

BF
20.5
UL
2004
C393
C:2

CAROLINE CELLARD

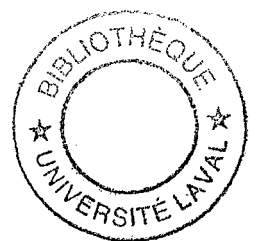
**MÉMOIRE À COURT TERME CHEZ LES PERSONNES QUI SOUFFRENT DE
SCHIZOPHRÉNIE: ÉTUDE DU TRAITEMENT DE L'INFORMATION SPATIALE
ET DE LA RÉSISTANCE À LA DISTRACTION**

Mémoire présenté
à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval
dans le cadre du programme de maîtrise en psychologie
pour l'obtention du grade de Maître en psychologie (M.Ps.)

FACULTÉ DES SCIENCES SOCIALES
UNIVERSITÉ LAVAL
QUÉBEC

Octobre 2004

© Caroline Cellard, 2004



RÉSUMÉ

Les dysfonctions mnémoniques constituent un aspect important de la symptomatologie de la schizophrénie (SZ). Le but de la présente étude consiste à caractériser les déficits en mémoire à court terme (MCT), plus précisément de déterminer la contribution relative de la capacité limitée du traitement de l'information en MCT par opposition à un affaissement de l'attention sélective chez les personnes qui souffrent de SZ. Cette étude comparative comprend 18 patients qui souffrent de SZ et 19 participants témoins. La magnitude de la diminution de la performance par l'interpolation de stimuli non pertinents à l'intérieur d'une séquence à mémoriser - *l'effet sandwich* (Hitch, 1975; Tremblay, Nicholls, Parmentier & Jones, sous presse) – sera examinée en MCT spatiale. Cette nouvelle procédure est très semblable au *Digit Span Distractibility Test* utilisé en MCT verbale (Oltmanns & Neale, 1975). Les résultats suggèrent que les performances déficitaires en MCT spatiale chez les patients qui souffrent de SZ s'expliquent davantage par une capacité limitée du traitement de l'information en MCT. Par conséquent, les patients atteints de SZ ne semblent pas plus sensibles à la distraction que les participants témoins. Ces résultats divergent de ceux obtenus en MCT verbale, démontrant une sensibilité accrue à la distraction.

AVANT-PROPOS

Avant de présenter mon mémoire, je voudrais témoigner toute ma reconnaissance aux personnes qui m'ont accompagnée, au plan académique, financier et psychologique, tout au long de ce périple!

D'abord, je tiens particulièrement à manifester toute ma gratitude à Sébastien Tremblay, directeur de mon mémoire de maîtrise. Sébastien, je ne sais comment te remercier pour ta disponibilité inestimable, ta précieuse expertise en cognition (et même en neuropsychologie maintenant!) et pour ton sens de l'humour indispensable. Je voudrais aussi souligner l'apport considérable du Dr Marc-André Roy, codirecteur de mon mémoire de maîtrise. Je serai toujours reconnaissante pour votre constant soutien lors du recrutement de la population clinique et pour vos conseils judicieux tout au long de la réalisation de ce mémoire. Enfin, merci à vous deux, pour toutes les ressources professionnelles et matérielles auxquelles vous me donnez accès, que ce soit au Groupe de recherche en psychologie cognitive (GRPC) de l'Université Laval ou au Centre de recherche Université Laval Robert-Giffard (CRULRG). Merci beaucoup!

Je voudrais maintenant porter une attention particulière à Catherine Lehoux, co-auteure avec mes deux superviseurs et moi-même, de l'article associé à ce mémoire, qui sera soumis sous peu à la revue *Schizophrenia Research*. Chère Catherine, le parcours de ma maîtrise aurait probablement été (très!) sinueux si tu n'avais pas été là pour me conseiller et me soutenir à plusieurs reprises, autant au plan intellectuel que personnel. Merci, pour tes qualités humaines exceptionnelles - inestimables. Également, un merci est tout spécialement décerné à Louis Laplante, neuropsychologue, pour son regard critique apporté sur mes résultats. Louis, tes lunettes de cliniciens sont nécessaires à la recherche en psychologie cognitive!

Je désire remercier le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) pour m'avoir octroyé une bourse lors de mon baccalauréat en psychologie. Merci de m'avoir accordé cette première bourse qui assurément, m'a ouvert plusieurs portes pour mes études graduées. Je voudrais remercier également le Fonds de la recherche en santé du Québec (FRSQ) pour le soutien financier accordé pendant mes études de deuxième cycle et également pour me soutenir à nouveau dans le cadre de mes études doctorales, que je débute dès septembre 2004. Merci pour votre confiance.

Je ne pourrais passer sous silence la contribution majeure des membres du GRPC. Particulièrement, merci François pour ton aide précieuse lors de la réalisation de mes analyses statistiques; Isabelle, je suis tes traces pas à pas, car tu es un modèle de réussite pour moi et Caro M., je prends exemple sur ton courage exceptionnel. De même, merci à tous les membres du CRULRG. Plus spécifiquement, merci à Karine, Andrée-Anne et Simon, pour votre aide efficace lors de la cueillette de mes données. Justement, je veux remercier tous les participant(e)s qui ont accepté de collaborer à mon étude. Merci pour votre implication!

Une attention toute particulière à mes deux acolytes gaspésiennes, Johanne et Jasmine. Merci pour les inoubliables soirées passées ensemble, remplies de rires incontrôlables reliés à Frankie, Jules, alouette! Merci pour votre amitié précieuse et votre soutien considérable qui m'ont toujours permis d'avancer avec positivisme. Je désire aussi remercier Nancy, Isabelle et Véronique, mes trois complices préférées, vous êtes des amies extraordinaires !

Merci infiniment à Stéphane, mon copain. Je te remercie pour ta compréhension exemplaire, ta gentillesse exceptionnelle et pour ta confiance démesurée en moi. Par ce que tu es et ce que tu fais, tu me donnes l'énergie et la force nécessaire pour me surpasser dans mes études et approfondir mes connaissances. Je t'en suis sincèrement reconnaissante.

En terminant, je tiens à témoigner toute ma gratitude envers ma famille, qui depuis toujours, m'encourage sans arrêt et m'offre un support inconditionnel. Merci d'abord à vous

chers parents, Vital et Madeleine, pour votre façon bien personnelle de me donner confiance en moi dans la vie et dans la réalisation de mes rêves: papa avec ta propre *Théorie des petits singes* et maman avec ton AMP (Attitude mentale positive!). Maintenant, une pensée pour mes deux sœurs, Marie-Claude et Céline. Je vous dit merci pour vos personnalités respectives parce que vous êtes extraordinaires et que je vous apprécie beaucoup. Merci d'être toujours là pour moi. Enfin, vous êtes tous exceptionnels et indispensables et c'est pour cette raison que je désire dédier ce présent mémoire à vous chers membres de ma famille.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	ii
AVANT-PROPOS	iii
TABLE DES MATIÈRES	vi
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES	ix
CHAPITRE I INTRODUCTION	
Introduction.....	2
Manifestations cliniques de la schizophrénie	3
Les déficits cognitifs chez les personnes schizophrènes	3
MCT verbale et schizophrénie	6
Sources d’erreurs potentielles explicatives des déficits en MCT	8
Capacité limitée du traitement en MCT et faible résistance à la distraction en verbal	9
MCT spatiale.....	12
Équivalence fonctionnelle entre MCT verbale et spatiale pour la mémoire de l’ordre	13
La présente étude.....	14
Objectifs et hypothèses.....	15
Contenu du mémoire	16
CHAPITRE II PROCESSING SPATIAL INFORMATION IN SCHIZOPHRENIA : A STUDY OF SHORT-TERM MEMORY FOR SERIAL ORDER AND ITS SUSCEPTIBILITY TO DISTRACTION (ARTICLE)	
Front page	19
Abstract.....	20
Introduction.....	21
Verbal STM	22
Interaction of STM for serial order and selective attention.....	23
Spatial STM	25
Interaction of STM for serial order and selective attention in the spatial domain.....	26
The current study.....	27
Method.....	28
Participants.....	28
Material and procedure	29
Dot task.....	29

Neuropsychological evaluation.....	30
Estimated IQ.....	30
Digit span.....	30
Spatial span.....	31
CPT-II.....	31
Results.....	31
Dot task.....	31
Neuropsychological measures.....	32
Controlling for IQ.....	33
Discussion.....	33
Authors' note.....	36
References.....	37
Tables.....	43
Figure caption.....	44
Figure.....	45
CHAPITRE III CONCLUSION	
Principaux résultats.....	47
SZ et mémoire de l'ordre.....	48
SZ : Capacité limitée du traitement en MCT ou susceptibilité à la distraction?.....	48
SZ et équivalence fonctionnelle pour la MCT de l'ordre.....	49
Limites de la présente étude et travaux futurs.....	51
Implications de la présente étude.....	53
Références (introduction et conclusion).....	54

LISTE DES TABLEAUX

ARTICLE

Table 1 Characteristics of schizophrenic patients and healthy controls samples.....43

LISTE DES FIGURES

ARTICLE
Figure 145

CHAPITRE I

INTRODUCTION

Introduction

Ce premier chapitre a pour but de présenter la thématique abordée dans le cadre de ce mémoire. Tout d'abord, une définition de la schizophrénie (SZ) ainsi que les manifestations cliniques associées à cette pathologie seront abordées. Parmi les caractéristiques psychiatriques de la SZ, les dysfonctions cognitives seront exposées plus particulièrement par le biais de deux méta-analyses. Parmi les troubles cognitifs présents dans la SZ, les problèmes reliés à la mémoire à court terme (MCT) sont bien établis. Les méthodes typiques pour mesurer la MCT seront ensuite présentées. L'évaluation de la MCT peut toutefois être affectée par des facteurs tels des problèmes attentionnels. En conséquence, l'interaction entre ces deux processus cognitifs permet difficilement de déterminer spécifiquement la nature des déficits en MCT chez les personnes qui souffrent de SZ. Il existe d'une part une littérature abondante dans le domaine de l'information verbale qui questionne cette interaction cognitive chez les personnes qui souffrent de SZ. D'autre part, très peu d'études ont abordé cette question dans le domaine de l'information spatiale. La question de l'interaction entre une capacité limitée du traitement de l'information en MCT et une attention sélective¹ altérée sera donc abordée dans la présente étude, en ce qui concerne le traitement de l'information spatiale uniquement. Subséquemment, un bref exposé des objectifs et des hypothèses sera rapporté ainsi que la méthode utilisée pour répondre aux questions de recherche soulevées dans le domaine spatial. Enfin, l'introduction générale se terminera par une description détaillée du format et du contenu de ce mémoire.

¹ La signification d'une attention sélective altérée désigne également une faible résistance à la distraction ou une susceptibilité à la distraction.

Manifestations cliniques de la schizophrénie

La prévalence de la SZ chez les adultes se situe entre 0,5 et 1 %. Selon les critères diagnostiques du manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (DSM-IV) (American Psychiatric Association, 1994), la SZ est un syndrome psychiatrique caractérisé, entre autres, par la présence de symptômes positifs (p.ex., hallucination, délire) et négatifs (p.ex., émoussement affectif, apathie, anhédonie) et par une désorganisation de la pensée et du comportement (p.ex., discours désorganisé, comportement bizarre, comportement agressif). Sur la base d'analyses factorielles (Mass, Schoemig, Hitschfeld, Wall & Haasen, 2000), les principales manifestations de la SZ sont généralement regroupées en au moins 3 dimensions, soient les symptômes positifs, négatifs et de désorganisation, d'autres dimensions (p.ex., anxiété/dépression, excitation/hostilité, troubles cognitifs) étant parfois retrouvées. Les déficits cognitifs, tout comme la symptomatologie positive et négative, constituent donc un aspect central de la SZ (Harvey & Sharma, 2002). Les déficits cognitifs peuvent notamment avoir des implications fonctionnelles (Green, Kern, Braff & Mintz, 2000).

Les déficits cognitifs chez les personnes schizophrènes

Dans une revue quantitative des déficits cognitifs rencontrés chez les personnes schizophrènes, les auteurs Heinrichs et Zakzanis (1998) rapportent les résultats de 204 études comparatives, parues entre 1980 et 1997. La recension des écrits considère les fonctions cognitives suivantes : mémoire verbale (rappel et reconnaissance de mots), mémoire non verbale, motricité unilatérale et bilatérale, attention/concentration, habiletés spatiales, fonctions exécutives, langage, habiletés tactiles et intelligence générale. Les données de 7420 personnes schizophrènes et 5865 participants contrôles sont comprises dans les analyses. Les performances les plus déficitaires répertoriées chez les personnes schizophrènes aux tests neuropsychologiques réfèrent à la mémoire verbale, la motricité, l'attention et les fonctions

exécutives. La performance est moins affaiblie, entre autres, aux habiletés spatiales. Les tests utilisés pour mesurer les habiletés spatiales, selon cette méta-analyse, réfèrent à Jugement d'orientation de lignes, Dessins avec blocs et Reconnaissance faciale. Les auteurs concluent que toutes les fonctions neuropsychologiques sont plus ou moins atteintes chez les personnes qui souffrent de SZ. Toutefois, cette méta-analyse utilise une approche par test plutôt que par fonction ce qui permet difficilement de caractériser les mécanismes responsables des déficits cognitifs chez les personnes qui souffrent de SZ. Suivant ce même raisonnement, le constat à l'effet que les habiletés spatiales puissent être légèrement atteintes chez les personnes schizo-phrènes ne permet pas de déterminer si le problème se situe au niveau des habiletés perceptives, ou plutôt au niveau de la composante mnémonique associée aux tâches spatiales utilisées. Dans les écrits, les habiletés perceptives semblent habituellement altérées (Tek et coll., 2002) chez les patients qui souffrent de SZ alors que d'autres chercheurs observent que les habiletés perceptives sont altérées uniquement lorsqu'elles sont en interaction avec une composante mnémonique (Fleming et coll., 1997). Il convient alors de spécifier les mécanismes cognitifs étudiés.

Les déficits au niveau de la mémoire verbale et spatiale sont bien connus chez les personnes qui souffrent de SZ. Une méta-analyse (Aleman, Hijman, de Haan & Kahn, 1999) rapporte les résultats de 70 études comparatives où différents paramètres liés à l'étude de la mémoire à long terme (MLT) et de la MCT sont rapportés. Les différents paramètres pour mesurer la MLT réfèrent au rappel libre, au rappel indicé et à la reconnaissance pour l'information verbale et visuelle alors que pour la MCT, le sous-test empan numérique constitue l'unique paramètre psychométrique. Cette méta-analyse considère également des facteurs modérateurs qui pourraient affecter les performances mnésiques tels que l'âge, la médication, la durée de la maladie, le statut du patient (interne ou externe), la sévérité de la psychopathologie, incluant les symptômes positifs et négatifs. Les résultats suggèrent dans un

premier temps, une altération significative de la mémoire que ce soit au niveau du support lors du rappel (rappel libre, rappel indicé ou reconnaissance), du type d'information à mémoriser (verbal ou spatial) et du délai de rétention (rappel immédiat ou rappel différé). Dans un deuxième temps, les déficits mnésiques sont indépendants des facteurs modérateurs étudiés sauf pour les symptômes négatifs, qui sont corrélés négativement au niveau de la performance mnésique. Par conséquent, les déficits en mémoire répertoriés chez les patients qui souffrent de SZ sont généralisés et ne peuvent être expliqués par des variables intermédiaires.

À la lumière de ces deux méta-analyses, le débat concernant un déficit généralisé ou spécifique pour expliquer les performances déficitaires dans la SZ est inévitablement soulevé. Certains chercheurs considèrent effectivement que le profil cognitif de cette population clinique est principalement caractérisé par une altération globale des processus cognitifs qui se reflète dans toutes les épreuves mesurées. D'autres observent toutefois un déficit spécifique, par exemple au niveau de la mémoire ou de l'attention, qui est distinct d'une altération globale de la performance (Harvey & Sharma, 2002). Ainsi, l'extension des déficits mnésiques (Aleman et coll., 1999) et l'altération de toutes les fonctions cognitives (Heinrichs & Zakzanis, 1998), bien qu'à divers degrés, s'inscrivent dans le cadre d'un déficit généralisé, plutôt que différentiel. En contrepartie, selon Aleman et ses collaborateurs, il est impossible, à partir de leur méta-analyse, d'établir les mécanismes cognitifs responsables des déficits en mémoire chez les patients. Une dysfonction attentionnelle qui se mesure par une altération du déploiement des ressources cognitives sur les stimuli pertinents et par une incapacité à filtrer les stimuli non pertinents, constitue par ailleurs un facteur modérateur potentiel, selon les auteurs, pour expliquer les déficits à des tâches de mémoire. Toutefois, les auteurs rejettent cette hypothèse alternative étant donné la magnitude des déficits mnémoniques répertoriés chez cette population clinique.

Dans les écrits, les déficits cognitifs chez les personnes qui souffrent de SZ sont souvent associés à des dysfonctions au niveau de l'attention et de la MCT (p.ex., Harvey & Sharma, 2002). Une telle détérioration affecte inévitablement la plupart des activités cognitives. Le but de la présente étude consiste à départager l'apport d'une capacité limitée du traitement de l'information en MCT par opposition à un affaiblissement de l'attention sélective (p.ex., Goldberg, Patterson, Taquq, & Wilder, 1998) dans l'explication des performances déficitaires en MCT chez les personnes qui souffrent de SZ. La plupart des recherches effectuées dans le domaine de la MCT s'attardent principalement au traitement de l'information verbale (p.ex., Elvevag, Weinberger & Goldberg, 2001). Peu d'études examinent le traitement de l'information spatiale et par conséquent, la question de l'interaction entre la capacité limitée du traitement de l'information en MCT et la difficulté à ignorer les stimuli non pertinents est encore sans réponse avec ce code d'information. Dans le cadre de la présente étude, la capacité de la mémoire de l'ordre² en MCT spatiale sera étudiée à l'aide d'un paradigme bien établi en psychologie cognitive : le paradigme de l'effet sandwich (Hitch, 1975; Tremblay, Nicholls, Parmentier & Jones, sous presse). Des comparaisons systématiques entre la MCT verbale et spatiale seront effectuées puisqu'il y a de plus en plus d'indications que le traitement de l'information verbale et spatiale est équivalent, du moins lorsque la tâche sollicite la mémoire de l'ordre (voir Jones, Farrand, Morris & Stuart, 1995; Ward, Avons & Meeling, sous presse).

MCT verbale et schizophrénie

Certaines tâches expérimentales permettent d'étudier spécifiquement la MCT. La tâche classique de rappel sériel, une tâche selon laquelle le matériel à mémoriser doit être rappelé dans l'ordre, permet notamment d'évaluer ce processus mnésique. La tâche de rappel

² Les termes mémoire de l'ordre et mémoire temporelle renvoient au même concept.

sériel implique différents processus cognitifs, tels le rappel de l'information de l'item et le rappel de l'information de l'ordre. Dans la tâche de rappel sériel, une erreur peut être reliée à une altération au niveau du maintien en mémoire de l'item (omission) ou par des erreurs d'ordre (inversion). Pour départager l'apport de ces deux processus, une tâche de reconstruction d'ordre est utilisée pour mesurer la mémoire de l'ordre uniquement. Ainsi, dans la tâche de reconstruction d'ordre, l'accent est surtout mis sur l'information de l'ordre puisque les items à mémoriser sont re-présentés et le participant doit uniquement reproduire la séquence. Il est ainsi possible de déterminer la nature des erreurs en MCT. Pour la tâche de rappel sériel ainsi que pour celle de reconstruction d'ordre, la performance chez la population dite normale montre des effets de primauté et de récence, où respectivement, le rappel est meilleur pour les premiers et pour les derniers items de la liste à mémoriser. Ces résultats sont souvent représentés dans les écrits par une courbe en U de la performance en fonction de la position sérielle des items à rappeler.

Selon plusieurs chercheurs, le rappel sériel est déficitaire chez les personnes qui souffrent de SZ (eg., Bauman, 1971; Goldberg et coll., 1998; Schwartz, Deutsch, Cohen, Warden & Deutsch, 1991). Toutefois, peu d'études ont analysé la nature des erreurs en rappel sériel chez cette population clinique (voir Elvevag et coll., 2001). Selon Elvevag et ses collaborateurs, les personnes qui souffrent de SZ commettent de façon disproportionnée des erreurs d'omissions à la fin d'une liste de six items. Ils bénéficient moins de l'effet de primauté et leur performance est caractérisée par l'absence de l'effet de récence, résultant en une courbe de position sérielle moins prononcée. Ces types d'erreurs suggèrent que les personnes schizophrènes ont de la difficulté à maintenir en mémoire l'information verbale. Ainsi, puisque les erreurs concernent principalement les omissions (information d'item) et non les inversions (information d'ordre), les résultats suggèrent que la MCT pour l'information de l'ordre est préservée chez les personnes qui souffrent de SZ. Elvevag, Fisher

et Goldberg (2002) ont récemment utilisé un paradigme de rappel-sonde (Probed recall) afin d'évaluer le rappel sériel chez cette même population clinique. Ce paradigme ressemble à la tâche classique de rappel sériel. Toutefois, plutôt que de rappeler toute la séquence de lettres selon l'ordre de présentation, les participants doivent uniquement rappeler une lettre présentée à une position spécifique. Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude confirment à nouveau, selon ces chercheurs, que la mémoire de l'ordre est intacte chez les personnes qui souffrent de SZ.

Sources d'erreurs potentielles explicatives des déficits en MCT

Les limitations cognitives chez les personnes qui souffrent de SZ sont inhérentes à la maladie. Ainsi, dans un premier temps, les déficits cognitifs ne sont pas une conséquence de la chronicité de la maladie puisqu'ils sont déjà présents lors du premier épisode psychotique (Bilder & al., 2000; Hoff, Riordan, O'Donald, Morris & DeLisi, 1992). Dans un deuxième temps, les déficits cognitifs ne peuvent s'expliquer entièrement par la symptomatologie. Par exemple, une étude longitudinale menée auprès d'individus en premier épisode psychotique indique que la plupart des déficits cognitifs constitueraient des traits indépendants de la symptomatologie (Nopoulos, Flashman, Flaum, Arndt & Andreasen, 1994). Dans un troisième temps, le traitement pharmacologique n'explique pas uniquement les déficits cognitifs. En outre, ils sont présents chez les individus qui ne reçoivent pas de médication (Blanchard & Neale, 1994; Mohamed & al., 1999). Toutefois, la prise d'anticholinergiques peut expliquer les contre-performances observées aux tâches de mémoire (Goldberg & Gold, 1995). En somme, les déficits cognitifs constituent une partie centrale de la SZ et ils ne constituent donc pas un épiphénomène.

Des variables cognitives peuvent néanmoins moduler les déficits en MCT chez les personnes qui souffrent de SZ. D'abord, pour contrôler l'impact de l'intelligence sur les

données, certains chercheurs insèrent le quotient intellectuel (QI) en covariable (Chapman & Chapman, 1978). Cette procédure permet de caractériser l'origine de l'altération cognitive, qui est soit spécifique, soit généralisée. Plusieurs études dans le domaine du traitement de l'information verbale ont montré que lorsque le QI est inséré en covariable, les différences entre les patients et les témoins demeurent (voir Cirillo & Seidman, 2003, pour une méta-analyse). Par ailleurs, certains chercheurs suggèrent que les déficits en mémoire s'expliquent davantage par un affaiblissement attentionnel (Cutting, 1985 ; Culver, Kunen, Zinkgraf, 1986). Aleman et ses collaborateurs (1999) soulèvent d'ailleurs cette hypothèse comme étant un facteur modérateur potentiel pour expliquer les déficits à des tâches mnésiques. Somme toute, la spécificité de l'atteinte mnémonique chez les personnes qui souffrent de SZ est encore controversée.

Capacité limitée du traitement en MCT et faible résistance à la distraction en verbal

Afin de caractériser l'atteinte mnésique chez les personnes qui souffrent de SZ, Goldberg et ses collaborateurs (1998) ont étudié le rôle de la capacité de traitement de l'information en MCT ainsi que le rôle de la distraction en MCT verbale. La première expérience est réalisée à partir d'une tâche d'empan de chiffres, où des séquences de 3 et de 6 chiffres sont présentées au même rythme. Selon ces auteurs, puisque l'ensemble mnémonique tout comme le rythme de présentation sont constants, les patients ont la même chance de se tromper dans chaque condition. Les résultats montrent que la performance est uniquement déficitaire dans la condition à 6 chiffres. Dans la deuxième expérience, la tâche de Brown-Peterson a été utilisée. Dans cette tâche, 2, 4 ou 6 mots sont présentés et le rappel est précédé d'un délai (5, 10 ou 15 secondes) avec et sans interférence. La tâche d'interférence consiste à lire rapidement les noms de couleurs écrits. Les résultats de cette deuxième expérience suggèrent que la performance des personnes schizo-phrènes est différemment affectée par la

tâche d'interférence, selon la grandeur de l'échantillon à mémoriser et selon le délai précédant le rappel. En somme, les personnes schizophrènes auraient des difficultés qui s'expliquent davantage, selon ces chercheurs, par une capacité limitée de la mémoire verbale et non par une attention sélective altérée.

Toutefois, l'attention sélective semble affectée dans d'autres études qui utilisent d'autres méthodes d'investigation. Dans les tâches où la distraction est mesurée par le Digit Span Distractibility Test (DSDT) (Oltmanns et Neale, 1975), l'attention sélective est déficitaire chez les personnes qui souffrent de SZ. Dans la condition contrôle, cette tâche de rappel sériel verbal consiste à rappeler dans l'ordre une séquence de chiffres lus par une voix féminine. Dans la condition distraction, cette tâche nécessite le rappel d'une séquence de chiffres à mémoriser (chiffres lus par une voix féminine) dans l'ordre en ignorant les stimuli non pertinents (chiffres lus par une voix masculine) interpolés entre les chiffres à mémoriser. Lorsque les items de la liste à mémoriser sont interpolés par les stimuli non pertinents, une augmentation des erreurs lors du rappel est observée autant chez les patients que chez les témoins (Corrigan & Green, 1991; Harvey & Pedley, 1989; Lawson, McGhie & Chapman, 1967; Oltmanns & Neale, 1975; Oltmanns, 1978; Rund, 1989). Cette difficulté à filtrer les stimuli non pertinents fait partie des limites fondamentales liées à la cognition humaine. L'impact de la distraction est toutefois supérieur chez les patients qui souffrent de SZ. En outre, pour une liste de 6 chiffres, les stimuli non pertinents entraînent une diminution de la performance de rappel de 46% chez les patients alors qu'elle est de 26% chez les témoins. Par ailleurs, même sans distraction, la performance enregistrée chez les patients est déjà plus faible (Corrigan & Green, 1991; Oltmanns & Neale, 1975; Rund, 1989).

La plupart des études qui examinent la relation entre la capacité de traitement de la MCT et l'attention sélective ont été effectuées en MCT verbale. Harvey et Pedley (1989) ont étudié l'effet de l'interférence auditive et visuelle chez les personnes schizophrènes qui sont

sous médication comparativement à d'autres qui ne le sont pas. La tâche utilisée en mode auditif réfère à celle de Oltmanns et Neale (1975), où la présentation séquentielle de chiffres à mémoriser est interpolée de chiffres à ignorer. Pour la tâche visuelle, une présentation simultanée de chiffres à mémoriser au centre d'un écran d'ordinateur est immédiatement suivie de chiffres non pertinents présentés simultanément. Les stimuli non pertinents ne sont donc pas insérés entre les items à mémoriser. Un impact significatif de la distraction est uniquement observé lors de la tâche en mode auditif. Ici, il est impossible de conclure que la MCT visuelle n'est pas sensible à l'interférence puisque les tâches utilisées dans cette étude varient considérablement au plan méthodologique. Ainsi, il est reconnu que pour effectuer une comparaison systématique du traitement de l'information dans différents modes (auditif et visuel) et codes (verbal et spatial), il est essentiel que les tâches sollicitent les mêmes processus cognitifs peu importe la nature des stimuli (voir Jones et coll., 1995; Ward et coll., sous presse, pour une discussion).

En psychologie cognitive, une procédure très similaire a été développée pour investiguer l'impact de l'interférence verbale en MCT. La présentation de stimuli non pertinents entre chaque item à mémoriser provoque une augmentation modérée de 5 à 10 % des erreurs à toutes les positions sérielles lors du rappel chez une population dite normale (Hitch, 1975). Cette diminution de la performance est connue sous le nom de l'effet sandwich. Cette procédure possède maintenant un analogue pour le traitement de l'information spatiale (Tremblay et coll., sous presse). Cette équivalence fut élaborée à partir de la tâche de points qui constitue un analogue des tâches de rappel sériel développées en code verbal (voir Jones et coll., 1995; Smyth & Scholey, 1996).

MCT spatiale

Bien que plusieurs travaux aient été menés sur les mécanismes responsables du traitement de l'information verbale en MCT, peu d'études se sont attardées au traitement de l'information de l'ordre en MCT et son interaction avec l'attention sélective. Malgré la divergence des procédures employées pour mesurer la MCT spatiale, il semble tout de même y avoir un déficit qui soit marqué et constant chez les personnes atteintes de SZ (mais voir Salamé, Danion, Peretti & Cuervo, 1998). La tâche classique pour mesurer la MCT spatiale réfère aux Blocs de Corsi³ (Milner, 1971). Ce test nécessite une planche sur laquelle sont disposés 9 cubes, en 3 dimensions. L'expérimentateur touche les cubes, un à la fois, selon un ordre spécifique et le participant doit reproduire la séquence dans l'ordre. La plupart des chercheurs qui ont utilisé cette tâche ont trouvé des différences entre les patients qui souffrent de SZ et les témoins (Fleming et coll., 1997; Stone, Gabrieli, Stebbins & Sullivan, 1998) alors que d'autres n'ont pas trouvé ces dissemblances (voir Clare, McKenna, Mortimer & Baddeley, 1993; Kolb & Wishaw, 1983). Dans les écrits, il est toutefois reconnu que les Blocs de Corsi soulèvent des problèmes méthodologiques, stratégiques et psychométriques (voir Fischer, 2001). Ces divers problèmes et sources d'erreurs permettent difficilement de déterminer la nature des déficits observés en MCT pour le traitement de l'information spatiale.

La caractérisation des mécanismes sous-jacents au traitement de l'information spatiale n'est donc pas encore exhaustive chez les personnes qui souffrent de SZ. Toutefois, Dreher et ses collaborateurs (2001) ont tenté de déterminer la contribution relative des processus reliés au rappel de l'information de l'item de ceux associés au rappel de l'information de l'ordre. Ils ont effectué une étude comparative entre des patients atteints de SZ et des participants

³ Le sous-test empan spatial tiré de la batterie Weschler Memory Scale - Third edition (WMS-III; Weschler, 1997b) est également très utilisé pour mesurer la capacité de la MCT spatiale. Ce sous-test est en fait une modification des Blocs de Corsi. Le sous-test Spatial span comprend 10 cubes au lieu de 9 et il comprend les phases de rappel à l'endroit et à l'envers. Les Blocs de Corsi comprennent seulement le rappel à l'endroit.

témoins pour investiguer la MCT spatiale, tout comme Elvegag et coll. (2001) et Elvegag et coll. (2002), mais en MCT verbale. La tâche utilisée réfère à une version informatisée des Blocs de Corsi. Dreher et ses collaborateurs utilisent des présentations séquentielles en plus des présentations simultanées pour effectuer une évaluation systématique du traitement de l'ordre et de l'item chez cette population clinique. Les résultats indiquent que les patients éprouvent de la difficulté à maintenir l'information de l'item et l'information de l'ordre. L'utilisation d'une présentation séquentielle permet normalement de rapporter les positions sérielles, signature habituelle de la mémoire de l'ordre. Toutefois, ces chercheurs ne rapportent pas la courbe de position sérielle. En résumé, ces résultats diffèrent de ceux obtenus en MCT verbale, où la mémoire de l'ordre est intacte chez les patients atteints de SZ (voir Elvegag et coll., 2001; Elvegag et coll., 2002).

Équivalence fonctionnelle entre MCT verbale et spatiale pour la mémoire de l'ordre

En général, les déficits en MCT chez les personnes qui souffrent de SZ sont répertoriés autant pour le traitement de l'information verbale que spatiale (Aleman et coll., 1999). Pour la mémoire de l'ordre, les résultats obtenus en MCT verbale (voir Elvegag et coll., 2001; Elvegag et coll., 2002) ne concordent pas avec ceux obtenus en MCT spatiale (Dreher et coll., 2001) chez les patients qui souffrent de SZ. Ces résultats vont dans le sens du modèle de la mémoire de travail (Baddeley & Hitch, 1974) pour le traitement de l'information sur une courte durée, qui est probablement le plus influent. Selon ce modèle, la mémoire est divisée en sous-systèmes, dont la boucle phonologique et la tablette visuo-spatiale, qui sont respectivement responsables du traitement de l'information verbale et non-verbale.

Selon le modèle de Baddeley et Hitch (1974), il serait possible d'inférer que, dans une version spatiale de la tâche de Oltmanns et Neale (1975), le profil cognitif enregistré chez les patients qui souffrent de SZ pourrait être différent de celui observé en MCT verbale.

Toutefois, il y a de plus en plus de démonstrations en psychologie cognitive que le traitement de l'information verbale et spatiale est équivalent lorsque la tâche sollicite la mémoire temporelle. Pour ces deux types d'informations, la courbe de position sérielle, avec les effets de primauté et de récence (p.ex., Avons, 1998; Farrand & Jones, 1996; Farrand, Parmentier & Jones, 2001; Jones et coll., 1995; Nairne & Dutta, 1992; Smyth & Scholey, 1996) ainsi que la sensibilité à la distraction (p.ex., Parmentier, Tremblay & Jones, 2004; Tremblay & Jones, 2001; Tremblay et coll., sous presse) sont présentes. À notre connaissance, l'impact de l'interférence visuelle en MCT spatiale n'a jamais été mesuré chez les patients qui souffrent de SZ. Afin d'investiguer la question de la capacité limitée du traitement de l'information en MCT et la susceptibilité à l'interférence chez les personnes qui souffrent de SZ, la version spatiale de l'effet sandwich sera utilisée dans la présente étude (voir Tremblay et coll., sous presse).

La présente étude

La présente étude permettra de caractériser les déficits en MCT, précisément de déterminer la contribution relative de la capacité limitée du traitement de l'information en MCT par opposition à une faible résistance à la distraction (Goldberg et coll., 1998) en mémoire spatiale. De plus, le paradigme employé dans cette étude se veut une équivalence en mémoire spatiale de la tâche de Oltmanns et Neale (1975) qui, jusqu'à maintenant n'avait pas d'analogue. La présente étude rapportera notamment les positions sérielles, contrairement à l'étude de Dreher et ses collaborateurs (2001).

Cette étude comprend une tâche de mémoire en laboratoire, la tâche de points, et une courte évaluation neuropsychologique. Dans la tâche de points, la procédure employée est similaire à celle utilisée dans les études portant sur l'effet sandwich (voir Tremblay et coll., sous presse). Spécifiquement, deux conditions sont évaluées : une condition contrôle et une

condition distraction. La condition contrôle consiste en la présentation d'une séquence de 5 points. Après la présentation du cinquième point, tous les points réapparaissent simultanément à leur localisation spatiale respective. Les participants répondent en cliquant sur chacun des points avec la souris afin de reproduire l'ordre de la présentation. La condition sandwich est testée avec des stimuli visuels non pertinents, identiques aux items à mémoriser, interpolés entre les points à mémoriser. Cette expérience permettra d'étudier la mémoire de l'ordre et l'effet de l'interférence non verbale en MCT spatiale.

La courte évaluation neuropsychologique permettra d'abord d'obtenir une estimation du QI des participants de l'étude. Si les deux groupes se distinguent sur l'estimation du QI, alors cette mesure sera introduite en covariable dans les analyses statistiques afin de déterminer si les différences entre les groupes s'expliquent mieux par un affaïssement généralisé des capacités intellectuelles ou plutôt par les variables spécifiques à l'étude. De plus, l'évaluation comprend une investigation de la MCT de l'ordre pour le traitement de l'information verbale et spatiale et de l'attention sélective. Les tests utilisés pour mesurer ces processus réfèrent respectivement au sous-test empan numérique (Wechsler, 1997a), au sous-test empan spatial (Wechsler, 1997b) et au Continuous Performance Test – II (CPT-II) (Conners, 2000). Cette évaluation permettra de cibler quelques processus cognitifs atteints chez les personnes qui souffrent de SZ.

Objectifs et hypothèses

L'objectif principal de cette étude consiste à étudier les déficits observés en mémoire temporelle et spatiale chez les personnes qui souffrent de SZ, en effectuant une étude comparative avec un groupe témoin. La question est de savoir si ces déficits sont dus à une capacité limitée du traitement de l'information en MCT ou à une faible résistance à la distraction.

D'une part, si les troubles reliés à la mémoire de l'ordre et spatiale concernent la capacité limitée, la performance des patients devrait être inférieure à celle des participants témoins pour la condition contrôle et pour la condition distraction. En effet, selon l'étude de Dreher et ses collaborateurs (2001), la performance enregistrée en MCT spatiale avec une population SZ est déficitaire comparativement aux témoins, du moins lors d'une reconstruction d'ordre sans distraction. Ce profil cognitif est toutefois différent de celui obtenu en verbal (Elvevag et al, 2001 ; Elvevag et coll., 2002).

D'autre part, selon l'hypothèse où les déficits s'expliqueraient par une faible résistance à la distraction, la perturbation de la performance par les stimuli non pertinents de la condition distraction sera beaucoup plus marquée chez les patients qui souffrent de SZ. Considérant l'équivalence fonctionnelle entre le traitement de l'information verbale et spatiale pour la mémoire de l'ordre (Jones et coll., 1995), il est prédit ici que la performance de rappel des patients sera plus affectée par l'interférence que celle des témoins, comme les études en code verbal le suggèrent (Corrigan & Green, 1991; Harvey & Pedley, 1989; Lawson et coll., 1967; Oltmanns & Neale, 1975; Oltmanns, 1978; Rund, 1989).

Contenu du mémoire

Suite à l'introduction générale, l'article rédigé selon les normes de publication du *Manuel de publication de l'American Psychological Association* (APA) (American Psychological Association, 2001) se retrouve ainsi au deuxième chapitre du présent document. Cet article présente une recension des écrits en lien avec la présente étude et les diverses étapes liées à la démarche scientifique qui réfèrent précisément à la méthode utilisée, les analyses statistiques réalisées et l'interprétation des résultats obtenus. Le troisième chapitre constitue la conclusion générale de ce mémoire. Cette synthèse rapporte notamment les principaux résultats obtenus dans le cadre de cette étude, les retombées au plan théorique

ainsi que des directions pour les travaux futurs. Finalement, les implications théoriques et cliniques liées à la présente étude seront rapportées.

CHAPITRE II

PROCESSING SPATIAL INFORMATION IN SCHIZOPHRENIA :
A STUDY OF SHORT-TERM MEMORY FOR SERIAL ORDER AND ITS
SUSCEPTIBILITY TO DISTRACTION
(ARTICLE)

RUNNING HEAD: DISTRACTION AND VISUO-SPATIAL SHORT-TERM MEMORY

Processing spatial information in schizophrenia:

A study of short-term memory for serial order and its susceptibility to distraction

Caroline Cellard^{1,2}, Sébastien Tremblay^{1,2}, Catherine Lehoux² & Marc-André Roy²

¹Université Laval, Québec, Canada

²Centre de recherche Université Laval Robert Giffard

Québec, Canada

Correspondence:

Caroline Cellard, BA

École de psychologie

Université Laval

Québec

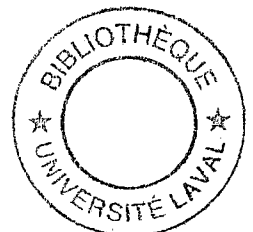
G1K 7P4

Canada

Tel. +(418) 656-2131 Ext 4670

Fax +(418) 656-3646

Email: caroline.cellard@crulrg.ulaval.ca



Abstract

Memory impairment is a core feature in schizophrenia (SZ). The aim of this study was to investigate short-term memory (STM) for serial order and its sensitivity to distraction in the spatial domain. This study comprised 18 schizophrenic patients and 19 healthy controls. The degree of disruption upon recall from interleaving irrelevant items within a sequence of to-be-remembered items – *the sandwich effect* (Hitch, 1975) – was examined with visuo-spatial material. This well established paradigm in experimental cognitive psychology is very similar to the *Digit span distractibility test*, a task widely used in verbal STM in SZ (Oltmanns & Neale, 1975). In the current study, recall performance, whether in the presence or absence of distraction, was poorer in SZ compared to healthy controls. Disruption of recall was significant but of similar magnitude in both groups. Our results suggest that STM capacity is impaired in SZ rather than attentional control, which is not in line with the pattern of distraction observed in the verbal domain.

Processing spatial information in schizophrenia:

A study of short-term memory for serial order and its susceptibility to distraction

Cognitive impairments in schizophrenia (SZ) have been frequently associated with deficits in attention and short-term memory (STM) (e.g., Harvey & Sharma, 2002). Such deficits have repercussions on most if not all cognitive activities. One issue of debate that we wish to address is whether poor memory performance, as observed in neuropsychological tests, is attributable to the inability to focus consistently on relevant stimuli and to filter out irrelevant stimuli or to impaired processing in STM (e.g., Goldberg, Patterson, Taqu & Wilder; 1998). Most of the work on STM and its interaction with selective attention has focused on processing of verbal items (see, e.g., Elvevag, Weinberger & Goldberg, 2001). There is some evidence that processing of spatial information in STM is impaired (Dreher et al., 2001) in SZ but very little research has been devoted to the interaction of STM and selective attention in the spatial domain. In the current study, we examine the capacity to remember spatial information and its order over the short term and its susceptibility to distraction within a paradigm well established in experimental cognitive psychology: the sandwich paradigm (Hitch, 1975; Tremblay, Nicholls, Parmentier & Jones, in press).

Many researchers view attentional control and STM processing dysfunction in SZ as the core feature of the disorder, yet the tests used to examine these processes vary considerably in their methodologies and assumptions across studies (e.g., Fischer, 2001). This inconsistency makes it difficult to ascribe deficits to specific processes or limitations (see Strauss & Summerfelt, 2003, for a discussion). Decades of research in experimental cognitive psychology provide us with well-established paradigms that have served to highlight fundamental limitations to healthy human performance and contributed to understanding the processes underlying such limitations. Adopting such paradigms to the study of cognitive

deficits in SZ enables us to make theory-based assumptions and clear predictions regarding selective attention and STM (see, e.g., Elvevag et al., 2001, for a similar approach).

Verbal STM

The most usual method for studying the temporary storage and retrieval of information in STM is to present a person with a sequence of items and to require the reproduction of the sequence. One key distinction to be made is the relative contribution of order and item memory to performance (see, e.g., Ward, Avons & Melling, in press, for a discussion). If the task requires *recall* of the items in their correct order, then item memory can be difficult to disentangle from order memory. One can omit an item or report the correct item in the wrong position. For example, both omission and transposition errors may contribute to poor performance in digit span tests. However, in the case of a *reconstruction* procedure order-based errors are less contaminated by item-based errors or forgetting. Indeed, all the items of the sequence are re-presented simultaneously for the participant to place them in the same order they were initially presented. Within the experimental psychology literature, memory performance in such tasks, whether it is a recall or a reconstruction procedure, is typically represented by serial position curves with primacy and recency effects (that is, items occurring towards the beginning and those at the end of a list are better recalled than middle-list items). In contrast, most studies of STM capacity in SZ report overall performance, averaged over serial positions; thus masking memory performance as a function of serial order (but see Elvevag, Egan & Goldberg, 2002; Elvevag, Fisher & Goldberg, 2002; Elvevag, Weinberger & Goldberg, 2002; Elvevag et al., 2001).

Processing of serial order information in STM is pivotal to a wide range of cognitive functions and behaviours (e.g., Lashley, 1951) and is closely related to rehearsal-based learning strategies (Baddeley, 1986). Such processing was first thought to be impaired in SZ as reflected by low performance in serial recall procedures such as the digit span tests (e.g.,

Bauman, 1971; Schwartz, Deutsch, Cohen, Warden & Deutsch, 1991). However, evidence is accumulating that poor retrieval of item information (forgetting) rather than impaired processing of order is responsible for the deficits observed in verbal serial recall procedures (Elvevag, Fisher et al., 2002; Elvevag, Weinberger et al., 2002; Elvevag et al., 2001; Elvevag, Egan & Goldberg, 2000). For example, SZ patients make a disproportionate amount of omission errors compared to very few transposition errors (Elvevag et al., 2001). While STM for order information is relatively intact, those tasks that rely more heavily on item memory appear to be markedly impaired in SZ.

Interaction of STM for serial order and selective attention

The interplay of STM and selective attention is usually investigated through the manipulation of distraction, either present or absent when the list of to-be-remembered (TBR) items is learned. Oltmanns and Neale (1975) developed a procedure known as the *Digit Span Distractibility Test* (DSDT), in which irrelevant items (digits said in a female voice) are interleaved with TBR items (digits read in a male voice). If, for serial recall for spoken lists, irrelevant items are interpolated between TBR items, there is a significant increase in recall errors for SZ patients as well as for healthy participants (e.g., Corrigan & Green, 1991; Harvey & Pedley, 1989; Lawson, McGhie & Chapman, 1967; Oltmanns & Neale, 1975; Oltmanns, 1978; Rund, 1989). Attentional selectivity – that is, the ability to filter target items out of distractors – is a fundamental limitation to human performance. However, this limitation is more pronounced in SZ. Typically, SZ patients recall fewer items than controls whether the TBR list is presented with or without interleaved distractors but the presence of distractors has a much greater impact on recall for SZ patients (e.g., Corrigan & Green; Oltmanns & Neale; Rund), i.e, the decrease in performance using distractors is greater in SZ patients than in healthy controls. Indeed, for a list of six digits, the magnitude of disruption can reach up to 46 % in the recall performance of SZ patients and up to 26 % for healthy

subjects (Frame & Oltmanns, 1982; see Spring, Weinstein, Freeman & Thompson, 1991, for a meta-analysis).

Most of the work on STM for serial order and its interaction with selective attention has focused on processing auditory verbal items. Harvey and Pedley (1989) compared the auditory and visual distraction in SZ. For the auditory task, they used the typical DSDT with a sequential presentation of TBR digits interleaved with irrelevant items. For the visual task, a simultaneous presentation of all TBR digits in the center of a computer screen was immediately followed by irrelevant digits, again presented simultaneously, and therefore not interpolated with the TBR items. The authors observed a significant effect of distraction in the auditory task but there was no disruptive effect on recall in the visual task. However, one cannot conclude that visual STM is not sensitive to distraction as the tasks employed in Harvey and Pedley's study varied considerably in their methodology as well as in the modality of presentation. When comparing processing of information in different sensory modalities (e.g., auditory and visual) or of different codes (verbal and spatial), as it is purported in the current study, it is important to make sure that the tasks share the very same requirements whatever the nature of the stimuli (see Jones, Farrand, Morris & Stuart, 1995; Ward et al., in press, for a discussion).

In the study of normal cognition, a procedure - very similar to that of the DSDT - is referred to the *sandwich effect paradigm* (e.g., Hitch, 1975). The mere interpolation of auditory irrelevant items within a sequence of TBR items produces a robust but small deleterious effect upon serial recall of 5 to 10 % (e.g., Baddeley, Papagno & Andrade, 1993; Nicholls & Jones, 2002). The so-called sandwich effect has recently been replicated with lists of visual-spatial (Tremblay et al., in press), using the dot task, regarded as a good analogue of the typical verbal serial recall task (see Jones et al., 1995; Smyth & Scholey, 1996). In this task, a sequence of seven dots is presented one at a time upon a computer screen for

immediate serial recall. Each successive dot is presented in a different position on the screen. Participants were required to report the order in which the dots were presented. The presence of irrelevant dots interleaved with the TBR dots impaired recall across all serial positions, as in verbal studies (Tremblay et al.). This pattern of results, observed in the spatial domain, is similar to that found in the auditory-verbal literature (e.g., Nicholls & Jones).

Spatial STM

In SZ, there is a relative dearth of studies on spatial STM, especially for serial order and the effect of visual-spatial distraction. From reviewing the literature, it seems consistent across studies that spatial STM is impaired (but see Salamé, Danion, Peretti & Cuervo, 1998, for a different view), though the variability in the procedures is considerable. There is ample evidence that processing of spatial information is dysfunctional as observed in variants of delayed-response and delayed perceptual discrimination tasks (e.g., Park & Holzman, 1992; Tek et al., 2002). Typically, in such tasks, a target is briefly displayed, followed by a delay, and then, participants have to respond by locating or detecting the target. Those tasks are very different to serial recall procedures in terms of memory load and response requirements. With regard to serial recall or sequence reproduction of spatial material (e.g., the Corsi block task), most researchers have observed marked deficits (Fleming et al., 1997; Stone, Gabrieli, Stebbins & Sullivan, 1998), while some others failed to find a significant difference between SZ patients and controls (see Clare, McKenna, Mortimer & Baddeley, 1993; Kolb & Whishaw, 1983). However, the balance of evidence weighs strongly for a genuine impairment, and thus supports the claim that the deficit in STM processing is not restricted to verbal material (see Chey, Lee, Kim, Kwon & Shin, 2002; Conklin, Curtis, Katsanis & Iacono, 2000).

According to Fischer (2001) there are two key components in spatial serial recall procedures that contribute to the memory load: serial order and spatial location. This

observation also applies to verbal serial recall, which requires processing item and order information. In the case of spatial material, the location of the blocks (Corsi block task) or dots (dot task) represents item information. Using a computerized version of the Corsi block task, Dreher and his collaborators (2001) developed variants of the task that selectively tap either on spatial recall (item) or temporal recall (order). They obtained a significant difference in performance between the SZ group and the healthy subjects on both the spatial and temporal versions of the task. The pattern of results suggests that item and order memory are impaired in the spatial domain. The latter results appear to be in contrast with the finding that order memory is preserved in verbal serial recall (Elvevag et al., 2001). Although Dreher et al. provide very informative data that enable a comparison between spatial and verbal STM for serial order, they do not report serial position curves as Elvevag et al. did for their verbal serial recall data.

Interaction of STM for serial order and selective attention in the spatial domain

To our knowledge, the impact of visual-spatial distraction on spatial STM for serial order has never been tested in SZ. In the case of verbal serial recall, there is ample evidence that SZ patients are more sensitive to distraction than controls. One key question is whether this pattern of distraction with recall also extends to spatial STM. There seems to be some differences between verbal and spatial serial recall with regards to order memory (Dreher et al., 2001). Based on what is probably the most influential model of STM, the so-called Working Memory model (Baddeley & Hitch; 1974; see also Baddeley, 2000, 2003), one could expect to find a different pattern of distraction for spatial STM. A key assumption of the WM model is that STM is divided into separate subsystems such as the visuo-spatial sketchpad and the phonological loop (respectively responsible for processing visual images and verbal material). This view is based around the premise that the cognitive architecture is divided into separate modules, such as verbal or spatial components. However, there is

accumulating evidence, that, at least for processing serial order, spatial and verbal STM are functionally equivalent. Both show similar serial position curves, with primacy and marked recency effects (e.g., Avons, 1998; Farrand & Jones, 1996; Farrand, Parmentier & Jones, 2001; Jones et al., 1995; Nairne & Dutta, 1992; Smyth & Scholey, 1996) and are sensitive to interference effects or distraction (e.g., Parmentier, Tremblay & Jones, 2004; Tremblay & Jones, 2001; Tremblay et al., in press). In order to test whether the susceptibility of serial recall to distraction is more pronounced in SZ for spatial material, we propose to employ the visual-spatial version of the sandwich paradigm (see Tremblay et al., in press).

The current study

The sandwich procedure is used to examine STM for serial order and its sensitivity to distraction in the spatial domain, comparing SZ patients with healthy controls. The dot task consists of presenting a sequence of dots at different spatial positions on a screen, and then requiring participants to reproduce the sequence. In the trials with no distraction, each successive dot is presented in a different position with the constraint that no dot is presented within a certain distance from the centre of the screen. In the trials with distraction, each TBR dot is followed by a single irrelevant dot always presented in the centre of the display. Following presentation, participants are re-presented with all the TBR dots in their original position, and asked to indicate the order in which they appeared. This procedure is employed in order to tap on order information and minimize item information, given the emphasis of the current study on STM for serial order. We adopted a memory set size of five items (dots) based on the procedure of Dreher et al. (2001), in which STM for serial order was tested for sequences of up to five items (squares).

On an exploratory basis, a brief neuropsychological evaluation will be conducted on each participant in order to establish a correlation between what is being evaluated by the sandwich procedure and what is being measured in usual neuropsychological assessments.

Method

Participants

The total sample included 37 participants [18 SZ patients (16 males, 2 females) and 19 healthy controls (10 males, 9 females)] (see Table 1). All patients were outpatients who suffer from SZ [paranoid (n=14), undifferentiated (n=3), disorganized (n=1)]. They were all treated with atypical neuroleptics as principal medication. Among them, 9 were taking Olanzapine (mean dose = 18.89 mg, s.d. 12.25), 5 were taking Clozapine (mean dose = 412.5 mg, s.d. 139.19), 3 were taking Quetiapine (mean dose = 616.7 mg, s.d. 332.9) and 1 was taking Risperidone (dosage = 3.0 mg). They were recruited from three clinics affiliated to the Centre Hospitalier Robert-Giffard (Clinique Notre-Dame des Victoires, Centre de traitement et de réadaptation de Nemours et Centre local de services communautaires). Patients meet the diagnosis criteria established by the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV) (American Psychology Association, 1994) and diagnosis were made by experienced psychiatrists. Patients with a past or current history of severe substance abuse, a primary mental deficiency or with a main psychiatric diagnosis different from SZ were excluded from the sample. Healthy controls were recruited in the community using advertisement in medical clinics. Participation in this study involved a clinical evaluation (Structured Clinical Interview for DSM-IV [SCID]; Spitzer, Gibbon & Williams, 1995) and a neuropsychological assessment. For healthy controls, participants with neurological (e.g. epilepsy) or with any axis-I psychiatric (schizophrenia or major depression) disorders were excluded from the sample. All participants had normal or corrected-to-normal vision. They all received a small honorarium to take part in this experiment.

Table 1 about here

Material and procedure

Dot task. In every trial, five TBR black dots of 1 cm in diameter were presented in succession and in different locations within a 17 x 17 cm matrix (that was not visible to participants at any point) on a computer screen. The coordinates for the TBR dots were randomly generated with the constraint that the centres of successive TBR dots were separated by between 3 cm and 10.5 cm. In trials with distraction, irrelevant dots (identical in size and colour to the TBR dots) always occupied the centre point position of the display. In all trials there was the additional constraint that no TBR dot appeared closer than 2 cm to the centre point of the presentation window. Participants were informed that, although they had to fixate on the screen between successive TBR item presentation, any dot presented in the centre of the screen was irrelevant to the memory task and should be ignored. In each control trial, a different sequence of five black dots was displayed at a rate of one dot every 1.2 second (350 ms 'on', 850 ms 'off'). For distraction trial, the same timing between TBR items was adopted but with the addition of an irrelevant item (on for 350 ms) presented 250ms after the offset of each TBR item except after the fifth.

Thirty trials were conducted, 15 in control and 15 in distraction condition. The order of presentation was quasi-randomized with the restriction that no more than three trials of the same condition could be presented successively. Participants were seated approximately 50 cm from the monitor upon which the dot task was displayed. Following a period of 850 ms after the presentation of the last (fifth) TBR dot in each trial, all TBR dots were re-presented simultaneously in the same spatial locations they had originally been presented, prompting participants to reconstruct order of the sequence. During recall, participants used the mouse to

locate and click on all the dots in the order they were presented. To indicate that a response has been recorded, the colour of a selected dot changed from black to green and remained that way until the end of the trial. Mouse clicks on a dot already selected were not processed by the computer. The responses were scored automatically with respect to serial position and condition. Written instructions encouraged participants to respond as quickly and accurately as possible, and informed them that once an item had been selected it would not be possible to alter it. The presentation of successive trials was self-paced. Two practice trials were presented before the experiment proper began. Participants were tested individually and the experiment lasted 20 to 25 min.

Neuropsychological evaluation. The aim of this neuropsychological evaluation is to establish a correlation between what is being evaluated by the dot task and what is being measured in the neuropsychological tests. The evaluation of cognitive functions will focus on Intelligence quotient (IQ), STM and selective attention. The tests used to measure these functions are respectively a dyad (Sattler and Ryan, 1999) of the Weschler Adult Intelligence Scale third edition (WAIS-III) (Weschler, 1997a), span tasks for verbal information (digit span) (Weschler, 1997a) and spatial information (spatial span) (Weschler, 1997b) and the Continuous Performance Test –II (CPT-II) (Conners, 2000). As there is a debate as to whether IQ should or should not be covaried, the statistical analyses will be conducted with and without the IQ estimate as a covariate. Conducting these tests lasts about one hour.

Estimated IQ. One of the ten best dyads of the WAIS-III was used to index intellectual function. This combination includes the subtests vocabulary and matrix reasoning.

Digit span. This WAIS-III subtest is being done in two parts. First, the participant must repeat a series of digits that minimally contains two digits (Item 1) and can contain up to nine digits (Item 8). The subtest lasts until the participant completes the nine digit series or

fails two consecutive trials. The second part consists of the same task except that the digits must be repeated in the reverse order.

Spatial span. The necessary material is a board with ten three dimension blocks. The evaluator touches the blocks one by one according to a specific order. This subtest is done in two parts. First, participants must reproduce the given order touching the blocks (from two to nine). The test is completed when the participant identifies all the blocks in the series in the right order or when he or she fails two consecutive series. Second, the first part is repeated except that the answers must be given in the reverse order.

CPT-III. This computerized test requires the participant to press the key bar as fast as possible every time a letter is displayed, except for the letter 'X' (each letter is shown 250 ms). The test is comprised of six parts, each containing twenty tries. For each part, the interstimuli interval can vary between one, two or four seconds.

Results

Dot task

Participants' responses were scored according to a strict serial recall criterion. For each group, the mean number of correct responses at each serial position as a function of condition is depicted in Figure 1. A repeated-measure analysis of variance (ANOVA) was conducted on the data with respect to condition (2 levels: control and distraction) and serial position (5 levels) as within-group variables and group (SZ patients and healthy controls) as the between-group variable. Adjusted values are used when the sphericity or other assumptions are not met. The level of significance is set at $\alpha = .05$. The level of recall performance of SZ patients was significantly poorer compared to that of healthy controls, $F(1, 35) = 5.36$, $MSE = 21.59$, $p < .05$. The analysis showed that the main effects of condition, $F(1, 35) = 9.07$, $MSE = 5.84$, $p < .05$, and serial position, $F(4, 140) = 12.21$, $MSE = 3.09$, $p < .05$, were significant. The interaction between condition and serial position also reached

significance, $F(4, 140) = 4.90$, $MSE = 1.52$, $p < .05$. However, no interaction were found between condition by group, $F(1, 35) = 0.70$, $MSE = 5.84$, $p = .21$, nor between serial position by group, $F(4, 140) = 1.70$, $MSE = 3.09$, $p = .09$.

 Figure 1 about here

Neuropsychological measures

Independent-samples t tests were performed on the neuropsychological data to determine whether there were significant group differences on those variables. There were significant differences between SZ patients and healthy controls on the estimated IQ, $t(35) = -2.03$, $p < .05$, and on spatial span total score, $t(34) = -2.02$, $p < .05$. There was no other significant difference : digit span total score, $t(35) = -0.44$, $p = .33$; CPT-II psychometric parameters, omission, $t(34) = 1.10$, $p = .14$, commission, $t(34) = -0.08$, $p = .47$, and d' , $t(34) = 1.22$, $p = .12$.

Correlation coefficients were computed between the experimental data and the neuropsychological measures for SZ patients and for healthy controls. For SZ patients, the results of the correlational analyses revealed that the control condition, $r = .54$, $p < .05$, as well as the distraction condition, $r = .55$, $p < .05$, is significantly associated with spatial span. The estimated IQ is only correlated with distraction condition, $r = .41$, $p < .05$, but not with the control condition, $r = .01$, $p = .48$. For healthy controls, the results of the analyses suggest that the control condition, $r = .60$, $p < .05$, and the distraction condition, $r = .74$, $p < .05$, are significantly associated with spatial span only. The dot task (control condition) is not significantly associated with digit span for SZ patients, $r = .37$, $p = .07$, nor for healthy

controls, $r = .15$, $p = .27$. The correlational pattern for SZ patients and healthy controls is only different for the IQ measure.

Controlling for IQ

In order to establish the robustness of statistical differences observed between the groups with respect to IQ, ANCOVAs were performed. The group difference for spatial span, $F(1, 35) = 4.03$, $MSE = 0.74$, $p < .05$, as well for dot task, $F(1, 35) = 3.78$, $MSE = 21.90$, $p < .05$, still reached significance when IQ were controlled for.

Discussion

The aim of this study was to examine STM for serial order and its sensitivity to distraction in the spatial domain, comparing SZ patients with healthy controls. Recall performance, whether in the presence or absence of distraction was poorer in SZ compared to healthy controls. Disruption of recall was significant but of similar magnitude in both groups. SZ patients showed an impairment on the spatial span subtest but not on the digit span subtest. Although the groups are different in terms of years of education, estimated IQ and gender, the results in our study are not affected by these differences. Results from the current study address key issues in SZ: i) the state of functioning of order memory in SZ; ii) the interaction between impaired processing in STM and sensitivity to distraction; and iii) functional equivalence of verbal and spatial information in serial STM.

First, our results replicated those obtained by Dreher et al.(2001) in which SZ patients showed impairments in a temporal recall task in spatial STM. No comparison of serial position curves can be made since they did not report their serial position curves in their study. To our knowledge, our study provided for the first time serial position curves in spatial STM. Serial position curves, which represent order memory's signature, are comparable in both groups. These results corroborate those related to verbal STM suggesting that order

memory is intact for SZ patients (Elvevag, Fisher et al., 2002; Elvevag, Weinberger et al., 2002; Elvevag et al., 2001; Elvevag et al., 2000).

Second, the current study addressed whether poor memory performance in SZ is attributable to impaired processing in STM or to greater susceptibility to distraction. The difference in recall performance observed in the dot task suggests a poorer information processing capacity with SZ patients. Spatial information processing seems to be impaired compared to verbal information processing (Elvevag, Fisher et al., 2002; Elvevag, Weinberger et al., 2002; Elvevag et al., 2001; Elvevag et al., 2000). The results of both tests assessing spatial information processing (dot task and spatial span subtest) are impaired in SZ patients while no deficit is observed for verbal processing (digit span subtest). In other words, a detailed analysis of the data gathered in this study suggests that SZ patients have a limited capacity in terms of spatial STM processing. The hypothesis of a limited capacity concerning STM information processing being the cause of weaker performance in order memory is therefore adopted.

In our study, SZ patients' STM deficits are not likely to be the result of a selective attention dysfunction. The impact of interference is the same for both groups, which appears to be a 10 % decrease in recall performance. The decrease is known as the sandwich effect (Hitch, 1975; Tremblay et al., in press). With a very similar task in verbal STM, Oltmanns and Neale (1975) rather observed a greater effect of distraction for SZ patients. Methodological differences between both studies could explain discrepancies. In fact, we adopted a memory set size of five items (dots) based on the procedure of Dreher et al. (2001). In studies in verbal STM a memory set size of 6 items (digits) with distraction is adopted. The impact of distraction might be greater when there is a memory load. Moreover, no difference was observed between both groups' results concerning CPT-II psychometric parameters.

Taken together, these results indicate that selective attention cannot satisfactorily explain deficits in STM in our sample.

Third, our results challenge the functional equivalence of spatial and verbal information in serial STM. Our results in spatial STM diverge from those obtained in verbal STM where weak resistance to distraction played a greater role in the STM deficiencies. The dot task used in our study only solicits order memory whereas the task used in Oltmanns and Neale's study solicits item memory in addition to order memory. The difference between Oltmanns and Neale's study and ours can be explained by the fact that item memory might be more susceptible to interference than order memory. The variability in study sample can also explain these differences.

However, the current findings should be cautiously interpreted. First, the small number of participants might have prevented us from observing group differences in digit span as well as in the CPT-II. Second, because of methodological differences between the dot task and the DSDT, at this time, the dot task cannot be a spatial equivalent of the DSDT. When one compares processing of information in different codes (verbal and spatial), as is purported in the current study, it is essential to make sure that the tasks share the very same requirements whatever the nature of the stimuli (see Jones et al., 1995; Ward et al., in press, for a discussion).

At a theoretical level, results gathered in this study confirm that mnemonic problems are consistent in SZ (Aleman, Hijman, de Haan & Kahn, 1999). These findings could be helpful to direct the helping relationship and re-education of SZ patients. A proper understanding of mnemonic problems in SZ can certainly promote the establishment of efficient interventions (Keefe, 1995).

Authors' note

Caroline Cellard receives support from the Fonds de la recherche en santé du Québec. This work was supported by a grant from the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada to Sébastien Tremblay and by a scientist awards from the Fonds de la recherche en santé du Québec to Marc-André Roy.

We thank François Vachon for critical reading of an earlier draft. We are also grateful to Andrée-Anne Lefebvre, Karine Létourneau and Simon Poirier for their help in collecting the data.

Correspondence can be address to Caroline Cellard, École de psychologie, Université Laval, Québec, G1K 7P4, Canada. Email can be sent to caroline.cellard@crulrg.ulaval.ca or sebastien.tremblay@psy.ulaval.ca.

References

- Aleman, A., Hijman, R., de Haan, E. H., & Kahn, R. S. (1999). Memory impairment in schizophrenia: a meta-analysis. *American Journal of Psychiatry*, *156*(9), 1358-1366.
- American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed.). Washington, DC: Author.
- Avons, S. E. (1998). Serial report and item recognition of novel visual patterns. *British Journal of Psychology*, *89*, 285-308.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Clarendon Press.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, *4*, 417-423.
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, *4*, 829-839.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G.A. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation*: Vol. 8. (pp. 47-90). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D., Papagno, C., & Andrade, J. (1993). The sandwich effect: The role of attentional factors in serial recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, *19*, 862-870.
- Bauman, E. (1971). Schizophrenic short-term memory : The role of organization at input. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *36*, 14-19.
- Chey, J., Lee, J., Kim, Y. S., Kwon, S. M., & Shin, Y. M. (2002). Spatial working memory span, delayed response and executive function in schizophrenia. *Psychiatry Research*, *110*(3), 259-271.
- Clare, L., McKenna, P. J., Mortimer, A. M., & Baddeley, A. D. (1993). Memory in schizophrenia: what is impaired and what is preserved? *Neuropsychologia*, *31*, 1225-1241.

- Conklin, H. M., Curtis, C. E., Katsanis, J., & Iacono, W. G. (2000). Verbal working memory impairment in schizophrenia patients and their first-degree relatives: evidence from the digit span task. *American Journal of Psychiatry*, *157*(2), 275-277.
- Conners, C. K. (2000). *Conners' Continuous Performance Test*. Canada: Multi-Health Systems Inc.
- Corrigan, P. W., & Green, M. F. (1991). Signal detection analysis of short-term recall in schizophrenia. *Journal of Nervous and Mental Disease*, *179*(8), 495-498.
- Dreher, J-C, Banquet, J-P, Allilaire, J-F, Paillère-Martinot, M-L, Dubois, B., & Burnod, Y. (2001). Temporal order and spatial memory in schizophrenia: a parametric study. *Schizophrenia Research*, *51*, 137-147.
- Elvevag, B., Egan, M. F., & Goldberg, T. E. (2000). Memory for temporal order in patients with schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *46*(2-3), 187-193.
- Elvevag, B., Fisher, J. E., & Goldberg, T. E. (2002). Probed recall for serial order deficits in short-term memory in schizophrenic patients. *Schizophrenia Research*, *59*(2-3), 127-35.
- Elvevag, B., Weinberger, D. R., & Goldberg, T. E. (2001). Short-term memory for serial order in schizophrenia: A detailed examination of error types. *Neuropsychology*, *15*(1), 128-135.
- Elvevag, B., Weinberger, D. R., & Goldberg, T. E. (2002). The phonological similarity effect in short-term memory serial recall in schizophrenia. *Psychiatry Research*, *112*(1), 77-81.
- Farrand, P., & Jones, D. (1996). Direction of report in spatial and verbal serial short-term memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *49A*(1), 140-158.
- Farrand, P., Parmentier, F. B. R., & Jones, D. M. (2001). Temporal-spatial memory: Retrieval of spatial information does not reduce recency. *Acta Psychologica*, *106*(3), 285-301.

- Fischer, M. H. (2001). Probing spatial working memory with the corsi blocks task. *Brain and Cognition, 45*, 143-154.
- Fleming, K., Goldberg, T. E., Binks, S., Randolph, C., Gold, J. M., & Weinberger, D. R. (1997). Visuospatial working memory in patients with schizophrenia. *Biological Psychiatry, 41*(1), 43-49.
- Frame, C. L., & T. F., Oltmanns. (1982). Serial recall by schizophrenic and affective patients during and after psychotic episodes. *Journal of Abnormal Psychology, 91*(5), 311-318.
- Goldberg, T. E., Patterson, K. J, Taqqu, Y., & Wilder, K. (1998). Capacity limitations in short-term memory in schizophrenia: Tests of competing hypotheses. *Psychological Medicine, 28*(3), 665-673.
- Harvey, P., & Sharma, T. (Eds.) (2002). *Understanding and treating cognition in schizophrenia*. United Kingdom : Martin Dunitz.
- Harvey, P. D., & Pedley, M. (1989). Auditory and visual distractibility in schizophrenia: Clinical and medication status correlations. *Schizophrenia Research, 2*(3), 295-300.
- Hitch, G. J. (1975). The role of attention in visual and auditory suffix effects. *Memory & Cognition, 3*, 501-505.
- Jones, D., Farrand, P., Stuart, G., & Morris, N. (1995). Functionnal equivalence of verbal and spatial information in serial short-term memory. *Journal of experimental psychology: Learning, Memory and Cognition, 21*(4), 1008-1018.
- Keefe, R. S. E. (1995). The contribution of neuropsychology to psychiatry. *American Journal of Psychiatry, 152*, 6-15.
- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (1983). Performance of schizophrenic patients on tests sensitive to left or right frontal, temporal, or parietal function in neurological patients. *The Journal of Nervous and Mental Disease, 171*(7), 435-443.

- Lashley, K. S. (1951) The problem of serial order in behavior. In L. A. Jeffress (Ed.) *Cerebral mechanisms in behavior* (pp. 112-136). New York: Wiley.
- Lawson, J. S., McGhie, A., & Chapman, J. (1967). Distractibility in schizophrenia and organic cerebral disease. *The British Journal of Psychiatry*, *113*, 527-535.
- Nairne, J. S., & Dutta, A. (1992). Spatial and temporal uncertainty in long-term memory. *Journal of Memory and Language*, *31*, 396-407.
- Nicholls, A. P., & Jones, D. M. (2002). The sandwich effect reassessed: Effects of streaming, distraction, and modality. *Memory & Cognition*, *30*(1), 81-88.
- Oltmanns, T. F. (1978). Selective attention in schizophrenic and manic psychoses: The effect of distraction on information processing. *Journal of Abnormal Psychology*, *87*(2), 212-225.
- Oltmanns, T. F., & Neale, J. M. (1975). Schizophrenic performance when distractors are present: Attentional deficit or differential task difficulty? *Journal of Abnormal Psychology*, *84*(3), 205-209.
- Park, S., & Holzman, P. S. (1992). Schizophrenics show spatial working memory deficits. *Archive of General Psychiatry*, *49*(12), 975-982.
- Parmentier, F. R., Tremblay, S., & Jones, D. M. (2004). The suffix effect in visuo-spatial serial memory. *Psychonomic Review & Bulletin*, *11*, 289-295.
- Rund, B. R. (1989). Distractibility and recall capability in schizophrenics. A 4 year longitudinal study of stability in cognitive performance. *Schizophrenia Research*, *2*(3), 265-275.
- Salame, P., Danion, J. M., Peretti, S., & Cuervo, C. (1998). The state of functioning of working memory in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *30*(1), 11-29.
- Sattler, J. M., & Ryan, J. J. (Eds.) (1999). *Assessment of children: Revised and updated third edition WAIS-III supplement*. San Diego, CA: Publisher.

- Schwartz, B. L., Deutsch, L. H., Cohen, C., Warden, D., & Deutsch, S. I. (1991). Memory for temporal order in schizophrenia. *Biological Psychiatry*, 29(4), 329-339.
- Smyth, M. M., & Scholey, K. A. (1995). Serial order in spatial immediate memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A(1), 159-177.
- Spitzer, R. I., Gibbon, M., Williams, J. B. (Eds.) (1995). *Structured Clinical Interview for Axis I DSM-IV Disorders (SCID)*. Washington, DC : American Psychiatric Press Inc.
- Spring, B., Weinstein, L., Freeman, R., & Thompson, S. (1991). Selective attention in schizophrenia. In S. R. Steinhauer & J. H. Gruzelier (Eds), *Neuropsychology, psychophysiology, and information processing: Vol. 5. Handbook of schizophrenia* (pp. 371-396). New York: Elsevier Science.
- Stone, M., Gabrieli, J. D., Stebbins, G. T., & Sullivan, E. V. (1998). Working and strategic memory deficits in schizophrenia. *Neuropsychology*, 12, 278-288.
- Strauss, M. E., & Summerfelt, A. 2003. The neuropsychological study of schizophrenia: A methodological perspective. In M. F. Lenzenweger & J. M. Hooley (Eds.), *Principles of experimental psychopathology: Essays in honor of Brendan A. Maher* (pp. 119-134). Washington, DC: American Psychological Association.
- Tek, C., Gold, J., Blaxton, T., Wilk, C., McMahon, R. P., & Buchanan, R. W. (2002). Visual perceptual and working memory impairments in schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, 59(2), 146-153.
- Tremblay, S., & Jones, D. M. (2001). Beyond the matrix: A study of interference. In D. Harris (Ed). *Engineering psychology and cognitive ergonomics: Industrial ergonomics, HCI and Applied cognitive psychology* (pp. 255-263). Aldershot, UK: Ashgate.
- Tremblay, S., Nicholls, A., Parmentier, F. B., & Jones, D. M. (in press). The sandwich effect in visual spatial serial memory. *Memory*.

Ward, G., Avons, S. E., & Melling, L. (in press). Serial position curves in short-term memory:

Functional equivalence across modalities. *Memory*.

Weschler, D. (1997a). *Weschler Adult Intelligence Scale - Third edition*. San Antonio, TX:

The Psychological Corporation.

Weschler, D. (1997b). *Weschler Memory Scale - Third edition*. San Antonio, TX: The

Psychological Corporation.

Table 1

Characteristics of schizophrenic patients and healthy controls samples

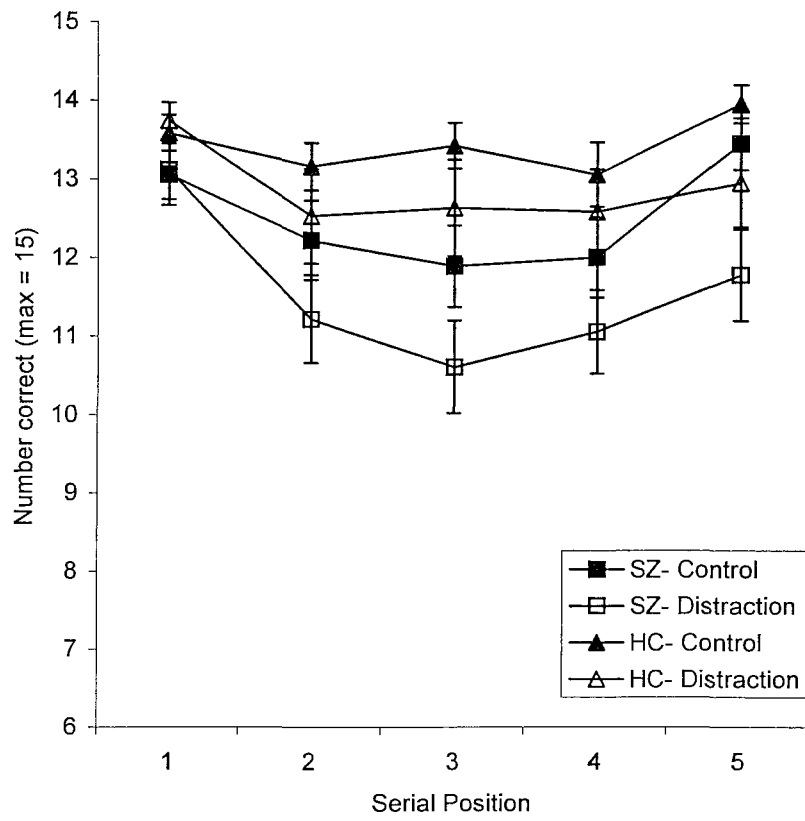
Variable	Schizophrenic patients		Healthy controls	
	(n = 18)		(n = 19)	
	<i>M</i> (<i>SD</i>)		<i>M</i> (<i>SD</i>)	
Age (years)	24.89	(4.06)	23.84	(4.72)
Education (years)	12.61*	(2.52)	14.68*	(2.29)
Estimated IQ	112.00*	(9.69)	119.95*	(10.34)
Medication type				
Antipsychotics				
Typical	0		0	
Atypical	18		0	

Note. Estimated WAIS-III Full –Scale IQ

* $p < .05$

Figure caption

Figure 1. Dot task: Mean number correct as a function of serial position for control and distraction conditions for patients (SZ) and healthy controls (HC). Maximum number of corrects is 15. Error bars represent standard errors.



CHAPITRE IIICONCLUSION

Principaux résultats

La présente étude visait à déterminer la contribution relative de la capacité limitée du traitement de l'information en MCT par opposition à une faible résistance à la distraction pour le traitement de l'information spatiale chez des personnes qui souffrent de SZ. À la tâche de points, les résultats montrent une différence de groupe au niveau de la performance globale obtenue. En fait, la performance de rappel, avec ou sans distraction, est affaissée pour les patients en comparaison avec le groupe témoin. Les résultats démontrent par ailleurs que l'impact de l'interférence est le même dans les deux groupes. Enfin, les courbes de position sérielles obtenues par les patients qui souffrent de SZ sont semblables à celles du groupe témoin. Les résultats obtenus aux tests neuropsychologiques indiquent une différence entre les groupes seulement pour le score total obtenu au sous-test empan spatial (Weschler, 1997b). Les deux groupes ne diffèrent pas quant aux scores obtenus au sous-test empan numérique (Weschler, 1997a) et il en va de même des paramètres psychométriques du CPT-II (Conners, 2000). Enfin, la tâche de points est corrélée avec le sous-test empan spatial pour les deux groupes.

Les résultats révèlent des différences entre les groupes pour le niveau d'éducation atteint, l'estimation du QI et le sexe. Dans un premier temps, les patients qui souffrent de SZ ont un niveau de scolarité ainsi qu'une estimation des capacités intellectuelles générales inférieurs à ceux obtenus chez le groupe témoin. Toutefois, lorsque le QI est inséré en covariable, les différences entre les groupes demeurent. Dans un deuxième temps, la proportion d'hommes dans l'échantillon clinique est plus grande que celle dans le groupe témoin. Certaines études suggèrent que l'altération de la MCT spatiale chez les personnes qui souffrent de SZ ne s'explique pas par des différences de sexe (Minor & Park, 1999). Dans un dernier temps, tous les patients ont comme médication principale un antipsychotique atypique, soit un antipsychotique de nouvelle génération. Plusieurs études soulignent l'effet

bénéfique des antipsychotiques atypiques sur le fonctionnement cognitif (voir Weiss, Bilder, & Fleischhacker, 2002). Somme toute, les 2 groupes diffèrent sur certaines caractéristiques démographiques mais les différences observées à la tâche de points et au sous-test empan spatial ne sont pas attribuables à ces différences.

Les résultats obtenus dans la présente étude permettent de prendre position sur le fonctionnement de la mémoire de l'ordre, sur la question de l'interaction entre la capacité limitée du traitement de l'information en MCT et la sensibilité à la distraction, et enfin, de statuer sur l'équivalence fonctionnelle entre le traitement de l'information verbale et spatiale pour la mémoire de l'ordre chez les patients qui souffrent de SZ.

SZ et mémoire de l'ordre

Tout d'abord, la présente étude reproduit les résultats obtenus par Dreher et ses collaborateurs (2001) où la performance obtenue par les patients qui souffrent de SZ est affaissée lors d'une tâche de reconstruction d'ordre en MCT spatiale. Par rapport aux résultats de Dreher et coll., la présente étude apporte une contribution supplémentaire en rapportant pour la première fois, à notre connaissance, des positions sérielles pour le traitement de l'information spatiale chez cette population clinique. Dans la présente étude, la courbe de position sérielle, qui représente la signature de la mémoire de l'ordre, est comparable dans les deux groupes. Ainsi, il semble que la mémoire de l'ordre soit intacte chez les patients atteints de SZ, tant pour l'information verbale (p.ex., Elvevag et coll., 2002 ; Elvevag et coll., 2001) que spatiale (la présente étude).

SZ : Capacité limitée du traitement en MCT ou susceptibilité à la distraction?

La différence de performance de rappel, avec ou sans distraction, observée à la tâche de points suggère un affaissement de la capacité de traitement de l'information chez les

personnes qui souffrent de SZ. Plus précisément, la performance des patients est altérée à la tâche de points et au sous-test empan spatial, des tâches qui mesurent le traitement de l'information spatiale. Il serait ainsi plus juste d'affirmer que le traitement de l'information spatiale, avec composante mnésique, est déficitaire chez les patients qui souffrent de SZ.

L'hypothèse selon laquelle les déficits en MCT s'expliquent par une attention sélective altérée ne permet pas de rendre compte des données. Dans un premier temps, il n'y a pas de différence entre les groupes pour la condition distraction dans la tâche de points. L'impact de l'interférence est ainsi le même dans chaque groupe, soit une diminution d'environ 10 % du rappel correct. Donc, l'effet sandwich (Hitch, 1975; Tremblay et coll., sous presse) est semblable dans les deux groupes. Toutefois, ces résultats divergent de ceux obtenus en MCT verbale avec le DSDT (p.ex., Oltmanns & Neale, 1975) où l'effet de la distraction était plus fort chez les patients qui souffrent de SZ. Dans un deuxième et dernier temps, aucune différence n'est observée entre les groupes aux paramètres psychométriques du CPT-II. Somme toute, la contre-performance des patients qui souffrent de SZ dans le cadre de cette étude ne s'explique pas par une altération au niveau de l'attention.

SZ et équivalence fonctionnelle pour la MCT de l'ordre

Les résultats de la présente étude en MCT spatiale semblent diverger de ceux obtenus en code verbal où les déficits chez les patients qui souffrent de SZ s'expliquent davantage par une faible résistance à la distraction (Corrigan & Green, 1991; Harvey & Pedley, 1989; Lawson, McGhie & Chapman, 1967; Oltmanns & Neale, 1975; Oltmanns, 1978; Rund, 1989). Au plan théorique, cette différence au niveau du traitement de l'information verbale et spatiale pour la mémoire de l'ordre s'inscrit davantage dans le cadre du modèle de la mémoire de travail élaboré par Baddeley et Hitch (1974). Ces résultats s'insèrent donc moins dans le courant qui suggère une équivalence fonctionnelle pour la mémoire de l'ordre.

Toutefois, certaines manipulations méthodologiques pourraient expliquer les différents résultats obtenus avec des patients atteints de SZ pour la tâche de points et le DSDT. Il y a en fait deux principales différences. La première différence se situe au niveau de la mémoire de l'ordre par rapport à la mémoire de l'item sollicitée dans la tâche de rappel sériel. La deuxième différence réfère à la distinction des stimuli non pertinents de l'information pertinente à la tâche.

D'abord, bien que la tâche de points et le DSDT réfèrent tous deux à la tâche de rappel sériel, ils ne sollicitent pas exactement les mêmes types de mémoire. Ainsi, les phases de rappel des items à mémoriser sont différentes. Le rappel dans la tâche de points réfère à une reconstruction d'ordre où les items à mémoriser sont re-présentés à leur position spatiale respective et le participant doit reproduire l'ordre de la séquence. La mémoire de l'ordre est principalement sollicitée dans cette tâche. Dans le DSDT, ce n'est pas une tâche de reconstruction d'ordre mais bien un rappel des items dans l'ordre qui est demandé. Cette tâche sollicite ainsi la mémoire de l'item et la mémoire de l'ordre. À la différence de la tâche de points, le DSDT requiert la mémoire de l'item. Donc, il serait possible que l'impact de la distraction soit plus fort chez les patients qui souffrent de SZ lorsque la mémoire de l'item est sollicitée. L'impact de la distraction aurait un effet encore plus perturbateur sur la mémoire de l'item que sur la mémoire d'ordre.

Ensuite, la distinction entre les stimuli non pertinents par rapport à l'information pertinente à la tâche n'est pas la même dans la tâche de points par rapport au DSDT. À la tâche de points, les stimuli non pertinents se distinguent des items à mémoriser sur leur position spatiale (contenu spatial). Les items à mémoriser apparaissent à différentes positions à l'écran d'ordinateur. Toutefois, les items à mémoriser n'apparaissent *jamais* au centre de l'écran puisque seulement les stimuli non pertinents apparaissent à cette position spatiale. Cette distinction au niveau du contenu des items à mémoriser et des stimuli non pertinents

diminue l'interférence possible en MCT. Toutefois, au DSDT, les stimuli non pertinents ne se distinguent pas des items à mémoriser. En d'autres termes, les stimuli non pertinents et les items à mémoriser sont tous deux des chiffres (contenu verbal) et donc, ils sont moins distincts au niveau du contenu verbal. En somme, l'oubli ou la diminution de la performance lors d'une tâche de rappel sériel peut effectivement s'expliquer par l'interférence au niveau du contenu de l'item (voir Jones & Tremblay, 2000 pour une discussion). L'effet de confusion pourrait donc être plus fort lors de l'administration du DSDT comparativement à la tâche de points.

Finalement, l'interaction possible entre l'interférence au niveau de l'item (contenu identique des chiffres) et les demandes cognitives liées à la mémoire de l'item pourrait expliquer que l'impact de la distraction soit plus fort avec le DSDT. Par ailleurs, il est à noter qu'aucune recherche dans les écrits ne compare systématiquement le traitement de l'information verbale et spatiale avec les mêmes participants SZ. Donc, en plus des variations quant aux équivalences fonctionnelles des tâches, il est possible qu'il y ait des variations inter-échantillons. Somme toute, à la lumière de cette analyse, la présente étude suggère que la réduction de l'interférence au niveau du contenu de l'item (positions spatiales différentes des items à mémoriser par rapport aux stimuli non pertinents) combinée à l'évaluation de la mémoire de l'ordre uniquement, diminuent l'impact de l'interférence chez les SZ.

Limites de la présente étude et travaux futurs

Les résultats de la présente étude doivent être interprétés en considérant la faible taille de l'échantillon. Ainsi, il est reconnu dans les écrits que l'attention est déficitaire chez les patients atteints de SZ. Dans le cadre de cette étude, il n'y a pas de différence pour tous les paramètres du CPT-II et l'impact de l'interférence est le même dans chaque groupe à la tâche de points. Il est ainsi possible que ce résultat s'explique davantage par un manque de

puissance statistique. Afin de gagner de la puissance statistique, il serait intéressant d'augmenter le nombre de participants pour tirer des conclusions représentatives. De plus, la présente étude comporte certaines limites au plan méthodologique et au niveau de l'échantillon qui réduisent les comparaisons entre la tâche de points et le DSDT (Oltmanns & Neale, 1975). À ce stade, la tâche de points ne constitue donc pas un analogue du DSDT mais elle renseigne sur le fonctionnement de la mémoire de l'ordre chez les patients qui souffrent de SZ.

Afin de déterminer s'il existe un déficit différentiel en MCT pour le traitement de l'information spatiale et verbale chez les patients atteints de SZ, il serait intéressant d'effectuer une étude qui considère les paramètres suivants : le nombre d'items à mémoriser, le contenu des items (verbal et spatial) et les processus mesurés (mémoire de l'item en comparaison avec la mémoire de l'ordre) et ce, avec le même échantillon de patients. Il serait intéressant d'effectuer cette étude avec un nombre de participants adéquat.

Dans la présente étude, le traitement de l'information spatiale avec une composante mnémonique est altéré chez les personnes qui souffrent de SZ. Ce constat ne permet toutefois pas de déterminer si le déficit se situe au niveau du traitement de l'information spatiale en tant que tel, ou si le problème en est un de nature mnésique. Dans les travaux futurs, il serait pertinent de distinguer le traitement de l'information spatiale de la composante mnémonique en utilisant une tâche de perception spatiale non mnésique. À cet égard, il serait nécessaire d'utiliser des paradigmes bien établis en psychologie cognitive qui permettent de mesurer les mécanismes fondamentaux responsables du traitement de l'information spatiale, tout comme plusieurs travaux déjà effectués en MCT verbale (voir Elveg et coll., 2001). L'utilisation de paradigmes expérimentaux combinés par exemple avec des mesures des mouvements oculaires permettra une meilleure compréhension de la genèse du traitement de l'information spatiale. Les saccades oculaires sont d'ailleurs reconnues comme des endophénotypes

potentiels dans la recherche en génétique chez les personnes qui souffrent de SZ (Ettinger et coll., 2004), tout comme la MCT pour l'information spatiale (Glahn et coll., 2003).

Implications de la présente étude

En conclusion, la juste caractérisation des déficits en MCT implique des retombées théoriques et cliniques. Pour en nommer quelques unes, il y a d'abord l'opportunité de cibler des substrats neuronaux plus spécifiques en imagerie fonctionnelle. Ensuite, la possibilité d'établir un profil cognitif plus spécifique qui aide à poser un diagnostic. Enfin, au plan interventionniste, la connaissance de l'ampleur des déficits mnésiques devient en quelque sorte la pierre angulaire pour orienter la relation d'aide et la rééducation auprès des patients atteints de SZ. Une compréhension adéquate des déficits mnésiques chez cette clientèle peut certainement favoriser la mise en branle d'interventions efficaces (Keefe, 1995).

Références (introduction et conclusion)

- Aleman, A., Hijman, R., de Haan, E. H., & Kahn, R. S. (1999). Memory impairment in schizophrenia: a meta-analysis. *American Journal of Psychiatry*, *156*(9), 1358-1366.
- American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed.). Washington, DC: Author.
- American Psychological Association. (2001). *Publication manual of the American Psychological Association* (5th ed.). Washington, DC: Author.
- Avons, S. E. (1998). Serial report and item recognition of novel visual patterns. *British Journal of Psychology*, *89*, 285-308.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G.A. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation*: Vol. 8. (pp. 47-90). New York: Academic Press.
- Bauman, E. (1971). Schizophrenic short-term memory : The role of organization at input. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *36*, 14-19.
- Bilder, R. M., Goldman, R. S., Robinson, D., Reiter, G., Bell, L., Bates, J. A., Pappadopulos, E., Willson, D. F., Alvir, J. M. J., Woerner, M. G., Geisler, S., Kane, J. M., & Lieberman, J.A. (2000). Neuropsychology of first-episode schizophrenia : initial characterisation and clinical correlates. *American Journal of Psychiatry*, *157*(4), 549-559.
- Blanchard, J. J., & Neale, J. M. (1994). The neuropsychological signature of schizophrenia: generalized of differential deficit. *American Journal of Psychiatry*, *151*(1), 40-48.
- Chapman, L. J., & Chapman, J. P. (1978). The measurement of differential deficit. *Journal of Psychiatry Research*, *14*, 303-311.
- Cirillo, M. A., & Seidman, L. J. (2003). Verbal declarative memory dysfunction in schizophrenia: from clinical assessment to genetics and brain mechanisms. *Neuropsychology Review*, *13*(2), 43-77.

- Clare, L., McKenna, P. J., Mortimer, A. M., & Baddeley, A. D. (1993). Memory in schizophrenia: what is impaired and what is preserved? *Neuropsychologia*, *31*, 1225-1241.
- Conners, C. K. (2000). *Conners' Continuous Performance Test*. Canada: Multi-Health Systems Inc.
- Corrigan, P. W., & Green, M. F. (1991). Signal detection analysis of short-term recall in schizophrenia. *Journal of Nervous and Mental Disease*, *179*(8), 495-498.
- Culver, L. C., Kunen, S., & Zinkgraf, S. A. (1986). Patterns of recall in schizophrenics and normal subjects. *Journal of Nervous and Mental Disease*, *174*, 620-623.
- Cutting, J. (1985). *The psychology of schizophrenia*. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Dreher, J-C, Banquet, J-P, Allilaire, J-F, Paillère-Martinot, M-L, Dubois, B., & Burnod, Y. (2001). Temporal order and spatial memory in schizophrenia: a parametric study. *Schizophrenia Research*, *51*, 137-147.
- Elvevag, B., Fisher, J. E., & Goldberg, T. E. (2002). Probed recall for serial order deficits in short-term memory in schizophrenic patients. *Schizophrenia Research*, *59*(2-3), 127-35.
- Elvevag, B., Weinberger, D. R., & Goldberg, T. E. (2001). Short-term memory for serial order in schizophrenia: A detailed examination of error types. *Neuropsychology*, *15*(1), 128-135.
- Ettinger, U., Kumari, V., Crawford, T. J., Corr, P. J., Das, M., Zachariah, E., Hughes, C., Sumich, A. L., Rabe-Hesketh, S., Sharma, T. (2004). Smooth pursuit and antisaccade eye movements in siblings discordant for schizophrenia. *Journal of Psychiatry Research*, *38*(2), 177-184.
- Farrand, P., & Jones, D. (1996). Direction of report in spatial and verbal serial short-term memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *49A*(1), 140-158.

- Farrand, P., Parmentier, F. B. R., & Jones, D. M. (2001). Temporal-spatial memory: Retrieval of spatial information does not reduce recency. *Acta Psychologica, 106*(3), 285-301.
- Fischer, M. H. (2001). Probing spatial working memory with the corsi blocks task. *Brain and Cognition, 45*, 143-154.
- Fleming, K., Goldberg, T. E., Binks, S., Randolph, C., Gold, J. M., & Weinberger, D. R. (1997). Visuospatial working memory in patients with schizophrenia. *Biological Psychiatry, 41*(1), 43-49.
- Glahn, D. C., Therman, S., Manninen, M., Huttunen, M., Kaprio, J., Loennqvist, J., & Cannon, T. D. (2003). Spatial working memory as an endophenotype for schizophrenia. *Biological Psychiatry, 53*(7), 624-626.
- Goldberg, T. E., & Gold, J. M. (1995). Neurocognitive functioning in patients with schizophrenia: An overview. In F. E. Bloom & D. J. Kupfer (Éds.), *Psychopharmacology : The fourth generation of progress* (pp.1245-1257). New York : Raven Press.
- Goldberg, T. E., Patterson, K. J, Taquq, Y., & Wilder, K. (1998). Capacity limitations in short-term memory in schizophrenia: Tests of competing hypotheses. *Psychological Medicine, 28*(3), 665-673.
- Green, M. F., Kern, R. S., Braff, D. L., & Mintz, J. (2000). Neurocognitive deficits and functional outcome in schizophrenia: Are we measuring the « right stuff »? *Schizophrenia Bulletin, 26*(1), 119-136.
- Harvey, P., & Sharma, T. (Eds.) (2002). *Understanding and treating cognition in schizophrenia*. United Kingdom : Martin Dunitz.
- Harvey, P. D., & Pedley, M. (1989). Auditory and visual distractibility in schizophrenia: Clinical and medication status correlations. *Schizophrenia Research, 2*(3), 295-300.

- * Heinrichs, R. W., & Zakzanis, K. K. (1998). Neurocognitive deficit in schizophrenia: A quantitative review of the evidence. *Neuropsychology*, *12*(3), 426-445.
- Hitch, G. J. (1975). The role of attention in visual and auditory suffix effects. *Memory & Cognition*, *3*, 501-505.
- Hoff, A. L., Riordan, H., O'Donnell, D. W., Morris, L., & DeLisi, L. E. (1992). Neuropsychological functioning of first-episode schizophreniform patients. *American Journal of Psychiatry*, *149*(7), 898-903.
- Jones, D., Farrand, P., Stuart, G., & Morris, N. (1995). Functional equivalence of verbal and spatial information in serial short-term memory. *Journal of experimental psychology: Learning, Memory and Cognition*, *21*(4), 1008-1018.
- Jones, D. M., & Tremblay, S. (2000). Interference in memory by process or content? A reply to Neath (2000). *Psychonomic Bulletin & Review*, *7*(3), 550-558.
- Keefe, R. S. E. (1995). The contribution of neuropsychology to psychiatry. *American Journal of Psychiatry*, *152*, 6-15.
- Kolb, B., & Wishaw, I. Q. (1983). Performance of schizophrenic patients on tests sensitive to left or right frontal, temporal, or parietal function in neurological patients. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, *171*(7), 435-443.
- Lawson, J. S., McGhie, A., & Chapman, J. (1967). Distractibility in schizophrenia and organic cerebral disease. *The British Journal of Psychiatry*, *113*, 527-535.
- Mass, R., Schoemig, T., Hitschfeld, K., Wall, E., & Haasen, C. (2000). Psychopathological syndromes of schizophrenia: Evaluation of the dimensional structure of the positive and negative syndrome scale. *Schizophrenia Bulletin*, *26*(1), 167-177.
- Milner, B. (1971). Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. *British medical Bulletin*, *27*, 272-277.

- Minor, K., & Park, S. (1999). Spatial working memory: Absence of gender differences in schizophrenia patients and healthy control subjects. *Biological psychiatry*, *46*, 1003-1005.
- Mohamed, S., Paulsen, J. S., O'Leary, D., Arndt, S., & Andreasen, N. (1999). Generalized cognitive deficits in schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, *56*, 749-754.
- Nairne, J. S., & Dutta, A. (1992). Spatial and temporal uncertainty in long-term memory. *Journal of Memory and Language*, *31*, 396-407.
- Nopoulos, P., Flashman, L., Flaum, M., Arndt, S., & Andreasen, N. (1994). Stability of cognitive functioning early in the course of schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *14*, 29-37.
- Oltmanns, T. F. (1978). Selective attention in schizophrenic and manic psychoses: The effect of distraction on information processing. *Journal of Abnormal Psychology*, *87*(2), 212-225.
- Oltmanns, T. F., & Neale, J. M. (1975). Schizophrenic performance when distractors are present: Attentional deficit or differential task difficulty? *Journal of Abnormal Psychology*, *84*(3), 205-209.
- Parmentier, F. R., Tremblay, S., & Jones, D. M. (2004). The suffix effect in visuo-spatial serial memory. *Psychonomic Review & Bulletin*, *11*, 289-295.
- Rund, B. R. (1989). Distractibility and recall capability in schizophrenics. A 4 year longitudinal study of stability in cognitive performance. *Schizophrenia Research*, *2*(3), 265-275.
- Salame, P., Danion, J. M., Peretti, S., & Cuervo, C. (1998). The state of functioning of working memory in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *30*(1), 11-29.
- Schwartz, B. L., Deutsch, L. H., Cohen, C., Warden, D., & Deutsch, S. I. (1991). Memory for temporal order in schizophrenia. *Biological Psychiatry*, *29*(4), 329-339.

- Smyth, M. M., & Scholey, K. A. (1996). Serial order in spatial immediate memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A(1), 159-177.
- Stone, M., Gabrieli, J. D., Stebbins, G. T., & Sullivan, E. V. (1998). Working and strategic memory deficits in schizophrenia. *Neuropsychology*, 12, 278-288.
- Tek, C., Gold, J., Blaxton, T., Wilk, C., McMahon, R. P., & Buchanan, R. W. (2002). Visual perceptual and working memory impairments in schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, 59(2), 146-153.
- Tremblay, S., & Jones, D. M. (2001). Beyond the matrix: A study of interference. In D. Harris (Ed). *Engineering psychology and cognitive ergonomics: Industrial ergonomics, HCI and Applied cognitive psychology* (pp. 255-263). Aldershot, UK: Ashgate.
- Tremblay, S., Nicholls, A., Parmentier, F. B., & Jones, D. M. (in press). The sandwich effect in visual spatial serial memory. *Memory*.
- Ward, G., Avons, S. E., & Melling, L. (in press). Serial position curves in short-term memory: Functional equivalence across modalities. *Memory*.
- Weiss, E. M., Bilder, R. M., & Fleischhacker, W. W. (2002). The effects of second-generation antipsychotics on cognitive functioning and psychosocial outcome in schizophrenia. *Psychopharmacology*, 162, 11-17.
- Weschler, D. (1997a). *Weschler Adult Intelligence Scale - Third edition*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Weschler, D. (1997b). *Weschler Memory Scale - Third edition*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.