older individuals may therefore be less sensitive to hidden messages in social situations because this ability is less required of them, hence less practiced. In line with this argument, individuals with less satisfactory social support have been found to have a lower level of social skills abilities (Hansson, Jones and Carpenter, 1984).

In light of our results and those of other authors who found a decline in theory of mind abilities in older individuals, how can Happé et al.'s (1998) results be best explained? Our study featured the same stimuli as Happé and colleagues, although not quite the same procedure (participants had the opportunity to re-read the stories before answering test-questions in our study). The answer might lie in a sampling bias in the Happé et al.'s older group, a suggestion made by the author herself (personal communication, 2002). It seems that the nineteen older participants in her study were all recruited from a pool of volunteers. They might have been more active, in better global neurological health, and were very likely more test-sophisticated than the average

individual of this age. As well, the relatively small number of participants in Happé et al.'s sample may have further contributed to the bias.

Apart from their performance on the theory of mind condition of the *Strange Stories*, we must comment upon the older participants' inferior performance on the *physical* condition of the same task. This is unexpected and harder to explain. Other studies that explored age-related changes in theory of mind using the *Strange Stories* never found significant differences on the control condition of the task. Although Sullivan and Ruffman (2004) did observe a trend for their younger group to do better on the physical stories, the effect did not quite reach the significance level ($p < .08$). Given the normal scores of our senior group on the *Dementia Rating Scale*, we cannot postulate that a general cognitive decline negatively influenced all reasoning measures, including mental and physical reasoning. One hypothesis is that the greater sample size of senior participants in our study (52 vs 19 in Happé et al., 30 in Maylor et al. and 25 in Sullivan and Ruffman) may have allowed for a better detection of an age effect. What further reinforces this idea is the fact that we found no differences on performances on the physical stories when comparing a sub-group of 20 young-young participants with 15 young-old and with 15 old-old individuals with equivalent education. Thus, it would seem that reasoning for physical situations is also adversely affected by age, but to a lesser extent than theory of mind reasoning, such that a small sample size will fail to reveal a significant effect. One limit of our study is the absence of control situations for the *C&I* and *Faux Pas* tasks. Additional data provided through control situations in these tasks could have contributed to clarify our understanding of the older participants' performance on the physical *Strange Stories*.

Our second hypothesis postulated that the video task, being more complex than the *Strange Stories* and the *Faux Pas* tasks, would better discriminate between groups. This hypothesis was only partially confirmed. *C&I* elicited a greater between-group difference than the *Faux Pas* task, although the performance of the older group was significantly lower on the latter task too ($p < .05$). Our *Faux Pas* task may have had a lesser discriminating power because it contains only a small (four) number of items. On the other hand, both the *C&I* and the *Strange Stories* tasks were more sensitive to group differences ($p < .0001$).

The fact that *C&I* and *Strange Stories* are only weakly correlated ($r = .30, p < .05$), and *Faux Pas* is more strongly correlated with *C&I* ($r = .51, p < .0001$) leads us to partially accept the third hypothesis that predicted a significant correlation between *C&I* and the two other theory of mind tasks. *C&I* and *Strange Stories* discriminate equally well between younger and older subjects but they are only moderately correlated. This suggests that the two tasks do not overlap very greatly, rather that they assess different aspects of theory of mind. However, they both appear to be very sensitive to group differences regarding the facets of theory of mind that they each measure. *Strange Stories* concern double-bluff (one story), mistaken beliefs (2), persuasions (2) and lies (3). The only overlap between *Strange Stories* and *C&I* concerns lies (3 versus 4 for *C&I*). *C&I* also requires the interpretation of indirect messages (3), irony (5), faux pas (2), emotions (2) and gestures (1), none of which are found in *Strange Stories*. These differences in content (while sharing one facet of theory of mind), as well as the differences in the way that theory of mind is measured (written stories versus video clips), might explain why on the one hand, they both discriminate well between groups but on the other hand, they are not very inter-correlated. Based

on these results, one would have to conclude that the two tests are dissimilar but complementary in the content that is polled.

The explanation for the lack of correlation between *C&I* and *Strange Stories* on the basis of their different method of measurement is weakened when we take into account the test of *Faux Pas*, which was very significantly correlated with *C&I*, $r = 0,51$, $p < 0.0001$, but not significantly correlated with the *Strange Stories*, $r = .25$, $p = \text{ns}$. This weak and unsignificant correlation between *Faux Pas* and *Strange Stories* is somewhat surprising given their common method of measurement and the fact that they both measure the same general construct (mental state attribution). However, as was almost the case for *C&I* and *Strange Stories*, there is no overlapping at all between *Faux Pas* and *Strange Stories* in terms of their specific content. From these correlation analyses, it can be said that different tasks using the same modality and measuring mental state attribution should not be considered equivalent if the inferences involved differ from one task to the other (e.g. faux pas vs lie, vs irony). Instead, they should be considered distinct and complementary. This seems to be the case for the measures that were used in the present study: *C&I* and *Faux Pas* share some social inferential processing which is the understanding of social slips, whereas *C&I* and *Strange Stories* both require the ability to decode lies, but most of all, these tasks tap separate and distinct aspects of theory of mind.

Perhaps the most interesting contribution of this study is that it allows for a more complete appreciation of how theory of mind limitations might impact on one's social life. Our video task explores mental state attribution in the context of conversations, where one is very often required to «read between the lines». *C&I* thus provides a good indicator of how older individuals' theory

of mind limitations would disturb their capacity to understand and respond adequately to fast-moving everyday social interactions. This study confirms that social abilities can be adversely affected by advancing age, even in healthy individuals. Knowing the extent of mental processes that tend to change adversely with advancing age is pertinent, but finding out how and why some elderly individuals escape this decline is the next promising step, especially in our aging society. It would be of great interest in future research to investigate what factors might help prevent a decline in socio-cognitive abilities such as theory of mind. In our sample of senior individuals, not only did some participants have a perfect score on two of the theory of mind tasks but 12 out of 52 (23 %) were above the mean of the young participants on one out of three tasks; 2 out of 52 (4 %) for two out of three task while one participant was able to outperform the average of the young participants on all three tasks.

Recent research has shown that high-performing older subjects on some cognitive tasks engage different neurocognitive networks than low-performing older subjects (Cabeza et al., 2002). The question is how do we explain the performance of the better performing older individuals? What cognitive compensatory mechanisms (if any) are being recruited in theory mind and other cognitive tasks? What protective factors if any, might retard age associated cognitive changes associated with theory of mind specifically? Very recently, physical activity (Yaffe et al., 2001; van Gelder et al., 2004; Kramer et al., 2002) and social resources (Barnes et al., 2004) have been associated with a reduced rate of cognitive decline in old age. More research should aim at finding out how older people can preserve and even enhance their socio-cognitive abilities. Researchers in the domain of neuropsychology are well situated to attempt to bring answers to

these important questions and contribute to the «getting of wisdom» that should profit older populations.

References

- Adams, G. S. (1964). Measurement and evaluation: In Education, psychology, and guidance. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Amieva, H., Phillips, L. & Della Sala, S. (2003). Behavioral dysexecutive symptoms in normal aging. *Brain and Cognition*, 53, 129-132.
- Apperly, I. A., Samson, D., Chiavarino, C. & Humphreys, G. W. (2004). Frontal and temporo-parietal lobe contributions to theory of mind: neuropsychological evidence from a false-belief task with reduced language and executive demands. *Journal of Cognition and Neurosciences* 16, 1773-1784.
- Barnes, L. L., Mendes de Leon, C. F., Wilson, R. S., Bienias, J. L. & Evans, D. A. (2004). Social resources and cognitive decline in a population of older African Americans and whites. *Neurology*, 62, 2322-2326.
- Baron-Cohen, S., O'Riordan, M., Stone, V., Jones, R. & Plaisted, K. (1999). Recognition of faux pas by normally developing children and children with Asperger syndrome or high-functioning autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 29, 407-418.
- Benson, J., & Clark, F. (1982). A Guide for Instrument Development and Validation (instrument development, occupational therapy, test construction). *The American Journal of Occupational Therapy*, 36, 12, 789-800.

Braun, C. M. J. (2000). *Neuropsychologie du développement*. Paris: Flammarion Médecine-Sciences, p. 221.

Cabeza, R., Anderson, N. D., Locantore, J. K., and McIntosh, A. R. (2002). Aging Gracefully : Compensatory Brain Activity in High-Performing Older Adults. *NeuroImage*, 17, 1394-1402.

Daigneault, S., Braun, C. M. J. & Whitaker, H. A. (1992). Early effects of normal aging on perseverative and non-perseverative prefrontal measures. *Developmental Psychology*, 8, 99-114.

De Luca, C. R., Wood, S. J., Anderson, V., Buchanan, J. A., Proffitt, T. M., Mahony, K. et al. (2003). Normative data from the CANTAB. I: Development of executive function over the lifespan. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25, 242-254.

Fletcher, P. C., Happe, F., Frith, U., Baker, S. C., Dolan, R. J., Frackowiak, R. S. et al. (1995). Other minds in the brain: a functional imaging study of «theory of mind» in story comprehension. *Cognition*, 57, 109-128.

Fristoe, N. M., Salthouse, T. A. & Woodard, J. L. (1997). Examination of age-related deficits on the Wisconsin Card Sorting Test. *Neuropsychology*, 11, 428-436

Gregory, C., Lough, S., Stone, V., Erzinclioglu, S., Martin, L., Baron-Cohen, S. et al. (2002). Theory of mind in patients with frontal variant frontotemporal dementia and Alzheimer's disease: theoretical and practical implications. *Brain, 125*, 752-764.

Grigsby, J., Kaye, K. & Robbins, L. J. (1995). Behavioral disturbance and impairment of executive functions among the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatry, 21*, 167-177.

Hansson, R. O., Jones, W. H. & Carpenter, B. N. (1984). Relational competence and social support. *Review of Personality and Social Psychology, 5*, 265-284.

Happé, F. (1994). An advanced test of theory of mind: Understanding of story characters' thoughts and feelings by able autistic, mentally handicapped and normal children and adults. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 24*, 129-154.

Happé, F., Brownell, H. & Winner, E. (1999). Acquired «theory of mind» impairments following stroke. *Cognition, 70*, 211-240.

Happé, F., Malhi, G. S. & Checkley, S. (2001). Acquired mind-blindness following frontal lobe surgery? A single case study of impaired «theory of mind» in a patient treated with stereotactic anterior capsolotomy. *Neuropsychologia, 39*, 83-90.

Happé, F. G. E., Winner, E. & Brownell, H. (1998). The getting of wisdom: Theory of mind in old age. *Developmental Psychology, 34*, 358-362.

Heavey, L., Phillips, W., Baron-Cohen, S. & Rutter, M. (2000). The Awkward Moments Test: a naturalistic measure of social understanding in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 30*, 225-236.

Kliegel, M., Eschen, A. & Thone-Otto, A. I. (2004). Planning and realization of complex intentions in traumatic brain injury and normal aging. *Brain and Cognition, 56*, 43-54.

Kramer, A. F., Bherer, L., Colcombe, S. J., Dong, W. and Greenough, W. (2002). Environmental Influences on Cognitive and Brain Plasticity During Aging. *Journal of Gerontology, 59A*, 940-957.

Lamar, M., Yousem, D. M. & Resnick, S. M. (2004). Age differences in orbitofrontal activation: an fMRI investigation of delayed match and nonmatch to sample. *Neuroimage, 4*, 1368-1376.

MacPherson, S. E., Phillips, L. H. & Della Sala, S. (2002). Age, executive function, and social decision making: a dorsolateral prefrontal theory of cognitive aging. *Psychology and Aging, 4*, 598-609.

Mattis, S. (1988). *Dementia rating scale (DRS)*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.

Maylor, E. A., Moulson, J. M., Muncar, A-M. & Taylor, L. A. (2002). Does performance on theory of mind tasks decline in old age? *British Journal of Psychology, 93*, 465-485.

Ouellet, J., Bédirian, V., Charbonneau, S., & Scherzer, B. P. (2001). *L'élaboration d'un instrument de mesure écologique pour la théorie de l'esprit*. Poster Presentation, Chicoutimi. Société québécoise pour la recherche en psychologie.

Ouellet, J., Charbonneau, S., Bédirian, V. & Scherzer, B. P. (2002). Theory of mind in normal older and in younger adults. *Brain and Cognition*, 53, p. 115.

Park, C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D. & Smith, P. K. (2002). Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology of Aging*, 17, 299-320.

Phillips, L. H., MacLean, R. D. J. & Allen, R. (2002). Age and the understanding of emotions: neuropsychological and sociocognitive perspectives. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 6, 526-530.

Rhodes, M. G. (2004). Age-related differences in performance on the Wisconsin card sorting test: a meta-analytic review. *Psychology and Aging*, 3, 482-494.

Ridderinkhof, K. R., Span, M. M. & van der Molen, M. W. (2002). Perseverative behavior and adaptive control in older adults: performance monitoring, rule induction, and set shifting. *Brain and Cognition*, 3, 382-401.

Rowe, A. D., Bullock, P. R., Polkey, C. E. & Morris, R. G. (2001). Theory of mind impairments and their relationship to executive functioning following frontal lobe excisions. *Brain*, 124, 600-616.

Sabbagh, M. A., Moulson, M. C. & Harkness, K. L. (2004). Neural correlates of mental state decoding in human adults: an event-related potential study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3, 415-426.

Saltzman, J., Strauss, E., Hunter, M. & Archibald, S. (2000). Theory of mind and executive functions in normal human aging and Parkinson's disease. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6, 781-788.

Shaw, P., Lawrence, E. J., Radbourne, C., Bramham, J., Polkey, C. E. & David, A. S. (2004). The impact of early and late damage to the human amygdala on «theory of mind» reasoning. *Brain*, 127, 1535-1548.

Stone, V. E., Baron-Cohen, S. & Knight, R. T. (1998). Frontal lobe contributions to theory of mind. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10, 640-656.

Stuss, D. T. & Anderson, V. (2004) The frontal lobes and theory of mind: developmental concepts from adult focal lesion research. *Brain and cognition*, 55, 69-83.

Stuss, D. T., Gallup, G. G. Jr & Alexander. M. P. (2001). The frontal lobes are necessary for «theory of mind». *Brain*, 124, 279-286.

Sullivan, S. & Ruffman, T. (2004). Social understanding: How does it fare with advancing years? *British Journal of Psychology, 95*, 1-18.

Vallerand, R. J. (1989). Vers une méthodologie de validation trans-culturelle de questionnaires psychologiques: Implications pour la recherche en langue française. *Psychologie Canadienne, 30*, 662-670.

Vangel, Jr. S. J. & Lichtenberg, P. A. (1995). Mattis Dementia Rating Scale: Clinical utility and relationship with demographic variables. *The Clinical Neuropsychologist, 9*, 209-213.

van Gelder, B. M., Tijhuis, M. A., Kalmijn, S., Giampaoli, S., Nissinen, A. & Kromhout, D., (2004). Physical activity in relation to cognitive decline in elderly men: the FINE Study. *Neurology, 62*, 2316-2321.

Volkow, N. D., Logan, J., Fowler, J. S., Wang, G. J., Gur, R. C., Wong, C. et al. (2000). Association between age-related decline in brain dopamine activity and impairment in frontal and cingulated metabolism. *American Journal of Psychiatry, 157*, 75-80.

Yaffe, K., Barnes, D., Nevitt, M., Lui, L. Y. & Covinsky, K. (2001). A prospective study of physical activity and cognitive decline in elderly women: women who walk. *Archives of Internal Medicine, 14*, 1703-1708.

Appendix

The Strange Stories: Theory of Mind Story

During the war, the Red army captures a member of the Blue army. They want him to tell them where his army's tanks are; they know they are either by the sea or in the mountains. They know that the prisoner will not want to tell them, he will want to save his army, and so he will certainly lie to them. The prisoner is very brave and very clever, he will not let them find his tanks. The tanks are really in the mountains. Now when the other side ask him where his tanks are, he says, «They are in the mountains».

QUESTION: Why does he say that?

Faux Pas Story

Susan had baked a blueberry pie and a cake for a friends' reunion where everybody had to bring food. Unfortunately, the icing on the cake had melted and as a result, few people took a piece.

Later in the evening, Susan complained to a friend:

Susan: What a disaster! I can't even bake a decent cake...

Friend: Don't be ashamed of your cake! Somebody brought a blueberry pie that was much worse!

QUESTIONS:

Did somebody say something they shouldn't have?

Why shouldn't she/he have said that?

Why did she/he say it?

How do you think Susan feels at the end of this story?

Conversations and Insinuations extract

A brother and sister are arguing about money. The brother says : «Funny that you think I'm a snob, because I have a pretty good idea of how much you paid for that wall painting in your daughter's bedroom... Plus I heard you bought a hand-made quilt!»

QUESTION:

Why does he say that?

CHOICES OF RESPONSE :

- a) Because he knows how much she paid for the wall painting and the quilt (non-interpretative response)
- b) Because he has better taste than her in decoration (inappropriate response)
- c) Because he thinks those are unnecessary expenses (incorrect mental state attribution)
- d) Because he wants her to realize that she too is a snobbish (correct response)

Table 1.

Mean scores for the theory of mind tasks

Theory of mind task	Older (N = 52)	Younger (N = 20)
Strange Stories		
Mental inference condition (maximum score: 16)	11 (2.6)***	15 (1.1)
Physical condition (maximum score: 16)	10 (3)**	13 (3)
Faux Pas (maximum score: 12)	9.15 (2.78)*	11.1 (1.55)
C&I (maximum score: 17)	11.54 (3.45)***	16.2 (0.9)

Note. C&I = Conversations and Insinuations task.

* $p < .05$ ** $p < .001$ *** $p < .0001$

Table 2.

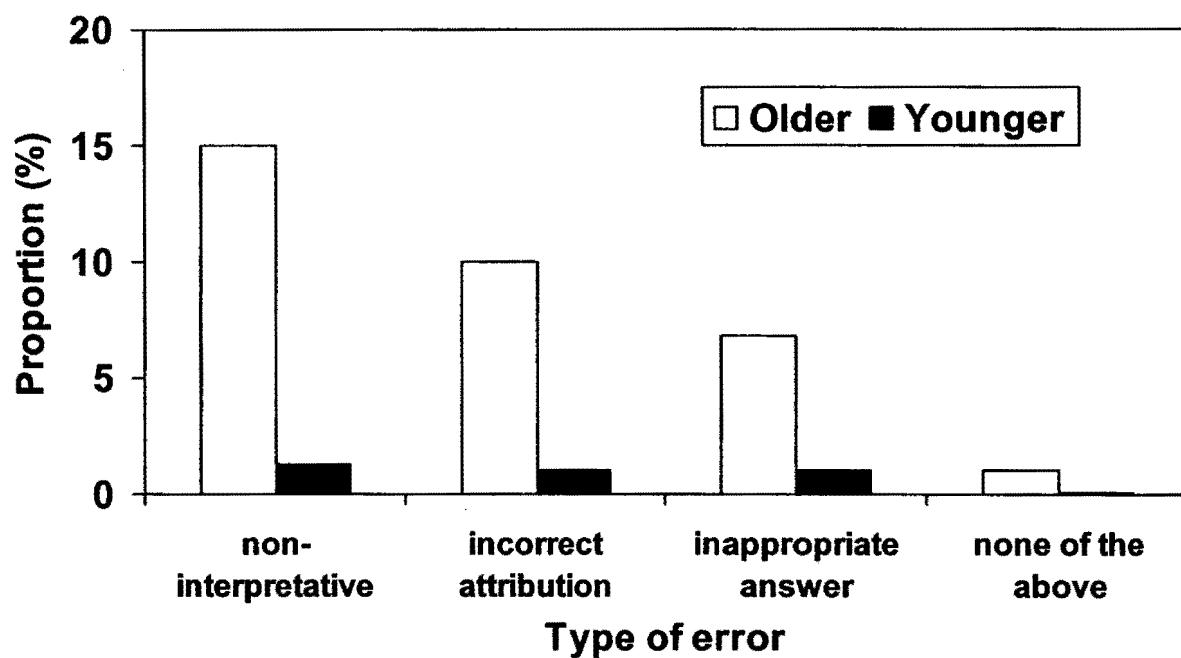
Correlations between measures of theory of mind, education and age

Demographic Variable	C&I		Faux Pas		Strange Stories			
					Mental condition	Physical condition		
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Education								
Older	.35	.009	.24	.08	.43	.001	.42	.001
Younger	-.42	.05	-.22	.33	-.22	.33	-.32	.15
Age								
Older	-0.44	.0009	-0.33	.01	-.36	.007	-.15	.23

Note. C&I = Conversations and Insinuations task.

Figure caption

Figure 1. Proportion of various types of wrong answers in younger and older groups for the Conversations and Insinuations task



CHAPITRE III**ARTICLE 2**

ASSESSMENT OF SOCIAL COGNITION IN PATIENTS
WITH MULTIPLE SCLEROSIS

JULIE OUELLET¹
ISABELLE ROULEAU¹
CAROLINE BERTRAND-GAUVIN¹
PIERRE DUQUETTE²
PETER B. SCHERZER¹

¹Cognitive Neuroscience Center, Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada

²Multiple Sclerosis Clinic, Pavillon Notre-Dame, Centre Hospitalier de l'Université de
Montréal, Montréal, Canada

Running page heading: Assessment of social cognition

Key words: Multiple sclerosis, social cognition, theory of mind, communication skills

Word count: 197 (abstract); 3399 (text excluding cover page, abstract, tables, references
and appendix)

Address of corresponding author:

Julie Ouellet, M.Ps.

Cognitive Neuroscience Centre

Université du Québec à Montréal

Case postale 8888, succursale Centre-ville

Montréal (Québec), Canada

H3C 3P8

E-mail : ouellet.julie@uqam.ca

Telephone: 1-514-987-3000 ext. 4843

Fax: 1-514-987-8952

Cet article a été soumis à Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry
Novembre 2005

Résumé de l'article. S'il est vrai que les troubles cognitifs qui touchent les patients atteints de sclérose en plaques sont désormais bien connus, peu de données sont disponibles au sujet des habiletés sociocognitives de cette population. Pourtant, il est fréquent d'observer chez les patients atteints de cette maladie un syndrome dysexécutif et des troubles du raisonnement conceptuel qui témoignent d'une dysfonction frontale. Or, les lobes frontaux interviennent également dans la sphère sociocognitive. Il y a donc lieu de se demander si les individus atteints de sclérose en plaques qui présentent des troubles cognitifs montrent des habiletés normales au plan de leur théorie de l'esprit (TdE), i.e. leur capacité à attribuer des intentions à autrui. Les objectifs principaux de cette recherche sont les suivants : 1) nous souhaitons examiner les performances en matière de TdE chez des patients atteints de sclérose en plaques; 2) nous voulons tenter d'identifier des processus sous-jacents à la TdE, particulièrement dans le cadre des performances à la tâche vidéo C&I, une épreuve TdE développée par notre équipe.

Quarante-et-un participants atteints de sclérose en plaques ont été répartis en deux sous-groupes : avec atteintes cognitives ($n= 23$) et cognitivement intacts ($n= 18$). Ces individus ont été comparés à dix participants en santé, équivalents aux groupes expérimentaux en termes d'âge et de niveau d'éducation. Tous les participants ont été soumis à deux batteries de tests. La première comprenait trois tâches visant à évaluer la TdE. Deux tâches papier, le test des Faux Pas et celui des Histoires Étranges (Happé et al., 1998), côtoyaient une épreuve vidéo, le test Conversations et Insinuations (C&I). D'autre part, des tests neuropsychologiques ont été utilisés pour évaluer les fonctions

exécutives, les habiletés de raisonnement et, à titre de variables contrôles, l'attention, la mémoire verbale et la mémoire de travail.

Une seule tâche, le C&I, a permis de détecter des difficultés significatives en TdE chez les participants expérimentaux avec atteintes cognitives, comparés aux deux autres groupes. Ces participants ont notamment montré une tendance accrue à apprécier des conversations d'une façon concrète, sans percevoir les sous-entendus émis par les personnages sur vidéo. Ces limites ont aussi paru dans la tâche des Histoires Étranges, sans toutefois atteindre un degré statistiquement significatif ($p = 0.07$). Au plan des processus cognitifs sous-jacents à la performance au C&I, les mesures d'attention, de mémoire et de mémoire de travail tenues pour variables contrôles comptaient pour 30% de la variance. Ensuite, seul le test des Histoires en Images du WAIS-III s'est avéré être d'une contribution significative à la performance au C&I, en expliquant 20% de la variance des performances de l'ensemble des participants.

Ces résultats suggèrent que la TdE est vulnérable à l'apparition d'atteintes cérébrales progressives, comme c'est le cas dans la sclérose en plaques. Quoique l'appréhension d'états d'esprit repose en partie sur certaines fonctions cognitives de base, elle apparaît toutefois relativement indépendante de plusieurs fonctions dites «frontales».

Abstract. The purpose of this study is to examine theory of mind skills in multiple sclerosis (MS) patients, i.e. their capacity to attribute mental states to others in order to apprehend correctly various social situations. The present study also aims to identify cognitive functions that underlie this ability. In this article we report findings on forty-one out-patients with diagnosed MS who underwent detailed neuropsychological and theory of mind assessment. They were subdivided into two groups, cognitively intact ($n = 18$) and cognitively impaired ($n = 23$) according to their neuropsychological test results. Their results were compared to those of ten age and education-matched controls. MS patients with cognitive impairments were found to have more difficulties attributing mental states while observing video clips of social interactions than did cognitively intact MS patients and normal controls. Hierarchical regression analysis showed that performance on an integration and sequencing task, the WAIS-III Picture Arrangement, accounted for 20% of the variance in performance on a theory of mind task when attention, memory and working memory were controlled. These results provide some preliminary information on the effect of MS-related cognitive deficits on the ability to attribute mental states and to adjust to social interactions.

INTRODUCTION

In the past twenty years, research on the neuropsychological aspects of multiple sclerosis (MS) has burgeoned. Even though we know that cognitive dysfunction in MS is not rare, most neurologists specializing in MS still tend to underestimate the prevalence of MS-related cognitive impairments.[1] In reality, cognitive dysfunction occurs in 43%-59% of cases, depending on the sample. [2][3] The types of cognitive deficits seen in MS have been well characterized, as controlled neuropsychological studies have consistently shown decline on tasks assessing recent memory, attention, processing speed, working memory, visuo-spatial abilities and executive functions. [4][5][6]

Cognitive dysfunction is, in many patients, the most disabling symptom, as it may have a severe negative impact on everyday function. [7][8] Past research has suggested that with equal severity of disability, MS patients with cognitive impairment were less likely than those without cognitive impairment to have a job and to participate in recreational and social activities.[9] On the affective level, it has been reported that various behavioral disorders such as depression, indifference, apathy, euphoria and alexithymia are associated with cognitive deficits, [10][11][12][13] but social maladjustments consequent to cognitive dysfunctions in MS have received little attention. The present study aims to partially fill this gap through an examination of MS patients' social cognition. More specifically, we will be looking at «theory of mind», that is, the capacity to infer others' intentions or emotional states based on their verbal and social behavior. This mentalizing skill, situated somewhere between insight and empathy, is mostly developed before

adolescence and has been well studied in normal development and in autism. [14][15][16]

Impairment of theory of mind has been observed following neurological insult, particularly when the frontal lobes are involved. [17][18][19][20] MS patients who suffer cognitive dysfunctions frequently show a pattern of frontal deficits, such as executive dysfunctions, problems of abstract and conceptual reasoning. [21][22][23] This frontal lobe semiology in MS patients suggests that there might be hitherto neglected, accompanying deficits in theory of mind in these individuals.

The purpose of the present study is twofold: the primary purpose is to examine theory of mind in MS patients with cognitive deficits. The secondary purpose is to examine the contribution of various cognitive functions to the ability to infer mental states, in particular high level cognitive functions such as executive functions, and reasoning/conceptual thinking. We postulate that: (I) patients diagnosed with MS and presenting cognitive deficits will also have a deficit in theory of mind; (II) there will be a significant contribution of high level cognitive functions (executive functions and/or concept formation/reasoning) on performance in theory of mind; (III) a naturalistic measure based on a dynamic interaction between protagonists, as personified by the *Conversations and Insinuations Task (C&I)*, will be a more sensitive measure than two short-story type measures often used to test theory of mind in adult populations.

METHODS

Subjects

Forty-three patients with laboratory or clinically confirmed MS were referred for evaluation of cognitive functioning to the MS Clinic of the Centre Hospitalier de l'Université de Montréal. Participants were excluded if they a) did not meet McDonald's criteria for probable or definite MS [24] b) had severe motor, visual or hearing impairment that might interfere with cognitive testing, c) had a history of drug abuse or had a nervous system disorder other than MS or 4) were not clinically stable, i.e. were in the midst of a relapse or in the process of experiencing noticeable deterioration. Expanded Disability Status Scale scores (EDSS) [25] ranged from 0 to 7.5.

Ten healthy volunteers (5 men, 5 women) were recruited through MS patients and served as control participants. They matched the MS group on age and education. Control participants were excluded if they had a history of drug abuse, psychiatric illness, head injury or other neurological disease. All subjects were recruited on a voluntary base and their first language was French. This research project was formally approved by the Ethics Committee of the Centre Hospitalier Universitaire de l'Université de Montréal.

MS patients were classified as either cognitively impaired (MS-) or cognitively intact (MS+) based on the same general procedure described by Rao *et al.*[3] We calculated the total number of MS patients who performed at or below the fifth percentile of the control group for each of the 9 neuropsychological measures. Seven measures were simple scores from a neuropsychological test, whereas two measures were composite scores, namely of

executive functions and concept formation/reasoning. Composite scores for these cognitive functions were used because we wanted to avoid overrepresentation of these functions, since they each consisted of five tests, as opposed to one or two tests for other cognitive functions. Table 1 provides a listing of the neuropsychological tests and scores.

Table 1. Neuropsychological battery

Cognitive functions and tests	Measure
Attention	
Bells Test	Total number of omissions * Score for revision and organization *
Working memory	
Paced Auditory Serial Addition Test	Total number correct *
Digit Span subtest (WAIS-III)	Scaled score *
Memory	
Rey 15-item Memory Test	Total number items trial 1-5 * Delayed recall after 30 minutes *
Construction	
Clock Drawing	Total drawing score *
Executive functions index*	
Trails A & B	Time B – A
Oral Word Association Test (letter P)	Total number correct
Zoo Map Test (BADS)	Number errors in map 1
Mazes subtest (WISC-III)	Total number errors
Stroop 4-color Test	Total number errors in interference condition
Reasoning abilities index*	
Similarities subtest (WAIS-III)	Scaled score
Cart sorting test	Total number of categories completed
Three-minute reasoning test	Total number correct
Picture arrangement subtest (WAIS-III)	Scaled score
Comprehension subtest (WAIS-III)	Scaled score

* Measures used for classifying MS patients in cognitively impaired or intact group

A summary index, consisting of the total number of «failed» tests (i.e. at or below the fifth percentile of the control group), was computed for both MS patients (mean= 2.39, SD= 1.77) and control participants (mean= 0.40, SD= 0.96). Applying the fifth percentile of the healthy controls' summary index, MS patients were classified as either «cognitively impaired» (MS-, n= 25) if they had two or more failed measure or «cognitively intact» (MS+, n= 18) if they had zero or one failed measure.

Table 2 provides summary statistics of demographic and illness variables for the three groups. Comparison between the two MS groups indicated that they differed significantly on their mean score on the EDSS ($p<0.05$) and the time since diagnosis ($p<0.05$), but were similar on the variable age at diagnosis and on their score on the Beck Depression Inventory-II.

Table 2. Demographic and illness characteristics of cognitively impaired (MS-) and intact (MS+) patients

Measure	Mean (Standard deviation)		
	MS- patients (n = 23)	MS+ patients (n = 18)	Control participants (n = 10)
Sex (M / F)	9 / 14	5 / 13	5 / 5
Age	44.7 (8.0)	44.5 (7.4)	45.4 (9.0)
Education	13.4 (2.4)	13.9 (2.5)	14.0 (2.4)
Expanded Disability Status Scale	4.2 (2.7)	2.6 (2.2)	-
Age at diagnosis	34.2 (8.4)	38.0 (8.8)	-
Time since diagnosis	10.8 (8.3)	6.2 (4.6)	-
Disease course (no., %)			
Relapsing-remitting	9 (39%)	13 (72%)	-
Secondary progressive	10 (43%)	3 (17%)	-
Chronic-progressive	3 (13%)	2 (11%)	-
Undetermined	1 (4%)	-	-
Beck Depression Inventory-II	15.4 (7.8)	15.4 (9.3)	-

Materials

Neuropsychological Assessment

A battery of neuropsychological tests was administered to all subjects (Table 1). These were chosen to measure attention, working memory, verbal memory, visuo-constructive abilities, executive functions and conceptual/reasoning abilities. These measures served to provide information both as to whether the patients were cognitively intact or

impaired, and to explore the extent to which theory of mind performances could be attributed to these cognitive functions.

Theory of Mind Measures

The Strange Stories Task: The stimuli were those used by Happé *et al.*[26] The *Strange Stories* were created for an adult population, and were comprised of 16 short stories to be read by the subject. Half of the stories require an appreciation of a character's mental states (desires, thoughts), whereas the eight control stories involve making a physical inference. This task was used in many studies and is known to be sensitive to mentalizing limitations associated with autism and Asperger's Syndrome, right hemisphere damage, frontal lobe surgery and old age. [18] [27][28][29][30] An example of a Strange Story is included in the Appendix.

Faux Pas Task: This task is similar to the one described by Stone, Baron-Cohen and Knight.[17] They created short written stories where a character unwittingly says something socially inappropriate that might hurt someone's feelings. We constructed four new passages along similar lines. The questions are similar to those used by Stone *et al.* and evaluate subjects' detection of the faux pas and mental states of the protagonists. The *Faux Pas* task has been found helpful in discriminating between small groups of patients with ventromedial vs dorsolateral prefrontal damage. [17] [31] An example of a faux pas story and test-questions is depicted in the Appendix.

Video task: Conversations and Insinuations: This task specifically aims at measuring, in a naturalistic way, subtle deficits of theory of mind in an adult population. The *C&I* task and its validity data has been described in detail elsewhere.[32] Briefly, this video task assesses a participant's ability to interpret the intention or the emotional state behind an implicit message conveyed by a character. It consists of four clips lasting approximately 2 minutes and presented on a laptop computer. Pauses are programmed to occur automatically during the clips, immediately after a character's target-line. During the pause, the experimenter asks the participant a test question and a four-choice response appears on the screen. This step-by step questioning is designed to minimize the contribution of memory to performance. An example of an implicit message related by a character and the four-choice answers proposed for that message is included in the Appendix. The target-lines spoken by the characters include the following language acts: irony, faux pas, lies and indirect messages.

In order to investigate the relationship between performance on theory of mind tasks and cognitive functions, a set of tests tapping frontal functioning was administered, covering two main areas: (1) executive functions were assessed with the Trail Making Test, the Oral Word Association Test, the Zoo Map Test, the Mazes subtest of the WISC-III and the Stroop Test, (2) Reasoning abilities were assessed with the Similarities subtest of the WAIS-III, the Three Minute-Reasoning Test,[33] the Picture Arrangement subtest of the WAIS-III, the Comprehension subtest of the WAIS-III and the Card Sorting Test.[34]

Measures of attention (Bells Test), memory (Rey 15-item Memory Test) and working memory (adapted version of Paced Auditory Serial Addition Test, and Digit Span subtest of the WAIS-III) were also administered. Depression was evaluated using the Beck Depression Inventory-II.

Procedure

All participants were tested individually in a university laboratory at the Université du Québec à Montréal, or in their own home as long as it was a quiet environment. Most participants were assessed during three 90 minute sessions. The neuropsychological tests and the experimental tests were administered in the same fixed order for all participants.

Strange Stories and Faux Pas Tasks

Participants were presented with a test booklet that included all passages of the *Strange Stories* and of the *Faux Pas* tasks. They were asked to read each story silently, at their own speed and to answer the questions aloud. Participants were allowed to refer back to the story in answering the questions, in order to minimize memory requirements. The participants' answers to the *Strange Stories* task were later scored according to the marking scheme developed by Happé *et al.*[18]: (0) points for an incorrect answer, (1) point for a partially correct answer and (2) points for a fully correct and explicit answer. For the *Faux Pas* task, scoring was either (0) or (1) point for questions 2-4.

Conversations and Insinuations

Clips were shown in a random order across all the participants, and were stopped at about twenty second intervals. The participant was then questioned about what had just been said or done by one of the characters. Participants could take as much time as needed to choose the best possible answer among the four choices. Their answers were recorded on a sheet of paper and scored as either (0) or (1) point.

RESULTS

Raw scores for all groups on the three theory of mind measures are presented in Table 3. Data transformation was applied as a remedy for outliers and for failures of normality. All distributions were normalized or near-normalized after transformation, and all inferential analyses that are described below were applied on transformed data. Because of their extremely low scores on many variables, two participants from the MS- group were deleted from the analysis, leaving 23 cases in this group.

Table 3. Mean scores and standard deviation scores for the theory of mind tasks

	MS- (n = 23)	MS+ (n = 18)	Controls (n = 10)
Strange Stories			
Mental inference condition (max score: 16)	13.5 (1.9)	14.6 (1.4)	14.6 (1.5)
Physical condition (max score: 16)	13.1 (1.7)	14.6 (1.7)	14.2 (0.8)
Faux Pas (max score: 12)	9.7 (2.6)	10.6 (1.2)	10.4 (2.1)
C&I (max score: 17)	13.4 (2.7)	15.1 (1.5)	14.9 (2.0)

Max score, maximum score; C&I, Conversations and Insinuations task.

ANOVAs for theory of mind measures

Results of the comparisons between MS+, MS- and control participants on the three theory of mind measures are presented in Table 3. A one-way ANOVA comparing the three groups showed a significant difference on the *C&I* measure only ($p < 0.05$). Planned contrast comparisons revealed that *C&I* scores for MS- group were significantly lower than those of the control and MS+ groups ($p < 0.05$). The analysis also revealed that the MS+ group's performance did not differ significantly from that of the control group. There was no significant difference between groups on the *Faux Pas* task nor on the mental condition of the *Strange Stories*, although there was a trend for a significant difference on the latter ($p = 0.07$).

The proportion of error responses in the *C&I* task for the different categories were calculated for each group. In the MS- group, the non-interpretative responses accounted for the largest proportion of errors (14% of all responses) and this proportion differed significantly from that of non-interpretative responses in the MS+ (5%) and Control groups (5%). Apart from that, a very similar pattern of errors was seen in the three groups for categories «Incorrect mental state attribution» (MS- = 5%; MS+ = 4%; Controls = 4%) and «Inappropriate response» (MS- = 3%; MS+ = 3%; Controls = 2%).

Hierarchical regression

Hierarchical regression was employed to determine the contribution of high level cognitive functions to performance on the *C&I* task, beyond that afforded by differences in attention, memory and working memory. This analysis included all three groups. Seven cognitive variables were entered into the regression model on the basis of their correlation with the *C&I* task ($R^2 \geq 0.35$), the only theory of mind measure that differentiated between MS groups.

Prior to examining correlations between cognitive variables and the *C&I* task, correlations between all seven cognitive measures were computed for all three groups in order to ensure that they were relatively independent from each other. This correlation analysis revealed that some measures were closely linked. For example, the WAIS-III subtests Similarities and Comprehension correlated at $r = 0.65$, while the two measures of the Rey 15-item Memory test correlated at $r = 0.77$. Thus, these pairs were combined into a Similarities/Comprehension and Memory Index. The final correlation matrix, featuring

the independent variables destined to be entered into the regression model and the dependant variable, is presented in Table 4.

Table 4. Correlations of independent variables entered into the hierarchical model with the dependant variable (C&I) across all groups (MS-, MS+ and Controls)

	Stroop Test	Simil / Compr Index	Picture Arrangement	Memory Index	Indirect Span	Bell Test	C&I
Stroop Test	1.00						
Similarities / Compr Index	-0.45***	1.00					
Picture Arrangement	-0.47***	0.44***	1.00				
Memory Index	0.46***	0.45***	0.35*	1.00			
Indirect Span	-0.40**	0.25	0.24	0.21	1.00		
Bell Test	0.32*	-0.31*	-0.41**	-0.46***	-0.32*	1.00	
C&I	0.36**	0.43**	0.65***	0.39**	0.36**	0.46***	1.00

*** p<0.001 ** p<0.01 * p<0.05

Simil/Compr Index, Similarities and Comprehension Index; C&I, Conversations and Insinuations task.

The Bell Test, Digit span and the Memory Index were first entered as a unit into the hierarchical regression model in order to control for their possible contribution to performance on the *C&I* task. The following variables were then entered one by one: the Stroop test, Similarities/Comprehension Index and Picture Arrangement. Finally, group membership was also entered as a dummy variable.

The analysis first showed that performance as one block on Bell Test, Memory Index and Digit Span accounted for 30% of the variance in performance on the *C&I* task (p<0.001). Secondly, addition on the one hand of the Stroop test, and on the other hand of the

Similarities/Comprehension Index to the equation did not contribute significantly to predicting the accuracy of performance in the *C&I*, thus these variables were removed from the model. Thirdly, the Picture Arrangement subtest, accounting for 20% of the variance, significantly predicted performance on the *C&I* ($p<0.0001$). Finally, addition of the dummy variables «group membership» to the equation did not contribute significantly to predicting performance on the *C&I* task. A separate regression analysis, including only the MS- group, revealed essentially the same results.

DISCUSSION

The present findings demonstrate that patients with MS who suffer mild to moderate cognitive deficits (MS- patients) are more prone to experience difficulties in attributing mental states to others than MS patients without cognitive impairment (MS+ patients). MS- patients' poorer performance was restricted to a video task, the *C&I*. This naturalistic measure requires the participants to interpret ongoing implicit messages embedded in characters' dialogues. Errors made by the MS- patients consisted of a stronger tendency than MS+ patients and healthy controls to interpret utterances on a literal level. For example, MS- patients tended to be poorer in providing penetrating explanations about a character's lies or irony, attributing instead a sincere intention to the character. Importantly, this lack of insight into the intention of the speaker was detected with a task that did not require the participants to verbally elaborate a mental state attribution. Instead, they were simply asked to *recognize* the correct attribution among four possible choices. Thus, the poorer performance of MS- patients cannot be attributed to limited verbal oral abilities or retrieving problems. Similarly, the multiple-choice

paradigm might be construed as providing cues for these patients, hence increasing the probability of a false negative, i.e. concluding that they didn't have a problem with the material when in fact they did. Despite this potential influence, the performance in this group was still deficient.

Mentalizing skills are usually impaired after focal brain lesions. Our study suggests that even diffuse pathologic process, such as that seen in MS, can alter social cognition in adults who are presumed to have had normal development of these skills. Our study takes a wide view of MS patients' social judgment in that it examines their global capacity to comprehend social situations based on various verbal and nonverbal cues, such as prosody, facial expressions, and the content of a conversation between protagonists. In using a task that approximates the demands of the real world, the present study was designed to elicit performances that reflect patients' real-life ability to grasp the implicit stakes in a social situation.

In an effort to better understand the processes underlying mental state attribution, we predicted that high level frontal cognitive functions would explain performance on a theory of mind measure. This proved to be only partially true, given that only one out of three «frontal» measures appeared to account for performance on the *C&I*. After having controlled for basic cognitive functions that explained nearly a third of the variance of performance on the *C&I*, the Picture Arrangement subtest of the WAIS-III explained another significant proportion of the variance. Although this latter test taps many cognitive abilities such as information processing speed, visual attention and scanning,

Beatty and Monson [35] demonstrated that MS patients' difficulties on the Picture Arrangement test reflects a relatively specific deficit in sequential thinking. This deficit includes the ability to see relationships between events, establish priorities, and order activities chronologically. Moreover, the Picture Arrangement subtest is known to be sensitive to socially appropriate thinking.[36] Given that these characteristics are shared by both Picture Arrangement and the *C&I* test, it is not surprising to find that the former partially predicts performance on the latter.

The expectation that the *C&I* task would be a more sensitive measure than the *Strange Stories* and the *Faux pas* tasks relies on the assumption that the former measure, using dynamic stimuli that require multiple sensory modalities, introduces a greater challenge for the patients than written short-story type tests. The findings support this hypothesis, given on the one hand that significant group differences were only found on the *C&I* task, and on the other hand that the *C&I* task was the only theory of mind measure that did not elicit a ceiling effect in any group.

As in real life, conversations in the *C&I* task are relatively fast-paced, contain an ensemble of transitory verbal and non-verbal cues that need to be integrated for the appropriate interpretation of events and conversations. In contrast, written tasks are self-paced by the patients, leaving more time latitude to process information. Moreover, non-verbal cues are nonexistent in the written tasks, which simplifies and reduces the information to be processed in order to make the correct inferences. Furthermore, in most of the Strange Stories, the reader is provided with some «private» information about

characters' personality (for example: liar, clever, loving), in order to compensate for the lack of visual cues. This may make the task somewhat easier, as it points out for the reader the pivotal information that is pertinent for mental state reasoning. In *C&I*, as in real life, it is up to the subject to determine from among all the information in the situation, what is trivial and what is relevant to consider in order to derive adequate mental state attributions. On the other hand, the *Faux Pas* task comprises stories that are all constructed along the same lines and elicit the same kind of mental state reasoning. The situations comprised in the *Faux Pas* test are quite stereotyped, and may have been personally or vicariously experienced by subjects in numerous experiences, giving the situation a more familiar aspect, and making it easier to grasp, especially for an adult population who has had many decades to acquire factual knowledge about social conventions. It seems likely that these differences in terms of «level of complexity» between the written tasks and the *C&I* are at least partly responsible for the pattern of results seen in MS patients.

Finally, are these mentalizing disturbances related to functional social impairments in MS? On an anecdotal basis, relatives of some MS patients from our study reported to have noticed increased difficulties in their family member to «place themselves in other's people shoes», which sometimes resulted in conflicts. These complaints are consistent with the performances in our social cognitive task. The results presented in this paper underline the importance of extending the study of the sequellae of MS to include possible deficits in the area of social cognitive functioning.

Competing interest statement

We have no competing interests to declare.

Ethics approval

This study was formally approved by the Ethics Committee of the Centre Hospitalier de l'Université de Montréal (Project # HD 02-039):

Comité d'éthique de la recherche, Équipe Hôtel-Dieu du CHUM

Édifice Cooper, 3981 St-Laurent, Mezzanine 2, local M-205, Montreal, Quebec, Canada,
H2W 1Y5

REFERENCES

- 1 Fisher JS, Foley FW, Aikens JE, *et al.* What Do We Really Know About Cognitive Dysfunction, Affective Disorders, and Stress in Multiple Sclerosis? A Practitioner's Guide. *J Neurol Rehab* 1994;8:151-64.
- 2 Heaton RK, Nelson LM, Thompson DS, *et al.* Neuropsychological findings in relapsing-remitting and chronic-progressive multiple sclerosis. *J Consult Clin Psychol* 1985;53:103-10.
- 3 Rao SM, Leo GJ, Bernardin L, *et al.* Cognitive Dysfunction in Multiple Sclerosis: Frequency, Patterns, and Prediction. *Neurology* 1991;41:685-91.
- 4 Bobholz JA, Rao, SM. Cognitive dysfunction in multiple sclerosis : A review of recent developments. *Curr Opin Neurol* 2003;16:283-88.
- 5 Pelosi L, Geesken JM, Holly M, *et al.* Working memory impairment in early multiple sclerosis: Evidence from an event-related potential study of patients with clinically isolated myelopathy. *Brain* 1997;120:2039-58.
- 6 Rao SM, Grafman J, DiGiulio D *et al.* Memory dysfunction in multiple sclerosis: Its relation to working memory, semantic encoding, and implicit learning. *Neuropsychology* 1993;7:364-74.

7 Amato MP, Ponziani G, Siracusa G, *et al.* Cognitive dysfunction in early-onset multiple sclerosis: A reappraisal after 10 years. *Arch Neurol* 2001;58:1602-06.

8 Gilchrist AC, Creed, FH. Depression, cognitive impairment and social stress in multiple sclerosis. *J Psychosom Res* 1994;38:193-201.

9 Rao, SM, Leo GJ, Ellington L, *et al.* Cognitive dysfunction in multiple sclerosis II: Impact on employment and social functioning. *Neurology* 1991;41:692-96.

10 Kesselring J, Klement U. Cognitive and affective disturbances in multiple sclerosis. *J Neurol* 2001;248:180-183.

11 Montreuil M, Lyon-Caen O. Troubles thymiques et relations entre alexithymie et dysfonctionnement interhémisphérique dans la sclérose en plaques. *Revue de neuropsychologie* 1993;3:287-302.

12 Schiffer RB. Disturbances of Affect. Rao SM, ed: *Neurobehavioral Aspects of Multiple Sclerosis*. Oxford: Oxford University Press, 1990;186-95.

13 Schiffer RB, Caine ED. The interaction between depressive affective disorder and neuropsychological test performance in multiple sclerosis patients. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci* 1991;3:28-32.

- 14 Baron-Cohen S, Leslie AM, Frith U. Does the autistic child have a «theory of mind»?
Cognition 1985;21:37-46.
- 15 Carruthers P, Smith PK. eds: *Theories of theories of mind*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- 16 Leslie AM. Pretence and representation in infancy: The origins of theory of mind.
Psychol Rev 1987;94:84-106.
- 17 Stone VE, Baron-Cohen S, Knight RT. Frontal lobe contributions to theory of mind. *J Cogn Neurosci* 1998;10:640-56.
- 18 Happe F, Malhi GS, Checkley S. Acquired mind-blindness following frontal lobe surgery? A single case study of impaired «theory of mind» in a patient treated with stereotactic anterior capsulotomy. *Neuropsychologia* 2001;39:83-90.
- 19 Rowe AD, Bullock PR, Polkey CE, et al. Theory of mind impairments and their relationship to executive functioning following frontal lobe excisions. *Brain* 2001;24:600-16.
- 20 Stuss DT, Gallup GG, Alexander MP. The frontal lobes are necessary for «theory of mind». *Brain* 2001;124:279-86.

- 21 Brassington JC, Marsh NV. Neuropsychological Aspects of Multiple Sclerosis. *Neuropsychol Rev* 1998;8:43-77.
- 22 Arnett PA, Rao SM, Bernardin L, et al. Relationship between frontal lobe lesions and Wisconsin Card Sorting Test performance in patients with multiple sclerosis. *Neurology* 1994;44:420-25.
- 23 Foong J, Rozewicz L, Quaghebeur G, et al. Executive function in multiple sclerosis: The role of frontal lobe pathology. *Brain* 1997;120:15-26.
- 24 McDonald WI, Compston A, Edan G, et al. Recommended diagnostic criteria for multiple sclerosis: guidelines from the International Panel on the diagnosis of multiple sclerosis. *Ann Neurol* 2001;50:121-27.
- 25 Kurtzke JF. Rating neurological impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology* 1983;33:1444-52.
- 26 Happé FGE, Winner E, Brownell H. The getting of wisdom: Theory of mind in old age. *Dev Psychol* 1998;34:358-62.
- 27 Baron-Cohen S, Jolliffe T, Mortimore C, et al. Another advanced test of theory of mind: Evidence from very high functioning adults with autism or Asperger Syndrome. *J Child Psychol Psychiatry* 1997;38:813-22.

- 28 Happe F, Brownell H, Winner E. Acquired «theory of mind» impairments following stroke. *Cognition* 1999;70:211-40.
- 29 Maylor EA, Moulson JM, Muncar A-M, *et al.* Does performance on theory of mind tasks decline in old age? *Br J Psychol* 2002;93:465-85.
- 30 Sullivan S, Ruffman T. Social understanding: How does it fare with advancing years? *Br J Psychol* 2004;95:1-18.
- 31 MacPherson SE, Phillips LH, Della Sala SD. Age, Executive Function and Social Decision Making: A Dorsolateral Prefrontal Theory of Cognitive Aging. *Psychol Aging* 2002;17:598-609.
- 32 Ouellet J, Bernier J, Martel S, *et al.* Interpreting speech and behavior: Theory of mind in young and older adult populations. Submitted for publication. 2005.
- 33 Baddeley AD. A 3 minute reasoning test based on grammatical transformation. *Psychon Sci* 1968;10:341-42.
- 34 Delis D, Kaplan E, Kramer J. *Delis-Kaplan Executive Function Scale*. San Antonio: Psychological Corporation. 2001.

35 Beatty WW, Monson N. Picture and motor sequencing in multiple sclerosis. *J Clin Exp Neuropsychol* 1994;16:165-72.

36 Lezak MD, Howieson DB, Loring DW. *Neuropsychological Assessment*: Fourth Edition. New York: Oxford University Press. 2004.

APPENDIX

The Strange Stories: theory of mind story

During the war, the Red army captures a member of the Blue army. They want him to tell them where his army's tanks are; they know they are either by the sea or in the mountains. They know that the prisoner will not want to tell them, he will want to save his army, and so he will certainly lie to them. The prisoner is very brave and very clever, he will not let them find his tanks. The tanks are really in the mountains. Now when the other side asks him where his tanks are, he says, «They are in the mountains».

Question: Why does he say that?

Faux Pas story

Susan had baked a blueberry pie and a cake for a friends' reunion where everybody had to bring food. Unfortunately, the icing on the cake had melted and as a result, few people took a piece. Later in the evening, Susan complained to a friend:

Susan: What a disaster! I can't even bake a decent cake...

Friend: Don't be ashamed of your cake! Somebody brought a blueberry pie that was much worse!

Questions

- 1) Did somebody say something they shouldn't have?
- 2) Why shouldn't she/he have said that?
- 3) Why did she/he say it?
- 4) How do you think Susan feels at the end of this story?

Conversations and Insinuations

A brother and sister are arguing about money. The brother says :

«Funny that you think I'm a snob, because I have a pretty good idea of how much you paid for that wall painting in your daughter's bedroom... Plus I heard you bought a hand-made quilt!»

Question : Why does he say that ?

Choices of response :

- e) Because he knows how much she paid for the wall painting and the quilt (non-interpretative response)
- f) Because he has better taste than her in decoration (inappropriate response)
- g) Because he thinks those are unnecessary expenses (incorrect mental state attribution)
- h) Because he wants her to realize that she too is a snobbish (correct response)

CHAPITRE IV
ANALYSES COMPLÉMENTAIRES

ANALYSES COMPLÉMENTAIRES

4.1. Analyses de variance et de contraste avec quatre groupes d'âge

En vue d'examiner d'une façon inédite l'effet de la maturation sur la TdE, nous avons extrait les résultats des participants témoins de la seconde étude, soit 10 sujets neurologiquement sains âgés d'en moyenne 45 ans, en vue de les mettre en relation avec les groupes formés à la première étude. Formant ici le groupe «médian», ces individus peuvent être comparés au plan de leurs performances sociocognitives avec les «jeunes» ($N = 20$, âge moyen = 27 ans), «jeunes-âgés» ($n = 15$; âge $m = 63$ ans) et «âgés-âgés» ($n = 15$; âge $m = 80$ ans). Tous ces groupes ont un niveau d'éducation équivalent.

Des analyses de contrastes ont été menées pour les trois tests de notre batterie TdE, en plus de quatre nouveaux scores dérivés du test C&I et isolant différents actes de langage : *a)* mensonges *b)* messages indirects *c)* faux pas et *d)* ironie. Le tableau 4.1. présente les résultats des analyses de variance à quatre groupes et analyses de contrastes pour chacune des variables dépendantes. Les contrastes examinés sont les suivants :

- Contraste 1 : groupe «jeunes» vs groupe «médians»
- Contraste 2 : groupe «médians» vs groupes «jeunes-âgés»
- Contraste 3 : groupe «jeunes-âgés» vs «âgés-âgés»

Les analyses de contraste indiquent qu'aucune performance des participants «médians» ne diffère significativement de celles des «jeunes». Les participants «jeunes-âgés» sont quant à eux pénalisés au test des Histoires Étranges et à l'échelle de faux pas du C&I comparés aux participants «médians». Chez les individus du groupe «âgés-âgés», toutes

les performances sociocognitives, à l'exception de l'échelle d'ironie du C&I, sont inférieures à celles de leurs congénères «jeunes-âgés».

4.2. Analyses de variance pour les échelles du C&I (groupes MS- et témoin)

Étant donné qu'au sein de la seconde étude, seul le test C&I a relevé des différences significatives entre le groupe «sclérose en plaques avec déficits cognitifs» (MS-) et le groupe témoin, des analyses de variance concernant les échelles du C&I ont également été effectuées entre ces deux groupes. Il nous est ainsi possible de mieux apprécier les actes de langage qui s'avèrent en moyenne plus difficiles à appréhender pour les patients du groupe MS-. Les résultats indiquent que seule l'échelle de faux pas permet d'observer une différence entre les deux groupes, en défaveur du groupe MS- [$F(1,31) = 7,07, p < 0,05$]. Les résultats de ces analyses apparaissent au Tableau 4.2.

Tableau 4.1. Résultats des analyses de variance globales et analyses de contrastes pour les quatre groupes d'âge sur les mesures de théorie de l'esprit

Mesure dépendante	Anova générale		Contraste 1		Contraste 2		Contraste 3	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Faux pas	4,45	,0072	,86	,36	,02	,9	6,99	,01
Happé mental	15,99	,0000	,73	,4	6,55	,01	8,09	,006
C&I (résultat global)	17,58	,000	2,3	,13	3,07	,08	12,43	,0009
Mensonges	7,23	,0004	2,33	,13	2,68	,41	4,18	,04
Messages indirects	7,18	,0004	,11	,7	1,03	,32	8,42	,005
Faux pas	11,72	,0000	0	1,0	7,78	,007	5,43	,023
Ironie	7,63	,0002	2,57	,11	1,65	,20	2,18	,15

Note. C&I = Conversations et Insinuations.

Tableau 4.2. Analyses de variance pour les échelles du C&I (groupes MS- et témoin)

Échelles du C&I	MS- (<i>n</i> = 23)	Témoins (<i>N</i> = 10)
Mensonges (max. = 4)	3,26 (.96)	3,4 (.97)
Messages indirects (max. = 3)	2,3 (.88)	2,7 (.66)
Faux Pas (max. = 3)	2,44 (.66) *	3 (0)
Ironie (max. = 4)	2,69 (1,15)	3,4 (.84)

Note. C&I = Conversations et Insinuations; Max = score maximal.

* $p < 0,05$

CHAPITRE V
DISCUSSION GÉNÉRALE

DISCUSSION GÉNÉRALE

5.1. Déclin de la théorie de l'esprit dans la sémiologie frontale progressive

En utilisant des mesures «adultes» de la TdE, notre étude montre que la perspicacité est une disposition mentale qui tend à décliner dans le contexte de l'acquisition progressive d'une dysfonction frontale légère à modérée. En effet, des individus sains âgés et des patients atteints de sclérose en plaques avec déficits cognitifs traduisant la présence d'atteintes frontales (participants SP-) ont montré des difficultés à élaborer une TdE comparés à leur groupe témoin respectif. En ce qui concerne le rendement des personnes âgées, les résultats convergent avec les observations rapportées par d'autres équipes ayant utilisé, comme nous, le test des Histoires Étranges (Maylor et al., 2002; Sullivan et Ruffman, 2004). Dans le domaine de la sclérose en plaques, les difficultés engendrées par la maladie au plan sociocognitif sont très mal connues à ce jour. La seconde étude de cette thèse est la première à mettre en évidence, chez cette population, des perturbations de la TdE et de l'aptitude à apprécier les enjeux implicites d'une situation sociale.

5.1.1. Théorie de l'esprit au fil du vieillissement

Étonnamment, nos résultats indiquent que le vieillissement normal peut entraîner, en moyenne, des lacunes sociocognitives plus importantes que l'activité pathologique d'une maladie neurodégénérative comme la sclérose en plaques. En effet, les troubles en TdE mis en lumière par nos travaux sont nettement plus marqués chez les individus âgés que chez les participants SP ayant des troubles cognitifs. Comparés à leur groupe contrôle respectif, les aînés ont «échoué» les trois éléments de la batterie sociocognitive, tandis que les participants SP- n'ont failli qu'à la tâche du C&I. Il est à noter que comparé l'un à

l'autre, les groupes témoins en question apparaissent globalement équivalents au plan de leurs performances en TdE. Par conséquent, la sévérité relative des difficultés du groupe de personnes âgées n'est pas attribuable à une performance particulièrement élevée de leur groupe de comparaison.

Vu l'importance de l'effet de la maturation sur la TdE, des analyses complémentaires (voir Section 4) s'avéraient pertinentes pour examiner de plus près cet effet, i.e. au fil de quatre décennies, sur toutes les mesures disponibles de la TdE. Ces analyses ont ceci d'intéressant qu'elles insèrent un groupe d'âge «médian» (moyenne de 45 ans) qui est comparé d'une part aux jeunes et d'autre part aux jeunes-âgés. Cet ajout permet plus facilement de répondre aux questions suivantes : vers quel âge le déclin sociocognitif débute-t-il? Aussi, quels sont les aspects de la TdE qui déclinent en premier, et ceux qui résistent le plus longtemps à l'effet de la sénescence?

À la lumière des analyses de contraste, on observe d'abord que les habiletés sociocognitives, telles que mesurées par nos épreuves, résistent bien à l'effet du vieillissement jusqu'à l'âge de 50 ans. Cette constatation est en accord avec les résultats d'études neuropsychologiques longitudinales du vieillissement, qui ne relèvent une altération globale de l'efficience cognitive qu'à partir de 55 ans (Schaie, 1996; Zelinski et Burnight, 1997). En outre, les difficultés plus étendues que nous avons objectivées au sein du groupe «âgés-âgés» sont compatibles avec le déclin accéléré qu'on observe, en matière de manipulation mentale de l'information verbale, après 70 ans (Grégoire et Van der Linden, 1997). Bien que nous ne croyions pas que la baisse des capacités en mémoire

de travail puisse entièrement rendre compte des performances sociocognitives du groupe d'aînés, force est d'admettre qu'elle puisse jouer un rôle médiateur, tant dans la vraie vie sociale que dans nos épreuves. En effet, la rétention à court terme d'information verbale et la capacité à jongler mentalement avec celle-ci semblent logiquement constituer des pré-requis à l'élaboration d'inférences mentales.

Les analyses complémentaires révèlent aussi que ce sont les performances aux Histoires Étranges d'une part, et la compréhension d'un impair social d'autre part qui, les premiers, accusent un déclin au cours du vieillissement. En effet, dès la soixantaine, ces performances ne sont plus ce qu'elles étaient durant la quarantaine. Vers l'âge de 80 ans, presque toutes les performances sociocognitives sont significativement inférieures à ce qu'elles étaient durant la soixantaine. Enfin, fait intéressant, la compréhension d'ironie demeure quant à elle intacte, même à un âge avancé. Comment expliquer cette dissociation? Une hypothèse neuroanatomique qui postulerait que la compréhension d'ironie recrute des circuits cérébraux distincts - et mieux préservés à un âge avancé - que l'apprehension des autres actes de langage est peu concluante. En effet, la région qui s'est avérée la plus étroitement reliée à l'appréciation d'ironie, soit le cortex ventromédian (Shamay-Tsoory, Aharon et Tomer-Peretz, 2005), concorde avec les corrélats anatomiques identifiés durant la réalisation de plusieurs autres tâches d'inférences mentales, qu'elles soient sous forme d'histoires lues, entendues ou de bandes dessinées (Brunet et al., 2000; Fletcher et al., 1995; Goel et al., 1995).

Une seconde hypothèse serait que la préservation de la compréhension d'ironie, par opposition aux mensonges, faux pas et autres messages indirects contenus dans le C&I, s'explique par la nature des items en jeu. Dans l'épreuve vidéo, les répliques porteuses d'ironie revêtent une prosodie plus appuyée et suggestive que les autres répliques cibles. En outre, le fait que par définition, l'énoncé ironique contredit clairement le contexte dans lequel il survient suffit peut-être à mieux disposer les participants à élaborer une inférence en vue de donner un sens à l'échange conversationnel. Une étude soumettant des participants âgés à des actes de langage présentés sous forme écrite (ironie vs autres messages indirects) permettrait de vérifier cette hypothèse en neutralisant l'effet de la prosodie.

Pour conclure cette section, rappelons que trois études sur quatre, incluant celle de notre équipe, ont mis en évidence une difficulté chez les personnes âgées à réussir l'épreuve des Histoires Étranges (sans compter les limites observées sur d'autres tâches TdE propres à chaque étude) (Maylor et al., 2002; Sullivan et Ruffman, 2004). L'observation initiale, rapportée par Happé et al., qui témoignait au contraire d'une supériorité des aînés sur la mesure en question est vraisemblablement explicable par un biais d'échantillon. Les participants âgés de Happé et son équipe faisaient partie d'un groupement d'individus régulièrement recrutés pour des études. Ce genre d'affiliation laisse supposer qu'il s'agissait là de personnes âgées particulièrement actives, expérimentées dans la passation des tests et neurologiquement «supérieures» à la moyenne des aînés. À l'opposé, les études qui recrutent dans la communauté et font le compromis de tester les sujets à leur domicile, comme ce fut le cas notamment pour nos travaux et ceux de

Maylor et al., sont moins susceptibles de rencontrer une proportion importante de «super aînés», lesquels font sous-estimer l'effet de l'âge sur les performances cognitives (Hedden et Gabrieli, 2004).

5.1.2. Théorie de l'esprit et sclérose en plaques

Les limites en TdE du groupe SP-, quoique significatives, apparaissent somme toute discrètes. Non seulement ne sont-elles manifestes que sur la tâche du C&I, mais elles n'apparaissent que sur une échelle, soit la détection du faux pas (voir Tableau 4.2. de la section précédente). Ce patron de performances du groupe SP-, soit un défaut unique de la compréhension d'un faux pas sur vidéo, s'apparente assez étroitement aux performances du groupe «jeunes-âgés» notées plus haut, d'autant plus que ces deux échantillons coïncident avec le même groupe témoin (groupe «médians»). Cette observation nous amène à formuler deux spéculations au sujet du déclin de la TdE dans le contexte d'une sémiologie frontale progressive.

Premièrement, il semblerait que la difficulté à apprêhender un faux pas puisse constituer l'un des premiers marqueurs d'une altération progressive de la TdE. Mentionnons d'ailleurs que selon certains auteurs, le décodage d'un faux pas requiert un raisonnement social particulièrement évolué, qui intègre à la fois une composante cognitive et affective (Baron-Cohen et al., 1999; Stone et al., 1998). En conséquence, cette habileté n'émergerait chez les enfants que vers l'âge de 10-11 ans, tandis que les individus ayant le syndrome d'Asperger qui réussissent les tâches d'inférence de premier et second niveau échouent cependant à une épreuve écrite de faux pas, selon les auteurs précités. En

outre, Gregory et son équipe (2002) ont observé, au sein d'un groupe de patients atteints de démence fronto-temporale, un défaut plus marqué pour l'appréhension de faux pas que pour celle de croyances de premier et second niveau.

Bien que nos sujets SP- et jeunes-âgés aient bien réussi la tâche *écrite* de faux pas, les limites soulevées par une épreuve plus réaliste font penser que la gestion du raisonnement requis pour ce genre de situation représente, au chapitre de la TdE, l'une des aptitudes les plus vulnérables à l'apparition de lésions frontales. À notre connaissance, aucune étude ne s'est spécifiquement attardée à un éventuel effritement hiérarchisé des habiletés propres à la TdE au cours du vieillissement normal ou de la démence.

La seconde réflexion porte sur le profil sociocognitif pouvant être engendré par la sclérose en plaques. Cette maladie, lorsqu'elle s'accompagne de troubles cognitifs légers-modérés, suscite chez les individus un profil sociocognitif qui, dans notre étude, s'apparente à celui des personnes saines dans la soixantaine. On y observe ainsi une certaine faillite de la perspicacité pour les situations socialement complexes (faux pas), lesquelles sont mal interprétées et mal comprises. Les limites des patients SP-, à l'instar de celles des jeunes-âgés, s'expriment surtout par une tendance à analyser concrètement la situation, en manquant d'inférer des états mentaux aux personnages impliqués. Cette difficulté à accéder au sens implicite est trois fois plus élevée au sein du groupe SP- que dans les groupes SP+ et témoin. On ne peut s'empêcher de penser que, soumis à l'effet du vieillissement, ces participants SP- risquent de présenter prématûrement un déclin

flagrant et plus généralisé de leurs aptitudes sociocognitives, sans compter l'effet d'interaction qui sera vraisemblablement introduit avec l'évolution de la maladie.

Une limite de la seconde étude de cette thèse consiste à ne pas avoir opéré de contrôle neuroradiologique auprès des participants SP. En effet, puisque ces derniers n'ont pas fait l'objet d'une spécification lésionnelle, on ne peut affirmer avec certitude que leur défaut de TdE, le cas échéant, soit attribuable uniquement à une dysfonction frontale. Par surcroît, le fait que récemment la TdE ait été neuroanatomiquement associée à des régions extra frontales, en l'occurrence le lobule droit du cervelet (Callarge, Andreasen et O'Leary, 2003), nous empêche de formuler des conclusions fermes quant à l'étiologie des troubles sociocognitifs dans la sclérose en plaques Cependant, les déficits cognitifs mis en évidence dans notre échantillon sont plus compatibles avec une atteinte frontale qu'une atteinte cérébelleuse.

Cette trouvaille témoignant d'une altération de la cognition sociale chez un sous-groupe d'individus atteints de sclérose en plaques n'est pas complètement isolée parmi l'ensemble des recherches qui s'intéressent à cette maladie. Récemment, Beatty, Orbello, Sorocco et Ross (2003) ont observé, auprès de 47 patients avec déficits cognitifs légers, une difficulté à décoder la prosodie dans de courtes phrases teintées d'émotion (tristesse, colère, surprise, joie, indifférence et neutralité). Bien que d'un point de vue général, le défaut sociocognitif des patients SP ne semble pas équivalent à ce qu'on observe dans les populations avec dysfonction frontale d'étiologie traumatique ou chirurgicale, on peut penser qu'il engendre de réelles difficultés dans la vie quotidienne des patients. D'un

point de vue clinique, la recherche SP / cognition sociale est prometteuse car elle nous incite à dépister, de façon précoce, les problèmes dans la sphère des relations sociales. Ce dépistage précoce pourrait stimuler l'élaboration d'interventions orientées vers ce volet du fonctionnement des patients. D'après notre expérience auprès de cette clientèle, une telle initiative serait largement profitable, tant pour les personnes atteintes que pour leurs proches.

5.2. Pertinence d'une nouvelle tâche pour évaluer les aptitudes en TdE

Le C&I a été développé en vue de soumettre des participants adultes à des conditions d'inférences qui s'approchaient de la réalité, ainsi que pour contrer l'effet plafond parfois observé sur les tâches préexistantes. Récemment, d'autres auteurs ont vu l'intérêt de la vidéo pour l'étude de la TdE (Heavy, Phillips, Baron-Cohen et Rutter, 2000; Sullivan et Ruffman, 2004). Ce format permet de réaliser une exploration quasi *in situ* des aptitudes sociocognitives, ce qui s'avère particulièrement pertinent auprès des populations présentant à ce chapitre des troubles légers. En effet, de la même façon que certains troubles exécutifs passent parfois «sous le radar» des épreuves frontales trop structurantes, il semble que les altérations légères de la TdE puissent être plus facilement compensées dans le contexte de tâches statiques et qui n'imposent pas de contrainte de temps.

En attestant de l'homogénéité du C&I dans le cadre de la première étude de cette thèse, notre démarche se distingue favorablement de celle des nombreuses autres équipes ayant développé leur propre mesure «adulte» de la TdE sans publier aucune donnée

psychométrique de validité ou de fiabilité (Baron-Cohen, Jolliffe, Mortimore et Robertson, 1997; Happé et al., 1998; Heavy et al., 2000; Sullivan et Ruffman, 2004).

Quoique imparfaite, la procédure adoptée par notre équipe constitue un pas dans la bonne direction ainsi qu'une base plus solide, d'un point de vue scientifique, pour les résultats tirés du C&I et présentés dans cette thèse. L'abondance des travaux de recherche en TdE depuis une vingtaine d'années contraste remarquablement avec l'absence de cette fonction parmi celles qui sont évaluées de façon routinière en neuropsychologie clinique.

Il est probable que le manque de cadre psychométrique dans lequel ces mesures sont généralement développées, et l'absence de normes qui en sont dérivées constituent une limite majeure à l'introduction de ce construit dans la pratique clinique des neuropsychologues.

L'épreuve du C&I s'avère donc un outil intéressant pour déceler des failles subtiles ou plus flagrantes au plan du raisonnement sociocognitif chez des populations adultes. Outre les attributs avantageux que nous avons décrits ailleurs (voir section 1.6.), l'épreuve possède aussi comme atout de pouvoir caractériser les difficultés des participants. Les choix multiples permettent de classifier et d'apprécier la sévérité des erreurs, qu'il s'agisse d'une tendance à simplifier le message en l'interprétant littéralement, à le biaiser en faisant des inférences inexactes ou en permettant l'introduction d'un contenu non pertinent. De plus, bien que le C&I présente des situations plus complexes, l'apport de choix multiples permet de rendre compte des habiletés de ces participants qui sont plus limités au plan de l'expression orale. En effet, depuis l'idée jusqu'à l'expression verbale, différentes limitations peuvent perturber la qualité des performances d'un sujet sur une

tâche TdE; le C&I visait à réduire la possibilité qu'un participant soit sous-estimé en raison d'un manque de clarté au plan de son discours.

5.3. Fonctions sous-jacentes à la TdE

La seconde étude a permis de constater que mis à part les histoires en images du WAIS-III, plusieurs épreuves dites frontales n'apportent aucune explication à la variation de la performance sur une tâche de TdE. Par exemple, l'index Compréhension/Similitudes (C/S) ne prédit pas la performance au C&I. On aurait pu croire que les aptitudes d'abstraction notamment mesurées par cet index expliqueraient en partie le niveau concret de réponses au C&I noté chez les participants MS-. Néanmoins, même lorsque seuls les résultats du groupe MS- étaient introduits dans le modèle de régression, l'index C/S s'avérait insignifiant. Il est possible que la pensée abstraite purement verbale soit dissociable de la pensée abstraite «sociale». Cette hypothèse notamment est appuyée par une dissociation observée au sein du groupe MS+, où trois individus ont obtenu des scores significativement faibles à l'index C/S tout en ayant un rendement impeccable au C&I.

Les capacités d'inhibition, telles que mesurées par la condition interférence du test de Stroop, ne semblent pas non plus jouer un rôle déterminant pour la performance au C&I. Rowe et al. (2001) ont aussi constaté la non contribution des aptitudes d'inhibition auprès de patients avec lésions frontales unilatérales droite et gauche. Les auteurs concluent que les déficits des participants sur une mesure d'inférences de second niveau sont distincts du rendement exécutif tel que mesuré notamment par le Stroop, le traçage de pistes et la

fluidité verbale. Par ailleurs dans la même étude, l'attention, la mémoire et la performance aux Histoires en images se sont également avérées indépendantes de la performance en TdE pour les deux groupes, contrairement à ce que nous avons observé auprès de nos participants.

Cette différence de résultats peut être attribuable aux écarts méthodologiques entre l'étude de Rowe et al. (2001) et la nôtre, notamment pour ce qui concerne l'utilisation de tâches TdE distinctes (leur équipe usait d'histoires écrites testant la compréhension de fausses croyances de premier et second niveau). D'ailleurs dans notre étude, il fut possible de noter des patrons de contributions différents selon que la variable dépendante était matérialisée par le C&I, le test des Histoires Étranges ou les Faux pas. En effet, les processus d'attention, de mémoire et de mémoire de travail apparaissent non significatifs au sein du modèle de régression lorsque les tâches écrites sont examinées, alors qu'ils expliquent près de 30% de la variance au C&I, tel que décrit dans le second article. Cette observation renforce l'idée voulant que différentes épreuves de TdE fassent intervenir différents processus cognitifs, *a fortiori* si les mesures n'ont pas la même modalité de présentation (vidéo, photos, textes).

En somme, il apparaît difficile d'isoler des fonctions cognitives qui s'avèrent être des dénominateurs communs de la TdE quelles que soient les tâches utilisées. Nos résultats suggèrent cependant que le construit est partiellement dépendant, mais non limité aux fonctions frontales telles qu'évaluées par certaines tâches incluses dans notre étude.

D'autre part, il semble évident qu'un construit aussi complexe que l'attribution d'états d'esprit dépasse le cadre des situations de mesure créé par les tests frontaux standardisés.

Une dernière remarque porte sur l'existence d'un mécanisme spécialisé pour la TdE et la possibilité qu'il ait joué un rôle au sein des performances décrites dans cette thèse. Des auteurs ont postulé la présence d'un module de mentalisation logé dans les lobes frontaux (Baron-Cohen, 1995 ; Happé et al., 1998; Leslie, 1994 ; Shallice, 2001). Bien que recrutant certaines fonctions cognitives de base, ce module serait spécialisé dans l'élaboration d'une TdE, comme l'aire de Broca pour l'articulation du langage. Cette hypothèse est intéressante et de nombreux arguments pointent en sa faveur (pour une revue de littérature, voir Scholl et Leslie, 1999). Il faut cependant considérer que cette vue concerne principalement les habiletés TdE de base et développées à un âge précoce, telles que les croyances de premier niveau. Or, les aptitudes mesurées dans notre étude, et plus particulièrement via le C&I, constituerait plutôt des fonctions *supérieures* de la TdE, dont l'hypothèse du module semble pouvoir difficilement rendre compte.

5.4. Sclérose en plaques et évaluation neuropsychologique

Nous aborderons ici un dernier point qui porte sur l'importance - sous évaluée selon notre expérience - de dépister et objectiver les troubles cognitifs en sclérose en plaques. Parmi les 41 participants SP inclus dans la seconde étude, un seul avait déjà été évalué en neuropsychologie. Pourtant, l'échantillon était formé d'individus qui tous, avaient noté un déclin de leurs ressources cognitives depuis le diagnostic. L'essentiel des plaintes spontanées concernaient, dans l'ordre : 1) les troubles de concentration et de récupération

en mémoire récente (évoqués par la moitié des patients SP), 2) un manque du mot et des troubles d'organisation / planification (environ le quart des patients) et 3) un défaut de la mémoire prospective (le septième des patients). Selon leurs dires, environ 60% de l'ensemble des participants SP avaient dû cesser ou réduire leurs activités professionnelles en raison principalement du déclin de leur efficience cognitive.

Il est intéressant cependant de noter que la majorité des participants rapportait n'avoir jamais été directement informés, avant leur implication au sein de notre étude, des effets possibles de la sclérose en plaques sur leur fonctionnement cognitif. Ces témoignages à première vue surprenants sont pourtant compatibles avec ce que les écrits rapportent, à savoir que la plupart des neurologues, y compris les directeurs de cliniques spécialisées en SP, tendent à sous-estimer la prévalence des troubles cognitifs dans cette maladie (Fisher et al., 1994). Force est d'admettre que les problèmes physiques dans la SP font encore ombrage aux affections cognitives inhérentes à cette maladie. Dans un éditorial, Herndon (1990) évoquait cet effet d'ombrage et renchérisait : [l'approche passée et contemporaine des neurologues est] «*If you tell the patients that they may have some cognitive problems, they will worry about it thus making the problem worse, since nothing can be done about the problem, it is best to ignore it*». Notre expérience de chercheur et conférencière auprès de cette population nous indique pourtant tout le contraire. Les patients qui comprennent mal leurs symptômes cognitifs, par manque d'information disponible par exemple, semblent plus à risque de se méconnaître et de souffrir de leur condition. En effet, plusieurs patients rencontrés attribuaient leur baisse de rendement à la paresse ou à un manque de volonté. Par ailleurs, il est connu que

l'objectivation des limites cognitives, la connaissance des processus qui les causent et surtout, l'enseignement de stratégies compensatoires contribuent à redonner un sentiment de contrôle aux patients et à contrecarrer l'humeur dépressive (Jonsson et al., 1993).

5.5. Conclusion

Cette thèse démontre dans un premier temps que les personnes âgées saines présentent des limites significatives au plan sociocognitif. De plus, elle met en évidence la possibilité d'une altération progressive de ces habiletés dans le contexte de processus évolutifs, qu'il s'agisse du vieillissement normal ou d'une pathologie comme la sclérose en plaques. L'usage de tâches écologiques et spécialement développées en vue de solliciter la théorie de l'esprit adulte s'avère, selon nous, la meilleure façon d'apprécier les limitations affichées par les patients ayant des dysfonctions frontales légères et modérées. Enfin, même s'il demeure de nombreuses zones d'ombre quant aux fonctions cognitives qui participent à l'élaboration d'une TdE, nos études appuient les connaissances actuelles voulant que les lobes frontaux et plusieurs fonctions qui en dépendent participent de manière cruciale à la TdE.

Nos résultats ouvrent la voie à l'étude de la cognition sociale auprès des individus atteints de sclérose en plaques. En effet, des études futures pourraient examiner l'impact des limites sociocognitives sur le fonctionnement social de ces patients. En outre, il serait intéressant d'explorer le degré de satisfaction des proches, au plan de la communication avec une personne atteinte de sclérose en plaques, lorsque des limites en TdE sont relevées chez cette dernière. Enfin, des études d'imagerie cérébrale devraient tenter de

préciser le lien entre un défaut en TdE et l'étendue ainsi que la localisation des lésions dans la sclérose en plaques.

BIBLIOGRAPHIE

(Introduction générale et discussion générale)

- Adolph, R. (1999). Social cognition and the human brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 469-479.
- Amieva, H., Phillips, L. & Della Sala, S. (2003). Behavioral dysexecutive symptoms in normal aging. *Brain and Cognition*, 53, 129-132.
- Attwood, A., Frith, U. & Hermelin, B. (1988). The understanding and use of interpersonal gestures by autistic and Down's syndrome children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 18, 241-257.
- Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: an essay on autism and theory of mind*. Bigler Ed. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Baron-Cohen, S., Jolliffe, T., Mortimore, C. & Robertson, M. (1997). Another advanced test of theory of mind: evidence from very high functioning adults with autism or asperger syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 7, 113-122.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. M. & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a «theory of mind»? *Cognition*, 21, 37-46.
- Baron-Cohen, S., O'Riordan, M., Stone, V., Jones, R. & Plaisted, K. (1999). Recognition of Faux Pas by Normally Developing Children and Children with Asperger Syndrome or High-Functioning Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 5, 407-418.
- Baron-Cohen, S., Ring, H., Moriarty, J., Schmitz, B., Costa, D. & Ell, P. (1994). Recognition of mental state terms. Clinical findings in children with autism and a functional neuroimaging study of normal adults. *British Journal of Psychiatry*, 165, 640-649.
- Beatty, W. W., Orbelo, D. M., Sorocco, K. H. & Ross, E. D. (2003). Comprehension of affective prosody in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis*, 9, 148-153.
- Blair, R. J. R. & Cipolotti, L. (2000). Impaired social response in sociopathy. *Brain*, 123, 1122-1141.
- Bobholz, J. A. & Rao, S. M. (2003). Cognitive dysfunction in multiple sclerosis: a review of recent developments. *Current Opinion in Neurology*, 16, 283-288.
- Brassington, J. C. & Marsh, N. V. (1998). Neuropsychological aspects of multiple sclerosis. *Neuropsychological Review*, 8, 43-77.

- Braun, C. M. J. (2000). *Neuropsychologie du développement*. Paris: Flammarion Médecine-Sciences, p. 115.
- Brunet, E., Sarfati, Y., Hardy-Bayle, M. C. & Decety, J. (2000). A PET investigation of the attribution of intentions with a nonverbal task. *Neuroimage*, 11, 157-166.
- Calarge, C., Andreasen, N. C. & O'Leary, D. S. (2003). Visualizing how one brain understands another: a PET study of theory of mind. *American Journal of Psychiatry*, 160, 1954-1964.
- Channon, S. & Crawford, S. (1999). Problem-solving in real-life-type situations: the effects of anterior and posterior lesions on performance. *Neuropsychologia*, 7, 757-770.
- Channon, S. & Crawford, S. (2000). The effects of anterior lesions on performance on a story comprehension test: left anterior impairment on a theory of mind-type task. *Neuropsychologia*, 38, 1006-1017.
- Cuerva, A. G., Sabe, L., Kusis, G., Tiberti, C., Dorrego, F. & Starkstein, S. E. (2001). Theory of mind and pragmatic abilities in dementia. *Neuropsychiatry, Neuropsychology and Behavioral Neurology*, 14, 153-158.
- Daigneault, S., Braun, C.M.J. & Whitaker, H.A. (1992). Early effects of normal aging on perseverative and non-perseverative prefrontal measures. *Developmental Psychology*, 8, 99-114.
- Damasio, A. R., Tranel, D. & Damasio, H. C. (1991). Somatic markers and the guidance of behavior: theory and preliminary testing. Dans H.S. Levin, H.M. Eisenber et A.L. Benton (Eds.). *Frontal lobe function and dysfunction*. New York: Oxford University Press.
- Decety, J. (2002). Naturaliser l'empathie. *L'encéphale*, 28, 9-20.
- De Luca, C. R., Wood, S. J., Anderson, V., Buchanan, J. A., Proffitt, T. M., Mahony, K. & Pantelis, C. (2003). Normative data from the CANTAB. I: Development of executive function over the lifespan. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25, 242-254.
- Eslinger, P. J. (1998). Neurological and neuropsychological bases of empathy. *European Neurology*, 39, 193-199.
- Fine, C., Lumsden, J. & Blair, R .J. R. (2001). Dissociation between «theory of mind» and executive functions in a patient with early left amygdala damage. *Brain*, 124, 287-298.

- Fisher, J. S., Foley, F. W., Aikens, J. E., Ericson, D. E., Rao, S. M. & Shindell, S. (1994). What Do We Really Know About Cognitive Dysfunction, Affective Disorders, and Stress in Multiple Sclerosis? A Practitioner's Guide. *Journal of Neurologic Rehabilitation*, 8, 151-164.
- Flavell, J. H. (1999). Cognitive Development: Children's knowledge about the mind. *Annual Review of Psychology*, 50, 21-45.
- Fletcher, P. C., Happe, F., Frith, U., Baker, S. C., Dolan, R. J., Frackowiak, R. S. & Frith, C. D. (1995). Other minds in the brain: a functional imaging study of «theory of mind» in story comprehension. *Cognition*, 57, 109-128.
- Fristoe, N. M., Salthouse, T. A. & Woodard, J. L. (1997). Examination of age-related deficits on the Wisconsin Card Sorting Test. *Neuropsychology*, 11, 428-436.
- Goel, V., Grafman, J., Sadato, N. & Hallett, M. (1995). Modeling other minds. *Neuroreport*, 11, 1741-1746.
- Grattan, L. M. & Eslinger, P. J. (1989). Higher cognition and social behavior : Changes in cognitive flexibility and empathy after cerebral lesions. *Neuropsychology*, 3, 175-185.
- Grégoire, J. & Van der Linden, M. (1997). Effects of age on forward and backward digits spans. *Aging, Neuropsychology and Cognition*, 4, 140-149.
- Gregory, C., Lough, S., Stone, V., Erzinclioglu, S., Martin, L., Baron-Cohen, S. & Hodges J. R. (2002). Theory of mind in patients with frontal variant frontotemporal dementia and Alzheimer's disease: theoretical and practical implications. *Brain*, 125, 752-764.
- Grigsby, J., Kaye, K. & Robbins L. J. (1995). Behavioural disturbance and impairment of executive functions among the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatry*, 21, 167-177.
- Happé, F. G. (1993). Communicative competence and theory of mind in autism: a test of relevance theory. *Cognition*, 48, 101-119.
- Happé, F., Malhi, G. S. & Checkley, S. (2001). Acquired mind-blindness following frontal lobe surgery? A single case study of impaired «theory of mind» in a patient treated with stereotactic anterior capsolotomy. *Neuropsychologia*, 39, 83-90.
- Happé, F. G. E., Winner, E. & Brownell, H. (1998). The getting of wisdom: Theory of mind in old age. *Developmental Psychology*, 34, 358-362.

- Heavy, L., Philips, W., Baron-Cohen, S., & Rutter, M. (2000). The Awkward Moment Test : A Naturalistic Measure of Social Understanding in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 30, 225-236.
- Hedden, T. & Gabrieli, J. D. E. (2004). Insights into the ageing mind: A view from cognitive neuroscience. *Neuroscience*, 5, 87-97.
- Herndon, R. M. (1990). Cognitive deficits and emotional dysfunction in multiple sclerosis. *Archives of Neurology*, 47, 18.
- Jonsson, A., Korfitz, E. M., Heltberg, A., Ravnborg, M. H. & Byskov-Ottosen, E. (1993). Effects of neuropsychological treatment in patients with multiple sclerosis. *Acta Neurologica Scandinavica*, 88, 394-400.
- Joseph, R. M. & Tager-Flusberg, H. (2004). The relationship of theory of mind and executive functions to symptom type and severity in children with autism. *Development and Psychopathology*, 16, 137-155.
- Kriegel, M., Eschen, A. & Thone-Otto, A. I. (2004). Planning and realization of complex intentions in traumatic brain injury and normal aging. *Brain and Cognition*, 56, 43-54.
- Leslie, A. M. (1987). Pretence and representation in infancy: the origins of theory of mind. *Psychological Review*, 94, 84-106.
- Leslie, A. M. (1994). Pretending and believing: issues in the theory of ToMM. *Cognition*, 50, 211-238.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B. & Loring, D. W. (2004). *Neuropsychological Assessment*: Fourth Edition. New York: Oxford University Press.
- Lough, S. & Hodges, J. R. (2002). Measuring and modifying abnormal social cognition in frontal variant frontotemporal dementia. *Journal of Psychosomatic Research*, 53, 639-646.
- Luria, A. R. (1980). *Higher cortical functions in man*. New York : Basic Books.
- Malher, M. E. & Benson, D. F. (1990). Cognitive dysfunction in multiple sclerosis: A subcortical dementia? Dans S.M. Rao (Ed.). *Neurobehavioral aspects of multiple sclerosis*. Toronto: Oxford University Press.
- Maylor, E. A., Moulson, J. M., Muncar, A-M. & Taylor, L. A. (2002). Does performance on theory of mind tasks decline in old age? *British Journal of Psychology*, 93, 465-485.

- McDonald, S. & Pierce, S. (1996). Clinical insights into pragmatic theory: frontal lobe deficits and sarcasm. *Brain and Language*, 53, 81-104.
- Meulemans, T. & Vincent, E. (1999). Modification des conduites émotionnelles chez des patients atteints de lésions frontales. Dans M. Van Der Linden, X. Seron, D. Le Gall et P. Andrés (Eds.). *Neuropsychologie des lobes frontaux*. Paris : Solal.
- Norman, D. A. & Shallice, T. (1986). Attention to action: willed and automatic control of behavior. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz et D. Shapiro (Eds.). *Consciousness and self-regulation. Advances in research*. New York : Plenum Press.
- Ouellet, J., Bédirian, V., Charbonneau, S., & Scherzer, B. P. (2001). *L'élaboration d'un instrument de mesure écologique pour la théorie de l'esprit*. Communication écrite, Chicoutimi. Société québécoise pour la recherche en psychologie.
- Ozonoff, S., Rogers, S. J. & Pennington, B. F. (1991). Asperger syndrome : Evidence from an empirical distinction from high-functioning autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 32, 1107-1122.
- Park, C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D. & Smith, P. K. (2002). Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology of Aging*, 17, 299-320.
- Parsons, S. & Mitchell, P. (2002). The potential of virtual reality in social skills training for people with autistic spectrum disorders. *Journal of Intellectual Disability Research*, 46, 430-443.
- Premack, D. & Woodruff, G. (1978). Does the Chimpanzee Have a Theory of Mind? *The Behavioral and Brain Sciences*, 4, 515-526.
- Rilling, J. K., Sanfey, A. G., Aronson, J. A., Nystrom, L. E. & Cohen, J. D. (2004). The neural correlates of theory of mind within interpersonal interactions. *Neuroimage*, 22, 1694-1703.
- Rowe, A. D., Bullock, P. R., Polkey, C. E. & Morris, R. G. (2001). Theory of mind impairments and their relationship to executive functioning following frontal lobe excisions. *Brain*, 124, 600-616.
- Saltzman, J., Strauss, E., Hunter, M. & Archibald, S. (2000). Theory of mind and executive functions in normal human aging and Parkinson's disease. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6, 781-788.
- Sarfati, Y. (2000). Déficit en théorie de l'esprit dans la schizophrénie : relecture clinique et revue des arguments expérimentaux. *Revue canadienne de psychiatrie*, 45, 363-368.

- Schaie, K. W. (1996). *Intellectual Development in Adulthood : The Seattle Longitudinal Study*. Cambridge University Press : Cambridge.
- Scholl, B. J. & Leslie, A. M. (1999). Modularity, Development and «Theory of Mind». *Mind and Language*, 14, 131-153.
- Seron, X., Van der Linden, M. & Andrès, P. (1999). Le lobe frontal, à la recherche de ses spécificités fonctionnelles. Dans M. Van Der Linden, X. Seron, D. Le Gall et P. Andrès (Eds.). *Neuropsychologie des lobes frontaux*. Paris : Solal.
- Shallice, T. (2001). «Theory of mind» and the prefrontal cortex. *Brain*, 124, 247-248.
- Shallice, T. & Burgess, P. W. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain*, 114, 727-741.
- Shamay-Tsoory, S. G., Aharon, R. & Tomer-Peretz, J. (2005). The neuroanatomical basis of understanding sarcasm and its relationship to social cognition. *Neuropsychology*, 3, 288-300.
- Shaw, P., Lawrence, E. J., Radbourne, C., Bramham, J., Polkey, C. E. & David, A. S. (2004). The impact of early and late damage to the human amygdala on «theory of mind» reasoning. *Brain*, 127, 1535-1548.
- Stone, V. E., Baron-Cohen, S. & Knight, R. T. (1998). Frontal lobe contributions to theory of mind. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10, 640-656.
- Stuss, D. T. (1992). Biological and psychological development of executive functions. *Brain and Cognition*, 20, 8-23.
- Stuss, D. T., Gallup, G. G. Jr & Alexander, M. P. (2001). The frontal lobes are necessary for «theory of mind». *Brain*, 124, 279-286.
- Sullivan, S. & Ruffman, T. (2004). Social understanding: How does it fare with advancing years? *British Journal of Psychology*, 95, 1-18.
- Weinshenker, B., Bass, B., & Rice, G. B. (1989). The natural history of multiple sclerosis: a geographically based study: clinical course and disability. *Brain*, 112, 133-146.
- Zelinski, E. M. & Burnight, K. P. (1997). Sixteen year longitudinal and time lag changes in memory and cognition in older adults. *Psychology and Aging*, 12, 503-513.
- Ziatas, K., Durkin, K. & Pratt, C. (1998). Belief term development in children with autism, Asperger syndrome, specific language impairment, and normal development: links to theory of mind development. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 755-763.