

**JEAN SAINT-AUBIN**

**REPRÉSENTATIONS À LONG TERME ET RAPPEL SÉRIEL IMMÉDIAT:  
UNE HYPOTHÈSE DE RÉCUPÉRATION**

Thèse  
présentée  
à la Faculté des études supérieures  
de l'Université Laval  
pour l'obtention  
du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.)

ÉCOLE DE PSYCHOLOGIE  
FACULTÉ DES SCIENCES SOCIALES  
UNIVERSITÉ LAVAL  
QUÉBEC

Mars 1998



**National Library  
of Canada**

**Acquisitions and  
Bibliographic Services**

**395 Wellington Street  
Ottawa ON K1A 0N4  
Canada**

**Bibliothèque nationale  
du Canada**

**Acquisitions et  
services bibliographiques**

**395, rue Wellington  
Ottawa ON K1A 0N4  
Canada**

*Your file Votre référence*

*Our file Notre référence*

**The author has granted a non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of this thesis in microform, paper or electronic formats.**

**The author retains ownership of the copyright in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.**

**L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de cette thèse sous la forme de microfiche/film, de reproduction sur papier ou sur format électronique.**

**L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.**

0-612-31506-1

**Canada**

## RÉSUMÉ COURT

Cette thèse traite de la contribution des connaissances à long terme sur le rappel de l'ordre et des items dans un paradigme de rappel sériel immédiat. L'influence des trois facteurs de mémoire à long terme typiquement étudiés dans ce contexte (lexicalité, fréquence et similarité sémantique) est examinée conjointement avec celle d'un facteur typique de court terme: la similarité phonologique ou la suppression articulatoire. Les résultats montrent un effet de tous les facteurs de mémoire à long terme sur les items et de la lexicalité sur l'ordre. Par ailleurs, la suppression articulatoire affecte l'ordre et les items, alors que la similarité phonologique n'affecte que l'ordre. Ces résultats refléteraient la contribution des représentations à long terme à l'interprétation des représentations phonologiques dégradées. Les facteurs de mémoire à long terme influenceraient la qualité et la disponibilité des représentations à long terme, alors que les facteurs de mémoire à court terme influenceraient les représentations phonologiques.

Jean Saint-Aubin

Candidat

Marie Poirier

Directrice de thèse

## RÉSUMÉ LONG

Cette thèse traite de la mémoire chez l'humain et plus particulièrement des processus qui soutiennent la performance dans un paradigme de rappel ordonné à court terme. Une proposition est mise de l'avant afin de rendre compte de l'influence qu'exercent les connaissances à long terme sur les deux dimensions fondamentales de la performance dans ce type de paradigme soit, l'ordre et les items. Cette proposition est d'abord évaluée en examinant l'influence de la lexicalité sur le rappel sériel immédiat. Les résultats révèlent un meilleur des items pour les mots et un meilleur rappel de l'ordre pour les non-mots. Le rappel des mots fréquents est ensuite comparé à celui des mots rares. Les résultats indiquent que la fréquence favorise le rappel des items sans affecter l'ordre. Enfin, la variable la plus problématique est examinée: la similarité sémantique est reconnue pour entraver le rappel de l'ordre, alors qu'elle devrait être sans effet selon l'hypothèse développée ici. Les quatre expériences contredisent la vision traditionnelle, avec un meilleur rappel des listes similaires, mais aucun effet sur l'ordre. De plus, chaque variable associée aux connaissances à long terme est étudiée conjointement avec une variable de mémoire à court terme. Les résultats montrent que la suppression articulatoire entrave le rappel de l'ordre et des items, alors que la similarité phonologique n'entrave que l'ordre. La proposition développée ici permet de rendre compte de l'ensemble des résultats. La présentation des items entraînerait le développement de traces phonologiques qui seraient dégradées au moment du rappel et devraient être reconstruites à l'aide des représentations à long terme des items à rappeler. La lexicalité, la fréquence et la similarité sémantique influenceraient le rappel des items en faisant varier la qualité et la disponibilité des représentations à long terme, alors que la suppression articulatoire entraverait le rappel par la dégradation des représentations phonologiques. Le perturbation de l'ordre est attribuée à un problème d'interprétation des représentations phonologiques dégradées. La similarité



phonologique et la suppression articulatoire affecteraient l'ordre en influençant les caractéristiques phonologiques des items à rappeler, alors que la lexicalité influencerait l'ordre en entravant le processus de reconstruction.

Jean Saint-Aubin  
Candidat

Marie Poirier  
Directrice de thèse

## AVANT-PROPOS

Je voudrais d'abord exprimer toute ma reconnaissance à ma directrice de thèse, le Docteur Marie Poirier, avec qui j'ai eu beaucoup de plaisir à travailler tout au long de mes études graduées. Son implication, son expertise et sa passion pour son domaine de recherche ont grandement contribué à la qualité de ma formation et à la réalisation de cette thèse. De plus, sa rigueur et sa détermination furent pour moi un modèle.

Je tiens également à remercier le Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie du Canada (CRSNG), ainsi que le Fonds pour la Formation de Chercheurs et l'Aide à la Recherche (FCAR) du gouvernement du Québec. L'appui financier de ces deux organismes, tout au long de mes études graduées, a joué un rôle essentiel dans la réussite de mes études et de mes travaux de recherche. Je profite de l'occasion qui m'est offerte, pour enjoindre les gouvernements à maintenir et à hausser le financement de ces organismes. Leur soutien aux étudiants gradués n'est pas un luxe, mais une nécessité si l'on veut que notre société soit au coeur du développement des connaissances.

Enfin, je tiens à remercier de façon toute particulière ma conjointe, Geneviève Bouchard, pour son support, sa présence et son écoute, dont elle m'a gratifié avec une générosité hors du commun.

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ COURT .....	I
RÉSUMÉ LONG .....	II
AVANT-PROPOS .....	IV
TABLE DES MATIÈRES .....	V
LISTE DES TABLEAUX .....	X
LISTE DES FIGURES .....	XI
LISTE DES ANNEXES .....	XIII
INTRODUCTION GÉNÉRALE .....	1
Énoncé général de la problématique .....	2
L'héritage d'Ebbinghaus .....	3
Mémoire de travail .....	5
Premières propositions d'interface .....	9
Information associée à l'ordre et aux items .....	12
Hypothèse proposée .....	17
Examen empirique .....	20
CHAPITRE I           IMMEDIATE SERIAL RECALL OF WORDS AND NON- WORDS: TESTS OF THE RETRIEVAL BASED HYPOTHESIS.	
Page titre .....	23
Abstract .....	24
Résumé .....	25
Introduction .....	26
Method .....	31
Subjects .....	31
Materials .....	31
Procedure .....	32
Results .....	33
Strict scoring results .....	33

	VI
Error analyses . . . . .	34
Discussion . . . . .	36
The retrieval based hypothesis . . . . .	37
Conclusion . . . . .	40
References . . . . .	41
Authors Note . . . . .	47
Table 1 . . . . .	48
Figure 1 . . . . .	49
Appendix A . . . . .	51
<b>CHAPITRE II</b>	
<b>EFFET DE LA FRÉQUENCE SUR LE RAPPEL DE</b>	
<b>L'ORDRE ET DES ITEMS DANS UNE TÂCHE DE</b>	
<b>RAPPEL SÉRIEL IMMÉDIAT.</b>	
Page titre . . . . .	55
Résumé . . . . .	56
Introduction . . . . .	57
Expérience 1 . . . . .	62
Méthode . . . . .	62
Sujets . . . . .	62
Matériel . . . . .	62
Procédure . . . . .	63
Résultats . . . . .	64
Rappel strict . . . . .	65
Analyse des erreurs . . . . .	65
Analyses inter-sujets . . . . .	66
Discussion . . . . .	67
Expérience 2 . . . . .	68
Méthode . . . . .	69
Sujets . . . . .	69
Matériel . . . . .	69
Procédure . . . . .	70

<b>Résultats</b> . . . . .	71
<b>Discussion</b> . . . . .	73
<b>Discussion générale</b> . . . . .	73
<b>Conclusion</b> . . . . .	77
<b>Références</b> . . . . .	78
<b>Note des auteurs</b> . . . . .	84
<b>Tableau 1</b> . . . . .	85
<b>Tableau 2</b> . . . . .	86
<b>Figure 1</b> . . . . .	88
<b>Figure 2</b> . . . . .	89
<b>Annexe A</b> . . . . .	90
<b>Annexe B</b> . . . . .	92
<b>CHAPITRE III</b> <b>SEMANTIC SIMILARITY AND IMMEDIATE SERIAL</b>	
<b>RECALL: IS THERE A DETRIMENTAL EFFECT ON</b>	
<b>ORDER INFORMATION?</b>	
<b>Page titre</b> . . . . .	96
<b>Acknowledgements</b> . . . . .	97
<b>Abstract</b> . . . . .	98
<b>Résumé</b> . . . . .	99
<b>Introduction</b> . . . . .	100
<b>Experiment 1</b> . . . . .	106
<b>Method</b> . . . . .	106
<b>Subjects</b> . . . . .	106
<b>Materials</b> . . . . .	106
<b>Procedure</b> . . . . .	107
<b>Results</b> . . . . .	108
<b>Item error results</b> . . . . .	109
<b>Order error results</b> . . . . .	110
<b>Discussion</b> . . . . .	111
<b>Experiment 2</b> . . . . .	113

Method . . . . .	113
Subjects . . . . .	113
Materials and procedure . . . . .	113
Results . . . . .	113
Item error results . . . . .	114
Order error results . . . . .	115
Discussion . . . . .	116
Experiment 3 . . . . .	117
Method . . . . .	119
Subjects . . . . .	119
Materials and procedure . . . . .	119
Results and Discussion . . . . .	120
Experiment 4 . . . . .	121
Method . . . . .	122
Subjects . . . . .	122
Materials . . . . .	122
Procedure . . . . .	123
Results . . . . .	124
Within-subjects analyses . . . . .	124
Between-subjects analyses . . . . .	125
Discussion . . . . .	126
General Discussion . . . . .	127
The Effect of Similarity on Order Information: The Good Effort . . .	128
Previous Accounts of Semantic Similarity Effects . . . . .	129
The Retrieval Based Account . . . . .	130
References . . . . .	134
Table 1 . . . . .	140
Table 2 . . . . .	141
Figure 1 . . . . .	143
Figure 2 . . . . .	144

	IX
Figure 3 . . . . .	145
Figure 4 . . . . .	146
Appendix A . . . . .	147
Appendix B . . . . .	149
CONCLUSION GÉNÉRALE . . . . .	152
Hypothèse de récupération . . . . .	153
Développements ultérieurs . . . . .	155
RÉFÉRENCES DES SECTIONS INTRODUCTION ET CONCLUSION GÉNÉRALES . . . . .	160

## LISTE DES TABLEAUX

### CHAPITRE I

Table 1	Mean Number of Item, Order Errors, and Mean Proportion of Order Errors per List as a Function of Lexicality and Articulatory Suppression . . . . .	48
---------	--	----

### CHAPITRE II

Tableau 1	Nombre moyen d'erreurs d'ordre et de contenu et proportion moyenne d'erreurs d'ordre par item rappelé en fonction de la fréquence . . . . .	85
Tableau 2	Nombre moyen d'erreurs d'ordre et de contenu et proportion moyenne d'erreurs d'ordre par item rappelé en fonction de la fréquence et de la similarité phonologique . . . . .	86

### CHAPITRE III

Table 1	Experiment 1: Mean Number of Content, Order Errors, and Mean Proportion of Order Errors per List as a Function of Similarity and Viewing Condition . . . . .	140
Table 2	Experiment 2: Mean Number of Content, Order Errors, and Mean Proportion of Order Errors per List as a Function of Similarity and Viewing Condition . . . . .	141



**LISTE DES FIGURES**

**CHAPITRE I**

Figure 1 Mean probability of correct recall with a strict serial recall criterion as a function of lexicality, articulatory suppression, and serial position . . . . . 49

**CHAPITRE II**

Figure 1 Probabilité de rappel correct avec un critère de rappel sériel strict an fonction de la fréquence des items à rappeler et des positions sérielles. Le panneau A présente les résultats avec une analyse à mesures répétées alors que le panneau B présente les résultats avec une analyse inter-sujets . . . . . 88

Figure 2 Probabilité de rappel correct avec un critère de rappel sériel strict en fonction de la fréquence et des positions sérielles pour les listes phonologiquement dissemblables (panneau A) et pour les listes phonologiquement similaires (panneau B) . . . 89

**CHAPITRE III**

Figure 1 Experiment 1: Mean probability of correct recall with a strict serial recall criterion as a function of similarity, articulatory suppression, and serial position . . . . . 143

Figure 2 Experiment 2: Mean probability of correct recall with a strict serial recall criterion as a function of similarity, articulatory suppression, and serial position . . . . . 144

Figure 3 Experiment 3: Mean probability of correct recall with a strict serial recall criterion as a function of similarity, articulatory suppression, and serial position . . . . . 145

Figure 4 Experiment 4: Mean probability of correct recall with a strict serial recall criterion as a function of similarity

and serial position, with a within-subjects design (panel A)  
and a between-subjects design (panel B) . . . . . 146

**LISTE DES ANNEXES****CHAPITRE I**

Appendix A	Lists of words and non-words . . . . .	51
------------	--	----

**CHAPITRE II**

Annexe A	Bassin de mots fréquents et rares . . . . .	90
Annexe B	Listes phonologiquement similaires et dissemblables . . . . .	92

**CHAPITRE III**

Appendix A	Similar Lists Used in Experiment 1 . . . . .	147
Appendix B	Similar Lists Used in Experiments 2 and 3 . . . . .	149

**Autorisation de co-auteur(s) pour un article inclus dans le mémoire ou la thèse**

**NOM DE L'ÉTUDIANT-E**

Jean Saint-Aubin

**NOM DU PROGRAMME**

Doctorat en psychologie

**TITRE DU MÉMOIRE OU DE LA THÈSE**

Représentations à long terme et rappel sériel immédiat:  
Une hypothèse de récupération

**Par la présente, le(s) soussigné(s), co-auteur(s) d'un article intitulé :**

Semantic similarity and order information  
Semantic Similarity and Immediate Serial Recall:  
Is There a Detrimental Effect on Order Information?

faisant partie du mémoire de maîtrise ou de la thèse de doctorat présentée à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval, autorise(nt) l'insertion de l'article dans ce mémoire ou cette thèse et l'éventuel microfilmage selon les règles de la Bibliothèque nationale du Canada (Service des thèses canadiennes).

**SIGNATURE**

*Poirier*

**NOM EN CARACTÈRE D'IMPRIMERIE**

M. POIRIER

**DATE**

6 avril 98

**Autorisation de co-auteur(s) pour un article inclus dans le mémoire ou la thèse**

**NOM DE L'ÉTUDIANT-E** Jean Saint-Aubin

**NOM DU PROGRAMME** Doctorat en psychologie

**TITRE DU MÉMOIRE OU DE LA THÈSE** Représentations à long terme et rappel sériel immédiat:  
Une hypothèse de récupération

**Par la présente, le(s) soussigné(s), co-auteur(s) d'un article intitulé :**

Fréquence et rappel sériel immédiat  
Effet de la fréquence sur le rappel de l'ordre et des items  
dans une tâche de rappel sériel immédiat

**faisant partie du mémoire de maîtrise ou de la thèse de doctorat présentée à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval, autorise(nt) l'insertion de l'article dans ce mémoire ou cette thèse et l'éventuel microfilmage selon les règles de la Bibliothèque nationale du Canada (Service des thèses canadiennes).**

**SIGNATURE**

**NOM EN CARACTÈRE D'IMPRIMERIE**

**DATE**

*J. Poirier*

M. POIRIER

6 avril 98

**Autorisation de co-auteur(s) pour un article inclus dans le mémoire ou la thèse**

**NOM DE L'ÉTUDIANT-E** Jean Saint-Aubin

**NOM DU PROGRAMME** Doctorat en psychologie

**TITRE DU MÉMOIRE OU DE LA THÈSE** Représentations à long terme et rappel sériel immédiat :  
Une hypothèse de récupération

**Par la présente, le(s) soussigné(s), co-auteur(s) d'un article intitulé :**

Immediate Serial Recall of Words and Non-Words:  
Tests of the Retrieval Based Hypothesis

faisant partie du mémoire de maîtrise ou de la thèse de doctorat présentée à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval, autorise(nt) l'insertion de l'article dans ce mémoire ou cette thèse et l'éventuel microfilmage selon les règles de la Bibliothèque nationale du Canada (Service des thèses canadiennes).

**SIGNATURE**

**NOM EN CARACTÈRE D'IMPRIMERIE**

**DATE**

*Sovier*

MARIE POIRIER

6 AVRIL 88

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

## Énoncé général de la problématique

Il est clair depuis de nombreuses années que la capacité de l'être humain pour le rappel à court terme d'information verbale est limitée (Binet, 1903/1965; Ebbinghaus, 1885/1964). Cette observation a suscité et suscite toujours beaucoup d'intérêt. Entre autres, au plan théorique, elle est presque invariablement associée à la capacité et aux caractéristiques de la mémoire à court terme ou mémoire de travail verbale (voir par exemple, Baddeley, 1990; Miller, 1956; Waugh et Norman, 1965). Au plan expérimental, l'étude de cette limite et des processus qui lui sont associés est intimement liée au paradigme de rappel sériel immédiat. Présent depuis les tous débuts de l'étude expérimentale de la mémoire avec les travaux d'Ebbinghaus (1885/1964), cette tâche consiste à effectuer le rappel d'une courte série d'items dans leur ordre exact d'apparition et ce, immédiatement après leur présentation.

De nombreux effets expérimentaux classiques sont associés à cette tâche, et ceux-ci apparaissent mettre en lumière certaines propriétés importantes du traitement à court terme de l'information verbale (Baddeley, 1990; Cowan, 1995; Jones et Morris, 1992; Penney, 1989). Aussi, les modèles récents dans le domaine tentent tous de rendre compte de ces derniers (voir par exemple, Baddeley et Hitch, 1974; Cowan, 1995; Crowder et Neath, 1991; Drewnowski, 1980; Jones, 1993; Lewandowsky et Murdock, 1989; Nairne, 1990a). À ce propos, le modèle de mémoire de travail verbale de Baddeley et Hitch (1974; Baddeley, 1986, 1990) est sans doute celle qui a suscité le plus d'intérêt au cours des deux dernières décennies. En plus de rendre compte de nombreux phénomènes empiriques associés au rappel sériel immédiat, certains auteurs suggèrent que cette proposition soit à même d'expliquer jusqu'à 95% de la variance à cette tâche (Schweickert et Boruff, 1986). Cependant, ceci n'est vrai que lorsque l'influence des connaissances à long terme est contrôlée (Hulme, Maughan et Brown, 1991). Par conséquent, des propositions ont récemment été développées afin de rendre compte de l'influence des connaissances ou représentations à long terme, tout en maintenant les principales caractéristiques du modèle de mémoire de travail (Hulme



et coll., 1991; Poirier et Saint-Aubin, 1995; Schweickert, 1993). Cependant, bien que ces propositions puissent rendre compte de l'influence des principales variables associées aux connaissances à long terme sur la performance globale en rappel sériel immédiat, leur développement actuel ne permet pas de rendre compte séparément du rappel de l'ordre et des items. Il s'agit d'une limite importante, dans la mesure où la distinction entre le rappel des items et celui de leur ordre est centrale dans ce domaine et ce, aussi bien au niveau empirique que théorique.

Cette thèse de doctorat s'inscrit dans ce courant de recherche qui traite de l'influence des connaissances à long terme sur la performance dans un paradigme de rappel sériel immédiat. Une nouvelle proposition est développée dans cette thèse, à partir du cadre théorique récemment invoqué pour rendre compte de l'influence des connaissances à long terme. La nouvelle proposition se distingue des précédentes du fait qu'elle permet de rendre compte de l'influence des facteurs typiquement associés à la mémoire à long terme, ainsi que des variables typiques de mémoire à court terme, sur le rappel de l'ordre et sur le rappel des items. Le bien-fondé de cette nouvelle proposition est examiné dans trois études empiriques. Les trois variables associées aux connaissances à long terme les plus importantes dans ce contexte sont abordées tour à tour, à raison d'une variable par étude.

### L'héritage d'Ebbinghaus

La recherche contemporaine dans le domaine de la mémoire chez l'humain est largement redevable aux travaux d'Hermann Ebbinghaus (1885/1964). En effet, Ebbinghaus est généralement reconnu comme le scientifique ayant introduit la méthode expérimentale dans l'étude de la mémoire chez l'humain (Baddeley, 1990; Parkin, 1993; Young, 1985). Cependant, l'influence d'Ebbinghaus ne se limite pas à son rôle historique de pionnier. En fait, certains paradigmes expérimentaux auxquels a eu recours Ebbinghaus, comme le rappel sériel immédiat, sont encore largement utilisés. De plus, l'emphase mise par Ebbinghaus sur le rappel de l'ordre et des items est encore

une distinction fondamentale dans le domaine. Cet intérêt d'Ebbinghaus pour l'utilisation de paradigmes expérimentaux qui nécessitent à la fois le rappel des items et celui de leur ordre peut s'expliquer par l'influence du modèle associationniste de la fin du dix-neuvième siècle. Selon le modèle associationniste, la connaissance serait représentée sous forme d'idées simples reliées les unes aux autres par des associations, ce qui correspond respectivement au rappel des items et de leur ordre (Leahey et Harris, 1997). Comme il en sera question dans une section subséquente de l'introduction générale, l'ordre et les items sont encore considérés aujourd'hui comme deux dimensions fondamentales de la performance, dont il faut tenir compte séparément.

La recherche contemporaine partage une autre caractéristique avec les travaux d'Ebbinghaus (1885/1964), soit le peu d'intérêt porté à la contribution des connaissances à long terme à la performance en rappel sériel immédiat. Cherchant à obtenir une mesure "pure" de la capacité à faire un rappel ordonné à court terme, Ebbinghaus a tenté de minimiser l'influence que les connaissances à long terme peuvent exercer sur ce type de tâche. Pour ce faire, des syllabes sans signification sont utilisées comme matériel à rappeler. Bien qu'aujourd'hui, les items à rappeler soient généralement plus familiers, chiffres, lettres ou mots étant employés, l'influence des connaissances à long terme a néanmoins fait l'objet de relativement peu de travaux. La situation actuelle peut s'expliquer, du moins en partie, par le développement d'un certain nombre de modèles proposant un système mnémonique spécifique pour le maintien de l'information verbale durant de courtes périodes (voir par exemple, Atkinson et Shiffrin, 1968; Baddeley, 1990; Baddeley et Hitch, 1974; Drewnowski, 1980; Waugh et Norman, 1965). Ainsi, dans la mesure où l'influence des connaissances à long terme est minimale, la performance en rappel sériel immédiat peut être interprétée comme le reflet de la capacité et du fonctionnement de la mémoire à court terme.

## Mémoire de travail

Parmi les divers modèles qui proposent un système mnémorique spécifique pour le rappel à court terme d'information verbale, la proposition de mémoire de travail de Baddeley et Hitch (1974; Baddeley, 1986, 1990) a sans contredit exercé une influence dominante au cours des dernières décennies (Card, 1990). Dans le contexte de cette thèse, l'intérêt de cette proposition tient au fait qu'elle est associée au développement de l'hypothèse la plus fréquemment invoquée quant à l'influence des connaissances à long terme sur la performance en rappel sériel immédiat. Bien que l'hypothèse proposée dans cette thèse, tout comme les plus récentes dans le domaine, ne soit plus associée au modèle de mémoire de travail verbale de Baddeley (1990), certains éléments de ce modèle méritent d'être présentés afin de mieux comprendre le développement de ces hypothèses.

Le modèle de mémoire de travail développé par Baddeley et Hitch (1974; Baddeley, 1986, 1990) comprend différents modules, organisés de façon hiérarchique. Au sommet se trouve une unité de gestion centrale, qui coordonne l'action de deux sous-systèmes mutuellement indépendants: la tablette visuo-spatiale et la boucle phonologique. La tablette visuo-spatiale serait responsable du maintien et de la manipulation de l'information visuelle ou spatiale, alors que la boucle phonologique assumerait les mêmes fonctions pour l'information verbale. La boucle phonologique soutiendrait donc la performance en rappel sériel immédiat et c'est à ce titre que les premières propositions, tentant de rendre compte de la contribution des connaissances à long terme, se sont inspirées de son architecture (Hulme et coll., 1991; Schweickert, Guentert et Hersberger, 1990).

La boucle phonologique maintiendrait l'information verbale au moyen de représentations phonologiques. Ces représentations auraient une durée de vie très limitée. Après environ deux secondes, l'estompage des représentations phonologiques serait tel, que celles-ci ne seraient plus récupérables (Baddeley, Thomson et Buchanan,

1975; Schweickert et Boruff, 1986). Un processus d'autorépétition permettrait de contrer cet estompage rapide. L'autorépétition consiste à répéter mentalement la liste d'items et ce, de façon continue jusqu'au rappel. Chaque autorépétition d'un item permettrait de réactiver la représentation phonologique de ce dernier. Cependant, le temps s'écoulant entre les autorépétitions d'un mot donné doit être inférieur à la durée de vie de sa trace phonologique, afin que celle-ci soit intacte au rappel. Dans le cas contraire, la trace phonologique d'un item serait trop dégradée pour être à nouveau autorépétée et ultérieurement rappelée.

Ces grandes caractéristiques de la boucle phonologique permettent de rendre compte de nombreux phénomènes empiriques associés au paradigme de rappel sériel immédiat (voir Baddeley, 1992, pour une revue). Par exemple, l'utilisation de représentations phonologiques permet de rendre compte de l'effet de similarité phonologique. Cet effet se caractérise par un moins bon rappel de listes où les items partagent des caractéristiques phonologiques comme dans la liste P, G, T, B, V, D, C (Coltheart, 1993; Conrad et Hull, 1964). Ainsi, des phonèmes semblables entraîneraient le développement de représentations phonologiques plus faciles à confondre entre elles (Baddeley, 1990).

La boucle phonologique peut également rendre compte de l'effet de longueur du mot qui se caractérise par un moins bon rappel des items prenant plus de temps à articuler (Baddeley et coll., 1975). En fait, plus le temps nécessaire à l'articulation d'une liste d'items serait long, plus le temps nécessaire à l'autorépétition de la liste serait important. Par conséquent, la probabilité que la trace phonologique d'un item soit trop dégradée pour être à nouveau autorépétée ou rappelée serait plus élevée lorsque les items sont plus longs à articuler.

Le processus d'autorépétition permet également de rendre compte de l'effet de la suppression articulatoire, qui consiste à répéter à voix haute et de façon continue un ou plusieurs mots non pertinents pour le rappel. L'introduction de la suppression

articulatoire entraîne une diminution de la performance dans une tâche de rappel sériel immédiat effectuée simultanément (Murray, 1967). Le processus d'autorépétition et l'articulation explicite solliciteraient les mêmes ressources. Par conséquent, le processus d'autorépétition serait perturbé, voire même inopérant, lors de la réalisation d'une tâche de suppression, ce qui expliquerait la diminution de performance au rappel (Baddeley, 1992).

En plus d'influencer par elle-même, la performance en rappel sériel immédiat, la suppression articulatoire interagit avec d'autres facteurs de mémoire à court terme comme l'effet de longueur du mot (Baddeley et coll., 1975; Baddeley, Lewis et Vallar, 1984). Ainsi, la suppression articulatoire provoque une diminution de la performance à la fois pour les mots courts et les mots longs. Cependant, la supériorité au rappel des mots courts disparaît avec l'introduction de la suppression. Cette interaction tient au fait que l'autorépétition serait responsable de l'effet de longueur du mot. Or, la suppression articulatoire entraverait le processus d'autorépétition ce qui expliquerait la disparition de l'effet (Baddeley et coll., 1984).

Par ailleurs, l'introduction d'une condition de suppression articulatoire n'affecterait pas l'effet de similarité phonologique, dans la mesure où le développement de représentations phonologiques est possible, comme c'est le cas en présentation auditive (Baddeley et coll., 1984). Ainsi, l'efficacité du processus d'autorépétition serait sans effet sur la confusion entre des représentations phonologiques semblables. Dans le cas d'une présentation visuelle, la suppression articulatoire abolit l'effet de similarité phonologique (Baddeley et coll., 1984). L'interprétation de cet effet dans le cadre du modèle de boucle phonologique, nécessite de postuler que la suppression articulatoire empêche le développement de représentations phonologiques, lorsque les items sont présentés visuellement (Baddeley, 1990).

Le modèle de boucle phonologique de Baddeley (1986, 1990) apparaît donc, comme une formulation théorique pouvant rendre compte de bon nombre des résultats

empiriques classiques. Par ailleurs, il est clair que cette proposition n'est pas à même de rendre compte de tous les phénomènes empiriques associés au rappel sériel immédiat. Par exemple, la courbe de positions sérielles et l'effet de la modalité —le rappel des derniers items de la liste est supérieur lorsque la présentation est auditive plutôt que visuelle— sont plus particulièrement problématiques pour cette proposition (Burgess et Hitch, 1992). Cependant, après avoir rendu compte dans une bonne mesure de la performance en rappel sériel immédiat, les chercheurs du domaine se sont penchés sur l'étude de la relation entre la boucle phonologique et d'autres composantes du système cognitif (par exemple, Hulme et coll., 1991, 1995, 1997; Schweickert, 1993).

Plus particulièrement, tout comme les travaux d'Ebbinghaus (1885/1964), ceux associés au développement de la boucle phonologique se sont faits sans véritable intégration de l'influence des connaissances à long terme à la modélisation. En fait, de façon générale, cette question a reçu peu d'attention dans le domaine et ce, malgré les travaux de pionniers comme Hebb (1961). Cependant, à partir du début des années 90, des propositions émergent, afin d'intégrer l'influence des connaissances à long terme au modèle de boucle phonologique. Alors que les premières hypothèses proposent un complément à la boucle phonologique telle que proposée par Baddeley (1986, 1990), les propositions subséquentes s'en éloignent progressivement, par l'abandon de dimensions importantes comme l'autorépétition ou l'oubli par estompage. C'est dans ce contexte que se situe cette thèse. Il est plus particulièrement question ici de poursuivre les développements théoriques associés à la modélisation de la contribution des connaissances à long terme à la performance en rappel sériel immédiat. Plus spécifiquement, il est question de développer une proposition qui soit à même de rendre compte séparément des deux dimensions fondamentales de la performance que sont le rappel de l'ordre et des items. De plus, la nouvelle proposition se doit d'être également à même de rendre compte des données traditionnellement associées au rappel sériel immédiat comme la similarité phonologique et la suppression articulaire. Ces travaux sont d'intérêt dans la mesure où ils contribuent à une meilleure compréhension de la relation entre les connaissances déjà disponibles en mémoire et le traitement d'une

nouvelle information verbale. Or, cette relation est importante puisque le traitement de l'information verbale nouvellement présentée ne se fait pas dans un vacuum, mais bien au sein d'un système cognitif où se trouve déjà un ensemble de connaissances.

### Premières propositions d'interface

Au tout début des années 90, Schweickert et coll. (1990), de même que Hulme et coll. (1991) proposent deux hypothèses similaires qui permettent d'intégrer la contribution des connaissances à long terme au modèle de boucle phonologique. Pour ce faire, les processus de récupération sont invoqués. Selon cette proposition, les représentations phonologiques seraient dégradées au rappel et les connaissances à long terme contribueraient à l'interprétation de ces traces dégradées. Par exemple, Hulme et coll. suggèrent que les mots seraient mieux rappelés que les non-mots (l'effet de la lexicalité), parce que seuls les premiers bénéficient de représentations à long terme pour faciliter l'interprétation de leurs traces dégradées en mémoire de travail verbale.

L'architecture proposée se précise quelque peu au cours des travaux subséquents. Bien que de légères différences distinguent les différentes propositions, un consensus autour des principaux éléments émerge assez clairement. Ce consensus se fait autour des composantes du modèle de mémoire de travail qui sont conservées nommément, le rôle prépondérant des représentations phonologiques qui se dégradent rapidement —bien que la dégradation n'est plus seulement attribuée à de l'estompage— et d'éléments nouveaux qui sont introduits comme le processus de reconstruction. En revanche, contrairement au modèle de mémoire de travail, le consensus n'existe pas quant à nécessité d'avoir un système dédié de mémoire de travail, un processus d'autorépétition, ainsi que l'estompage comme seul mode possible d'oubli. Dans le texte qui suit, les différentes propositions qui font partie de ce groupe sont traitées collectivement sous l'étiquette d'hypothèse de reconstruction.

Ainsi, les travaux récents traitant de la contribution des connaissances

antérieures à la performance en rappel sériel immédiat font appel à l'hypothèse de reconstruction (Brown et Hulme, 1992, 1996; Hulme et coll., 1991; Hulme, Roodenrys, Brown et Mercer, 1995; Hulme, Roodenrys, Schweickert, Brown, Martin et Stuart, 1997; Poirier et Saint-Aubin, 1995; Roodenrys, Hulme, Alban, Ellis et Brown, 1994; Schweickert, 1993; Schweickert et coll., 1990). Selon l'hypothèse de reconstruction, le traitement de l'information dans une tâche de rappel sériel immédiat se ferait en deux étapes. Le traitement de l'information à la première étape serait assez semblable à celui proposé par certains modèles de mémoire de travail verbale (par exemple, Baddeley, 1990; Brown et Hulme, 1995), alors que les processus de récupération constitueraient la deuxième étape. Les facteurs associés à la mémoire à long terme, tels que la lexicalité ou la fréquence des mots dans la langue, interviendraient au niveau de la récupération.

Plus particulièrement, la présentation des items à rappeler entraînerait le développement de représentations phonologiques. Ces représentations se dégraderaient rapidement. De façon générale, le processus de dégradation n'est pas spécifié par les auteurs qui font appel à cette hypothèse. Cependant, Brown et Hulme (1995), qui incluent dans leur modèle de mémoire un processus de reconstruction, rapportent que le modèle rend tout aussi bien compte des données lorsque la dégradation des représentations phonologiques est attribuée à de l'estompage que lorsqu'elle est attribuée à de l'interférence. Cette première étape du traitement de l'information dans le cadre de l'hypothèse de reconstruction permet de rendre compte de résultats empiriques importants dans le domaine, comme l'effet de longueur du mot (Hulme et coll., 1991, 1995).

De plus, peu importe la modélisation de l'oubli, l'hypothèse de reconstruction stipule qu'au moment du rappel, les représentations phonologiques sont dégradées. De plus, selon cette hypothèse, si les traces phonologiques d'un item sont dégradées, elles doivent obligatoirement être reconstruites ou complétées avant d'être émises comme réponse. Le processus de reconstruction constitue la deuxième étape de l'hypothèse de



reconstruction. Les représentations phonologiques dégradées seraient complétées grâce aux représentations à long terme des items à rappeler. Les facteurs de mémoire à long terme influenceraient ce processus de reconstruction, en faisant varier l'accessibilité des représentations à long terme. Par exemple, le meilleur rappel des mots fréquents par rapport aux mots rares serait attribuable à la plus grande accessibilité des représentations à long terme pour les mots fréquents (Roodenrys et coll., 1994).

La version de l'hypothèse de reconstruction présentée jusqu'à présent permet de rendre compte de la majorité des facteurs de mémoire à long terme étudiés dans le contexte de la performance en rappel sériel immédiat. Ainsi, l'hypothèse de reconstruction est mise à profit pour rendre compte de l'effet de la lexicalité, qui se caractérise par un meilleur rappel des mots par rapport aux non-mots (Brown et Hulme, 1992, 1995; Hulme et coll., 1991, 1995; Schweickert, 1993), de l'effet de la similarité sémantique s'exprimant par un meilleur rappel lorsque tous les mots d'une liste appartiennent à la même catégorie sémantique (Poirier et Saint-Aubin, 1995), et de l'effet de la fréquence avec le meilleur rappel des mots fréquents (Hulme et coll., 1997; Roodenrys et coll., 1994).

Cependant, il convient de noter que l'hypothèse de reconstruction permet uniquement de rendre compte de la performance en rappel sériel immédiat, lorsqu'elle est exprimée avec un critère de rappel sériel strict. Avec un critère de rappel sériel strict, pour être considéré correctement rappelé, un item doit l'être à la même position sérielle que celle utilisée pour sa présentation. Conséquemment, une erreur sera calculée de la même façon qu'un item ne soit pas du tout rappelé dans la liste ou qu'il le soit à la mauvaise position sérielle. Il s'agit donc d'une mesure de performance qui comprend à la fois le rappel de l'information associée à l'ordre et de l'information associée aux items. Cette situation limite la portée que peut avoir l'hypothèse de reconstruction dans sa forme actuelle, puisque la distinction entre le rappel des items et de leur ordre est d'importance dans le domaine.

### Information associée à l'ordre et aux items

Dans des paradigmes de rappel ordonné à court terme comme le rappel sériel immédiat, la distinction entre l'ordre et les items est importante au plan empirique, théorique et stratégique. Au plan empirique, certaines variables n'influencent que le rappel de l'ordre comme les stimuli verbaux non pertinents (Beaman et Jones, 1997, voir cependant, LeCompte, 1994) et la similarité phonologique (Watkins, Watkins et Crowder, 1974). D'autres variables influencent à la fois le rappel de l'ordre et des items. Certaines variables, comme la suppression articulatoire, exercent le même type d'influence sur les deux types d'information (Poirier et Saint-Aubin, 1995), alors que d'autres comme la lexicalité produisent des effets antagonistes (voir chapitre 1 de cette thèse).

Compte tenu de la diversité des patrons de résultats quant au rappel de l'ordre et des items, ne considérer qu'un indice de rappel global, comme le critère de rappel sériel strict, pourrait entraîner des conclusions erronées. Par exemple, il serait inadéquat de modéliser de la même façon la similarité phonologique et la suppression articulatoire, parce qu'elles produisent un patron de résultats différent quant au rappel de l'ordre et des items. En fait, bien qu'elles entravent toutes deux le rappel global, la similarité phonologique entrave uniquement le rappel de l'ordre, alors que la suppression articulatoire entrave le rappel de l'ordre et des items. Ainsi, la modélisation de ces effets devrait refléter les différences quant au rappel des items, malgré des similitudes quand au rappel de l'ordre, plutôt que la similitude de leurs effets avec une mesure globale de performance. De plus, lorsqu'une variable produit des effets antagonistes sur les deux types de rappel, la mesure globale de performance, que fournit le rappel sériel strict, peut suggérer que les effets de ladite variable sont instables et difficiles à reproduire (Serra et Nairne, 1993). Dans ce contexte, la performance globale comprenant les deux types d'information a peu d'intérêt.

En plus de son importance au plan empirique, cette distinction entre le rappel de

l'ordre et des items est importante au plan théorique. En effet, les modèles de mémoire diffèrent fréquemment, quand aux processus responsables du maintien de chaque type d'information. Pour certains modèles, le rappel de l'ordre serait une conséquence du rappel de l'information associée aux items (Nairne, 1990a), alors que d'autres modèles proposent l'inverse (Jones, 1993).

Par exemple, selon le modèle des caractéristiques de Nairne (1988, 1990a; Neath et Nairne, 1995), la présentation des items entraînerait le développement de représentations à la fois en mémoire primaire (mémoire de travail) et en mémoire secondaire (mémoire à long terme). Chaque item est représenté sous la forme d'une série de caractéristiques (en anglais, *features*). Seules les caractéristiques en mémoire primaire se dégraderaient. La dégradation est attribuée à de l'interférence rétroactive. Ainsi, si la  $n^{\text{ième}}$  caractéristique d'un item est la même que celle de l'item précédent, la caractéristique de l'item précédent sera effacée selon une probabilité  $F$ . Au moment du rappel, le sujet tenterait d'identifier chaque trace dégradée en mémoire primaire en se basant sur la similarité entre celle-ci et chacune des représentations en mémoire secondaire. Dans ce contexte, en elle-même, la dégradation de la représentation en mémoire primaire serait sans effet sur la probabilité d'un rappel correct. La dégradation de la représentation en mémoire primaire n'entraverait le rappel, qu'à la condition de diminuer le ratio de similarité: la dégradation doit provoquer une diminution plus grande de la similarité entre la trace en mémoire primaire et la représentation pertinente en mémoire secondaire, que la similarité entre la trace en mémoire primaire et les autres représentations en mémoire secondaire. Selon cette proposition, les erreurs d'items surviennent si l'item échantillonné grâce à la représentation dégradée en mémoire primaire a déjà été rappelé. Dans ce cas, aucune réponse ne sera émise. Par ailleurs, les erreurs d'ordre sont une conséquence du rappel des items. Ainsi, elles sont affectées d'une part, par le processus de dégradation des items, l'interférence rétroactive et d'autre part, par le processus de reconstruction des traces dégradées, le ratio de similarité. Par exemple, si la dégradation d'un item diminue le ratio de similarité, la probabilité sera plus forte qu'un autre item de la liste

soit rappelé à la place de l'item présenté. De plus, le processus de dégradation par interférence rétroactive influence le patron d'erreurs d'ordre, en diminuant par exemple le nombre d'inversions contiguës —rappeler 1324, au lieu de 1234— qui sont le type le plus fréquent d'erreurs d'ordre (Bjork et Healy, 1974). En somme, ce choix théorique, où le rappel de l'ordre est une conséquence de la dégradation des items est d'importance, dans la mesure où il contraint le patron de résultats qui sera prédit quant au rappel de l'ordre et des items. Ainsi, dans certaines circonstances, ce type d'hypothèse prédit la même performance globale avec un critère de rappel sériel strict que d'autres propositions, mais diffère quand au rappel de l'ordre et des items (voir chapitre 2 de cette thèse).

À l'opposé, certains auteurs suggèrent que l'information associée à l'ordre est au coeur de la performance dans des paradigmes de rappel ordonné à court terme. Dans ce contexte, le rappel des items serait fonction du maintien de leur ordre. Ainsi, Jones et ses collaborateurs proposent un modèle connu sous le nom de O-OER (en anglais, *Object-Oriented Episodic Record*) (Jones, 1993; Jones, Beaman et Macken, 1996). Selon cette proposition, la présentation des items entraînerait la formation "d'objets" sur une surface épisodique. Des liens seraient développés entre les items d'une liste à rappeler. Ces liens prennent la forme de pointeurs reliant chaque item au suivant. Les liens entre les items se dégraderaient au cours de la tâche. Deux sources de dégradation sont proposées. D'une part, alors que les items eux-mêmes ou les "objets" auraient une durée de vie relativement longue, celle des liens entre les items serait brève. Il s'agit donc d'un oubli de l'ordre par estompage. D'autre part, outre les items à rappeler eux-mêmes, d'autres éléments se trouveraient sur la surface épisodique comme les "objets" associés à des stimuli verbaux non pertinents. Ces "objets" seraient également reliés entre eux par des pointeurs. Ainsi, un rappel correct implique de naviguer d'un item à l'autre en suivant les pointeurs et ce, dans un environnement bruyant où d'autres items et d'autres pointeurs co-existent. Par conséquent, le rappel des items serait subordonné au rappel de l'ordre. En fait, lorsqu'un item n'est pas rappelé, ce ne serait pas dû à sa disparition de la surface épisodique, mais ce serait

plutôt attribuable à la perte d'efficacité du pointeur qui lui est associé.

Une troisième avenue dans la modélisation du maintien de l'ordre et des items, suggère que les deux soient encodés conjointement. Il s'agit plus particulièrement de la modélisation retenue pour le modèle TODAM (en anglais, *Theory of Distributed Associative Memory*) (Lewandowsky et Murdock, 1989; Murdock, 1996). Dans leur application du modèle TODAM, aux paradigmes de rappel ordonné à court terme, Lewandowsky et Murdock (1989) proposent que l'information associée aux items soit représentée au sein du même vecteur de mémoire que l'information représentant les liens d'un item à l'autre; en d'autres mots, leur ordre. Au moment de l'encodage dans une tâche de rappel sériel immédiat, le vecteur représentant un nouvel item serait d'abord fusionné au vecteur représentant l'item précédent (en anglais, *convolution process*). Par la suite, cet amalgame serait incorporé dans un grand vecteur de mémoire représentant la liste au complet. Au moment du rappel, aucun item n'existe en soi dans une forme qui ressemble à l'item d'origine. La situation est la même en ce qui concerne les liens entre les items. Pour effectuer un rappel correct, un nouveau vecteur représentant l'item à rappeler est obtenu par la corrélation entre un indice de récupération (l'item précédent ou un substitut) et le vecteur général de mémoire. Le nouveau vecteur obtenu serait généralement différent du vecteur original représentant l'item. Par conséquent, le nouveau vecteur devrait être reconstitué (en anglais, *deblurring*) avant qu'un item ne soit émis comme réponse.

Avec ce troisième type de modélisation, la relation entre le rappel de l'ordre et des items est complexe. En fait, la patron de résultats prédit dépend dans une certaine mesure, du choix théorique qui dicte les paramètres à faire varier dans le modèle. Ainsi, l'équation de base du modèle déterminant la composition du vecteur général de mémoire ( $M$ ) inclut un paramètre qui pondère l'importance de l'information associée aux items ( $\tau$ ) et un autre qui pondère celle de l'information associée à l'ordre ( $\omega$ ) (Équation 1 de Lewandowsky et Murdock, 1989). On peut donc décider de modéliser

un effet de mémoire à long terme comme la fréquence en modifiant la valeur du paramètre associé à l'ordre ( $\omega$ ), bien que mathématiquement cet effet aurait tout aussi bien pu être modélisé en faisant varier la valeur du paramètre associé aux items ( $\tau$ ) (Lewandowsky et Murdock, 1989). Enfin, dans une version récente, Lewandowsky et Li (1994) introduisent un nouveau mécanisme pour rendre compte du processus de reconstitution du vecteur émis comme réponse. Bien que cette proposition soit peu développée, il semble que cet ajout au modèle permettrait également d'influencer sélectivement le rappel de l'ordre et des items.

En somme, au plan théorique, la distinction entre l'ordre et les items en est une d'importance. En fait, la relation entre le maintien des deux types d'information révèle souvent des différences fondamentales dans la façon de modéliser la mémoire. Par conséquent, il apparaît important de considérer séparément ces deux types d'information dans l'étude de la contribution des connaissances à long terme à la performance en rappel sériel immédiat. Ne modéliser que la performance globale qui inclut à la fois l'ordre et les items limite sérieusement l'intégration d'une proposition qui rend compte de ces effets aux modèles déjà existants de mémoire.

Enfin, au niveau stratégique la distinction entre le rappel de l'ordre et des items est importante puisqu'elle permet de faire un examen plus rigoureux des différentes propositions. Par exemple, l'hypothèse de reconstruction rend compte jusqu'à présent de l'influence de l'ensemble des facteurs de mémoire à long terme étudiés récemment dans le cadre du paradigme de rappel sériel immédiat. Il se peut néanmoins, que la concordance entre les résultats empiriques et les prédictions de l'hypothèse de reconstruction soit plus apparente que réelle. En fait, il est possible que certains facteurs de mémoire à long terme influencent le rappel de l'ordre, d'autres celui des items et d'autres encore influencent les deux. Le développement d'une version de l'hypothèse de reconstruction qui soit à même de rendre compte du rappel de l'ordre et des items, ainsi que l'étude systématique de l'influence des facteurs de mémoire à long sur les deux types d'information, permettrait de faire un examen plus rigoureux de

l'hypothèse de reconstruction.

D'autre part, l'examen séparé de l'ordre et des items s'avère également nécessaire afin de comparer la justesse des prédictions de l'hypothèse de reconstruction avec celles d'hypothèses alternatives. En fait, aucune autre hypothèse n'a à ce jour été invoquée pour rendre compte de l'ensemble des facteurs de mémoire à long terme, étudiés récemment dans le contexte du rappel sériel immédiat. Cependant, pour certains facteurs de mémoire à long terme, des hypothèses alternatives sont disponibles. Avec un critère de rappel sériel strict, ces propositions font parfois toutes les mêmes prédictions. Cependant, des différences apparaissent quant au patron de résultats attendu lorsque l'ordre et les items sont considérés séparément.

#### Hypothèse proposée

La proposition développée dans cette thèse s'appuie sur le cadre théorique fourni par l'hypothèse de reconstruction, mais elle en précise plusieurs aspects, afin de rendre compte séparément du rappel de l'ordre et des items. Dans le but d'éviter toute confusion, la terminologie suivante est utilisée: l'hypothèse de reconstruction réfère au cadre théorique général fourni par les propositions antérieures, alors que l'hypothèse développée dans cette thèse s'appelle l'hypothèse de récupération.

L'hypothèse de récupération partage certaines caractéristiques avec l'hypothèse de reconstruction. Ainsi, la présentation des items entraînerait le développement de représentations phonologiques. Ces représentations se dégraderait rapidement. Tout comme pour l'hypothèse de reconstruction, la cause de la dégradation n'est pas spécifiée, puisque des travaux récents indiquent qu'avec une architecture semblable, la dégradation peut tout aussi bien être modélisée en ayant recours à de l'estompage qu'à de l'interférence (Brown et Hulme, 1995; Neath et Nairne, 1995). Cependant, peu importe la cause de la dégradation, les représentations phonologiques dégradées doivent obligatoirement être reconstruites avant d'être émises comme réponses. Les facteurs de

mémoire à long terme influenceraient l'efficacité du processus de récupération.

Par ailleurs, afin de rendre compte séparément du rappel de l'ordre et des items, l'hypothèse de récupération précise et ajoute certains éléments à l'hypothèse de reconstruction. Ainsi, les représentations phonologiques seraient maintenues dans leur ordre de présentation jusqu'au rappel (voir Nairne, 1990a pour une proposition similaire). Au moment du rappel, les représentations phonologiques dégradées servent d'indice de récupération pour échantillonner la représentation à long terme pertinente. L'ensemble mémoire ne contiendrait que les représentations à long terme des items de la liste présentée à cet essai. Cette restriction quant à la composition de l'ensemble mémoire permet de rendre compte du fait que les sujets ne rappellent que très rarement des items qui n'ont pas été présentés à cet essai (Crowder, 1979; Poirier et Saint-Aubin, 1995). En fait, les omissions —ne rien rapporter comme réponse pour un item donné— constituent la très vaste majorité des erreurs d'item (Poirier et Saint-Aubin, 1995).

Selon l'hypothèse développée ici, les erreurs d'items seraient attribuables à un échec du processus de récupération. Plus précisément, deux facteurs influenceraient le rappel des items: la dégradation des représentations phonologiques et la disponibilité des représentations à long terme. Ainsi, plus les représentations phonologiques sont dégradées, plus la probabilité est élevée qu'aucune représentation à long terme ne soit échantillonnée. Par ailleurs, plus la représentation à long terme pertinente serait facile d'accès, meilleur serait le rappel.

Le rappel de l'ordre est également tributaire des processus de récupération (voir également, Nairne, 1990a; Schweickert et coll., 1990; Schweickert, Hayt, Hersberger et Guentert, 1996; Sperling et Speelman, 1970). En fait, les représentations phonologiques seraient constituées de deux types de caractéristiques: des caractéristiques uniques et des caractéristiques communes. Ceci tient au fait que les mots en français, comme dans plusieurs autres langues, sont le fruit de la combinaison



de quelques phonèmes issus d'un ensemble très restreint (Leahey et Harris, 1997). Dans une liste d'items, il est donc fréquent que plusieurs items partagent certaines caractéristiques phonologiques. Ce phénomène est accentué dans le cas où des listes sont assemblées en ayant recours par exemple, à des mots qui riment entre eux. Au moment du rappel, une trace phonologique dégradée peut contenir suffisamment d'information pour distinguer l'item à rappeler des autres items de la liste. Dans ce cas, aucune erreur d'ordre ne survient. Par ailleurs, si l'information phonologique restante ne permet pas de distinguer l'item à rappeler de certains autres items de la liste, il est alors possible qu'une erreur d'ordre survienne (Schweickert et coll., 1990; Sperling et Speelman, 1970).

Cette architecture permet de faire des prédictions quant à l'influence que devraient avoir des facteurs traditionnellement associés à la mémoire à court et à long terme sur le rappel de l'ordre et des items. De façon générale, les facteurs de mémoire à long terme influencent l'accessibilité des représentations à long terme pertinentes. Par conséquent, les items qui bénéficient de représentations à long terme plus accessibles, comme les mots fréquents par rapport aux mots rares, devraient être mieux rappelés. Cependant, les facteurs de mémoire à long terme seraient sans effet sur le rappel de l'ordre, puisqu'ils n'influencent pas le nombre de caractéristiques phonologiques communes et uniques composant les traces phonologiques au moment du rappel. D'autre part, un facteur de mémoire à court terme comme la similarité phonologique devrait entraver le rappel de l'ordre, mais être sans effet sur celui des items. Dans une liste phonologiquement similaire, les items partagent davantage de caractéristiques phonologiques, ce qui favorise les problèmes d'interprétations des traces dégradées au moment du rappel. Par contre, la plus grande proportion de caractéristiques phonologiques communes serait sans effet sur le rappel des items, puisqu'elle n'influence aucun des deux facteurs associés au rappel des items soit, le nombre de caractéristiques phonologiques dégradées au moment du rappel et l'accessibilité des représentations à long terme.

### Examen empirique

Les prédictions de l'hypothèse de récupération développée ici font l'objet ci-après, d'une évaluation systématique. Plus spécifiquement, les effets de la lexicalité, de la fréquence et de la similarité sémantique sont examinés, puisqu'il s'agit des facteurs de mémoire à long terme les plus étudiés dans le contexte des études récentes traitant de l'influence des connaissances à long terme sur le rappel sériel immédiat. De plus, chaque facteur de mémoire à long terme est abordé dans une étude distincte où ses effets sont observés conjointement avec ceux d'un facteur typique de mémoire de travail.

Le premier manuscrit de la thèse examine le bien-fondé de l'hypothèse de récupération, telle que présentée précédemment, à la lumière des effets de la lexicalité sur le rappel de l'ordre et des items, en rappel sériel immédiat. La lexicalité s'impose comme premier facteur de mémoire à long terme devant être étudié, puisque le développement du cadre théorique à la base de l'hypothèse de récupération lui est étroitement associé. En fait, les premières propositions regroupées sous le titre d'hypothèse de reconstruction avaient pour but de rendre compte spécifiquement de l'effet de la lexicalité (Hulme et coll., 1991; Schweickert, 1993). De plus, la lexicalité constitue encore aujourd'hui le facteur de mémoire à long terme le plus étudié dans ce contexte (Besner et Davelaar, 1982; Brown et Hulme, 1992, 1995, 1996; Burgess et Hitch, 1996; Hulme et coll., 1991, 1995; Richard, 1993; Schweickert, 1993; Schweickert et coll., 1996).

Les résultats rapportés dans le premier manuscrit supportent les prédictions de l'hypothèse de récupération. Le deuxième manuscrit de la thèse étend l'examen des prédictions de l'hypothèse de récupération à la fréquence. La fréquence est un facteur typique de mémoire à long terme, qui fait l'objet d'un nombre important de travaux dans ce contexte (Engle et coll., 1990; Gregg et coll., 1989; Hulme et coll., 1997; Kausler et Puckett, 1979; Roodenrys et coll., 1994; Tehan et Humphreys, 1988;

Watkins, 1977; Watkins et Watkins, 1977). Outre la simple généralisation de l'hypothèse de reconstruction à un deuxième facteur de mémoire à long terme, ce dernier permet d'introduire un nouveau test de l'hypothèse. En effet, des prédictions alternatives quant à l'effet de la fréquence sont disponibles. Plus particulièrement, les auteurs de deux propositions importantes dans le domaine modélisent les effets de la fréquence. Il s'agit plus spécifiquement du modèle TODAM (Lewandowsky et Murdock, 1989) et du modèle des caractéristiques (Neath et Nairne, 1995). Ces deux propositions se démarquent de l'hypothèse de récupération quant à l'influence proposée de la fréquence sur le rappel de l'ordre.

Tout comme pour la lexicalité, la fréquence présente un patron de résultats conforme aux prédictions et de l'hypothèse de récupération. Cette dernière est également à même de rendre compte de l'influence, sur l'ordre et les items, de la similarité phonologique, le facteur de mémoire de travail manipulé conjointement avec la fréquence. L'appui reçu par l'hypothèse de récupération au cours des deux premières études, permet d'entreprendre l'examen du facteur de mémoire à long terme le plus problématique pour l'hypothèse. Il s'agit de la similarité sémantique. Dans une tâche de rappel ordonné à court terme, la similarité sémantique est reconnue pour favoriser le rappel des items et nuire à celui de leur ordre (Baddeley, 1966; Crowder, 1979; Lewandowsky et Murdock, 1989; Murdock, 1976; Murdock et vom Saal, 1967; Nairne, 1990b). Cet effet est considéré comme un des résultats empiriques de base, dont doivent rendre compte les modèles dans le domaine.

Cependant, telle que proposée dans cette thèse, l'hypothèse de récupération ne peut pas rendre compte de ce patron de résultats. L'effet de la similarité sémantique sur le rappel de l'ordre est plus particulièrement problématique. Le troisième manuscrit de la thèse aborde de cette question. Les résultats invalident la vision reçue dans le domaine quant à l'influence de la similarité sémantique sur le rappel de l'ordre et ils supportent l'hypothèse de récupération telle qu'énoncée ici.

## **CHAPITRE 1**

**Immediate Serial Recall of Words and Non-Words:**

**Tests of the Retrieval Based Hypothesis**

Running head: MEMORY FOR WORDS AND NON-WORDS

Immediate Serial Recall of Words and Non-Words:

Tests of the Retrieval Based Hypothesis

Jean Saint-Aubin and Marie Poirier

École de Psychologie

Université Laval

Sainte-Foy, (Québec), G1K 7P4, Canada

E-mail: [jean.saint-aubin@psy.ulaval.ca](mailto:jean.saint-aubin@psy.ulaval.ca)

Fax: (418) 656-3646

Abstract

Twenty-four subjects completed the immediate serial recall of lists of words or non-words, under quiet and articulatory suppression conditions. Results showed better item recall for words, but better order recall for non-words. Articulatory suppression hindered recall of item and order information for both types of lists, and was associated to extremely low performance for non-words. These results are interpreted in light of a retrieval account where degraded phonological traces must undergo a reconstruction process calling upon long-term knowledge of the to-be-remembered items. Under suppression, phonological representations are thought to be minimal producing trace interpretation problems responsible for the greater number of item and order errors relative to quiet conditions. The lack of long-term representations for non-words is thought to be responsible for their lower item recall and their better order recall. The very low performance for non-words under suppression is attributed to the combination of degraded phonological information and minimal long-term knowledge.

## Résumé

Vingt-quatre sujets complètent une tâche de rappel sériel immédiat avec des listes de mots et de non-mots. La tâche est effectuée seule et en présence d'une condition de suppression articulatoire. Les résultats montrent un meilleur rappel des items pour les mots, mais un meilleur rappel de l'ordre pour les non-mots. La suppression articulatoire entrave le rappel de l'ordre et des items et elle est associée à un très faible rappel des non-mots. Les résultats sont interprétés à la lumière d'une hypothèse de récupération, selon laquelle les connaissances à long-terme des items à rappeler supporteraient l'interprétation des représentations phonologiques dégradées. Lors de la suppression articulatoire, les représentations phonologiques des items à rappeler seraient minimales, entraînant des problèmes d'interprétation et par conséquent, un plus grand nombre d'erreurs d'ordre et d'items. Le manque de représentations à long-terme adéquates pour les non-mots expliquerait le moins bon rappel des items et le meilleur rappel de l'ordre pour ces stimuli. Le très faible rappel des non-mots en suppression articulatoire serait le produit d'une dégradation importante des représentations phonologiques et de représentations à long-terme minimales.

Immediate Serial Recall of Words and Non-Words:  
Tests of the Retrieval Based Hypothesis

In immediate serial recall, where subjects must recall verbatim a list of items immediately after their presentation, it is well known that long-term memory contributes to performance. This contribution is evidenced, among other phenomena, by the better recall of words over non-words (Besner & Davelaar, 1982; Hulme, Maughan, & Brown, 1991; Hulme, Roodenrys, Brown, & Mercer, 1995; Richard, 1993). This effect has been interpreted by assuming long-term knowledge contributes to immediate serial recall by supporting retrieval processes (Brown & Hulme, 1992, 1995, 1996; Hulme et al., 1991, 1995; Poirier & Saint-Aubin, 1995, 1996; Roodenrys, Hulme, Alban, Ellis, & Brown, 1994; Saint-Aubin & Poirier, in press; Schweickert, 1993; Schweickert, Guentert, & Hersberger, 1990; Schweickert, Hayt, Hersberger, & Guentert, 1996). The aim of the work reported here was to further test this proposal by examining its predictions with respect to item and order information and by investigating performance under articulatory suppression.

In immediate serial recall, only a short list of items can be recalled in the correct order. Among the factors influencing performance, some of the better known and more robust are related to speech-like characteristics of the to-be-recalled items. For example, recall is lower when items are similar in sound, like T,P,D,V,C,G (Baddeley, 1966; Conrad & Hull, 1964), and when they take longer to pronounce (Baddeley, Thomson, & Buchanan, 1975; Schweickert & Boruff, 1986). To account for these effects, many models of working or immediate memory assume that phonological representations are involved, that is to say that the representations on which performance relies preserve the speech like characteristics of the items (Baddeley, 1990; Brown & Hulme, 1995, 1996; Nairne, 1990; Neath & Nairne, 1995; Schweickert et al., 1996). In some models, phonological information is the only representational format (Baddeley, 1990), while in others, other types of information are involved (Nairne, 1990; Neath & Nairne, 1995).



However, in order to account for the limits on immediate serial recall performance, all these models assume that these representations are subject to degradation. For some, degradation is caused by decay (Baddeley, 1990; Schweickert et al., 1996), for others interference is involved (Nairne, 1990; Neath & Nairne, 1995), and for others still both are possible (Brown & Hulme, 1995). By assuming that phonological representations are an important component of immediate serial recall and that they are subject to degradation in the course of the memory task, these models have accounted for a rather large empirical data base traditionally seen as reflecting the operation of short-term memory.

Recently, many studies have investigated the influence, on immediate serial recall, of another class of factors: Those traditionally associated to long-term memory. Hence, it has been shown that recall is better for words than for non-words (lexicality effect; Besner & Davelaar, 1982; Hulme et al., 1991, 1995), for frequent words (Engle, Nations, & Cantor, 1990; Gregg, Freedman, & Smith, 1989; Poirier & Saint-Aubin, 1996; Roodenrys et al., 1994; Tehan & Humphreys, 1988; Watkins, 1977; Watkins & Watkins, 1977), for words taken from the same semantic category (Crowder, 1979; Murdock, 1976; Poirier & Saint-Aubin, 1995; Saint-Aubin & Poirier, in press), and for words with high imageability values (Bourassa & Besner, 1994). In order to handle these effects, while maintaining the explanatory power of short-lived phonological representations, a number of researchers have suggested what can be called a reconstruction hypothesis (Brown & Hulme, 1995, 1996; Hulme et al., 1991, 1995; Poirier & Saint-Aubin, 1995, 1996; Roodenrys et al., 1994; Schweickert, 1993).

The reconstruction hypothesis can be described as follows. At the point of recall, phonological representations are thought to be degraded, and cannot be output directly as responses. Instead, they must undergo a reconstruction or deblurring process that calls upon the long-term representations of the to-be-remembered items. In this process, degraded phonological representations are used as retrieval cues for accessing an acceptable recall candidate. This hypothesis can account for the effects of

all the aforementioned long-term memory factors, by assuming they affect the accessibility of long-term memory representations. Its development however, is more closely associated to the effect of interest here, namely the lexicality effect: Words are thought to be better recalled than non-words because for words long-term information is available to support reconstruction (Hulme et al., 1991, 1995; Schweickert, 1993).

Typically, the reconstruction hypothesis is used to interpret performance when a strict serial recall criterion is used. This performance measure factors in item and order information: To be considered correct, an item must be recalled in its exact presentation position. Consequently, an error might be scored because a presented item was not recalled or because it was recalled at the wrong serial position. It can be argued that this overall performance measure is not always satisfactory because a number of variables have a differential effect on item and order information recall. For example, word frequency only affects item recall (Poirier & Saint-Aubin, 1996; Whiteman, Nairne, & Serra, 1994), phonological similarity (Coltheart, 1993; Poirier & Saint-Aubin, 1996; Watkins, Watkins, & Crowder, 1974) and irrelevant sound (Beaman & Jones, 1997) only hinder order recall, while factors like articulatory suppression depress both item and order recall performance (Poirier & Saint-Aubin, 1995; Saint-Aubin & Poirier, in press). Consequently, providing the same account for two factors producing the same overall effects could be misleading, if one influences item information and the other influences order (see also, Murdock, 1996, and Serra & Nairne, 1993).

Recently, Poirier and Saint-Aubin (1996) proposed a version of the reconstruction hypothesis, hereafter called the retrieval based hypothesis, where item and order information are considered separately. As in the reconstruction hypothesis, this proposal assumes list presentation creates a phonological representation of the to be recalled items, subject to degradation. However, according to the retrieval based account, item recall is influenced by the efficacy of the retrieval process and the amount of degradation of phonological traces: Item recall is enhanced by factors

supporting the reconstruction process, and it is hindered by factors increasing degradation of phonological traces or cues. It is also assumed that the order of list items is maintained, such that item retrieval based on degraded traces is attempted in the correct sequence. Order errors are attributed to trace interpretation problems at the point of recall. Hence, order recall is hindered when the to-be-remembered items share more phonological features and by factors increasing the degradation of phonological traces.

This hypothesis has been successfully applied to the effects of frequency and semantic similarity on item and order information, in an immediate serial recall task (Poirier & Saint-Aubin, 1996; Saint-Aubin & Poirier, in press). In both cases, the long-term memory factor improves item recall, while leaving order recall unaffected—in other words, the number of order errors per item recalled is constant. This is easily understood by assuming that the reconstruction process is more efficient for frequent words and words drawn from the same semantic category. Similarly, order recall (per item) is unaffected because neither frequency nor semantic category influences the number of phonological features shared by the items or the degradation of their phonological traces. Hence, at retrieval, the probability of confusing one list item for another is identical for categorised and uncategorised lists and for frequent and rare words and it is proportional to the number of items retrieved.

The aim of the present study was to examine the predictions of this account with respect to the influence of lexicality on item and order information. This test is particularly relevant considering that the reconstruction hypothesis is mainly based on the effects of lexicality on immediate serial recall (Hulme et al., 1991, 1995; Schweickert, 1993). According to the retrieval based hypothesis, item information for words is expected to be better recalled than for non-words because adequate long-term memory representations are associated to the former but not the latter. Without adequate lexical representations, the retrieval process would be inefficient for non-words, and very few items should be recalled. With respect to order errors, if one

assumes cue based retrieval is not possible for non-words and only a few items will be maintained, perhaps through rehearsal, then a strict interpretation of the retrieval based hypothesis predicts that order errors will be extremely infrequent. The prediction would then be that there will be a significantly greater number of order errors for words.

An articulatory suppression condition was also included as a methodological control and a further test of the retrieval based hypothesis. Articulatory suppression is thought to produce greater degradation of phonological traces, either through decay (Baddeley, Lewis, & Vallar, 1984) or interference (Nairne, 1990). The retrieval based hypothesis then predicts a greater number of item and order errors for words; greater degradation of phonological traces implies a less efficient retrieval process and a greater probability of confusing one item for another. In the case of non-words, a strict interpretation of the retrieval account leads to the prediction that the number of items recalled will be extremely low. The retrieval process is assumed to be inoperative, and active maintenance of non-words under suppression should all but eliminated.

As for methodological considerations, although Richard (1993) showed that the words and non-words used here were articulated at the same speed by his subjects, it is notoriously difficult to equate words and non-words in this respect. Interpretation of the lexicality effect could be difficult if articulation rate and lexicality effects were confounded, given recall is lower for items taking longer to pronounce (Baddeley et al., 1975; Schweickert & Boruff, 1986). However, it has been shown that when a suppression requirement is introduced, recall performance becomes equivalent for items of various length (Baddeley et al., 1984). Consequently, even if words are articulated faster than non-words, it should be possible to attribute the differences in immediate serial recall performance to lexicality, provided it has an effect under suppression.

In sum lexicality and articulatory suppression are manipulated. According to a strict interpretation of the retrieval based hypothesis, better item recall is anticipated for

words and better order recall for non-words, under both quiet and suppression conditions. Articulatory suppression should hinder overall recall performance for words, by lowering both item and order information, because it is thought to entail greater degradation of phonological traces. Finally, recall of non-words under suppression should be very low, because of the important degradation of phonological representations with minimal lexical information to reconstruct them.

## Method

### Subjects

Twenty-four unpaid volunteers (14 women and 10 men) from a subject pool created through local advertising participated in the experiment (mean age = 28).

### Materials

The stimuli used here were developed by Richard (1993); 120 words and 120 non-words were used to construct 24 word and 24 non-word lists (see Appendix A). Each list comprised five items. Non-words were consonant-vowel-consonant trigrams (CVC), and each list of non-words was assembled according to the construction criteria proposed by Hilgard (1951): (1) no letter appeared more than once within a list, (2) the last consonant of a non-word never immediately preceded in the alphabet the first consonant of the next non-word, (3) non-words were never a real word in French or a well known abbreviation. Care was also taken in list construction to avoid phonological similarity, by never including rhyming items. On the other hand, words contained an average of three syllables each and they were of about equal frequency according to the Vikis-Freibergs (1974) norms. Richard (1993) reported that the mean pronunciation time for these words (545 ms) was not significantly different than that for the non-words (548 ms).

A 2 X 2 within-subjects factorial design was used, with viewing condition (quiet vs. suppression) and lexicality (word vs. non-word) as factors. The 24 non-word lists were randomly divided into two blocks of 12 lists. The first two lists served as practice trials and were not used for the analyses. Across subjects, each set was used equally often under quiet and suppression conditions. The same process was applied to the 24 word lists. The order of the four conditions was counterbalanced across subjects with a Latin square, but list order within a block was fixed.

### Procedure

Subjects were tested individually within one session lasting approximately one hour and fifteen minutes. For the immediate serial recall task, items were presented with a standard Sanyo tape-recorder. Each trial began by the presentation of a 450 Hz tone lasting 500 ms. Three seconds later, items were presented at a rate of one item every 1500 ms. The end of the lists was marked by a tone (450 Hz, 500 ms) and the experimenter stopped the tape.

Strict serial recall instructions were used: Subjects were told to recall the items in their exact order of presentation, beginning with the first one. They wrote their responses on answer-sheets holding five horizontal lines numbered one to five, from left to right. They were instructed to leave a blank line, if they could not recall an item at a given serial position. They were also warned not to backtrack to change a response or fill a blank. There was no time limit for recall. The experimenter was present throughout, to insure compliance with these instructions.

In the articulatory suppression condition, subjects continuously repeated aloud the word mathématiques, at a rhythm of approximately three utterances every two seconds. Subjects began suppressing as soon as they heard the warning tone indicating that list presentation was beginning three seconds later, and they continued until recall was completed.

Following the immediate serial recall task, subjects performed a reading task. They had to read aloud once, all twelve lists of a block, as quickly as possible without making errors. The twelve lists of each block used in the memory task were presented in accented upper-case letters, on a standard sheet of paper with one list per row. Reading order of the four blocks (word and non-words sets used under quiet and suppression conditions) was counterbalanced across subjects with a Latin square. The time need to read each block was measured with an electronic stopwatch. Before the reading task proper, subjects were allowed two practice trials, one with a five non-word list and one with a list of words. The materials used for the practice trials was not the same as that presented for the memory and the reading tasks.

## Results

Responses were first scored according to a strict serial recall criterion. With this criterion, to be considered correct, items must be recalled in their exact serial position. This performance measure produces the data necessary for serial position curves but it factors in item and order information. Given it is the usual scoring method, it facilitates comparisons with previous studies. Item and order error scoring and analyses are described following this first series of results. For all analyses, unless otherwise specified, the .05 level of significance was adopted.

### Strict scoring results

The probability of correct recall as a function of lexicality and articulatory suppression is shown in Figure 1. This figure reveals the classic serial position curve for this type of task and auditory presentation. Each serial position showed a sizeable advantage of words over non-words and a suppression impairment. Moreover, under suppression, performance in the non-word condition is extremely low: On 96.7% of trials two or less items were recalled, and on 37.2% of trials no response was given. By contrast, for the word-suppression condition, subjects recalled three or more items

on 41.4% of trials, and there were only 5.8% of trials where no response was given.

A 2 X 2 X 5 repeated-measures analysis of variance (ANOVA) confirmed these trends with a main effect of lexicality,  $F(1,23) = 392.94$ ,  $MSE = 0.0367$ , articulatory suppression,  $F(1,23) = 160.95$ ,  $MSE = 0.0594$ , and serial position,  $F(4,92) = 38.77$ ,  $MSE = 0.0442$ . There were also three significant interactions. The higher order interaction between lexicality, suppression and serial position was significant,  $F(4,92) = 5.62$ ,  $MSE = 0.0213$ . This interaction as well as the remaining two are mainly attributable to a floor effect: Recall performance of non-words under suppression was near zero for the three middle serial positions. In the same vein, the interaction between lexicality and serial position was significant,  $F(4,92) = 3.34$ ,  $MSE = 0.0171$ . Simple main effects, with an alpha level set at .01, revealed that the effect of lexicality was significant at all serial positions. Finally, there was a significant interaction between lexicality and suppression, but simple main effects showed a significant effect of lexicality under both quiet and suppression conditions as well as a significant effect of suppression for words and non-words.

### Error analyses

Each error was either scored as an item or an order error. An item error was defined as a missing (a blank) or a wrong item (a recalled item that has not been presented). Every presented item that was recalled at the wrong serial position was counted as an order error. Two different order error measures were computed. The first was simply the absolute number of order errors. This analysis was included to allow comparison with some previous studies. However, this is not the most appropriate measure of order retention. Empirically, item and order errors are not independent: If more items are recalled, the probability of an order error is increased. For example, if no item is recalled order errors are not a possibility, while if two items are recalled the number of possible order errors is less than if four items are recalled. Given words and non-words might differ in item recall level, it is necessary to partial



out the influence of item recall in the measure of order retention. To this end proportions of order errors per item recalled were computed by dividing the total number of order errors by the total number of items recalled regardless the order (Murdock, 1976; Poirier & Saint-Aubin, 1996).

As shown in the top section of Table 1, there are more item errors under suppression than in quiet conditions, and there are more item errors for non-words than for words. The effect of lexicality seems stronger under quiet conditions, perhaps because of the floor effect for non-words under suppression. A 2 X 2 repeated-measures ANOVA revealed a significant effect of lexicality,  $F(1,23) = 720.07$ ,  $MSE = 0.1391$ , articulatory suppression,  $F(1,23) = 275.76$ ,  $MSE = 0.1609$ , and an interaction,  $F(1,23) = 5.18$ ,  $MSE = 0.2384$ . Simple main effects, with an alpha level set at .01, revealed that the effect of lexicality was significant under both quiet and suppression conditions, and that the effect of suppression is significant for both words and non-words. The  $\omega^2$  (for fixed-effects model) statistic indicated that lexicality accounted for 56.6% of variance, suppression for 25.0%, and the interaction for 0.6%.

With the absolute number of order errors, presented in the middle section of Table 1, there are more order errors for words than for non-words, and the effect of articulatory suppression is restricted to words. In fact, there are practically no order errors for non-words: On a total of 1 200 presented non-words per condition (24 subjects X 10 lists X 5 item per list) there were 16 non-words recalled at the wrong serial position under suppression, and 13 in the quiet condition. The repeated-measures ANOVA indicated a significant effect of lexicality,  $F(1,23) = 43.65$ ,  $MSE = 0.0551$ , but neither articulatory suppression ( $F = 1.15$ ), nor the interaction ( $F < 1$ ) were significant. The  $\omega^2$  showed that lexicality accounted for 27.6% of variance, the non significant effect of suppression accounted for 0.1%, and it was impossible to estimate this statistic for the interaction —given its  $F$  ratio was smaller than one (Keppel, 1991).

With the proportions of order errors per item recalled, presented in the last

section of Table 1, there are again less errors for non-words, but this time articulatory suppression is associated with a greater proportion of order errors. The repeated-measures ANOVA showed an effect of lexicality,  $F(1,23) = 20.15$ ,  $MSE = 0.0079$  and articulatory suppression,  $F(1,23) = 7.28$ ,  $MSE = 0.0093$ , but the interaction was not significant ( $F=1.50$ ). The  $\omega^2$  showed that lexicality accounted for 15.3% of variance, suppression for 5.9%, and the non significant interaction for 0.4%.

A final analysis was carried out to compare the mean reading time for words and non-words. The repeated-measures ANOVA revealed that the mean reading time for a single recitation of a five-words list (2.32 sec) was faster than for a list of non-words (2.69 sec),  $F(1,23) = 24.60$ ,  $MSE = 0.0698$ . This effect accounted for 19.5% of variance ( $\omega^2$ ).

### Discussion

As in previous studies, the above results first show that with a strict serial recall criterion, words are better recalled than non-words (Besner & Davelaar, 1982; Hulme et al., 1991, 1995; Richard, 1993). This effect is attributable to the better item recall of words, an effect that clearly overshadows the order recall advantage found for non-words. Articulatory suppression hindered both item and order information recall for words, and had a detrimental effect on item recall for non-words. Its effect on order recall for non-words appears significant when proportion of order errors is considered, although this should be interpreted with caution given the very few number of order errors on which it is based.

Results also showed that words are pronounced faster than non-words. This might be seen as a potential problem, because it is well known that items pronounced faster are also better recalled (Baddeley, et al., 1975, 1984; Schweickert & Boruff, 1986; Schweickert et al., 1996). Consequently, it could be argued that it is not clear if lexicality effects are attributable to lexicality per se or to pronunciation rate. However,

the latter is very unlikely because articulatory suppression is known to abolish the effects of pronunciation rate —under suppression recall is similar for items of various pronunciation duration (Baddeley et al., 1984). Thus, if pronunciation rate is solely responsible of lexicality effects, the latter should disappear under suppression. In fact, there are clear lexicality effects either with and without suppression. Hence, it seems safe to conclude that lexicality has an effect over and above any confound with pronunciation rate.

A number of models can account for the influence of lexicality on immediate serial recall performance when it is assessed with an overall performance measure factoring in item and order information, such as the strict serial recall criterion (e.g., Brown & Hulme, 1995, 1996; Burgess & Hitch, 1996; Schweickert, 1993). However, given our data reveals that lexicality produces opposite effects on item and order information, a more detailed account is needed. To the best of our knowledge, distinct predictions for item and order information cannot be derived in a straightforward manner from the aforementioned accounts. By contrast, the retrieval based hypothesis presented in the introduction can easily account for lexicality effects on item and order information. This proposal has also been successfully called upon to account for word frequency and semantic similarity effects on item and order information (Poirier & Saint-Aubin, 1996; Saint-Aubin & Poirier, in press).

### The Retrieval Based Hypothesis

It is argued that list presentation sets up phonological representations that are likely to be degraded at the time of recall, either through decay or interference. Indeed, Brown and Hulme (1995) have shown that a memory model with a reconstruction component can produce similar results when forgetting is attributed to decay, interference or imperfect trace registration. However, whatever the forgetting process called upon, it is assumed that degraded traces cannot be output directly as a response. They must be reconstructed or completed —a process calling upon long-term

knowledge of the to-be-remembered items (Brown & Hulme, 1992, 1995, 1996; Hulme et al., 1991, 1995; Poirier & Saint-Aubin, 1995, 1996; Roodenrys et al., 1994; Saint-Aubin & Poirier, in press; Schweickert, 1993).

Within our framework, item errors arise because the retrieval process fails to identify one of the to-be-remembered items on the basis of a degraded phonological trace. The probability of an item error increases with the degradation of phonological trace information, while it decreases when access to the long-term representations of the to-be-remembered item is facilitated. In this context, the greater number of item errors under suppression is attributed to the greater degradation of phonological traces either because of a less efficient subvocal rehearsal process coupled with a decay assumption (Baddeley, 1990) or because of interference of the item repeated aloud with phonological representations of the to-be-remembered items (Nairne, 1990; Neath & Nairne, 1995). On the other hand, the greater number of item errors for non-words observed in the present study can be accounted for by calling upon their lack of long-term representations. It is worth noting that the same pattern was found with word frequency and semantic similarity: More item errors for less frequent and semantically dissimilar items (Crowder, 1979; Murdock, 1976; Murdock & vom Saal, 1967; Poirier & Saint-Aubin, 1995, 1996; Saint-Aubin & Poirier, in press). Long-term memory representations are thought to be easier to access for frequent words and semantically similar items. In the latter case, the semantic category shared by all items is thought to provide an extra recall cue.

Order errors are also attributed to trace interpretation problems during the retrieval process (for related proposals see, Lewandowsky & Murdock, 1989; Nairne, 1990; Schweickert et al., 1990). More precisely, it is assumed that items are represented in their order of appearance—as for example in a short-term memory vector—and that at recall, degraded phonological traces are output in the appropriate order. Order errors occur because it is not always possible to uniquely identify one of the list items on the basis of the degraded phonological traces. This happens because

phonological features are likely to be embodied in a number of list items. Thus, if a phonological trace has lost most of its distinctive features, it is easy to see how another list item, holding common features, can be erroneously selected as an appropriate recall candidate (Schweickert, 1993; Schweickert et al., 1990; Sperling & Speelman, 1970). This can account for the greater proportion of order errors for words under suppression. By increasing degradation, suppression would also increase the probability of losing distinctive phonological features. With less distinctive features, a higher probability of order errors is anticipated for words because for those items, the retrieval processes are operative, given words can take advantage of useful long-term memory representations.

The retrieval based hypothesis also provides a straightforward account of the very small number of order errors found for non-words. Without adequate long-term memory representations, retrieval processes are not effective for non-words. In fact, under quiet and suppression conditions, the number of order errors was near zero with less than one error per subject —out of 50 presented items (10 trials X 5 items)— for each non-word condition. It should be noted perhaps, that it has been suggested that reconstruction might still be possible for non-words, on the basis of long-term phonological information (Schweickert, 1993). For example, recall performance of non-words under suppression has been investigated in another study, where however, performance was not assessed separately for item and order information (Besner & Davelaar, 1982). In this study, recall of non-words under suppression was quite good, varying across experiments, between 38% and 45% correct. However, the non-words used by Besner and Davelaar were word-like (e.g., snude, zede, smude). Consequently, long-term phonemic information might have been used to reconstruct the degraded phonological traces. However, it can be argued that the non-words used here had very low word-likeness, given few French words have a CVC structure where the last consonant is actually pronounced as it was for the recorded CVCs. This implies that a process calling upon long-term phonological information would also be very inefficient, producing very few order errors.

Finally, the very low memory performance for non-words under suppression—on average, 0.87 non-word were correctly recalled per list—also supports the retrieval based hypothesis. In previous studies, memory performance under suppression, or residual performance, varied between two and four familiar items. This has been interpreted as a contribution of long-term memory to immediate serial recall performance (Hulme et al., 1991; Zhang & Simon, 1985). According to the reconstruction hypothesis, this contribution is achieved through the presence of long-term representations of the to-be-remember items, allowing reconstruction opportunities for degraded phonological traces. Since, on one hand, non-words lack appropriate long-term memory representations, and on the other hand, degradation is important under suppression, the very poor memory performance found for non-words under suppression was anticipated—this is also true with a general interpretation of residual performance in terms of a long-term memory performance.

### Conclusion

The results of the present study replicated previous findings concerning the overall effects of lexicality on immediate serial recall. A more detailed analysis revealed that although item recall is better for words, order recall is better for non-words. This pattern of results can easily be interpreted in the light of a retrieval account where degraded phonological traces must undergo a reconstruction process based on the long-term memory representations of the to-be-remember items. This proposal can also account for the effects of articulatory suppression on item and order information recall, as well as the very low recall performance of non-words under suppression. In addition, the reconstruction hypothesis can also account for the influence of the two other long-term memory factors with known effects on item and order information, in immediate serial recall—namely, word frequency and semantic similarity. This implies that this framework can provide a general account of the detailed effects on item and order information of all the long-term memory factors that have been investigated to date.

## References

Baddeley, A. D. (1966). Short-term memory for word sequences as a function of acoustic, semantic, and formal similarity. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 18A, 362-365.

Baddeley, A. D. (1990). Human memory: Theory and practice. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.

Baddeley, A. D., Lewis, V. J., & Vallar, G. (1984). Exploring the articulatory loop. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 36A, 233-252.

Baddeley, A. D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour, 14, 575-589.

Beaman, C. P., & Jones, D. M. (1997). Role of serial order in the irrelevant speech effect: Tests of the changing-state hypothesis. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 23, 459-471.

Besner, D., & Davelaar, E. (1982). Basic processes in reading: two phonological codes. Canadian Journal of Psychology, 36, 701-711.

Bourassa, D., & Besner, D. (1994). Beyond the articulatory loop: a semantic contribution to serial recall of subspan lists. Psychonomic Bulletin and Review, 1, 122-125.

Brown, G. D. A., & Hulme, C. (1992). Cognitive psychology and second language processing: The role of short-term memory. In R. J. Harris (Ed.), Cognitive Processing in Bilinguals (pp. 105-122). North Holland: Elsevier Science Publishers.

Brown, G. D. A., & Hulme, C. (1995). Modeling item length effects in memory span: No rehearsal needed? Journal of Memory and Language, 34, 594-621.

Brown, G. D. A., & Hulme, C. (1996). Nonword repetition, STM, and word age-of-acquisition: A computational model. In S. E. Gathercole (Ed.), Models of short-term memory (pp.129-148). Hove (UK): Psychology Press.

Burgess, N., & Hitch, G. J. (1996). A connectionist model of STM for serial order. In S. E. Gathercole (Ed.), Models of short-term memory (pp.51-72). Hove (UK): Psychology Press.

Coltheart, V. (1993). Effects of phonological similarity and concurrent irrelevant articulation on short-term-memory recall of repeated and novel word lists. Memory and Cognition, 21, 539-545.

Conrad, R., & Hull, A. J. (1964). Information, acoustic confusion and memory span. British Journal of Psychology, 55, 75-84.

Crowder, R. G. (1979). Similarity and order in memory. In G. H. Bower (Ed.), The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory: Vol. 13 (pp. 319-353). New York: Academic Press.

Engle, R. W., Nations, J. K., & Cantor, J. (1990). Is "Working memory capacity" just another name for word knowledge? Journal of Educational Psychology, 82, 799-804.

Estes, W. K. (1972). An associative basis for coding and organization in memory. In A. W. Melton & E. Martin (Eds.), Coding processes in human memory (pp. 161-190). Washington, DC: Winston.



Frick, R. W. (1995). Accepting the null hypothesis. Memory and Cognition, 23, 132-138.

Gregg, V. H., Freedman, C. M., & Smith, D. K. (1989). Word frequency, articulatory suppression and memory span. British Journal of Psychology, 80, 363-374.

Hilgard, E. R. (1951). Methods and procedure in study of learning., In S. S. Stevens (Ed.), Handbook of experimental psychology. New York: Wiley.

Hulme, C., Maughan, S., & Brown, G. D. A. (1991). Memory for familiar and unfamiliar words: evidence for a long-term memory contribution to short-term memory span. Journal of memory and Language, 30, 685-701.

Hulme, C., Roodenrys, S., Brown, G., & Mercer, R. (1995). The role of long-term memory mechanisms in memory span. British Journal of Psychology, 86, 527-536.

Keppel, G. (1991). Design and analysis: a researcher's handbook (3rd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Lee, C. L., & Estes, W. K. (1977). Order and position in primary memory for letter strings. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 16, 395-418.

Lewandowsky, S., & Murdock, B. B. (1989). Memory for serial order. Psychological Review, 96, 25-57.

Murdock, B. B. Jr. (1976). Item and order information in short-term serial memory. Journal of Experimental Psychology: General, 105, 191-216.

Murdock, B. B. Jr. (1996). Item, associative, and serial-order information in

TODAM. In S. E. Gathercole (Ed.), Models of short-term memory (pp.239-266). Hove (UK): Psychology Press.

Murdock, B. B. Jr., & vom Saal, W. (1967). Transpositions in short-term memory. Journal of Experimental Psychology, 74, 137-143.

Nairne, J. S. (1990). A feature model of immediate memory. Memory and Cognition, 18, 251-269.

Nairne, J. S. (1992). The loss of positional certainty in long-term memory. Psychological Science, 3, 199-202.

Neath, I., & Nairne, J. S. (1995). Word-length effects in immediate memory: overwriting trace decay theory. Psychonomic Bulletin and Review, 2, 429-441.

Poirier, M., & Saint-Aubin, J. (1995). Memory for related and unrelated words: further evidence on the influence of semantic factors in immediate serial recall. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 48A, 384-404.

Poirier, M., & Saint-Aubin, J. (1996). Immediate serial recall, word frequency, item identity and item position. Canadian Journal of Experimental Psychology, 50, 408-412.

Richard, P. A. (1993). Contribution de la mémoire à long terme lors du rappel sériel immédiat dans la perspective du modèle de Baddeley. [Long-term memory contribution to immediate serial recall performance within Baddeley's model] Unpublished Master's thesis, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, Canada.

Roodenrys, S., Hulme, C., Alban, J., Ellis, A. W., & Brown, G. D. A. (1994). Effects of word frequency and age of acquisition on short-term memory span.

Memory and Cognition, 22, 695-701.

Saint-Aubin, J., & Poirier, M. (in press). Semantic similarity and immediate serial recall: Is there a detrimental effect on order information? Quarterly Journal of Experimental Psychology.

Schweickert, R. (1993). A multinomial processing tree model for degradation and redintegration in immediate recall. Memory and Cognition, 21, 168-175.

Schweickert, R., & Boruff, B. (1986). Short-term memory capacity: Magic number or magic spell? Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 12, 491-425.

Schweickert, R., Guentert, L., & Hersberger, L. (1990). Phonological similarity, pronunciation rate, and memory span. Psychological Science, 1, 74-77.

Schweickert, R., Hayt, C., Hersberger, L., & Guentert, L. (1996). How many words can be held in working memory? A model and a method. In S. Gathercole (Ed.), Models of short-term memory (pp. 267-293). East Sussex, UK: LEA.

Serra, M., Nairne, J. S. (1993). Design controversies and the generation effect: support for an item-order hypothesis. Memory and Cognition, 21, 34-40.

Sperling, G., & Speelman, R. G. (1970). Acoustic similarity and auditory short-term memory. In D. A. Norman (Ed.), Models of human memory (pp.151-202). New York: Academic Press.

Tehan, G., & Humphreys, M. S. (1988). Articulatory loop explanations of memory span and pronunciation rate correspondences: A cautionary note. Bulletin of the Psychonomic Society, 26, 293-296.

Vikis-Freibergs, V. (1974). Fréquence d'usage des mots au Québec. [Frequency of usage of French words in Quebec] Montréal: Les presses de l'Université de Montréal.

Watkins, M. J. (1977). The intricacy of memory span. Memory and Cognition, 5, 529-534.

Watkins, M. J., & Watkins, O. C. (1977). Serial recall and the modality effect: effects of word frequency. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 3, 712-718.

Watkins, M. J., Watkins, O. C., & Crowder, R. G. (1974). The modality effect in free and serial recall as a function of phonological similarity. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 13, 430-447.

Whiteman, H. L., Nairne, J. S., & Serra, M. (1994). Recognition and recall-like processes in the long-term reconstruction of order. Memory, 2, 275-294.

Zhang, G., & Simon, H. A. (1985). STM capacity for Chinese words and idioms: Chunking and acoustical loop hypotheses. Memory and Cognition, 13, 193-201.

Authors Note

Preparation of this article was supported by grant no. OGP0046632 from the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada to Marie Poirier. Jean Saint-Aubin was supported by a graduate scholarship from NSERC and then by the Fonds pour la Formation de Chercheurs et l'Aide à la Recherche (FCAR). We are grateful to Pierre-André Richard for his stimuli. This article was part of Jean Saint-Aubin's doctoral thesis.

Requests for reprints should be sent to Jean Saint-Aubin or Marie Poirier, Cognitive Psychology Research Laboratory, School of Psychology, Laval University, Sainte-Foy, Québec, Canada, G1K 7P4, (e-mail: [jean.saint-aubin@psy.ulaval.ca](mailto:jean.saint-aubin@psy.ulaval.ca) or [marie.poirier@psy.ulaval.ca](mailto:marie.poirier@psy.ulaval.ca)).

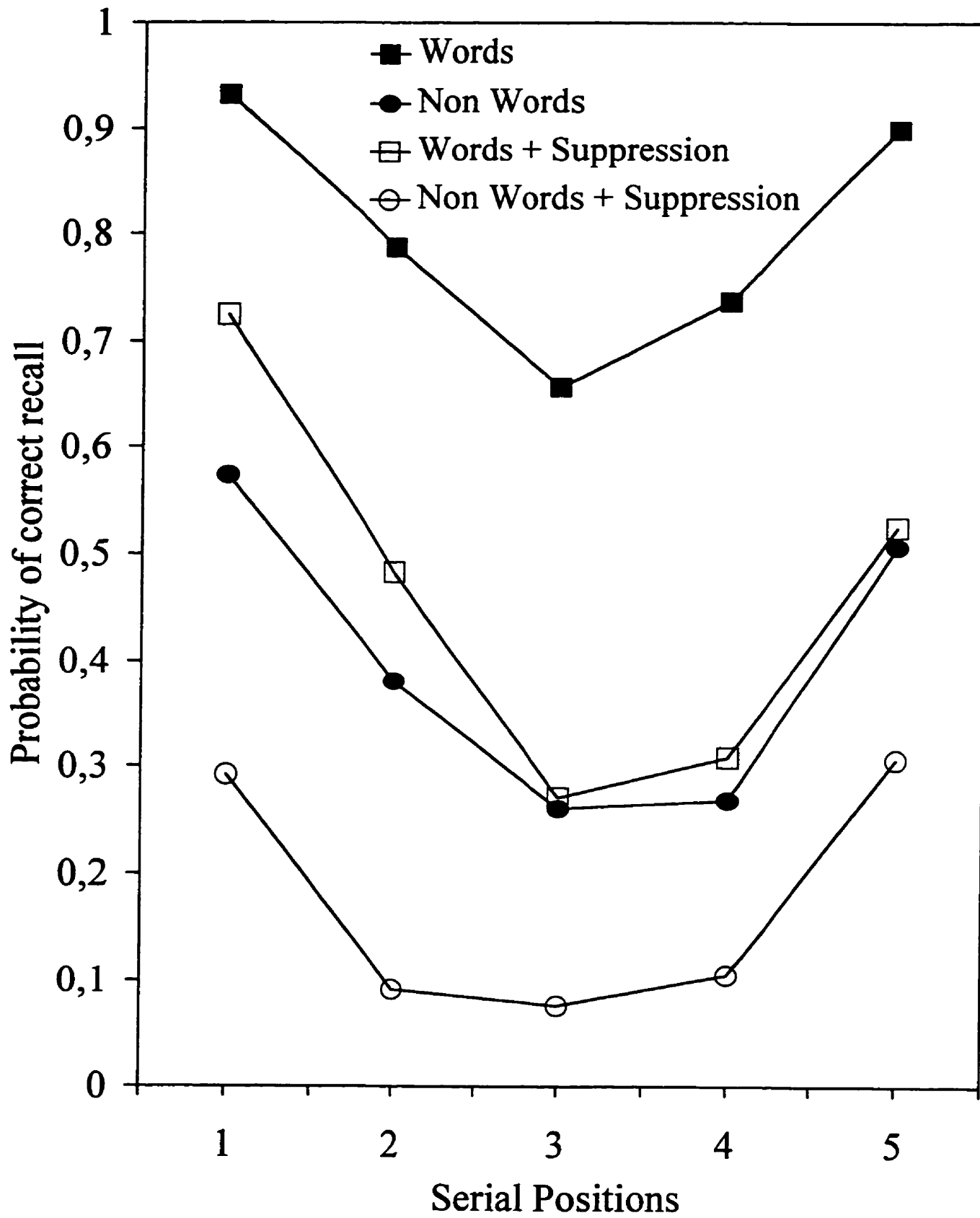
Table 1

Mean Number of Item, Order Errors, and Mean Proportion of Order Errors per List as a Function of Lexicality and Articulatory Suppression

Conditions	List type	
	Words	Non-words
Item error		
Quiet		
<u>M</u>	0.6625	2.9426
<u>SD</u>	0.5694	0.7116
Articulatory suppression		
<u>M</u>	2.2500	4.0662
<u>SD</u>	0.5978	0.3693
Order error		
Quiet		
<u>M</u>	0.3208	0.0542
<u>SD</u>	0.2467	0.0932
Articulatory suppression		
<u>M</u>	0.4333	0.0671
<u>SD</u>	0.4198	0.1009
Proportion of order errors		
Quiet		
<u>M</u>	0.0815	0.0233
<u>SD</u>	0.0623	0.0363
Articulatory suppression		
<u>M</u>	0.1576	0.0486
<u>SD</u>	0.1442	0.0772

Figure Captions

Figure 1. Mean probability of correct recall with a strict serial recall criterion as a function of lexicality, articulatory suppression, and serial position.





## Appendix A

Lists of Non-words


---

kij	mog	lud	mib	lem	fot	zum	veb	bap	kag	zur	maf
duf	lup	gip	nar	guf	lid	neb	rol	deg	zir	mos	jis
mab	kes	mef	kog	kar	jum	gis	tad	jik	dop	keb	nok
los	nad	vab	tep	sod	rab	lop	nim	nur	tun	nag	tur
nep	rif	jor	suj	nib	zep	fak	zug	mox	bev	fij	peg
<hr/>											
mud	vad	rej	fop	viz	lax	nev	fud	zij	gol	tem	sag
nab	kep	daf	juk	bup	gop	sif	tiv	fek	fim	kop	fom
ler	rob	zot	sib	teg	nuz	kob	zal	nol	rek	nuf	tuv
jop	jif	sip	rel	raf	tej	daz	rog	gap	nup	gab	lij
gif	mus	gub	gad	jom	fik	lum	nes	mub	baz	jir	ber

---

## Appendix A (continued)

Lists of Words

romance	citerne	système	nicotine	moustache	habitude
[romance]	[tank]	[system]	[nicotine]	[moustache]	[habit]
bergerie	vidange	fermeture	insomnie	rectangle	ingrédient
[sheepfold]	[garbage]	[fastener]	[insomnia]	[rectangle]	[ingredients]
tribunal	permission	besogne	voyage	lessive	teinture
[court]	[permission]	[work]	[travel]	[washing]	[dye]
légende	acajou	cerise	collation	émeraude	squelette
[legend]	[mahogany]	[cherry]	[snack]	[emerald]	[skeleton]
glissade	fracture	argument	présence	conscience	entente
[slide]	[fracture]	[argument]	[presence]	[awareness]	[agreement]
direction	piscine	distance	fontaine	serviteur	foulard
[direction]	[pool]	[distance]	[fountain]	[servant]	[scarf]
médaille	lanterne	incendie	microbe	victoire	chaudière
[medal]	[lantern]	[fire]	[microbe]	[victory]	[bucket]
ambiance	tonique	voltige	zodiaque	réaction	position
[atmosphere]	[tonic]	[acrobatics]	[zodiac]	[reaction]	[position]
perruque	mélodie	patriote	horloge	assiette	détergent
[wig]	[melody]	[patriot]	[clock]	[plate]	[soap]
bottine	clairière	abdomen	décision	pantoufle	orchestre
[boot]	[clearing]	[abdomen]	[decision]	[slipper]	[orchestra]

## Appendix A (continued)

façade	brûlure	hurlement	ancêtre	véhicule	logement
[frontage]	[burn]	[check]	[ancestors]	[vehicle]	[apartment]
gélatine	continent	casquette	occasion	potager	diplôme
[gelatine]	[continent]	[cap]	[occasion]	[garden]	[diploma]
démarche	escabeau	miracle	poursuite	spectacle	trompette
[gait]	[step-ladder]	[miracle]	[pursuit]	[show]	[trumpet]
numéro	routine	téléphone	contrôle	dommage	industrie
[number]	[routine]	[telephone]	[control]	[injury]	[industry]
tablette	guimauve	friction	nuisance	bagarre	pistolet
[shelf]	[marshmallow]	[friction]	[nuisance]	[fight]	[gun]
soucoupe	bracelet	contenant	déception	réponse	sculpture
[saucer]	[bracelet]	[container]	[deception]	[answer]	[sculpture]
feuillage	moutarde	autobus	bobine	chicane	cinéma
[foliage]	[mustard]	[bus]	[bobbin]	[quarrel]	[cinema]
ministre	folklore	vicaire	analyse	gravelle	poignard
[minister]	[folklore]	[vicar]	[analysis]	[gravel]	[dagger]
paquebot	aventure	rigole	structure	tropique	vibration
[liner]	[adventure]	[rivulet]	[structure]	[tropic]	[vibration]
condition	jugement	étincelle	ironie	ornement	robinet
[condition]	[judgement]	[spark]	[irony]	[ornament]	[faucet]

## **CHAPITRE 2**

**Effet de la fréquence sur le rappel de l'ordre et des items  
dans une tâche de rappel sériel immédiat**

Titre abrégé: FRÉQUENCE ET RAPPEL SÉRIEL IMMÉDIAT

Effet de la fréquence sur le rappel de l'ordre et des items  
dans une tâche de rappel sériel immédiat

Jean Saint-Aubin et Marie Poirier  
Université Laval

## Résumé

Deux expériences traitent de l'influence de la fréquence et de la similarité phonologique sur le rappel de l'information associée à l'ordre et aux items dans un paradigme de rappel sériel immédiat. Les résultats montrent que la fréquence améliore le rappel des items, sans affecter celui de leur ordre. Inversement, la similarité phonologique entrave le rappel de l'ordre et n'a pas d'effet décelable sur le rappel des items. Les mêmes résultats sont observés avec un devis à mesures répétées et un devis inter-sujets. Une hypothèse faisant appel aux processus de récupération est invoquée afin de rendre compte de ces résultats. Ainsi, au moment du rappel, les traces phonologiques des items à rappeler seraient dégradées et devraient être reconstruites à l'aide des représentations à long terme. Les représentations des mots plus fréquents seraient plus facilement accessibles. Il serait plus difficile de sélectionner la bonne représentation pour une position sérielle donnée lorsque les items d'une même liste partagent davantage de caractéristiques phonologiques.

Effet de la fréquence sur le rappel de l'ordre et des items  
dans une tâche de rappel sériel immédiat

Bien qu'il soit reconnu depuis longtemps que les facteurs associés à la mémoire à long terme contribuent à la performance dans un paradigme de rappel ordonné à court terme (Hebb, 1961; Miller, 1956), ce n'est que récemment, que ceux-ci ont fait l'objet d'une étude systématique. Parmi les facteurs de mémoire à long terme considérés dans ce contexte, la fréquence est sans doute l'un des plus étudiés (Engle, Nations et Cantor, 1990; Gregg, Freedman et Smith, 1989; Hulme, Roodenrys, Schweickert, Brown, Martin et Stuart, 1997; Kausler et Pucket, 1979; Roodenrys, Hulme, Alban, Ellis et Brown, 1994; Tehan et Humphreys, 1988; Watkins, 1977; Watkins et Watkins, 1977; Whiteman, Nairne et Serra, 1994). L'objectif de la présente étude est de poursuivre l'examen du cadre théorique que fournit l'hypothèse de reconstruction en évaluant sa capacité à rendre compte de l'influence de la fréquence sur le rappel de l'information associée à l'ordre et aux items dans une tâche de rappel sériel immédiat. Le rappel sériel immédiat implique la présentation d'une courte séquence de stimuli verbaux qui doivent être rappelés dans l'ordre de présentation sitôt celle-ci terminée. Dans ce contexte, le sujet doit maintenir deux types d'information soit les items présentés en eux-même et leur ordre de présentation.

L'examen proposé est d'importance, puisqu'il constitue en soi un test plus sévère de l'hypothèse de reconstruction que les évaluations antérieures qui ne distinguaient pas ces deux éléments de la performance. De plus, l'examen séparé du rappel de l'ordre et des items permettra de contraster les prédictions de cette hypothèse avec celles d'autres propositions théoriques qui sont à même de rendre compte de l'influence de facteurs de mémoire à long terme sur la performance en rappel ordonné à court terme.

Les études récentes traitant de l'influence des facteurs de mémoire à long terme sur la performance en rappel sériel immédiat invoquent généralement une hypothèse

faisant appel aux processus de récupération, afin de rendre compte de leurs résultats; il s'agit de l'hypothèse de reconstruction. Ainsi, l'hypothèse de reconstruction est mise à profit pour rendre compte de l'effet de la lexicalité qui se caractérise par un meilleur rappel des mots par rapport aux non-mots (Brown et Hulme, 1992, 1995; Hulme, Maughan et Brown, 1991; Hulme, Roodenrys, Brown et Mercer, 1995; Schweickert, 1993; Schweickert, Hayt, Hersberger et Guentert, 1996) et de l'effet de la similarité sémantique s'exprimant par un meilleur rappel lorsque tous les mots d'une liste appartiennent à la même catégorie sémantique (Poirier et Saint-Aubin, 1995).

Récemment, Roodenrys et coll. (1994) ont invoqué l'hypothèse de reconstruction pour rendre compte de l'effet de la fréquence. Selon cette hypothèse, la présentation des items à rappeler entraîne le développement de représentations phonologiques. Au moment du rappel, ces représentations seraient dégradées. La dégradation est parfois attribuée à un phénomène d'interférence entre les items à rappeler d'une même liste (Nairne, 1990) ou à de l'estompage (Baddeley, 1990). Afin d'effectuer le rappel, il serait nécessaire de reconstruire ou de compléter ces représentations. Ce processus de reconstruction utiliserait les traces incomplètes afin d'accéder aux représentations à long terme des items à rappeler. Roodenrys et coll. (1994) suggèrent que les représentations à long terme des items plus fréquents seraient plus facilement accessibles, facilitant ainsi le processus de reconstruction. Ceci expliquerait le meilleur rappel des mots fréquents.

Par ailleurs, d'autres propositions théoriques récentes sont également à même de rendre compte de l'effet de la fréquence. Ainsi, en 1989, Lewandowsky et Murdock présentent une version du modèle TODAM (en anglais, Theory of Distributed Associative Memory) qui prédit avec succès un grand nombre de résultats obtenus dans des paradigmes de rappel ordonné à court terme. Parmi ces résultats, TODAM peut rendre compte du meilleur rappel des mots fréquents dans une tâche de rappel sériel immédiat. Par ailleurs, le modèle des caractéristiques (en anglais, feature model) de Nairne (1988, 1990) pourrait également rendre compte de cet effet. Dans une étude



récente, Neath et Nairne (1995) rapportent avoir réussi à modéliser l'effet de l'imagerie qui se définit par le meilleur rappel des mots concrets par rapport aux mots abstraits (Bourassa et Besner, 1994). Pour y parvenir, ils ont postulé que les caractéristiques associées aux mots concrets sont plus complexes que celles associées aux mots abstraits. Or, la même logique peut être appliquée à l'effet de la fréquence. En effet, si un mot est rencontré ou utilisé fréquemment, il est aisé de postuler que les caractéristiques qui lui sont associées soient plus complexes que celles associées aux mots rares.

Bien qu'elles invoquent des processus très différents, les trois propositions présentées précédemment permettent toutes de rendre compte du meilleur rappel des mots fréquents. Cependant, ceci n'est vrai que dans la mesure où la performance s'exprime à l'aide d'un indice de performance général, comme le critère de rappel sériel strict. Or, ce critère n'est pas nécessairement le meilleur pour évaluer le bien-fondé d'une proposition. En fait, avec un critère de rappel sériel strict, pour qu'un mot soit considéré bien rappelé, celui-ci doit être rappelé à la même position sérielle que celle utilisée pour sa présentation. Conséquemment, une erreur peut tout aussi bien être attribuable à un mauvais rappel de l'information associée à l'ordre, qu'à un mauvais rappel de l'information associée aux items. Ainsi, une erreur sera créditée de la même façon que le mot ne soit pas du tout rappelé dans la liste ou qu'il soit rappelé à la mauvaise position.

Cette façon de traduire la performance peut être problématique étant donné qu'au plan empirique, le rappel de l'ordre et celui des items sont dissociables. En effet, certaines variables n'influencent que le rappel de l'ordre comme les stimuli verbaux non pertinents et la similarité phonologique (Beaman et Jones, 1997; Watkins, Watkins et Crowder, 1974), d'autres n'influencent que le rappel des items comme la similarité sémantique (Saint-Aubin et Poirier, sous presse), alors que d'autres encore influencent les deux comme la suppression articulatoire (Saint-Aubin et Poirier, sous presse). Ainsi, ne considérer qu'un indice de rappel global, comme le critère de rappel sériel strict, peut entraîner des conclusions erronées. Par exemple, il serait inadéquat

de modéliser de la même façon deux variables qui favorisent la performance telle qu'exprimée avec un critère de rappel sériel strict, alors qu'une favorise le rappel des items et l'autre celui de leur ordre.

Au plan théorique, une analyse séparée du rappel de l'ordre et des items permet aussi de contraster les prédictions des différentes propositions théoriques revues plus haut. Ainsi, il est possible d'affirmer que certaines propositions, qui rendent compte de l'effet de la fréquence, suggèrent un avantage quant au rappel des items, alors que d'autres proposent un avantage pour le rappel de l'ordre. Telle qu'habituellement présentée dans la littérature, l'hypothèse de reconstruction ne permet pas de faire des prédictions différentielles pour le rappel de l'ordre et celui des items. Néanmoins, Saint-Aubin et Poirier (sous presse) ont développé une version de cette hypothèse où le rappel de l'ordre et des items est considéré séparément. Il s'agit de l'hypothèse de récupération.

Tout comme l'hypothèse de reconstruction énoncée précédemment, l'hypothèse de récupération de Saint-Aubin et Poirier (sous presse) assume (1) que la présentation des items entraîne le développement de représentations phonologiques, (2) que les représentations phonologiques sont potentiellement dégradées au moment du rappel, (3) que les représentations dégradées doivent être reconstruites avant d'être rappelées et (4) que les représentations à long terme sont mises à profit lors de la reconstruction des traces phonologiques dégradées. Par ailleurs, l'hypothèse de récupération de Saint-Aubin et Poirier (sous presse) précise plusieurs éléments. Ainsi, les représentations phonologiques des items à rappeler se composeraient de deux types de caractéristiques: des caractéristiques uniques, c'est-à-dire des sons qui n'apparaissent que dans un item de la liste et des caractéristiques communes ou partagées, c'est-à-dire des sons qui apparaissent dans plus d'un item. Au moment du rappel, les représentations phonologiques dégradées constituent l'indice de récupération de base. Ces représentations sont considérées l'une après l'autre dans l'ordre de présentation des items. Les représentations à long terme permettraient d'interpréter ou de compléter une

trace phonologique dégradée. Ce processus de reconstruction serait responsable de la production des erreurs d'ordre et de contenu. Ainsi, si au moment du rappel, il est impossible d'identifier un des items présenté sur la base d'une trace phonologique dégradée, aucune réponse n'est émise, ce qui est calculé comme une erreur de contenu. Ceci peut survenir si la trace phonologique est trop dégradée pour être un indice de récupération efficace ou si la représentation à long terme de l'item n'est pas accessible. Par ailleurs, les erreurs d'ordre sont attribuée à une erreur dans la sélection de la représentation à long terme pertinente, pour l'interprétation d'une trace phonologique dégradée. Cette confusion serait attribuable aux caractéristiques que partagent les items à rappeler. Ainsi, si au moment du rappel, la représentation phonologique dégradée d'un item ne contient que des caractéristiques que partage cet item avec d'autres items de la liste, il est aisé de voir comment un autre item de la liste partageant ces caractéristiques pourra être rappelé à sa place.

Selon l'hypothèse de récupération proposée par Saint-Aubin et Poirier (sous presse), la fréquence influencerait l'efficacité du processus de récupération. Ainsi, les représentations à long terme des items plus fréquents seraient plus facilement accessibles. Par conséquent, la probabilité qu'une trace phonologique dégradée soit reconstruite serait plus élevée. Selon cette modélisation de l'effet de la fréquence, celle-ci favoriserait le rappel des items. Cependant, la fréquence serait sans effet sur le rappel de l'ordre parce qu'elle n'influence pas le nombre de caractéristiques phonologiques que partagent les items à rappeler, ni la probabilité qu'au moment du rappel il ne reste que des caractéristiques phonologiques communes comme indice de récupération.

Par ailleurs, un ensemble de propositions théoriques attribuent l'avantage des mots fréquents à un meilleur encodage de l'information associée à l'ordre (Deese, 1960; Sumbly, 1963; Whiteman et coll., 1994). Par exemple, l'influent modèle TODAM prédit que la fréquence devrait favoriser le rappel de l'ordre, puisque les liens inter-items seraient plus forts lorsque les items à rappeler sont plus fréquents (Lewandowsky

et Murdock, 1989). Pour ce qui est du modèle des caractéristiques de Nairne (1988, 1990), celui-ci n'a jamais été utilisé dans un contexte où il devait faire des prédictions indépendantes quant au rappel des items et de leur ordre. Cependant, tel qu'énoncé par Nairne (1990), ce modèle est à même de produire des omissions et des erreurs d'ordre. En modélisant la fréquence de façon analogue à celle utilisée pour l'imagerie—en augmentant la complexité des caractéristiques associées aux items fréquents—un meilleur rappel de l'ordre est anticipé (voir Neath et Nairne, 1995). Essentiellement, la fréquence devrait diminuer l'interférence entre les items d'une liste, ce qui favorise le rappel de leur ordre.

Cette étude a pour but d'évaluer si la fréquence est un facteur de mémoire à long terme qui influence le rappel des items, de leur ordre ou les deux. Pour y parvenir, la première expérience manipule la fréquence dans une tâche de rappel sériel immédiat et une analyse séparée des erreurs d'ordre et de contenu est effectuée.

### Expérience 1

#### Méthode

**Sujet.** Quarante personnes (37 femmes et 3 hommes) participent à cette expérience sur une base volontaire et bénévole. Elles sont âgées en moyenne de 23 ans. Les participants sont issus d'une banque de sujets recrutés au moyen de publicité dans les médias locaux.

**Matériel.** Cent quatre-vingts mots de la langue française sont utilisés comme stimuli. De ce nombre, 90 sont considérés comme fréquents avec 100 occurrences ou plus par million et 90 sont considérés comme rares avec une fréquence égale ou inférieure à 10 occurrences par million, selon les normes de Baudot (1992) (voir Annexe A). Les stimuli de chacun des blocs (fréquents et rares) sont appariés quant au nombre de syllabes et à la valeur d'imagerie en fonction des normes de Desrochers

et Bergeron (1992), ainsi que d'une expérimentation indépendante menée dans notre laboratoire.

À partir des 90 mots de chaque bloc (fréquents et rares), 15 listes de 6 mots sont assemblées pour chacun des sujets. L'assemblage des listes se fait de façon aléatoire avec la contrainte qu'aucune liste ne peut contenir de mots qui riment entre eux, afin de contrôler la similarité phonologique—un facteur qui influence la performance en rappel sériel immédiat (voir par exemple, Conrad et Hull, 1964). Ainsi, bien que tous les sujets doivent rappeler les mêmes mots, chaque sujet se voit présenter des listes différentes. De plus, 5 listes supplémentaires sont assemblées pour les essais de pratique. Les mots utilisés ont une fréquence moyenne oscillant entre 30 et 34 occurrences par million inclusivement. Les listes de pratique sont les mêmes pour tous les sujets et les mots utilisés pour ces listes ne sont pas les mêmes que ceux employés pour les listes expérimentales.

Cette expérience utilise un devis à mesures répétées avec un seul facteur, la fréquence, qui comporte deux niveaux, mots fréquents et mots rares. Les listes sont présentées en 2 blocs de 15 essais chacun. Les deux conditions sont complètement contrebalancées sur l'ensemble des sujets, dont la moitié rappellent d'abord les mots fréquents et l'autre moitié commence par les mots rares. Les instructions et les items à rappeler sont présentés visuellement au moyen d'un ordinateur de type IBM utilisant le progiciel Micro-Experimental-Laboratory (Schneider, 1988).

Procédure. Les sujets sont testés individuellement à l'intérieur d'une seule séance d'une durée approximative de quarante-cinq minutes. Les sujets sont assis à environ 0.5 mètre de l'écran d'ordinateur. Tous les signaux et les stimuli sont présentés au centre de l'écran. Chaque essai débute par la présentation d'un signal les avertissant du début de la présentation de la liste soit, le mot Attention! (présent 1500 ms, absent 500 ms). Les six mots sont ensuite présentés en lettres minuscules accentuées, au centre de l'écran l'un après l'autre à raison d'un mot aux deux secondes

(présent 1500 ms, absent 500 ms). Après le dernier mot, une ligne d'astérisques apparaît pour indiquer la fin de la présentation de la liste et le début de la période de rappel. Ce signal demeure visible jusqu'à ce que le sujet initie l'essai suivant en pesant sur la barre d'espace du clavier.

Une procédure de rappel sériel strict est utilisée. Les sujets répondent par écrit sur des feuilles-réponses comportant six lignes horizontales, numérotées de la gauche vers la droite de un à six. Les sujets sont informés qu'ils doivent rappeler les items dans le même ordre que celui utilisé pour la présentation, qu'ils ne peuvent pas revenir en arrière pour modifier une réponse et qu'ils peuvent laisser une ligne blanche s'ils ont oublié le mot présenté à cette position. L'expérimentateur est présent tout au cours de la séance afin de s'assurer du respect de ces consignes.

Une fois les instructions terminées, le sujet effectue un bloc de trois essais de pratique comportant des mots de fréquence moyenne. Par la suite il effectue les deux blocs de 15 essais. De plus, avant chaque bloc, un essai de pratique supplémentaire est effectué.

### Résultats

Les réponses sont d'abord corrigées avec un critère de rappel sériel strict. Avec ce critère, pour être considéré correct, un item doit être rappelé exactement à la bonne position sérielle. Il s'agit d'une mesure de performance globale qui comprend à la fois l'information sur le rappel de l'ordre et celle sur le rappel des items. Cette analyse permet de présenter des courbes de positions sérielles, ainsi que de comparer directement les résultats de cette expérience avec ceux des études précédentes dans le domaine. Par la suite, des analyses séparées sont effectuées sur les erreurs d'ordre et de contenu. Pour toutes les analyses, à moins d'indications contraires, la valeur de .05 est utilisée comme critère pour déclarer un effet significatif.

**Rappel strict.** La Figure 1a illustre la probabilité d'un rappel correct avec un critère de rappel sériel strict, en fonction des positions sérielles et de la fréquence des items à rappeler. Un examen de cette figure révèle une courbe de positions sérielles dont la forme est typique pour ce type de tâche. De plus, les mots plus fréquents semblent mieux rappelés que les mots rares et cet avantage est apparent à chacune des positions sérielles. Une analyse de variance (ANOVA) à mesures répétées avec les positions sérielles et la fréquence comme facteurs confirme les tendances observées. Il y a un effet des positions sérielles  $F(5,195) = 82.03$ ,  $CME = 0.0297$ , de la fréquence  $F(1,39) = 47.35$ ,  $CME = 0.0545$  et l'interaction est également significative  $F(5,195) = 3.02$ ,  $CME = 0.0180$ . Cette interaction paraît attribuable à un effet moindre de la fréquence sur la première position sérielle. Des tests d'effets simples avec une correction du niveau alpha à .019 révèlent que l'effet de la fréquence est significatif à toutes les positions sérielles, y compris la première.

---

Insérez la Figure 1 à peu près ici

---

**Analyse des erreurs.** Chaque erreur est considérée soit comme une erreur de contenu, soit comme une erreur d'ordre. Une erreur de contenu est attribuée si un mot rappelé n'a pas été présenté à cet essai, ou s'il y a une omission, c'est-à-dire une ligne laissée blanche sur la feuille réponse. Pour les erreurs d'ordre, la forme de correction la plus simple est retenue; chaque mot présenté à cet essai, mais rappelé à la mauvaise position sérielle, est considéré comme une erreur d'ordre. Le nombre absolu d'erreurs d'ordre n'est cependant pas une mesure appropriée ici et ce, parce qu'il est fort possible que les sujets rappellent plus de mots fréquents que de mots rares. En d'autres mots, il se peut qu'il y ait moins d'erreurs de contenu pour les mots plus fréquents. Or, empiriquement, les erreurs de contenu et les erreurs d'ordre ne sont pas indépendantes l'une de l'autre (voir Murdock, 1976; Saint-Aubin et Poirier, sous presse). Par exemple, si aucun item n'est rappelé, il est impossible d'observer une erreur d'ordre. De même, si deux items sont rappelés, le nombre d'erreurs d'ordre possible est

moindre que si quatre items sont rappelés. Pour permettre une comparaison directe entre deux conditions qui diffèrent quant au rappel des items, la solution la plus simple consiste à exprimer les erreurs d'ordre comme une proportion du nombre de mots rappelés. Cette proportion est calculée en divisant le nombre d'erreurs d'ordre par le nombre total de mots rappelés dans la liste. Par exemple, dans le cas où cinq des six mots d'une liste sont rappelés, mais où deux des mots rappelés le sont à la mauvaise position, on calculera une proportion d'erreurs d'ordre de deux cinquième, soit quarante pour cent.

---

Insérez le Tableau 1 à peu près ici

---

Un examen de la section supérieure du Tableau 1 montre qu'il y a presque deux fois plus d'erreurs de contenu pour les mots rares que pour les mots fréquents. Une ANOVA à mesures répétées confirme que cette différence est significative,  $F(1,39) = 85.94$ ,  $CME = 0.8722$ . De plus, la fréquence expliquerait 30.9% de la variance des erreurs de contenu, selon la mesure de la force d'association  $\omega^2$  pour modèle fixe. En ce qui a trait aux erreurs d'ordre exprimées en nombre absolu, les résultats présentés dans la section du centre du Tableau 1 montrent un plus grand nombre d'erreurs pour les mots fréquents, mais cette différence apparaît moins importante que celle observée avec les erreurs de contenu. Une ANOVA à mesures répétées indique que cette différence est significative,  $F(1,39) = 4.77$ ,  $CME = 0.1777$ , bien qu'elle n'explique que 2.1% de variance ( $\omega^2$ ). Finalement, la dernière section du Tableau 1 montre que lorsque le nombre absolu d'erreurs d'ordre est converti en proportion d'erreurs d'ordre par item rappelé, il n'y a aucune différence entre les mots fréquents et les mots rares ( $F < 1$ ) et il est impossible d'estimer la valeur du  $\omega^2$  (Keppel, 1991).

Analyses inter-sujets. Compte tenu du nombre important de sujets dans l'échantillon et du nombre restreint de conditions expérimentales, les analyses précédentes peuvent être refaites avec un devis inter-sujets. Pour ces analyses, seule la



condition expérimentale présentée en premier à un sujet est conservée. L'analyse porte donc sur deux groupes indépendants de 20 sujets chacun. L'intérêt de cette analyse supplémentaire est mis en évidence par les études montrant que les effets observés dans les tâches de mémoire à court terme peuvent varier en fonction du devis expérimental employé (voir Greene, 1996).

Globalement, l'analyse des données avec un devis inter-sujets produit des résultats semblables à ceux obtenus avec une analyse à mesures répétées. Ainsi, tel qu'illustré à la Figure 1b, les courbes de positions sérielles sont semblables, peu importe le plan d'analyse retenu: il y a un effet significatif de la fréquence  $F(1,38) = 4.26$ ,  $CME = 0.1287$ , des positions sérielles,  $F(5,190) = 62.34$ ,  $CME = 0.0217$ , mais l'interaction n'est pas significative. Les analyses des erreurs montrent également des résultats similaires à ceux observés avec un devis à mesures répétées, avec moins d'erreurs de contenu pour les mots fréquents ( $MOY = 1.30$ ) que pour les mots rares ( $MOY = 2.12$ ),  $F(1,39) = 13.05$ ,  $CME = 0.5109$ . En ce qui a trait aux erreurs d'ordre, en nombre absolu, il y a plus d'erreurs d'ordre pour les mots fréquents ( $MOY = 0.65$  vs  $MOY = 0.41$  pour les mots rares),  $F(1,39) = 5.42$ ,  $CME = 0.1092$ , mais il n'y a pas de différences lorsqu'elles sont exprimées en proportions d'erreurs d'ordre par item rappelé ( $MOY = 0.14$  pour les mots fréquents vs  $MOY = 0.11$  pour les mots rares) ( $F=1.56$ ).

### Discussion

Les résultats de la première expérience montrent clairement que la fréquence affecte le rappel des items, mais elle serait sans effet sur le rappel de leur ordre. De plus, ce patron de résultats s'observe peu importe le devis expérimental employé—mesures répétées ou devis inter-sujets. Compte tenu de l'importance théorique de ces résultats et des problèmes inhérents à l'obtention d'un effet nul comme c'est ici le cas avec le rappel de l'ordre exprimé en proportions, il apparaît souhaitable de reproduire les résultats observés et de démontrer qu'un effet significatif sur la

proportion d'erreurs d'ordre peut être observée simultanément. L'Expérience 2 poursuit donc ce double objectif, en manipulant la fréquence d'une part et la similarité phonologique d'autre part.

### Expérience 2

Lorsqu'il est question du rappel de l'ordre, la similarité phonologique est généralement considérée comme la variable dont les effets sont les plus robustes et les mieux documentés. Dans une liste typique d'items phonologiquement similaires, ces derniers riment entre eux, c'est-à-dire qu'ils partagent plus de phonèmes que la condition contrôle, où les mots ne riment pas entre eux. Il est largement reconnu que la similarité phonologique entrave le rappel de l'ordre, tout en étant sans effet sur le rappel des items (Baddeley, 1966, 1990; Conrad et Hull, 1964; Crowder, 1979; Coltheart, 1993; Nairne et Neumann, 1993; Watkins et coll., 1974).

Selon l'hypothèse de récupération, les items d'une liste phonologiquement similaire partagent davantage de caractéristiques phonologiques, en raison de la rime, que les items d'une liste phonologiquement dissemblable. Or, au moment du rappel, la probabilité serait plus élevée pour les items d'une liste similaire, que leur trace phonologique dégradée ne contienne que des caractéristiques communes. Par conséquent, la probabilité de compléter cette trace dégradée avec la représentation à long terme d'un autre item de la liste partageant ces caractéristiques serait plus élevée. Ceci se traduirait par une plus grande proportion d'erreurs d'ordre pour les listes phonologiquement similaires. Par ailleurs, la similarité phonologique devrait être sans effet sur le rappel des items, parce qu'elle n'influence ni le niveau de dégradation des représentations phonologiques, ni l'accessibilité des représentations à long terme, les deux éléments qui influencent le rappel des items selon l'hypothèse de récupération. Enfin, il convient de noter que les deux autres propositions considérées ici que sont le modèle des caractéristiques de Nairne (1990) et le modèle TODAM (Lewandowsky et Murdock, 1989) prédisent un moins bon rappel de l'ordre pour les listes

phonologiquement similaires.

En ce qui a trait à la fréquence, en plus d'utiliser des mots fréquents et rares comme dans l'Expérience 1, une condition de mots de fréquence moyenne est introduite. Un troisième niveau de cette variable doit permettre de faire un test un peu plus exigeant des propositions théoriques à même de rendre compte de l'effet de la fréquence sur le rappel des items. Ainsi, selon l'hypothèse de récupération, les résultats devraient montrer le plus grand nombre d'erreurs de contenu pour les mots rares, moins pour les mots moyens et encore moins pour les mots fréquents. En ce qui a trait au rappel de l'ordre, l'hypothèse de récupération prédit toujours aucun effet de la fréquence, alors que le modèle des caractéristiques de Nairne (1990) et le modèle TODAM (Lewandowsky et Murdock, 1989) prédisent un meilleur rappel de l'ordre pour les mots plus fréquents.

### Méthode

Sujets. Dix-huit sujets (9 femmes et 9 hommes) participent à cette expérience sur une base volontaire et bénévole (âge moyen: 29 ans). Les sujets sont recrutés au moyen de publicité dans les médias locaux.

Matériel. Deux cent seize mots sont sélectionnés à partir des normes de Baudot (1992) quant à la fréquence d'usage des mots en français écrit contemporain (voir Annexe B). De ce nombre, 72 sont considérés comme fréquents avec 100 occurrences ou plus par million ( $M = 245$ ), 72 sont moyens avec entre 14 et 25 occurrences par million inclusivement ( $M = 19$ ) et 72 sont rares avec une seule occurrence par million. Les trois groupes de mots (fréquents, moyens et rares) ont des valeurs d'imagerie similaires avec 4.57 pour les mots fréquents, 5.09 pour les mots moyens et 4.71 pour les mots rares. L'estimation de ces valeurs s'est faite dans une expérience indépendante, au cours de laquelle 130 sujets ont estimé la valeur d'imagerie des 216 mots utilisés dans cette expérience, au moyen d'une échelle en sept points. La

procédure de Desrochers et Bergeron (1992) est employée. Des valeurs d'imagerie sont disponibles dans les normes de Desrochers et Bergeron (1992), pour 84 des 216 mots employés ici. Une corrélation de .96 est observée entre les valeurs de ces normes et celles estimées ici. De plus, la longueur des mots telle qu'exprimée par le nombre de syllabes est similaire pour les trois groupes de mots. En fait, tous les mots comportent deux syllabes, sauf deux mots de trois syllabes et un mot d'une syllabe.

À partir des 72 mots de chaque groupe, 12 listes de 6 mots phonologiquement similaires sont assemblées en respectant les contraintes suivantes. Les mots de la liste riment tous entre eux, chaque mot est tiré d'une catégorie sémantique différente et les mots sont obligatoirement des noms communs. Les 72 mots d'un groupe sont ensuite réorganisés pour créer 12 listes dissemblables où aucune mot ne rime avec un autre mot de la liste. Au total, chaque mot est présenté deux fois: une fois dans une liste similaire et une fois dans une liste dissemblable. De plus, douze listes supplémentaires (deux par conditions: 3 niveaux de fréquence X 2 niveaux de similarité phonologique) sont assemblées selon les mêmes règles, bien que les mots employés ne soient pas les mêmes que ceux des essais expérimentaux.

Cette expérience utilise un devis entièrement à mesures répétées avec deux facteurs: la fréquence qui comporte trois niveaux (fréquent, moyen et rare) et la similarité phonologique qui comporte deux niveaux (similaire et dissemblable). Les listes sont présentées en bloc de 12 essais par condition. L'ordre de présentation des six conditions ainsi formées est contrebalancée à l'aide d'une procédure en carré latin. Les instructions et les items à rappeler sont présentés visuellement à l'aide d'un ordinateur de type IBM utilisant le progiciel Micro-Experimental-Laboratory (MEL, Schneider, 1988).

Procédure. Les sujets sont testés individuellement avec une procédure similaire à celle utilisée à l'Expérience 1, sauf en ce qui a trait aux modifications suivantes: la session expérimentale dure approximativement 75 minutes, le bloc d'essais de pratique

comprend 6 essais, soit un semblable à chaque condition expérimentale et finalement avant chaque bloc de douze essais expérimentaux, un essai de pratique est effectué.

### Résultats

Tout comme dans l'expérience précédente, les données sont d'abord analysées en fonction du rappel sériel strict, puis des analyses séparées sont effectuées sur les erreurs de contenu et les erreurs d'ordre. Les Figures 2a et 2b illustrent la probabilité d'avoir un rappel correct avec un critère de rappel sériel strict en fonction des positions sérielles, de la fréquence des items à rappeler et de la similarité phonologique. Un examen de cette figure révèle une courbe de positions sérielles dont la forme est typique pour ce type de tâche avec une présentation visuelle. Les mots fréquents semblent les mieux rappelés, les mots rares les moins bien rappelés et les mots moyens produisent un niveau de rappel intermédiaire. Ce patron de résultats est présent à la fois pour les listes dissemblables et les listes similaires, ainsi qu'à la plupart des positions sérielles, à l'exception de la dernière ou des deux dernières. Finalement, peu importe le niveau de fréquence, le rappel semble moins bon pour les listes similaires que pour les listes dissemblables. Une ANOVA à mesures répétées  $6 \times 3 \times 2$  confirme ces tendances avec un effet des positions sérielles,  $F(5,85) = 49.12$ ,  $CME = 0.0559$ , de la fréquence,  $F(2,34) = 20.95$ ,  $CME = 0.0591$  et de la similarité phonologique,  $F(1,17) = 10.47$ ,  $CME = 0.1015$ . Il y a une seule interaction significative; il s'agit de l'interaction entre la fréquence et les positions sérielles,  $F(10,170) = 3.68$ ,  $CME = 0.0210$ . Cette interaction paraît attribuable au meilleur rappel des listes rares sur la dernière position sérielle. Des tests d'effets simples avec une correction du niveau alpha à .017 révèlent que l'effet de la fréquence est significatif à toutes les positions sérielles, sauf la dernière. Finalement, des comparaisons multiples a posteriori sont effectuées avec un test Student-Newman-Keuls pour l'effet de la fréquence. Les trois niveaux de fréquence diffèrent tous significativement l'un de l'autre selon le patron suivant: fréquent > moyen > rare.

---

Insérez la Figure 2 à peu près ici

---

Les erreurs sont ensuite analysées. La section supérieure du Tableau 2 montre que plus la fréquence est élevée, moins il y a erreurs de contenu. De plus, il y a un nombre à peu près équivalent d'erreurs de contenu pour les listes phonologiquement similaires et dissemblables. Pour les erreurs de contenu, une ANOVA à mesures répétées avec deux facteurs, la fréquence et la similarité révèle un effet significatif de la fréquence,  $F(2,34) = 49.23$ ,  $CME = 0.1862$ , mais ni la similarité ( $F = 1.05$ ), ni l'interaction entre la fréquence et la similarité ( $F < 1$ ) ne sont significatives. Des comparaisons multiples a posteriori (Student-Newman-Keuls) montrent que les trois niveaux de fréquence diffèrent significativement l'un de l'autre. De plus, la fréquence expliquerait 22.6% de variance ( $\omega^2$  pour modèle fixe), l'effet non significatif de la similarité phonologique en expliquerait 0.02% et il est impossible d'estimer cette valeur pour l'interaction.

---

Insérez le Tableau 2 à peu près ici

---

En ce qui a trait aux erreurs d'ordre, il y a moins d'erreurs d'ordre pour les listes de mots rares que pour les deux autres niveaux de fréquence et il y a davantage d'erreurs d'ordre pour les listes similaires. L'ANOVA à mesures répétées montre un effet de la fréquence,  $F(2,34) = 3.31$ ,  $CME = 0.0993$  et de la similarité phonologique,  $F(1,17) = 59.17$ ,  $CME = 0.0595$ , mais l'interaction n'est pas significative ( $F < 1$ ). De plus, selon le test Student-Newman-Keuls, la seule différence significative implique le groupe rare et le groupe moyen. La fréquence explique 2.5% de variance, alors que la similarité en explique 18.8% et qu'il est impossible d'estimer cette valeur pour l'interaction.

Lorsque les erreurs d'ordre sont exprimées en proportion d'erreurs d'ordre plutôt qu'en nombres absolus, l'effet de la similarité demeure,  $F(1,17) = 35.80$ ,  $CME$

= 0.0068, mais il n'y a pas d'effet de la fréquence ( $F=2.01$ ), ni d'interaction ( $F=1.25$ ). De plus, la similarité explique toujours un pourcentage élevé de variance avec 16.7%, alors que l'effet non significatif de la fréquence et de l'interaction n'expliquent qu'un pourcentage négligeable de variance avec respectivement 0.8% et 0.3%.

### Discussion

Les résultats obtenus s'intègrent parfaitement à ceux de l'expérience précédente, ainsi qu'aux prédictions de l'hypothèse de récupération. L'avantage que procure la fréquence quant au rappel des items se manifeste de façon ordonné sur les trois niveaux de fréquence et il n'y a pas d'effet de cette variable sur le rappel de l'ordre —lorsqu'une mesure appropriée comme les proportions est utilisée. De plus, compte tenu de l'effet de la similarité phonologique sur le rappel de l'ordre, il apparaît difficile de soutenir que l'effet nul de la fréquence est attribuable à une insensibilité de la tâche de rappel sériel immédiat, telle qu'employée ici, au rappel de l'ordre. Enfin, tout comme dans les études antérieures, la similarité est sans effet sur le rappel des items (Coltheart, 1993; Crowder, 1979; Watkins et coll., 1974). En fait, les statistiques descriptives montrent même la tendance inverse dans l'Expérience 2 avec un rappel des items légèrement supérieur pour les listes similaires.

### Discussion générale

Les résultats des deux expériences convergent: la fréquence procure un avantage pour le rappel des items, mais elle n'influence pas le rappel de leur ordre. À l'inverse, la similarité phonologique entrave le rappel de l'ordre, sans affecter celui des items. Ce patron de résultats est indépendant du devis expérimental utilisé; il est obtenu tout aussi bien lorsque toutes les conditions expérimentales effectuées par un sujet sont considérées (devis à mesures répétées), que lorsque seule la première condition présentée est considérée (devis inter-sujets).

Les résultats de la présente étude s'intègrent bien aux travaux récents traitant de l'influence des facteurs de mémoire à long terme sur la performance à des tâches de rappel sériel immédiat, et qui proposent une analyse séparée du rappel de l'ordre et des items. Ainsi, tout comme la fréquence, la lexicalité et la similarité sémantique procurent un avantage au niveau du rappel des items (Crowder, 1979; Murdock, 1976; Murdock et vom Saal, 1967; Poirier et Saint-Aubin, 1995; Saint-Aubin et Poirier, sous presse, 1997). Autrement dit, il y a moins d'erreurs de contenu pour les mots que pour les non-mots et pour les listes sémantiquement similaires—tous les mots sont issus de la même catégorie sémantique—que pour les listes dissemblables. De la même manière, la similarité sémantique est sans effet sur le rappel de l'ordre (Saint-Aubin et Poirier, sous presse), alors que la lexicalité n'a qu'un effet marginal tel que prédit par l'hypothèse de récupération (Saint-Aubin et Poirier, 1997).

Au plan théorique, les résultats obtenus sont difficiles à réconcilier avec les propositions situant l'avantage des mots fréquents au niveau du rappel de l'ordre (Deese, 1960; Lewandowsky et Murdock, 1989; Nairne, 1990; Sumby, 1963; Whiteman et coll., 1994). Plus particulièrement, la version du modèle TODAM proposée par Lewandowsky et Murdock (1989) pour rendre compte de la performance à des tâches de rappel ordonné à court terme, implique que le meilleur rappel des mots plus fréquents serait attribuable à de meilleurs liens inter-items. Cette proposition est difficile à réconcilier avec les résultats obtenus dans cette étude qui situent l'effet de la fréquence au niveau du rappel des items et non celui de leur ordre. De la même façon, le modèle des caractéristiques de Nairne (1990) peut difficilement rendre compte des résultats de cette étude—du moins en supposant, comme l'ont fait Neath et Nairne (1995) pour l'imagerie, que des caractéristiques plus complexes sont associées aux items plus fréquents. Selon ce modèle, des caractéristiques plus complexes permettent de diminuer la similarité entre les items à rappeler. Or, lorsque la similarité est moindre, l'interférence entre les items d'une liste diminue et ceci favorise le rappel des items dans l'ordre approprié.



Par ailleurs, les résultats s'interprètent facilement à la lumière de l'hypothèse de récupération telle que présentée dans l'introduction. La présentation des items à rappeler entraînerait le développement de représentations phonologiques. Au moment du rappel, ces représentations seraient dégradées et devraient être reconstruites afin qu'un item puisse être rappelé. Le processus de dégradation n'est pas spécifié. Cependant, dans la littérature, la dégradation des représentations phonologiques et l'impact que peuvent avoir sur le niveau de dégradation certains facteurs comme la longueur du mot et la suppression articulaire sont soit modélisés en invoquant l'estompement des représentations (Baddeley, 1990; Brown et Hulme, 1995; Schweickert et Boruff, 1986), soit en invoquant des effets d'interférence (Brown et Hulme, 1995; Nairne, 1990; Neath et Nairne, 1995).

La reconstruction des traces phonologiques dégradées surviendrait au moment du rappel. Les traces dégradées seraient alors reconstruites grâce aux représentations à long terme des items à rappeler (Brown et Hulme, 1992, 1995; Hulme et coll., 1991, 1995; Poirier et Saint-Aubin, 1995; Roodenrys et coll., 1994; Schweickert, 1993; Schweickert et coll., 1996). Donc, selon l'hypothèse de reconstruction, la probabilité d'une reconstruction correcte serait fonction de deux facteurs: l'importance de la dégradation des représentations phonologiques et la disponibilité des représentations à long terme des items à rappeler. Dans ce système, le processus de reconstruction serait responsable du rappel de l'ordre et de celui des items.

Le rappel des items serait fonction de l'efficacité du processus de reconstruction. Ainsi, l'échec du processus de reconstruction se solderait par la production d'une erreur de contenu. Il y aurait davantage d'erreurs de contenu lorsque la dégradation des représentations phonologiques est plus importante, ainsi que lorsque les représentations à long terme des items à rappeler sont plus difficiles d'accès. Le meilleur rappel des mots fréquents s'expliquerait par la plus grande disponibilité des représentations à long terme des items plus fréquents (Roodenrys et coll., 1994). De la même manière, le meilleur rappel des mots par rapport aux non mots serait attribuable à de meilleures

représentations à long terme des mots. En revanche, le moins bon rappel des items en suppression articulatoire serait attribuable à une plus grande dégradation des représentations phonologiques.

Le rappel de l'ordre est également influencé par le processus de reconstruction. Plus spécifiquement, les représentations phonologiques qui servent d'indices de récupération seraient considérées l'une après l'autre dans l'ordre exact de présentation. Autrement dit, l'ordre des représentations phonologiques est préservé jusqu'au rappel (voir aussi Nairne, 1990 et Schweickert, Guentert et Hersberger, 1990). Les erreurs d'ordre seraient attribuables à un problème d'interprétation des traces phonologiques dégradées (pour des propositions similaires voir Schweickert et coll., 1990, 1996; Sperling et Spelman, 1970). En fait, les mots en français, comme dans plusieurs langues, sont le fruit de la combinaison de quelques phonèmes issus d'un ensemble restreint. Dans une liste d'items, il est donc fréquent que plusieurs items partagent certaines caractéristiques phonologiques. Ce phénomène est accentuée dans le cas où des listes phonologiquement similaires sont assemblées comme momie, fourmi, chimie. Au moment du rappel, une trace phonologique dégradée peut contenir suffisamment d'information pour distinguer l'item à rappeler des autres items de la liste. Dans ce cas, aucune erreur d'ordre ne survient. Par ailleurs, si l'information phonologique restante ne permet pas de distinguer parfaitement l'item à rappeler de certains autres items de la liste, il est alors possible qu'une erreur d'ordre survienne. Par exemple, dans la liste présentée plus haut, si au rappel le sujet ne dispose que du son mi comme indice de récupération pour le deuxième item, il pourrait rappeler le mot chimie au lieu du mot fourmi, produisant ainsi une erreur d'ordre. Par ailleurs, le fait d'augmenter l'accessibilité des représentations à long terme comme c'est le cas avec la fréquence, devrait être sans effet sur le rappel de leur ordre tel qu'exprimé par les proportions, puisque ce dernier n'est fonction que de la dégradation des représentations phonologiques et de la similarité phonologique entre les items à rappeler.

## Conclusion

En somme, les résultats observés ici convergent avec ceux rapportés dans les études précédentes, en montrant que la fréquence favorise la performance globale dans une tâche de rappel sériel immédiat. Ils démontrent de plus, que l'effet de la fréquence n'est pas limité à des niveaux extrêmes en ayant introduit une condition de fréquence moyenne. L'analyse détaillée de la performance permet également d'établir que l'effet de la fréquence se situe au niveau du rappel des items et non au niveau du rappel de leur ordre. La fréquence présente un patron de résultats similaire à ceux des autres facteurs de mémoire à long terme pour lesquels une analyse séparée de l'effet sur l'ordre et les items est disponible. Au plan théorique, les résultats contredisent les propositions modélisant le meilleur rappel des mots fréquents en situant l'effet sur le rappel de l'ordre. Une version plus détaillée de l'hypothèse de reconstruction, offrant des prédictions séparées pour le rappel de l'ordre et des items, permet de rendre compte des effets de la fréquence et de la similarité phonologique sur les deux types de rappel.

## Références

- Baddeley, A. D. (1966). Short-term memory for word sequences as a function of acoustic, semantic and formal similarity. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 18A, 362-365.
- Baddeley, A. D. (1990). Human memory: Theory and practice. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Baudot, J. (1992). Fréquence d'utilisation des mots français écrit contemporain. Montréal: Les Presses de l'Université de Montréal.
- Beaman, C. P. et Jones, D. M. (1997). Role of serial order in the irrelevant speech effect: tests of the changing-state hypothesis. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 23, 459-471.
- Bourassa, D. C. et Besner, D. (1994). Beyond the articulatory loop: A semantic contribution to serial order recall of subspan lists. Psychonomic Bulletin and Review, 1, 122-125.
- Brown, G. D. A., et Hulme, C. (1992). Cognitive psychology and second language processing: The role of short-term memory. Dans R. J. Harris (Ed.), Cognitive Processing in Bilinguals (pp. 105-122). North Holland: Elsevier Science Publishers.
- Brown, G. D. A. et Hulme, C. (1995). Modeling item length effects in memory span: No rehearsal needed? Journal of Memory and Language, 34, 594-621.
- Coltheart, V. (1993). Effects of phonological similarity and concurrent irrelevant articulation on short-term-memory recall of repeated and novel word lists. Memory and

Cognition, 21, 539-545.

Conrad, R. et Hull, A. J. (1964). Information, acoustic confusion and memory span. British Journal of Psychology, 55, 429-432.

Crowder, R. G. (1979). Similarity and order in memory. Dans G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*: Vol. 13 (pp. 319-353). New York: Academic Press.

Deese, J. (1960). Frequency of usage and number of words in free recall: The role of association. Psychological Reports, 7, 337-344.

Desrochers, A. et Bergeron, M. (1992). Valeur de fréquence subjective et d'imagerie pour un échantillon de 1,916 substantifs de la langue française. Manuscrit inédit, Université d'Ottawa au Canada.

Engle, R. W., Nations, J. K. et Cantor, J. (1990). Is "working memory capacity" just another name for word knowledge? Journal of Educational Psychology, 82, 799-804.

Greene, R. L. (1996). The influence of experimental designs: The example of the Brown-Peterson paradigm. Canadian Journal of Experimental Psychology, 50, 240-242.

Gregg, V. H., Freedman, C. M. et Smith, D. K. (1989). Word frequency, articulatory suppression and memory span. British Journal of Psychology, 80, 363-374.

Hebb, D. O. (1961). Distinctive features of learning in the higher animal. Dans J. F. Delafresnaye (Ed.), Brain mechanisms and learning (pp.37-46). London (UK): Oxford University Press.

Hintzman, D. (1965). Classification and aural coding in short-term memory. Psychonomic Science, 3, 161-162.

Hulme, C., Maughan, S. et Brown, G. D. A. (1991). Memory for familiar and unfamiliar words: Evidence for a long-term memory contribution to short-term memory span. Journal of Memory and Language, 30, 685-701.

Hulme, C., Roodenrys, S., Brown, G. et Mercer, R. (1995). The role of long-term memory mechanisms in memory span. British Journal of Psychology, 86, 527-536.

Hulme, C., Roodenrys, S., Schweickert, R., Brown, G. D. A., Martin, S. et Stuart, G. (1997). Word frequency effects on short-term memory tasks: Evidence for a redintegration process in immediate serial recall. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 23, 1217-1232.

Kausler, D. H. et Puckett, J. M. (1979). Effects of word frequency on adult age differences in word memory span. Experimental Aging Research, 5, 161-169.

Keppel, G. (1991). Design and analysis: a researcher's handbook, (3rd ed.) edition. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Lewandowsky, S. et Murdock, B. B. Jr. (1989). Memory for serial order. Psychological Review, 96, 25-37.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. Psychological Review, 63, 81-97.

Murdock, B. B. Jr. (1976). Item and order information in short-term memory. Journal of Experimental Psychology: General, 105, 191-216.

Murdock, B. B. Jr. et vom Saal, W. (1967). Transpositions in short-term memory. Journal of Experimental Psychology, 74, 137-143.

Nairne, J. S. (1988). A framework for interpreting recency effects in immediate serial recall. Memory and Cognition, 16, 343-352.

Nairne, J. S. (1990). A feature model of immediate memory. Memory and Cognition, 18, 251-269.

Nairne, J. S. et Neumann, C. (1993). Enhancing effects of similarity on long-term memory for order. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 19, 329-337.

Neath, I. et Nairne, J. S. (1995). Word-Length effects in immediate memory: Overwriting trace decay theory. Psychonomic Bulletin and Review, 2, 429-441.

Poirier, M. et Saint-Aubin, J. (1995). Memory for related and unrelated words: further evidence on the influence of semantic factors in immediate serial recall. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 48A, 384-404.

Roodenrys, S., Hulme, C., Alban, J., Ellis, A. W. et Brown, G. D. A. (1994). Effects of word frequency and age of acquisition on short-term memory span. Memory and Cognition, 22, 695-701.

Saint-Aubin, J. et Poirier, M. (sous presse). Semantic similarity and immediate serial recall: Is there a detrimental effect on order information? Quarterly Journal of Experimental Psychology.

Saint-Aubin, J. et Poirier, M. (1997). Immediate serial recall of words and non-words: Tests of the retrieval based hypothesis. Manuscrit inédit.

Schneider, W. (1988). Micro-Experimental Laboratory: an integrated system for IBM PC compatibles. Behavior Research Methods, Instruments, and Computers, 20, 206-217.

Schweickert, R. (1993). A multinomial processing tree model for degradation and redintegration in immediate recall. Memory and Cognition, 21, 168-175.

Schweickert, R. et Boruff, B. (1986). Short-term memory capacity: Magic number or magic spell? Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 12, 419-425.

Schweickert, R., Guentert, L. et Hersberger, L. (1990). Phonological similarity, pronunciation rate, and memory span. Psychological Science, 1, 74-77

Schweickert, R., Hayt, C., Hersberger, L. et Guentert, L. (1996). How many words can be held in working memory? A model and a method. Dans S. Gathercole (Ed.), Models of short-term memory (pp. 267-293). East Sussex, UK: Lawrence Erlbaum.

Sperling, G. et Speelman, R. G. (1970). Acoustic similarity and auditory short-term memory. Dans D. A. Norman (Ed.), Models of human memory (pp. 151-202). New York: Academic Press.

Sumby, W. H. (1963). Word frequency and the serial position effect. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 1, 443-450.

Tehan, G. et Humphreys, M. S. (1988). Articulatory loop explanations of memory span and pronunciation rate correspondences: A cautionary note. Bulletin of the Psychonomic Society, 26, 293-296.



Watkins, M. J. (1977). The intricacy of memory span. Memory and Cognition, 5, 529-534.

Watkins, O. C. et Watkins, M. J. (1977). Serial recall and the modality effect: Effects of word frequency. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 3, 712-718.

Watkins, M. J., Watkins, O. C. et Crowder, R. G. (1974). The modality effect in free and serial recall as a function of phonological similarity. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 13, 430-447.

Whiteman, H. L., Nairne, J. S. et Serra, M. (1994). Recognition and recall like processes in the long-term reconstruction of order. Memory, 2, 275-294.

Note des auteurs

La réalisation de cette étude a été rendue possible grâce à la subvention numéro OGP0046632 octroyée par le Conseil de Recherche en Sciences Naturelles et en Génie du Canada (CRSNG) à Marie Poirier. Durant la réalisation de cette étude, Jean Saint-Aubin a bénéficié d'une bourse de doctorat du CRSNG et par la suite d'une bourse du Fonds pour la Formation de Chercheurs et l'Aide à la Recherche.

Les demandes de tirés-à-part doivent être adressées à Jean Saint-Aubin ou Marie Poirier, Laboratoire de Recherche en Psychologie Cognitive, École de Psychologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, Canada, G1K 7P4. Courrier électronique: [jean.saint-aubin@psy.ulaval.ca](mailto:jean.saint-aubin@psy.ulaval.ca) ou [marie.poirier@psy.ulaval.ca](mailto:marie.poirier@psy.ulaval.ca).

Tableau 1

Nombre moyen d'erreurs d'ordre et de contenu et proportion moyenne d'erreurs d'ordre par item rappelé en fonction de la fréquence

Conditions	Type d'items à rappeler	
	Mots fréquents	Mots rares
Erreurs de contenu		
<u>M</u>	1.2017	2.1917
<u>É-T</u>	0.6683	0.8085
Erreurs d'ordre		
<u>M</u>	0.5100	0.4000
<u>É-T</u>	0.3836	0.2853
Proportions d'erreurs d'ordre		
<u>M</u>	0.1128	0.1136
<u>É-T</u>	0.0889	0.0879

Tableau 2

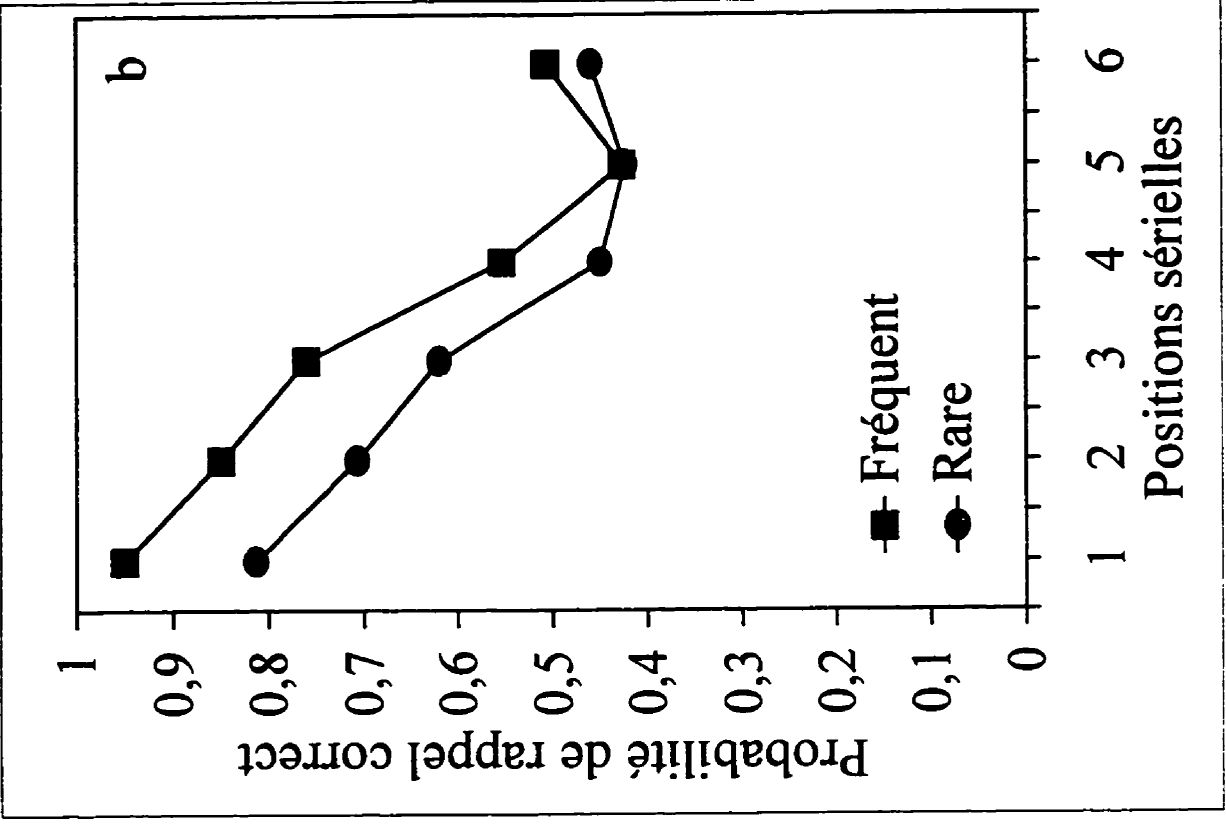
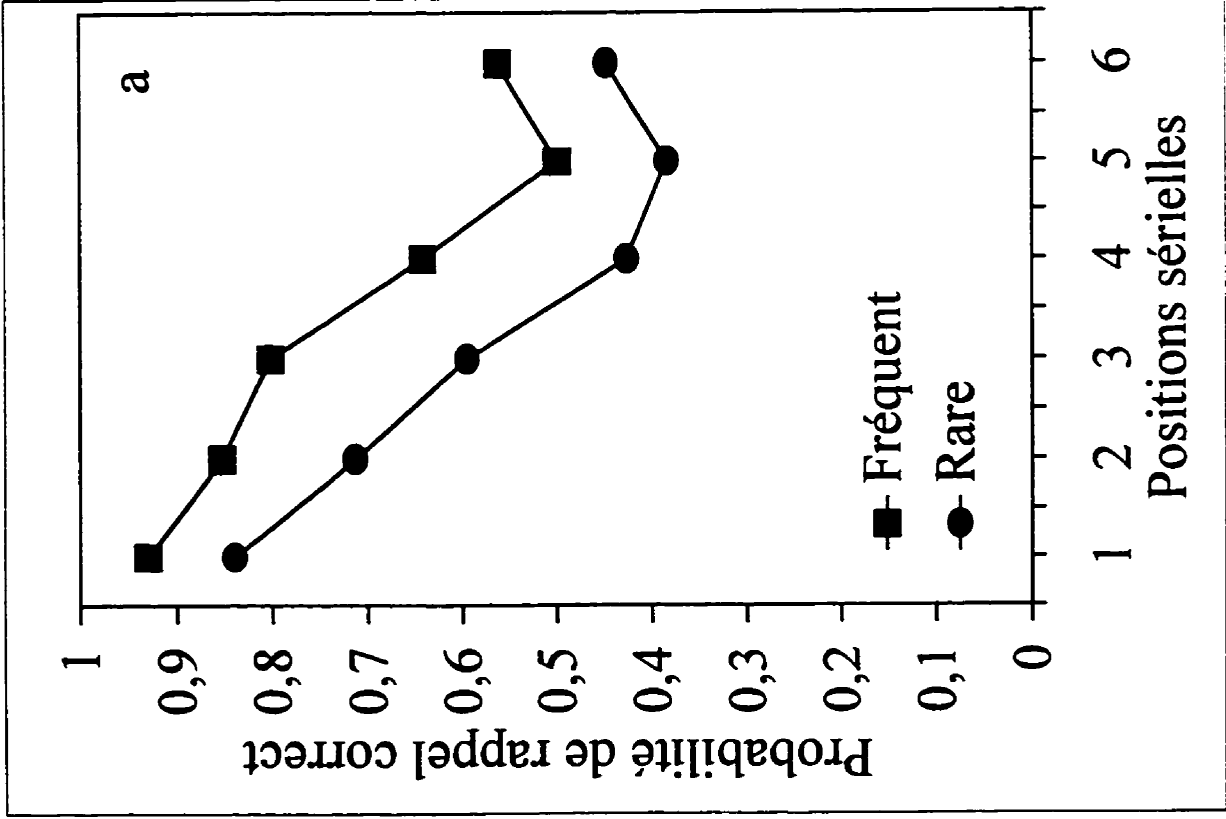
Nombre moyen d'erreurs d'ordre et de contenu et proportion moyenne d'erreurs d'ordre par item rappelé en fonction de la fréquence et de la similarité phonologique

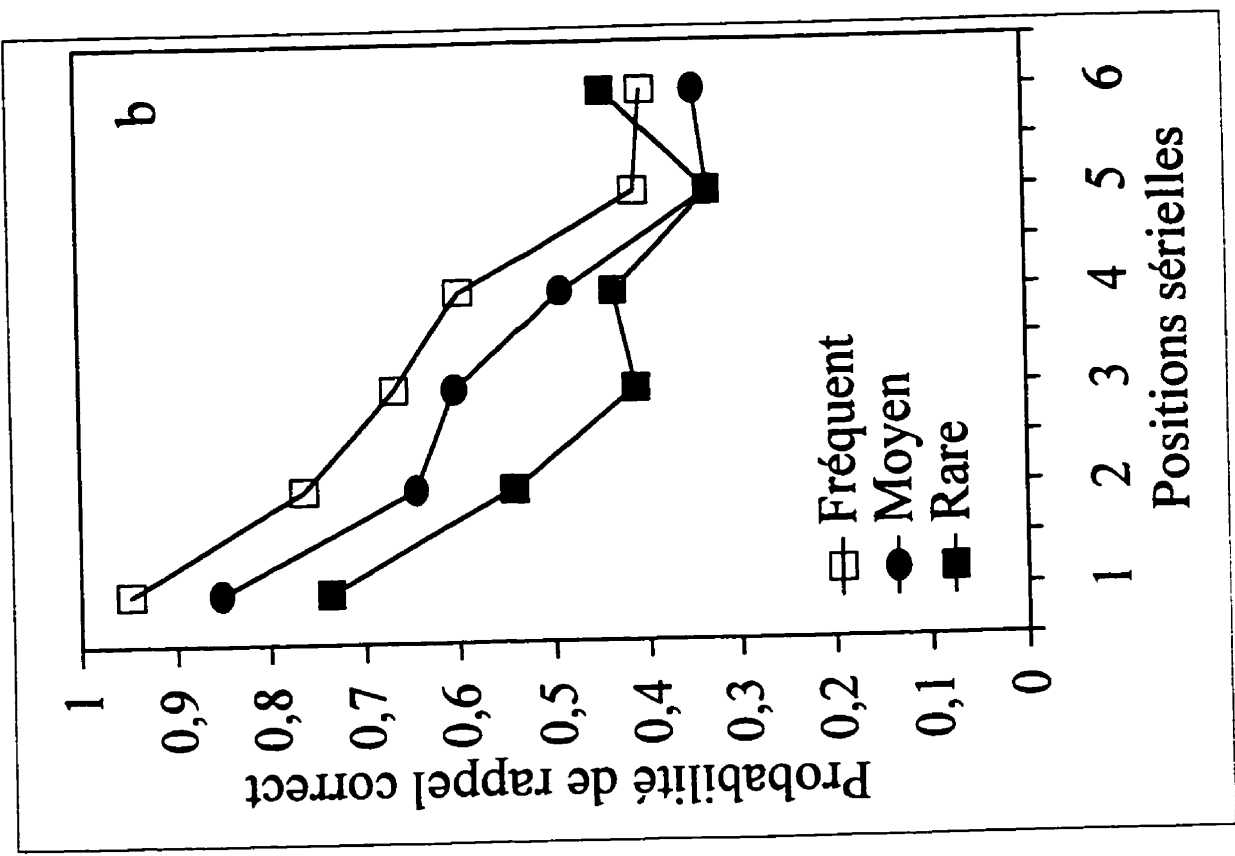
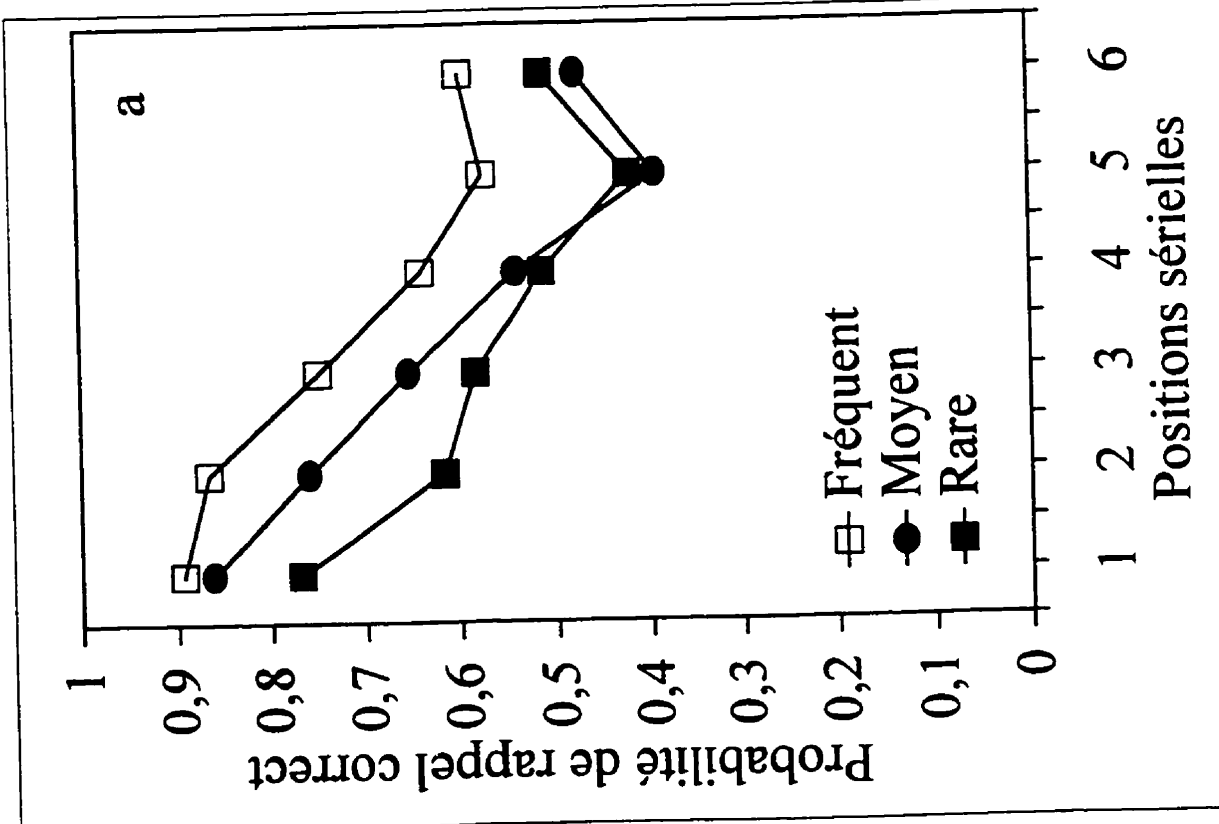
Conditions	Fréquence des mots à rappeler		
	Fréquents	Moyens	Rares
Erreurs de contenu			
Dissemblable			
<u>M</u>	1.1157	1.7315	2.2269
<u>É-T</u>	0.6418	0.7549	0.9701
Similaire			
<u>M</u>	1.3843	1.7731	2.2917
<u>É-T</u>	0.6091	0.7058	0.8732
Erreurs d'ordre			
Dissemblable			
<u>M</u>	0.5648	0.5833	0.3565
<u>É-T</u>	0.3966	0.3466	0.2827
Similaire			
<u>M</u>	0.8241	0.9583	0.8056
<u>É-T</u>	0.4634	0.3596	0.3477
Proportions d'erreurs d'ordre			
Dissemblable			
<u>M</u>	0.1252	0.1466	0.1081
<u>É-T</u>	0.0956	0.0958	0.0888
Similaire			
<u>M</u>	0.1898	0.2384	0.2372
<u>É-T</u>	0.1168	0.1012	0.1289

Texte des figures

**Figure 1.** Probabilité de rappel correct avec un critère de rappel sériel strict en fonction de la fréquence des items à rappeler et des positions sérielles. Le panneau A présente les résultats avec une analyse à mesures répétées alors que le panneau B présente les résultats avec une analyse inter-sujets.

**Figure 2.** Probabilité de rappel correct avec un critère de rappel sériel strict en fonction de la fréquence et des positions sérielles pour les listes phonologiquement dissemblables (panneau A) et pour les listes phonologiquement similaires (panneau B).





## Annexe A

Bassin de mots fréquents

beauté	journée	effet	cheval	cheveu
homme	parent	degré	moment	moyen
public	danger	langue	table	enfant
bonheur	silence	raison	voisin	voyage
article	façon	courant	marché	école
série	amour	père	espace	juge
partie	accord	bateau	conseil	valeur
bureau	succès	secteur	terrain	mètre
argent	passé	idée	reine	besoin
côté	ciel	pays	endroit	soleil
équipe	départ	élève	avis	projet
chemin	entrée	puissance	retour	frère
esprit	ami	santé	contraire	rapport
geste	roman	réponse	délai	année
signe	monsieur	aspect	facteur	plaisir
hôtel	docteur	contrat	métro	mari
garçon	tableau	désir	prêtre	progrès
membre	maison	propos	forêt	journal



## Annexe A (suite)

Bassin de mots rares

paillis	vaurien	brebis	abîme	bandeau
échine	archet	maille	panais	commis
monceau	labeur	filtre	marmotte	massue
gourmet	maillot	lucarne	alerte	versant
renard	collet	machin	tréteau	couvercle
dragon	jante	datte	larron	gilet
sandwich	brancard	sapin	venin	paresse
nonne	serin	laquais	berger	fraudeur
carnet	goulot	margelle	sultan	berceau
marteau	briquet	treillis	fumeur	truand
bribe	migraine	préfet	parloir	crachat
clenche	talus	beffroi	cocotte	bocal
flatteur	cerise	canot	senteur	recrue
divan	traîneau	brigand	quadrant	flotteur
punaise	oeillet	tambour	rejet	tyran
balai	fanal	billet	clochard	écrin
vélo	brûleur	rameur	taillis	rameau
poltronne	dédain	laitue	bedeau	niais

## Annexe B

Mots fréquents similaires

ami	papier	question	rapport	cheval	niveau
mari	beauté	million	accord	total	bureau
partie	entrée	action	dehors	animal	bateau
série	journée	mission	effort	royal	propos
avis	marché	avion	départ	normal	nouveau
pays	danger	section	égard	égal	radio
maison	erreur	voisin	roman	monsieur	français
raison	secteur	matin	moment	milieu	progrès
profond	valeur	humain	allemand	religieux	succès
garçon	docteur	chemin	client	feu	projet
saison	couleur	indien	maman	cheveux	complet
façon	bonheur	terrain	argent	sérieux	aspect

## Annexe B (suite)

Mots moyens similaires

torrent	rumeur	chagrin	studio	prairie	poussée
ruban	pudeur	cousin	sirop	débris	pureté
serpent	stupeur	bassin	couteau	défi	poupée
urgent	liqueur	lapin	chariot	débit	panier
amant	ardeur	dessin	assaut	délit	péché
ciment	tumeur	coussin	tuyau	habit	épée
absent	apport	cochon	filet	taxi	bâton
slogan	essor	cuisson	engrais	copie	bourgeon
néant	castor	crayon	décret	vernis	ballon
diamant	support	chiffon	retrait	chimie	béton
solvant	perchoir	charbon	parquet	colis	baron
flamand	remords	cloison	chevet	nazi	boisson

## Annexe B (suite)

Mots rares similaires

taco	buvard	laiton	turban	tenseur	peignoir
tempo	sitar	donjon	calmant	flotteur	fumoir
caillot	préart	basson	fondant	frayeur	séchoir
pogo	nectar	dindon	pigment	gicleur	glissoire
polo	brancard	marron	manant	rôdeur	fermoir
tango	rancart	guenon	élan	minceur	accoudoir
camée	abcès	cobra	hublot	afflux	devin
cocher	archet	soda	mulot	bévue	potin
cornée	fumet	forçat	mambo	chalut	regain
fournée	ourlet	frimas	hebdo	massue	pétrin
comté	pagaie	magma	macro	tutu	venin
trachée	remblai	samba	brûlot	verrue	crottin

## **CHAPITRE 3**

**Semantic Similarity and Immediate Serial Recall:  
Is There a Detrimental Effect on Order Information?**

Running head: SEMANTIC SIMILARITY AND ORDER INFORMATION

Semantic Similarity and Immediate Serial Recall:  
Is There a Detrimental Effect on Order Information?

Jean Saint-Aubin and Marie Poirier

École de Psychologie

Université Laval

Sainte-Foy, Québec, Canada

G1K 7P4

E-Mail: [jean.saint-aubin@psy.ulaval.ca](mailto:jean.saint-aubin@psy.ulaval.ca)

Fax.: 001 418 656 3646

### Acknowledgements

Preparation of this article was supported by grant No. OGP0046632 from the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada to Marie Poirier, and a graduate scholarship from the same agency to Jean Saint-Aubin. We are indebted to Vernon Gregg, Robert Crowder, Stephan Lewandowsky and Graham Hitch for their helpful comments on an earlier version of the article. We also thank Julien Morizot and Emmanuel Piché for their assistance in collecting the data. This article was part of Jean Saint-Aubin's doctoral thesis.

Requests for reprints should be sent to Jean Saint-Aubin or Marie Poirier, School of Psychology, Laval University, Sainte-Foy, Québec, Canada, G1K 7P4, (E-mail: [jean.saint-aubin@psy.ulaval.ca](mailto:jean.saint-aubin@psy.ulaval.ca) or [marie.poirier@psy.ulaval.ca](mailto:marie.poirier@psy.ulaval.ca)).

### Abstract

Four experiments investigated the disruptive effect of semantic similarity on short-term ordered recall. Experiments 1 and 2 contrasted immediate serial recall performance for lists of semantically similar items, drawn from the same semantic category, with performance for lists that contained items from different categories. Experiment 1 and 2 showed the usual similarity advantage for item information recall, but contrary to expectations, there was no similarity disadvantage for the recall of order information, even when the level of item recall was controlled. Experiment 3 and 4 replicate and extend these findings by using an order reconstruction task or a limited word pool strategy, both of which yield alternate measures of order retention. These findings clearly contradict the widespread belief stating that semantic similarity hinders the short-term recall of order information. Results are discussed in the light of a retrieval based account where the effects of semantic similarity reflect the processes called upon at recall: It is suggested that long-term knowledge is accessed to support the interpretation of degraded phonological traces.



### Résumé

Quatre expériences traitent de l'effet néfaste de la similarité sémantique sur le rappel ordonné à court terme. Les expériences 1 et 2 comparent la performance en rappel sériel immédiat, lorsque les items à rappeler sont sémantiquement similaires, c'est-à-dire que tous les items sont issus de la même catégorie sémantique, avec une condition où chaque item d'une liste provient d'une catégorie différente. Les expériences 1 et 2 révèlent l'avantage habituel des listes similaires au niveau du rappel des items, mais la similarité n'entraîne pas de désavantage en ce qui a trait au rappel de l'ordre et ce, même en contrôlant pour le rappel des items. Les expériences 3 et 4 reproduisent et bonifient ces résultats en ayant recours à une tâche de reconstruction et à un bassin limité; ces deux stratégies fournissent des mesures alternatives de rétention de l'ordre. L'ensemble des résultats contredit la vision dominante à l'effet que la similarité entrave le rappel à court terme de l'ordre. Ces derniers sont interprétés à la lumière d'une hypothèse de récupération qui situe les effets de la similarité sémantique au niveau du rappel: les connaissances à long-terme des items à rappeler supporteraient l'interprétation des représentations phonologiques dégradées.

Semantic Similarity and Immediate Serial Recall:  
Is There a Detrimental Effect on Order Information?

It is generally accepted that similarity, be it phonological or semantic hinders the short-term recall of order information (Crowder, 1979; Lewandowsky & Murdock, 1989; Nairne, 1990b; Nairne & Neumann, 1993). However, in a review of previous studies investigating the detrimental effect of semantic similarity, Saint-Aubin and Poirier (1997) showed that the effect is not at all consistently found. The aim of the present study was to clarify the effect of semantic similarity on memory for order information in an immediate serial recall task. Results showed that contrary to the received view in the field, there was no semantic similarity disadvantage for order information.

Semantic similarity is considered as a factor related to long-term memory organization. It is well known that long-term memory influences performance in short-term memory tasks—as demonstrated earlier by Hebb (1961) and Miller (1956) for example. Recently, many studies have investigated this question in the light of a promising framework (Brown & Hulme, 1992, 1995; Hulme, Maughan, & Brown, 1991; Hulme, Roodenrys, Brown, & Mercer, 1995; Poirier & Saint-Aubin, 1995, 1996; Roodenrys, Hulme, Alban, Ellis, & Brown, 1994; Schweickert, Hayt, Hersberger, & Guentert, 1996).

In immediate serial recall or memory span tasks, the contribution of long-term memory has frequently been evidenced by the lexicality effect (words vs non-words) (Besner & Davelaar, 1982; Brown & Hulme, 1992, 1995; Hulme et al., 1991, 1995; Schweickert et al., 1996). Results showed that with a strict scoring procedure—where an item must be recalled in its exact presentation order to be considered correct—words are better recalled than non-words. The same results have been observed with word frequency (Engle, Nation, & Cantor, 1990; Gregg, Freedman, & Smith, 1989; Poirier

& Saint-Aubin, 1996; Roodenrys et al., 1994; Tehan & Humphreys, 1988; Watkins & Watkins, 1977). Performance being better for high than for low frequency words. This pattern has also been observed with imageability: Words with higher imageability values being better recalled (Bourassa & Besner, 1994).

To account for the lexicality and frequency effects on immediate serial recall performance, a retrieval based hypothesis has successfully been applied (Brown & Hulme, 1992; Hulme et al., 1991, 1995; Poirier & Saint-Aubin, 1996; Roodenrys et al., 1994; Schweickert, 1993; Schweickert et al., 1996). This proposal can also account for imageability effects (see Poirier & Saint-Aubin, 1995). The retrieval based hypothesis can be described as follows. The presentation of a list sets up short-lived phonological representations of the to-be-recalled items. At the point of recall, a number of phonological features will be degraded, either through decay or interference. The degraded phonological traces cannot be output directly to produce a response. Instead, they are submitted to a reconstruction process calling upon long-term knowledge of the to-be-recalled words. Since lexical information is more complete and easier to retrieve for words than for non-words, the reconstruction process would be more efficient for the former (Brown & Hulme, 1992, 1995; Hulme et al., 1991, 1995; Schweickert, 1993; Schweickert et al., 1996). The same explanation has been applied to word frequency, where the greater availability of long-term knowledge for high frequency words is thought to enhance the probability that such items will be successfully reconstructed (Poirier & Saint-Aubin, 1996; Roodenrys et al., 1994; see Lewandowsky & Li for a related proposal).

The retrieval based hypothesis has usually been applied to the effects of long-term memory factors on overall performance, in immediate serial recall or memory span tasks (Brown & Hulme, 1992, 1995; Hulme et al., 1991, 1995; Roodenrys et al., 1994; Schweickert, 1993). This situation is problematic because the overall performance can present a misleading or incomplete picture (Serra & Nairne, 1993). In

fact, with an overall performance measure, items must be recalled in their exact presentation order to be considered correct. Consequently, both item and order information contribute to the measure. It follows that it is unclear if a reported effect is attributable to an influence on item, order information, or both. Moreover, some factors can produce opposite effects on item and order information, resulting in mixed and inconsistent effects (see e.g., Bjork & Healy, 1974). With respect to the retrieval based hypothesis, one long-term memory factor presents such a pattern: Semantic similarity is known to enhance item recall and to hinder order information (Crowder, 1979; Lewandowsky & Murdock, 1989; Nairne, 1990b; Nairne & Neumann, 1993).

Poirier and Saint-Aubin (1996) have recently put forward a version of the retrieval based account where item and order information are considered separately. They argued that if the manipulated factor increases the probability of correct reconstruction, the straightforward prediction is an increase in item information recall: More degraded traces will be correctly reconstructed. With respect to order information recall, it is assumed that items are represented in their order of appearance, as, for example, in a short-term memory vector (see Nairne 1990a). Consequently, at the time of recall, degraded phonological traces will be output in the appropriate order. Order errors are thought to be produced by trace interpretation problems during the recall process (Lewandowsky & Murdock, 1989; Nairne, 1990a; Schweickert et al., 1990). For example, if certain phonological features appear in a number of list items, then it is easy to see how a given degraded phonological trace could mainly comprise non-specific features (Schweickert, Guentert, & Hersberger, 1990; Schweickert et al., 1996; Sperling & Speelman, 1970). This would entail a higher probability of erroneously interpreting a given trace as one of the other items within the list.

The specific implementation of the retrieval based hypothesis described above, where the recall of item and order information are considered separately, can successfully account for the influence of frequency and lexicality on immediate serial

recall performance. Poirier and Saint-Aubin (1996) showed that frequency was associated with better item recall, while leaving order information unaffected. This is exactly what would be expected if it is assumed that higher frequency words have greater accessibility: The probability of correctly interpreting a degraded phonological trace would thus be heightened, resulting in better item recall. For order information, no effect of frequency is anticipated, because it is assumed that degraded phonological traces are output in the appropriate order, and order errors are attributed to the loss of defining phonological features (Sperling & Speelman, 1970). Given frequency should not differentially affect degradation of phonological traces, order information would be left unaffected. The same pattern of results was observed for lexicality in immediate serial recall (Richard, 1993). Results showed better item recall for words than for non-words, but words were not associated with superior order information recall. Once more, this pattern could be handled by assuming better long-term knowledge for words than for non-words entails a higher probability of retrieval.

Although the specific implementation of the retrieval based hypothesis presented above can easily account for the effects of frequency and lexicality on item and order information in an immediate serial recall task, it cannot account for the effects of semantic similarity, at least as they are usually described: It is generally accepted that semantic similarity improves item recall and hinders order recall (Baddeley, 1966a; Crowder, 1979; Lewandowsky & Murdock, 1989; Murdock, 1976; Murdock & vom Saal, 1967; Nairne, 1990b; Nairne & Neumann, 1993; Poirier & Saint-Aubin, 1995). The retrieval based hypothesis can easily account for the facilitative effects of semantic similarity on item recall, but it cannot predict an order recall decrement in a straightforward manner. As mentioned earlier, for the retrieval based account, the basic retrieval cue is thought to be a degraded phonological trace. The semantic category shared by the items in categorized lists could easily be thought of as an additional retrieval cue heightening the probability of a correct reconstruction. This predicts better item recall, but it does not entail differential order recall. More

precisely, the nature and number of phonological features both in categorized and non categorized lists are theoretically equivalent. For example, consider two two-words lists; the first dog and cat, and the second log and hat. The probability of retrieving cat given the phonological trace og is exactly the same as the probability of retrieving hat from the remnant of log. However, retrieving dog from og knowing it is an animal would be higher than retrieving log given only the retrieval cue og.

Saint-Aubin and Poirier (1997) reviewed the literature with respect to the influence of semantic similarity on order recall. Reviewing the available data clearly showed the effect is not consistently found and they account for the contradictory findings by calling upon the adequacy of the order retention measure applied. In short-term memory tasks, order retention can be assessed either by using a task measuring mainly order retention, like a reconstruction of order task, or by using an immediate serial recall task and computing the number of order errors (see e.g., Healy, 1974; Whiteman, Nairne, & Serra, 1994). Saint-Aubin and Poirier (1997) argued that the number of order errors is not an appropriate measure of order retention for semantic similarity, because semantic similarity improves item recall (see also Murdock, 1976; Nairne & Neumann, 1993). Empirically, if more items are recalled, the probability of an order error is increased. For example, if no item is recalled, order errors are not a possibility. If two items are recalled the number of possible order errors is less than if four items are recalled. Consequently, if item recall accuracy varies across conditions, an appropriate measure of order errors must control for item recall. Saint-Aubin and Poirier (1997) concluded that the appropriate controls for item recall have not been systematically implemented, and that could very well account for the inconsistencies found in the literature. They showed that most, if not all previous demonstrations of a detrimental effect of semantic similarity on order recall, were observed with an order retention measure contaminated by the differential item recall levels. With appropriate order retention measures, usually no similarity decrement was observed.

However this analysis was developed post hoc, and there are some uncertainties with respect to its adequacy. For one, a small detrimental effect was observed in two studies using the appropriate controls for item recall (Baddeley, 1966a; Crowder, 1979). Moreover, in some studies where no effect was observed, there is the possibility of a ceiling effect. For instance, Poirier and Saint-Aubin (1995) used an immediate serial recall task and observed more order errors for semantically similar lists under articulatory suppression, but not in quiet conditions. Based on the raw data of Poirier and Saint-Aubin (1995), Saint-Aubin and Poirier (1997) computed proportions of order errors and found no similarity disadvantage neither in quiet, nor in suppression condition. However, as Poirier and Saint-Aubin (1995) warned, recall of similar lists in quiet conditions could have been limited by a ceiling effect which would have concealed a similarity disadvantage with proportion of order errors.

The main objective of the four experiments reported here was to clarify the influence of semantic similarity on short-term order information recall. More specifically, they were designed to test the predictions of the retrieval based hypothesis stating that semantic similarity would improve item recall, but would not hinder order recall. In the first three experiments, an articulatory suppression requirement was introduced in order to control for the possibility that semantic similarity has a detrimental effect when the phonological features of the to-be-remembered words are disrupted (Poirier & Saint-Aubin, 1995; Tehan & Humphreys, 1995). Indeed, Tehan and Humphreys (1995) have demonstrated that detrimental effects of semantic relatedness may only appear when phonological information is degraded. Reproducing such a pattern in immediate serial recall would also contribute to explaining a number of discrepancies related to the effects of semantic similarity. In the first two experiments, an immediate serial recall task was used, and order retention was assessed both with and without the appropriate controls. According to Saint-Aubin and Poirier (1997), a detrimental effect of semantic similarity should be observed when assessing order retention without the appropriate controls, an effect they suggested would

disappear when these controls are implemented. The design of the experiments closely replicated the study of Poirier and Saint-Aubin (1995) while eliminating possible ceiling effects. In Experiment 1, presentation modality was changed from auditory to visual in order to reduce performance level (see Penney, 1989, for a review), and in Experiment 2, longer lists were used. For the last two experiments, the two order retention tasks for which a similarity decrement has been observed were used (Baddeley, 1966a; Crowder, 1979). Experiment 3 called upon an order reconstruction task, and for Experiment 4 a limited word pool strategy was used.

### Experiment 1

#### Method

Subjects. Twenty-four unpaid volunteers (21 women and 3 men) from a subject pool created through local advertising participated in this experiment (mean age = 23).

Materials. The same one hundred and forty-four words, averaging two syllables in length, were used to construct 24 similar and 24 dissimilar lists (see Appendix A). These lists comprised six words each, and were assembled by creating four equivalent 6 X 6 matrices. All words within a row were drawn from the same semantic category (e.g., sports, fruits, flowers), and each category was used for only one row. Similar lists were obtained by randomly assigning the words contained in a row to the six serial positions within a list. Dissimilar lists were created by randomly assigning the words of each column to the six positions. Therefore, each word was used twice, once in similar list, once in dissimilar one. Throughout the experiment, word position within a specific list was fixed. In all case, care was taken to equate the number of syllables. For practice trials, ten further lists (5 similar, and 5 dissimilar) were constructed in a similar manner. The items used for practice trials were not used in experimental trials.



A 2 X 2 within-subjects factorial design was used, with viewing condition (quiet vs. suppression) and similarity (similar vs. dissimilar) as factors. The 24 similar lists were randomly divided into two blocks of 12 lists. Across subjects, each set was used equally often under quiet and suppression conditions. The same process was applied to the 24 dissimilar lists. Hence, list blocks were completely counterbalanced, but list order within a block was fixed. Instructions and stimulus materials were presented visually, and controlled by an IBM-compatible computer running Micro-Experimental-Laboratory (MEL, Schneider, 1988).

Procedure. Subjects were tested individually within one session lasting approximately one hour and a half. They sat in front of a computer at about 0.5 m from the screen. All signals and words were presented at the centre of the computer screen. Each trial began with the warning prompt Attention! (1500 msec. on, 500 msec. off). Six words were then presented sequentially, in standard lower-case lettering (1500 msec. on, 500 msec. off). After the last word, a row of asterisks was displayed as a recall prompt, remaining on the screen until the subject indicated he/she was ready for the next trial.

Strict serial recall instructions were used: Subjects were told to recall the items in their exact order of presentation, beginning with the first one. They wrote their responses on answer-sheets holding six horizontal lines numbered from left to right, one to six. They were instructed to leave a blank line, if they could not recall an item at a given serial position. They were also warned not to backtrack to change a response, or to fill a blank. The experimenter was present throughout, to insure compliance with these requirements. There was no time limit for recall.

In the articulatory suppression condition, subjects continuously repeated the word mathématiques. The experimenter waited for the subject to begin suppression before initiating a new trial, and suppression continued until the recall prompt appeared.

A practice block preceded the four experimental blocks. Practice included two sets of three trials each. The first set (one similar and two dissimilar lists) was completed in the absence of suppression, and there was a suppression requirement for the second set (two similar and one dissimilar lists). There was also a further practice trial at the beginning of each experimental block.

### Results

Responses were first scored according to a strict serial recall criterion. This implies words had to be recalled in their exact serial position to be considered correct. Given this is the usual scoring method, it allows comparison with previous reports. Separate analyses were then performed on item and order errors. Because we were interested in choosing among conflicting predictions with respects to semantic similarity effects on order recall, order errors are particularly relevant here. For all analyses, the .05 level of significance was adopted.

The probability of correct recall as a function of serial position, viewing condition, and similarity condition is shown in Figure 1. An examination of this figure reveals the classic serial position curve found for this type of task, a suppression impairment, and a similarity advantage. A repeated-measures ANOVA confirmed these trends with a main effect of serial position  $F(5,115) = 113.29$ ,  $MSE = 0.0288$ , articulatory suppression  $F(1,23) = 84.25$ ,  $MSE = 0.0811$ , and similarity  $F(1,23) = 39.70$ ,  $MSE = 0.0528$ . There were also three significant interactions. The higher order interaction between similarity, suppression, and serial position  $F(5,115) = 5.25$ ,  $MSE = 0.0126$ , was significant. This interaction is not of particular theoretical interest, and as shown in Figure 1 is mainly attributable to the last serial position. In the same vein, the interaction between similarity and serial position  $F(5,115) = 3.60$ ,  $MSE = 0.0162$  was significant. Simple main effects showed that the effect of similarity was significant on all serial positions, except the last one. Finally there was

an interaction between suppression and serial position  $F(5,115) = 13.74$ ,  $MSE = 0.0262$ . Once more, simple main effects revealed that the effect of suppression was significant on all serial positions except the last one.

---

Insert Figure 1 about here

---

Errors were then analyzed. Each error was either scored as an item or an order error. An item error was defined as a missing or a wrong item (not originally presented). A presented word that is recalled at the wrong serial position was considered as an order error. Given there is no generally accepted procedure for error scoring (Crowder, 1979), two different methods were applied (hereafter method 1 and method 2). With method 1, order errors were scored as follows: one error was recorded if an item was reported at the wrong serial position without disturbing the order of the remaining items, two errors were recorded if two items were reported at each other's serial position, and one error was recorded if a group of items were reported at the wrong serial positions, but with a correct inter-item sequence (as when items 2,3,4 are reported in positions 1,2,3 or 3,4,5). This last measure was taken so as to not overestimate the number of order errors associated with such displacements. With method 2, scoring was straightforward: any recalled item not reported in its correct serial position was scored as one order error.

---

Insert Table 1 about here

---

Item error results. For item errors, a repeated-measures ANOVA revealed a similarity advantage  $F(1,23) = 122.05$ ,  $MSE = 0.2405$ , a suppression impairment  $F(1,23) = 107.05$ ,  $MSE = 0.3044$ , and an interaction  $F(1,23) = 5.10$ ,  $MSE = 0.1686$ . Simple main effects indicated that the similarity advantage was significant

under both quiet  $F(1,23) = 49.29$ ,  $MSE = 0.2046$ ,  $p < .01$ , and suppression  $F(1,23) = 98.40$ ,  $MSE = 0.2046$ ,  $p < .01$  conditions. As can be seen in the first rows from the top of Table 1, the interaction is attributable to a greater advantage of similar lists under suppression. The  $\omega^2$  (for fixed-models) statistic indicated that similarity accounted for 27.2 % of variance, suppression for 30.4 %, and the interaction for 0.6 %.

Order error results. For order errors, the pattern was quite different. The first analysis was based on the absolute number of order errors. Although inappropriate because more items were recalled in similar lists, this analysis was included to allow comparison with previous studies reporting a similarity decrement with this measure. For the second analysis, the appropriate controls were implemented with computation of proportion of order errors per item recalled: The total number of order errors per subject was divided by the total number of items recalled per subject (regardless of order).

The absolute number of order errors (Method 1) is shown in the second section from the top of Table 1. The most prominent result seems to be a greater number of order errors for similar lists and an order error increment under suppression. A repeated-measures ANOVA confirmed these trends, with a significant main effect of similarity  $F(1,23) = 24.72$ ,  $MSE = 0.0959$ , and articulatory suppression  $F(1,23) = 4.30$ ,  $MSE = 0.1274$ , but the interaction was not significant. Results with Method 2 were identical.

The absolute number of order errors found with scoring method 1 was then divided by the total number of items recalled (regardless of order), for each subject and for each condition. The most apparent effect within the third section from the top of Table 1 seems to be a greater proportion of order errors under suppression than in quiet conditions. A repeated-measure ANOVA confirmed this trend with a significant effect

of suppression  $F(1,23) = 20.05$ ,  $MSE = 0.0057$ , but neither similarity  $F(1,23) = 2.91$ ,  $MSE = 0.0046$ ,  $p = .10$ , nor the interaction  $F < 1$  were significant. The  $\omega^2$  showed that suppression explained 13.5 % of variance, while similarity explained 1.1 %, and it was impossible to compute this statistic for the interaction given that the  $F$  was smaller than 1 (Keppel, 1991).

Considering the theoretical importance of this null effect of similarity on order information recall, a further analysis was conducted. Proportions were established based on order error scoring method 2 and the resulting order errors were also divided by the number of recalled items (regardless of order). The results of this further analysis are reproduced in the bottom rows of Table 1. They show exactly the same pattern of results as the previous proportion analysis. There was again a greater proportion of order errors under suppression  $F(1,23) = 17.96$ ,  $MSE = 0.0067$ , and the interaction was not significant  $F < 1$ , but this time the difference between similar and dissimilar lists just failed to reach significance  $F(1,23) = 4.09$ ,  $MSE = 0.0059$ ,  $p = .06$ . According to the  $\omega^2$  statistic, suppression accounted for 11.1 % of variance, similarity for 1.8 %, and again it was impossible to compute this statistic for the interaction.

Finally, the possibility of attributing the null effect of semantic similarity on proportions of order errors to a ceiling effect was investigated. With a strict serial recall criterion, in the easiest condition (similar lists under quiet condition) an average of 4.01 words out of six were correctly recalled. A closer look at the individual scores revealed that on a total of 288 trials (24 subjects X 12 trials per subject), only 57 trials showed perfect performance representing 19.8% of all trials.

### Discussion

The results of Experiment 1 are very similar to those of Poirier and Saint-Aubin

(1995). As in their study, with a strict serial recall criterion, there was an advantage of similar lists under both quiet and suppression conditions. When item and order information were considered separately, item errors analyses showed a clear advantage of similar lists in quiet conditions, and an even stronger one under suppression. This is in line with previous results (Crowder, 1979; Murdock, 1976; Murdock & vom Saal, 1967; Poirier & Saint-Aubin, 1995). Theoretical accounts of the similarity advantage for item information will be considered in the general discussion along with the results of the next three experiments.

With respect to order errors a different picture emerged. Results with the absolute number of order errors showed a similarity disadvantage under both quiet and suppression conditions as in previous studies not controlling for the differential item recall level (Crowder, 1979; Murdock, 1976; Murdock & vom Saal, 1967; Poirier & Saint-Aubin, 1995). However, by contrast with Poirier and Saint-Aubin (1995) study, there was no interaction with articulatory suppression. This discrepancy is likely to be attributable to a ceiling effect in the previous study; since their study was not specifically aimed at investigating the impact of semantic similarity on order recall, a small number of order errors in the easiest condition was not a major concern.

When the appropriate controls for item recall were implemented by using proportions of order errors, the similarity disadvantage did not reach significance although in one analysis the effect was close to significance. The size of this effect is very small when compared to the influence of semantic similarity on item recall, or with the influence of suppression on order error proportions. A nonsignificant effect of semantic similarity on order retention is usually found in the literature when an appropriate measure of order retention is used—namely, one that is not contaminated by item recall levels (Baddeley, 1966b; Murdock, 1976; Nairne & Neumann, 1993). As shown in Table 1, this nonsignificant effect of semantic similarity nicely replicated results of Poirier and Saint-Aubin (1995) with proportions of order errors.

## Experiment 2

Strictly speaking, our results with order error proportions are null effects, and as such warrant replication. This need for replication is further highlighted by the fact that (1) the null effect contradicts the received view in the field, (2) although non significant, differences in the mean number of order errors were in the direction of a similarity disadvantage, (3) the effect was close to significance in one analysis, and (4) even if it is unlikely, a ceiling effect might be suspected since performance was perfect on one fifth of trials. Accordingly, Experiment 2 replicated Experiment 1 with longer lists holding seven words.

### Method

Subjects. Twenty-four unpaid volunteers (20 women and 4 men) from a subject pool created through local advertising participated in this experiment (mean age = 23). None had participated in the previous experiment.

Materials and procedure. The materials for this experiment were constructed according to the same rules as in Experiment 1 except for the following changes (see Appendix B). Two sets with 14 similar lists each, and two sets with 14 dissimilar lists were constructed instead of sets with 12 lists, implying 14 experimental trials were used rather than 12. Each list comprised seven words. The same matrix system was used to assemble these lists with four matrices of seven rows and seven columns. The procedure was exactly the same as in Experiment 1.

### Results

As in the previous experiment, performance was scored according to a strict serial recall criterion, and item and order errors were analyzed separately. Strict

scoring results are presented in Figure 2, showing the usual serial position curve, a strong suppression impairment, and a similarity advantage under suppression. In quiet conditions, there appears to be an advantage of similar lists for the first positions, and a disadvantage for the last.

---

Insert Figure 2 about here

---

A 2 X 2 X 7 repeated-measures analysis of variance (ANOVA) confirmed these trends. There was a main effect of articulatory suppression  $F(1,23) = 51.88$ ,  $MSE = 0.0782$ , and of serial position  $F(6,138) = 81.30$ ,  $MSE = 0.0418$ , but the main effect of similarity was not significant  $F(1,23) = 3.75$ ,  $MSE = 0.1489$ ,  $p = .065$ . There were also three significant interactions. The first one was between suppression and serial position  $F(6,138) = 2.91$ ,  $MSE = 0.0208$ . This interaction is not of particular theoretical interest, and appears to stem from minor variations in the strength of suppression's effect over serial positions. In fact, simple main effects revealed that suppression had a significant influence on all serial positions. The second interaction was between similarity and serial position  $F(6,138) = 3.70$ ,  $MSE = 0.0174$ . Simple main effects indicated that when quiet and suppression conditions are collapsed together, similarity only had a significant effect on serial positions one and three. This interaction seems attributable to results in the quiet condition, with a small similarity advantage only on the first four positions. Under suppression, Figure 2 shows an advantage on all serial positions. These considerations are related to the third significant interaction between suppression and similarity  $F(1,23) = 4.37$ ,  $MSE = 0.0607$ . Simple main effects confirmed that similarity had a facilitative effect on serial recall under suppression, but had no effect under quiet condition.

Item error results. Examination of Table 2 reveals a greater number of item errors for dissimilar lists under both quiet and suppression conditions, and increased



errors for both list types under suppression. The advantage of similar over dissimilar lists was also larger under suppression than in the quiet condition. A repeated-measures ANOVA with similarity and suppression as factors confirmed these trends. There was a main effect of similarity  $F(1,23) = 24.37$ ,  $MSE = 0.7211$ , of suppression  $F(1,23) = 90.34$ ,  $MSE = 0.2991$ , and the interaction was also significant  $F(1,23) = 9.67$ ,  $MSE = 0.2309$ . Simple main effects showed that there was a similarity advantage under both quiet  $F(1,23) = 7.64$ ,  $MSE = 0.4760$ ,  $p < .01$ , and suppression conditions  $F(1,23) = 33.96$ ,  $MSE = 0.4760$ ,  $p < .01$ . The impact of similarity was simply stronger under suppression. Furthermore, the omega squared ( $\omega^2$ ) statistic revealed that similarity accounted for 11.8 % of item error variance, articulatory suppression accounted for 18.7 %, and the significant interaction accounted for 1.4 %.

---

Insert Table 2 about here

---

Order error results. Order errors were analyzed according to both the absolute number of errors (methods 1 and 2), and the related order error proportions, as in Experiment 1. As shown in the second section from the top of Table 2, the most prominent result seems to be a greater number of order errors for similar lists. A repeated-measures ANOVA confirmed this, with a significant main effect of similarity  $F(1,23) = 36.16$ ,  $MSE = 0.1194$ , but neither suppression nor the interaction between suppression and similarity were significant, with both  $F$ s smaller than one (Method 2 produced the same results).

In the third section from the top of Table 2, it appears that the order error proportions (Method 1) increased under suppression, but were not affected by the semantic similarity between items. In fact, there was a significant effect of suppression  $F(1,23) = 9.81$ ,  $MSE = 0.0086$ , but neither similarity  $F(1,23) = 2.99$ ,  $MSE =$

0.0096,  $p = .10$ , nor the interaction  $F < 1$  were significant. The  $\omega^2$  statistic indicated that suppression accounted for 3.9 % of variance, the non significant effect of similarity accounted for 1.0 %, and it was impossible to compute this statistic for the interaction.

Proportion of order errors were also computed when each word recalled at the wrong serial position is counted as an order error (method 2). As shown in the rows at the bottom of Table 1, this measure of order retention, produces similar results to those obtained with the previous measure of proportion. There was again a greater proportion of order errors under suppression than in quiet conditions  $F(1,23) = 8.30$ ,  $MSE = 0.0121$ , but neither similarity  $F(1,23) = 2.10$ ,  $MSE = 0.0129$ ,  $p = .16$ , nor the interaction  $F < 1$  were significant. The  $\omega^2$  statistic revealed that suppression explained 3.8 % of variance, while similarity explained 0.3 %, and it was again impossible to compute this statistic for the interaction.

Finally, the possibility of attributing our null effect of semantic similarity on proportions of order errors to a ceiling effect was investigated. With a strict serial recall criterion, in the easiest condition (similar lists under quiet condition) an average of 4.29 words out of seven were correctly recalled. A closer look at the individual scores revealed that out of a total of 336 trials (24 subjects X 14 trials per subject), only 48 trials showed perfect performance representing 14.3% of all trials.

### Discussion

Experiment 2 yielded very similar results to those of Experiment 1. The major difference came from the recall data with the strict serial recall criterion. Contrary to the previous experiment, the advantage of similar lists under suppression vanished in quiet conditions. In contrast, in Experiment 1 of the present series and in the study of Poirier and Saint-Aubin (1995) there was an advantage of similar lists under both quiet and suppression conditions. The absence of a semantic similarity effect in quiet

conditions has also been reported by Crowder (1979) who used a very similar procedure. Since strict serial scoring factors in item and order information, this null effect of semantic similarity under quiet conditions is not very informative; it could be attributable to a smaller advantage of similar lists on item recall, to a larger disadvantage on order recall or both. Consequently, error analyses are more appropriate for shedding light on these results.

Error analyses showed the same pattern as previously. For item recall, there was an advantage of similar lists that was even stronger under suppression. For order information, results with the absolute number of order errors showed a semantic similarity disadvantage that vanished with proportions of order errors that control for differential item recall levels. These results further indicate that the indirect evidence presented by Crowder (1979) showing that semantic similarity hinders order information need to be considered with caution. Crowder (1979) used an immediate serial recall task and observed a similarity advantage when a lenient scoring criterion was applied—which only considered item recall—that vanished with a strict scoring criterion factoring in order recall (Whiteman et al., 1994). He argued that this indicates a semantic similarity disadvantage for order information. However, it appears that on the sole basis of these results it is difficult to estimate the magnitude of the semantic similarity disadvantage. In fact, in the present experiment we also observed a similarity advantage for item recall, that disappeared with a strict scoring procedure. Nonetheless, separate analyses on proportion of order errors revealed only a small effect of similarity which, although in the appropriate direction, did not reach significance.

### Experiment 3

Results of the first two experiments do not support the view according to which a semantic similarity decrement for order recall should be observed when controlling

for item recall (Nairne, 1990b; Nairne & Neumann, 1993). On the other hand, support is provided to the hypothesis that with the appropriate controls for item recall, the detrimental effect of semantic similarity on order recall is small and unreliable at best. However, concluding to a small and unreliable effect on order retention is arguing for a null effect of similarity. In order to make such a claim, it is necessary to demonstrate that the experiments were a good-effort to find the effect (Frick, 1995). This implies further empirical testing, a need that is emphasized by the number of theoretical frameworks that predict an order recall disadvantage for semantically similar lists (Lewandowsky & Murdock, 1989; Nairne, 1990a).

One might perhaps argue that our experimental design was not sensitive enough to reveal a semantic similarity effect on order recall or that it lacked statistical power. Because subjects were required to recall both item and order information, they might have devoted most of their efforts to item information at the expense of order information. Under these circumstances, it could have been harder to uncover any effect on order recall, although not impossible since articulatory suppression significantly hindered order recall in both previous experiments. Moreover, even if there is no obvious basis for such a claim, it might still be argued that our statistical control for item recall was not adequate, and underestimated the effect of semantic similarity on order retention. To address these potential problems, a further test of semantic similarity's influence on order retention was introduced.

A reconstruction task was used in the third experiment, as a measure of order retention not confounded with item recall (Whiteman et al., 1994). This task is essentially the same as the immediate serial recall task used in the previous experiments, except for the recall requirement. Instead of asking subjects to report items in their correct order, at recall, items are presented in a new random order, and the original presentation sequence must be reconstructed. Since items are available at recall, this task is mainly one of order information recall. It is worth noting that a

reconstruction task was used in one of the two studies reporting a semantic similarity decrement for order recall, but the significance level used for the usual  $F$  test was .10, implying the possibility of a type I error (Crowder, 1979; see Saint-Aubin & Poirier, 1997).

Based on the received view, a semantic similarity disadvantage would be expected, at least in quiet conditions (Crowder, 1979; Lewandowsky & Murdock, 1989; Nairne, 1990b; Nairne & Neumann, 1993). In contrast, according to the retrieval based hypothesis, because the reconstruction task is not contaminated by item recall information, a null effect of similarity is expected in quiet and suppression conditions.

### Method

Subjects. Twenty-four unpaid volunteers (22 women and 2 men) from a subject pool created through local advertising participated in this experiment (mean age = 22). None had participated in the previous experiments.

Materials and procedure. The materials were exactly the same as in Experiment 2. The procedure was also the same except for the recall requirement. After the final item of each list, the seven items from the trial were presented simultaneously on a single line at the centre of the computer screen. Words were presented in a new random order for each subject, with the constraint that no word could occur in the same serial position as that used for presentation. Subjects were asked to write the seven words in their appropriate location on an answer sheet. Words remained on the screen until the subject indicated that he or she was ready for the next trial. All other requirements concerning the recall procedure, such as starting with the first presented word, and not backtracking, were the same as in the previous experiments.

### Results and Discussion

Given that subjects could only produce order errors in this task, results with the strict scoring criterion are exactly the same as those with order errors. Results of the former are presented here, because they also allowed presentation of serial position data. Examination of Figure 3 shows the usual serial position curve, an articulatory suppression decrement, but no clear effect of similarity. When both presentation conditions are collapsed together (quiet and suppression), there is only a slight difference between semantically similar and dissimilar lists, with an advantage of the former (respectively 4.65 and 4.53 words correctly recalled per list). A 7 X 2 X 2 repeated-measures ANOVA revealed a main effect of serial position  $F(6,138) = 94.30$ ,  $MSE = 0.0229$ , and of articulatory suppression  $F(1,23) = 58.39$ ,  $MSE = 0.0591$ , but the effect of similarity was not significant  $F < 1$ . None of the interactions were significant, except for a marginally significant interaction between suppression and serial position  $F(6,138) = 2.08$ ,  $MSE = 0.0160$ ,  $p = .06$ . Simple main effects showed that the effect of suppression was significant on all serial positions. The  $\omega^2$  estimates were computed for this analysis. They indicated that suppression accounted for 8.6 % of variance, serial position for 32.6 %, the non-significant interaction between similarity and serial position for 0.1 %, and the marginally significant interaction between suppression and serial position for 0.4 %. It was impossible to compute this statistic for similarity effect and the remaining interactions, because the  $F$ s value were smaller than one (Keppel, 1991).

---

Insert Figure 3 about here

---

Results are entirely consistent with those observed in the previous experiments. With an order retention task, that avoided a confound with item recall, there was no

sign whatsoever of a similarity disadvantage for order retention.

#### Experiment 4

In light of the results of the first three experiments it seems that when the appropriate controls for item recall are applied, there is no reliable semantic similarity disadvantage for order information recall. However, despite the consistencies across the experiments in the present series, it might be premature to argue for a null effect of semantic similarity on order recall.

It can be argued that semantic similarity hinders order recall, but its influence would be much smaller than that of articulatory suppression on item and order information or semantic similarity on item information—the significant effects in the present series. Thus, our experimental design might not have been powerful enough to reveal such an effect. Accordingly, the number of subjects was increased, and the experimental task was changed in an attempt to increase the influence of order information on recall performance. Although order information is usually considered to be an important component of immediate serial recall, much of the empirical evidence supporting this claim comes from studies using limited word pools (see Coltheart, 1993). In this situation, subjects are required to recall the order of a fixed set of items that does not vary from trial to trial, and it is assumed that recalling item information is not contributing to performance in any relevant manner (Whiteman et al., 1994). Thus with open word pools such as those used in the previous experiments of the present series, it could be argued that the task was biased toward item information, even though items are provided at recall in the third experiment. This implies that it would be harder to observe a semantic similarity or any other effect on order recall.

This possibility is further supported by the results of a study by Baddeley (1966a) where a semantic similarity disadvantage for order information was found, even

with item recall controlled. This was the only study to use a limited word pool strategy in investigating the effects of semantic similarity. Results showed a small but significant similarity disadvantage compared to a control condition, where the item pool was composed of unrelated items. However, there was some uncertainties about the results of this study. First, a general performance measure was used instead of the usual scoring method: Lists were scored as correct when perfectly recalled and as incorrect when one or more errors were found. It follows that it is unclear what the effects would have been with the usual finer grained analysis. In fact, in one experiment of another series, Baddeley (1966b) closely replicated this design but used the usual scoring criterion: Each word correctly recall being counted as one correct answer. In this further study no semantic similarity disadvantage was observed. Moreover in the Baddeley (1966a) study, there is the possibility of a ceiling effect. On a total of 240 similar and 240 dissimilar lists, 24 dissimilar lists and 39 similar ones were not perfectly recalled, a difference of 15 lists out of 240.

Considering the possibility of uncovering a semantic similarity effect with a limited word pool strategy and the limitations of the only previous demonstration, a further experiment was carried out using this strategy. To increase power in Experiment 4, 56 subjects were run, instead of 24 as in the previous experiments. Longer list lengths than those of the Baddeley (1966a) study were used, in order to avoid a ceiling effect, and the usual scoring method was used.

### Method

Subjects. Fifty-six unpaid volunteers (47 women and 9 men) from a subject pool created through local advertising participated in this experiment (mean age = 23). None had participated in previous experiments.

Materials. The materials for this experiment were constructed by selecting 14 of



the 28 similar lists used in Experiment 2 and 3. The lists were selected because all words within a list were of about the same length and norms were available for most of them with respect to word frequency and imageability. These lists were used as the 14 similar word pools. Fourteen dissimilar word pools were then created by rearranging the 98 words (14 lists X 7 words) in the following manner. For each similar word pool or list a matched dissimilar pool was created by taking words from the remaining 13 categories and matching each word of the similar word pool on frequency, imageability, and word length. Furthermore, care was taken to use no more than one member of a given category in a dissimilar pool and to avoid rhyming words within a pool. Therefore, overall the same 98 words were used in the dissimilar and similar condition. However, each subject received only one similar and its matched dissimilar word pool.

For each word pool, subjects undertook 6 practice and 20 experimental trials. All seven words of the pool are presented at each trial in a new random order with the constraints that (1) each word appeared only once within the list, (2) no word appeared at the same serial position on two consecutive trials, and (3) no word was embodied within the same sequence on two consecutive trials—that is to say that no word can be preceded or followed by the same words on two consecutive trials.

Procedure. Subjects were tested individually within one session lasting approximately one hour and 15 minutes. For each condition (similar or dissimilar word pool) the seven words used in the immediate serial recall task were first presented to the subject, and they were asked to learn it: no time limit was imposed. When the subject was ready the he or she was submitted to a free recall trial. After each incorrect trial, the word pool was again presented to the subject and he/she was allowed extra study-time, followed by a free recall attempt. This circle was performed until recall was perfect on three successive trials. The immediate serial recall task was identical to that used in Experiment 2, with the same presentation and recall constraints, such as starting recall with the first presented item, and not backtracking. After the last

experimental trial, a further free recall of the seven words presented throughout the condition was completed to test the subject's knowledge of the word pool.

A within-subjects design was used with word pool (similar or dissimilar) as a factor. There was no suppression requirement. Each subject received 26 trials—including 6 practice and 20 experimental trials—in each condition. The dissimilar word pool that was used for a given subject was always the one that had been matched to the similar word pool that was presented. Presentation order of each pool was completely counterbalanced across subjects. In sum, over each block of 28 subjects, each word was presented the same number of times in a similar and a dissimilar word pool, and each word pool was presented equally often in first and in second position.

## Results

Within-subjects analyses. Given that in this task as in Experiment 3, subjects could only produce order errors, results with the strict scoring criterion are exactly the same as those with order errors. Results of the former are presented here, because they allowed presentation of serial position data. Figure 4a shows the usual serial position effect, and a slight similarity disadvantage on to the last two serial positions. A 7 X 2 repeated-measures ANOVA revealed a main effect of serial position,  $F(6,330) = 120.84$ ,  $MSE = 0.0209$ , and a significant interaction between similarity and serial position,  $F(6,330) = 2.50$ ,  $MSE = 0.0101$ . The main effect of semantic similarity was not significant ( $F < 1$ ). Simple main effects showed that the similarity effect was only significant on the last serial position,  $F(1,385) = 7.14$ ,  $MSE = 0.0162$ ,  $p < .01$ . The  $\omega^2$  estimates indicated that serial position accounted for 36% of variance, the interaction accounted for 0.2%, but it was impossible to compute this statistic for the semantic similarity effect, given the  $F$  ratio was smaller than 1. Overall, proportion correct for the semantically similar lists (.68) closely matched performance for semantically dissimilar lists (.70). Of the 56 subjects, 31 showed a semantic similarity

advantage and 25 showed a semantic similarity disadvantage.

---

Insert Figure 4 about here

---

Between-subjects analyses. The large number of subjects used in this experiment and the restricted number of conditions (two) allow us to further investigate the semantic similarity effect on order recall with a between-subjects design. It has been shown that several variables of current interest in short-term memory studies yield a different pattern of results in within- and between-subjects experiments (see Greene, 1996). It could be argued that the difference between our results of those of previous studies showing a semantic similarity disadvantage for order information is in fact one of experimental design. For example, Baddeley (1966a) used a between-subjects design and found a small significant effect, while we failed to replicate it with a within-subjects design. To check for this possibility, only the first condition presented to subjects was considered, creating a between-subjects design, and all analyses were ran again.

Figure 4b shows the same pattern of results as Figure 4a. A 7 X 2 mixed-design ANOVA with semantic similarity as the between-subject factor and serial positions as the within-subjects factor revealed a main effect of serial position,  $F(6,324) = 97.05$ ,  $MSE = 0.0158$ . Neither the main effect of semantic similarity,  $F < 1$ , nor the similarity by serial position interaction,  $F(6,324) = 1.39$ ,  $MSE = 0.0158$ , approached significance. The  $\omega^2$  estimates indicated that serial position accounted for 42% of variance, and the interaction accounted for 0.2%, while it was impossible to compute this statistic for the semantic similarity effect, given the  $F$  ratio was smaller than 1. Overall, proportion correct for the semantically similar lists (.65) closely matched performance for semantically dissimilar lists (.66).

## Discussion

Results of Experiment 4 nicely replicated, with a different methodology, those of the previous experiments. Overall, there was no similarity disadvantage with either a between or a within subject design. This suggests that the inconsistencies found in the literature are unlikely to be attributable to a confounded effect of design type, as found for a number of effects in short-term memory tasks (see Greene, 1996). Results also replicated those of Baddeley (1966b; Experiment 1, first trial) who used a limited word pool strategy and the usual scoring method, but they contradict those of Baddeley (1966a). As mentioned earlier, Baddeley (1966a) found a small but significant disadvantage of similar lists. However, a general performance measure was used instead of the usual scoring method, and there was the possibility of a ceiling effect with, across conditions more than 87% of trials perfectly recalled.

A significant interaction between serial positions and semantic similarity was also found: Dissimilar lists being better recalled than similar lists on the last serial position only. An effect of semantic similarity, either positive or negative, and restricted to one serial position has been observed previously. However, no clear and replicable pattern emerged. For instance, in Experiment 3 under quiet conditions, there was a slight similarity advantage on the first two serial positions of respectively 3% and 5% and a similarity disadvantage of 7% on position 4. However, in that case the interaction was not significant. A similar pattern was reported by Nairne and Neumann (1993). With an order reconstruction task, they observed no overall effect of semantic similarity with 58% of correct recall for similar lists and 59% for dissimilar. Although their interaction was not significant—possibly because they used only 18 subjects instead of the 56 used here—they found a similarity disadvantage of 9% restricted to position four, and no other effect on the remaining seven positions. By contrast here the difference on position seven was of 6%. Consequently, interpretation of such a small and unreliable effect could be hazardous; the effect will not be further discussed.

### General discussion

The main empirical objective of the work reported herein was to clarify the influence of semantic similarity on the short-term recall of order information. To this end, semantic similarity was manipulated in all the experimental tasks where its detrimental effect on order recall has been reported, namely a reconstruction, and an immediate serial recall task with open and close word pools. In addition, an articulatory suppression condition was introduced in the first three experiments, to check for the possibility that subvocal rehearsal might mediate the influence of semantic similarity on order recall.

Results of all four experiments are clear and easy to summarise. In the first two experiments using an immediate serial recall task with open word pools, there was an important similarity advantage for item information recall, more items being recalled for similar lists. This advantage replicated previous work with semantic similarity (Crowder, 1979; Murdock, 1976; Murdock & vom Saal, 1967; Poirier & Saint-Aubin, 1995), word frequency (Poirier & Saint-Aubin, 1996), and lexicality (Richard, 1993). Moreover, as in Poirier and Saint-Aubin (1995), the item recall advantage for similar lists not only remained under suppression, it was in fact stronger than in quiet conditions.

For order information recall, the four experiments supported Saint-Aubin and Poirier's (1997) interpretation of previous studies concerned with the effects of semantic similarity. With order retention measures confounded with item information—such as the absolute number of order errors in immediate serial recall—there was a similarity disadvantage that vanished with the appropriate controls, either statistical or methodological. In the first two experiments, two different methods were used to compute proportion of order errors and neither of them showed a semantic similarity disadvantage, although in one experiment one analysis was close to significance. In

Experiment 3, with an order reconstruction task, there was no sign whatsoever of a similarity decrement; in fact there was a slight non significant trend toward a similarity advantage. In Experiment 4 an immediate serial recall task with a limited word pool was used, and there was also no overall similarity decrement, although there was a significant similarity disadvantage on the last serial position. Finally, suppression induced an order recall decrement in all the experiments where it was introduced, but never interacted with semantic similarity.

#### The Effect of Similarity on Order Information: The Good Effort

Taken together, these results are best interpreted as stemming from a null effect of semantic similarity on order recall. However, before concluding to a null effect, it is important to evaluate the conditions leading to the non significant effect (Frick, 1995). In addition to a non significant effect with a statistical test, Frick (1995) argued that it must be demonstrated that the experiment was a good effort to find an effect. In the present series, the same methodology was used as in the previous studies demonstrating a detrimental effect of semantic similarity on order recall, while implementing better controls (Saint-Aubin & Poirier, 1997). In the first two experiments, two different methods for computing proportion of order errors were applied. Experiment 3 and 4 used alternate tasks, generally considered as mainly involving order information recall. Finally, more subjects were run in Experiment 4 to increase the probability of uncovering a similarity disadvantage, if ever it exists in the population. More importantly, a related effect was demonstrated. According to Frick (1995) demonstrating a related effect provides the most compelling positive evidence of a good effort. In the present context, demonstrating a related effect implies that semantic similarity could influence another component of immediate serial recall performance, and that another factor could influence order retention. Both demonstrations have been made in the present series: There was a strong effect of semantic similarity on item recall accounting for as much as 27% of variance

(Experiment 2), and there was a strong negative effect of articulatory suppression on order information recall accounting for as much as 13.5% of variance (Experiment 1). By contrast, it was impossible to compute the proportion of variance accounted for by semantic similarity in the last two experiments because the effect was too small ( $F < 1$ ) and in the best case, in Experiment 1, similarity only accounted for 1.8% of variance.

### Previous Accounts of Semantic Similarity Effects

Previous accounts of semantic similarity effects on short-term ordered recall were based on the available data, data indicating that both semantic and phonological similarity hinder order information recall. These models usually insist on the detrimental effects of phonological similarity and suggest that the same account be applied to semantic similarity. The present data clearly indicate that an adequate account of semantic similarity will necessitate some modifications to these proposals. For instance, Nairne (1990a; Neath & Nairne, 1995) presents a feature model of immediate memory, where list items are represented as lists of features, including phonological, semantic, and other qualitatively different features. According to this model, increasing similarity among list items—more features being shared—, leads to a loss of distinctiveness (similarity based interference) that will be detrimental to ordered recall, relative to a control list. Consequently, an account of semantic similarity effects implies assuming that there are very few semantic features or that they are not subject to similarity based interference. A full account of semantic similarity would also necessitate distinct predictions about item and order information, predictions that are not actually included in this model.

As shown by Lewandowsky and Murdock (1989), Murdock's Theory of Distributed Associative Memory (TODAM) can also account for the known detrimental effects of similarity on overall performance in memory span experiments by introducing a similarity parameter. Once more, the main focus was on phonological similarity but

it was suggested that this parameter could also be used to account for the effects of semantic similarity. Given the results reported here, this account appears inappropriate. However, a recent development of TODAM might account for the effects of semantic similarity on both item and order information. Lewandowsky and Li (1994) have proposed a model for the deblurring mechanism of TODAM, to which the retrieval based hypothesis is conceptually related. Broadly speaking, order information is stored as usual in TODAM, and item information is stored in what Lewandowsky and Li called a brain-state-in-a-box (BSB) network. At recall, the retrieval cue is retrieved from TODAM and then submitted to the BSB network for deblurring, in order to produce a response. By assuming that the similarity parameter in TODAM does not apply to semantic similarity in immediate serial recall, and assuming differential efficiency of the BSB network for similar and dissimilar lists, it might be possible to account for both effects of semantic similarity on item and order information. Although speculative, this possibility might hold promise.

#### The Retrieval Based Account

The specific version of the retrieval based hypothesis presented in the introduction can account in a straightforward manner for the results of the present series: Better item recall for semantically similar lists with no sizeable effect on order information, and a disadvantage for both item and order information under articulatory suppression. In fact, it seems clear now that semantic similarity presents the same pattern of results as the other long-term memory factors used in immediate serial recall tasks: an effect on item recall with no sizeable effect on order retention (Poirier & Saint-Aubin, 1996; Saint-Aubin & Poirier, 1997).

According to the retrieval based hypothesis, the presentation of a list sets up phonological representations. At the point of recall, these representations are likely to be degraded either through decay or interference. In order to produce a response,



degraded phonological features must undergo a reconstruction process calling upon long-term knowledge of the to-be-recalled items (Brown & Hulme, 1992, 1995; Hulme et al., 1991, 1995; Poirier & Saint-Aubin, 1995, 1996; Roodenrys et al., 1994; Schweickert, 1993; Schweickert et al., 1996). It is assumed that the phonological representations are output from a short-term memory vector in their order of appearance. The reconstruction process would be responsible for producing both item and order errors.

Item errors are attributed to a failure of the reconstruction process to identify a list item on the basis of the degraded phonological trace. In fact, the probability of identifying the presented item would be influenced by two factors: the amount of degradation of the phonological trace and the availability of the appropriate long-term memory representation. The more degraded the phonological trace, the smaller the probability of producing a correct response, and conversely the greater the availability of the appropriate long-term memory representation the greater the probability of a correct response.

On the other hand, order errors are attributed to trace interpretation problems during the reconstruction process (see also for related proposals, Lewandowsky & Murdock, 1989; Nairne, 1990a; Schweickert et al., 1990). More precisely, degraded phonological traces can uniquely identify one of the list items. However, this is not necessarily the case. If certain phonological features appear in a number of list items, then it is easy to see how a given degraded phonological trace could mainly comprise non-specific features (Schweickert et al., 1990, 1996; Sperling & Speelman, 1970). This would entail a higher probability of erroneously interpreting a given trace as one of the other items within the list. Although present in usual lists, this is more clearly illustrated with phonologically similar lists. For example, in a list such as mad, man, cad, can, it is easy to see how can could be recalled instead of man, given the phonological trace an.

As mentioned earlier, the retrieval based hypothesis can account for the effects of semantic similarity on item and order information. At the moment of recall it is hypothesized that phonological traces of similar and dissimilar lists would be degraded to a similar level. However, the reconstruction process is thought to be more efficient for similar lists because the semantic category shared by the items would provide an additional retrieval cue heightening the probability of a correct reconstruction. For order errors, no difference is expected because the basic retrieval cue is degraded phonological representation, and it is assumed that the nature and number of phonological features remain the same for both similar and dissimilar lists.

This proposal can also be made to account for suppression effects on item and order information in the following manner. It is first assumed that under suppression, phonological traces are more degraded at the point of recall. This could be attributable, for example, to a less efficient subvocal rehearsal process under these conditions (Baddeley, 1986, 1990) or to the loss of item features, overwritten or replaced by suppression's features (Nairne, 1990a; Neath & Nairne, 1995). Since, degraded phonological traces are viewed as the retrieval cues within a process attempting to access an acceptable recall candidate, suppression would reduce the probability of a successful trace interpretation. As a consequence, more item errors are anticipated. The higher proportion of order errors found under suppression, can also be attributed to the greater degradation of phonological traces. In fact, within a list of to-be-remembered items, some phonological features appear only in one item, and others appear in more than one item. Thus, at recall, if the only intact phonological features of an item are shared by other items within the list, it is easy to see how an item sharing these features, but presented at another position could be accepted as a correct response (Poirier & Saint-Aubin, 1996; Schweickert et al., 1990). By enhancing degradation of phonological traces, suppression may enhance the probability of losing unique features (Schweickert et al., 1990; Sperling & Spelman, 1970). This would result in a higher proportion of order errors.

Finally, this interpretation can easily be applied to the phonological similarity effect. Within similar lists, to-be-remembered items share a greater number of phonological features than items in dissimilar lists. Consequently, at recall, there would be a higher probability of a degraded phonological trace holding shared phonological features. This situation would produce a higher probability of order errors.

In sum the retrieval-based hypothesis described here can account for the effects of semantic similarity, once the question of its effects on item and order errors is clarified. It can also handle known suppression effects on item and order errors, as well as those of phonological similarity. Moreover, in addition of accounting for the overall influence of other long-term memory factors such as lexicality and frequency, it can accommodate their specific influence on item and order information. This implies that this framework can account for the effects of most, if not all, of the factors traditionally associated with a long-term memory contribution to immediate serial recall performance.

## References

- Baddeley, A. D. (1966a). Short-term memory for word sequences as a function of acoustic, semantic, and formal similarity. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 18A, 362-365.
- Baddeley, A. D. (1966b). The influence of acoustic and semantic similarity on long-term memory for word sequences. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 18A, 302-309.
- Baddeley, A. D. (1986). Working memory. Oxford: OUP.
- Baddeley, A. D. (1990). Human memory: Theory and practice. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Besner, D., & Davelaar, E. (1982). Basic processes in reading: two phonological codes. Canadian Journal of Psychology, 36, 701-711.
- Bjork, E. L., & Healy, A. F. (1974). Short-term order and item retention. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 13, 80-97.
- Bourassa, D., & Besner, D. (1994). Beyond the articulatory loop: a semantic contribution to serial recall of subspan lists. Psychonomic Bulletin and Review, 1, 122-125.
- Brown, G. D. A., & Hulme, C. (1992). Cognitive psychology and second language processing: The role of short-term memory. In R. J. Harris (Ed.), Cognitive Processing in Bilinguals (pp. 105-122). North Holland: Elsevier Science Publishers.

Brown, G. D. A., & Hulme, C. (1995). Modeling item length effects in memory span: No rehearsal needed? Journal of Memory and Language, 34, 594-621.

Coltheart, V. (1993). Effects of phonological similarity and concurrent irrelevant articulation on short-term-memory recall of repeated and novel word lists. Memory and Cognition, 21, 539-545.

Crowder, R. G. (1979). Similarity and order in memory. In G. H. Bower (Ed.), The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory: Vol. 13 (pp. 319-353). New York: Academic Press.

Frick, R. W. (1995). Accepting the null hypothesis. Memory and Cognition, 23, 132-138.

Engle, R. W., Nations, J. K., & Cantor, J. (1990). Is "Working memory capacity" just another name for word knowledge? Journal of Educational Psychology, 82, 799-804.

Gregg, V. H., Freedman, C. M., & Smith, D. K. (1989). Word frequency, articulatory suppression and memory span. British Journal of Psychology, 80, 363-374.

Greene, R. L. (1996). The influence of experimental designs: The example of the Brown-Peterson paradigm. Canadian Journal of Experimental Psychology, 50, 240-242.

Healy, A. F. (1974). Separating item from order information in short-term memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 13, 644-655.

Hebb, D. O. (1961). Distictive features of learning in the higher animal. In J.F.

Delafresnaye (Ed.), Brain Mechanisms and Learning (pp. 37-46). London: Oxford University Press.

Hulme, C., Maughan, S., & Brown, G. D. A. (1991). Memory for familiar and unfamiliar words: evidence for a long-term memory contribution to short-term memory span. Journal of memory and Language, 30, 685-701.

Hulme, C., Roodenrys, S., Brown, G., & Mercer, R. (1995). The role of long-term memory mechanisms in memory span. British Journal of Psychology, 86, 527-536.

Keppel, G. (1991). Design and analysis: a researcher's handbook (3rd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Lewandowsky, S., & Li, S-C. (1994). Memory for serial order revisited. Psychological Review, 101, 539-543.

Lewandowsky, S., & Murdock, B. B. (1989). Memory for serial order. Psychological Review, 96, 25-57.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. Psychological Review, 63, 81-97.

Murdock, B. B. Jr. (1976). Item and order information in short-term serial memory. Journal of Experimental Psychology: General, 105, 191-216.

Murdock, B. B. Jr., & Vom Saal, W. (1967). Transpositions in short-term memory. Journal of Experimental Psychology, 74, 137-143.

- Nairne, J. S. (1990a). A feature model of immediate memory. Memory and Cognition, 18, 251-269.
- Nairne, J. S. (1990b). Similarity and long-term memory for order. Journal of Memory and Language, 29, 733-746.
- Nairne, J. S., & Neumann, C. (1993). Enhancing effects of similarity on long-term memory for order. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 19, 329-337.
- Neath, I., & Nairne, J. S. (1995). Word-length effects in immediate memory: overwriting trace decay theory. Psychonomic Bulletin and Review, 2, 429-441.
- Penney, C. G. (1989). Modality effects and the structure of short-term verbal memory. Memory and Cognition, 17, 398-422.
- Poirier, M., & Saint-Aubin, J. (1995). Memory for related and unrelated words: further evidence on the influence of semantic factors in immediate serial recall. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 48A, 384-404.
- Poirier, M., & Saint-Aubin, J. (1996). Immediate serial recall, word frequency, item identity and item position. Canadian Journal of Experimental Psychology, 50, 408-412.
- Richard, P. A. (1993). Contribution de la mémoire à long terme lors du rappel sériel immédiat dans la perspective du modèle de Baddeley. Unpublished master's thesis, Laval University, Québec, Québec, Canada.
- Roodenrys, S., Hulme, C., Alban, J., Ellis, A. W., & Brown, G. D. A. (1994).

Effects of word frequency and age of acquisition on short-term memory span. Memory and Cognition, 22, 695-701.

Saint-Aubin, J., & Poirier, M. (1997). The detrimental effect of semantic similarity on short-term order information recall: A critical review of the available data. Unpublished manuscript.

Schneider, W. (1988). Micro Experimental Laboratory: an integrated system for IBM PC compatibles. Behavior Research Methods, Instruments, and Computers, 20, 206-217.

Schweickert, R. (1993). A multinominal processing tree model for degradation and redintegration in immediate recall. Memory and Cognition, 21, 168-175.

Schweickert, R., Guentert, L., & Hersberger, L. (1990). Phonological similarity, pronunciation rate, and memory span. Psychological Science, 1, 74-77.

Schweickert, R., Hayt, C., Hersberger, L., & Guentert, L. (1996). How many words can be held in working memory? A model and a method. In S. Gathercole (Ed.), Models of short-term memory (pp. 267-293). East Sussex, UK: LEA.

Serra, M., Nairne, J. S. (1993). Design controversies and the generation effect: support for an item-order hypothesis. Memory and Cognition, 21, 34-40.

Sperling, G., & Speelman, R. G. (1970). Acoustic similarity and auditory short-term memory. In D. A. Norman (Ed.), Models of human memory (pp.151-202). New York: Academic Press.

Tehan, G., & Humphreys, M. S. (1995). Transient phonemic codes and immunity to



proactive interference. Memory and Cognition, 23, 181-191.

Watkins, M. J., & Watkins, O. C. (1977). Serial recall and the modality effect: effects of word frequency. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 3, 712-718.

Whiteman, H. L., Nairne, J. S., & Serra, M. (1994). Recognition and recall-like processes in the long-term reconstruction of order. Memory, 2, 275-294.

Table 1

Experiment 1: Mean Number of Content, Order Errors, and Mean Proportion of Order Errors per List as a Function of Similarity and Viewing Condition

Conditions	List type	
	Similar	Dissimilar
Item error		
Quiet	1.007 (0.459) <sup>a</sup>	1.924 (0.676)
Suppression	1.986 (0.721)	3.281 (0.843)
Order error		
Quiet	0.837 (0.434)	0.590 (0.333)
Suppression	1.056 (0.401)	0.674 (0.374)
Proportion of order errors (Method 1)		
Quiet	0.142 (0.076)	0.120 (0.071)
Suppression	0.213 (0.085)	0.188 (0.106)
Proportion of order errors (Method 2)		
Quiet	0.168 (0.095)	0.137 (0.081)
Suppression	0.239 (0.095)	0.207 (0.116)

<sup>a</sup> Standard deviations are given in parentheses.

Table 2

Experiment 2: Mean Number of Content, Order Errors, and Mean Proportion of Order Errors per List as a Function of Similarity and Viewing Condition

Conditions	List type	
	Similar	Dissimilar
Item error		
Quiet	1.438 (0.728) <sup>a</sup>	1.989 (1.125)
Suppression	2.193 (1.003)	3.354 (1.161)
Order error		
Quiet	1.098 (0.555)	0.699 (0.448)
Suppression	1.161 (0.608)	0.711 (0.461)
Proportion of order errors (Method 1)		
Quiet	0.203 (0.103)	0.153 (0.117)
Suppression	0.247 (0.134)	0.227 (0.186)
Proportion of order errors (Method 2)		
Quiet	0.232 (0.117)	0.182 (0.130)
Suppression	0.280 (0.151)	0.263 (0.203)

<sup>a</sup> Standard deviations are given in parentheses.

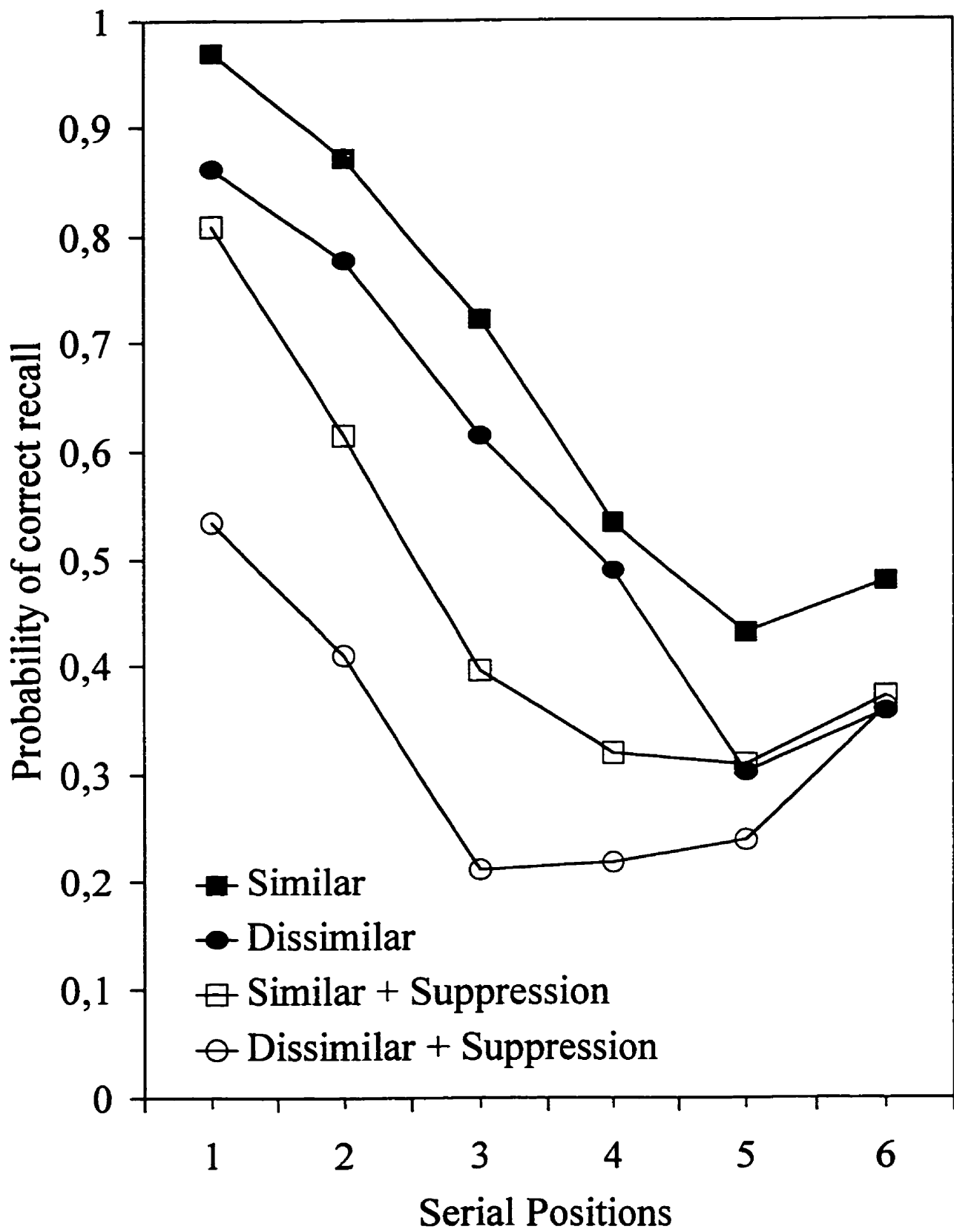
Figure Captions

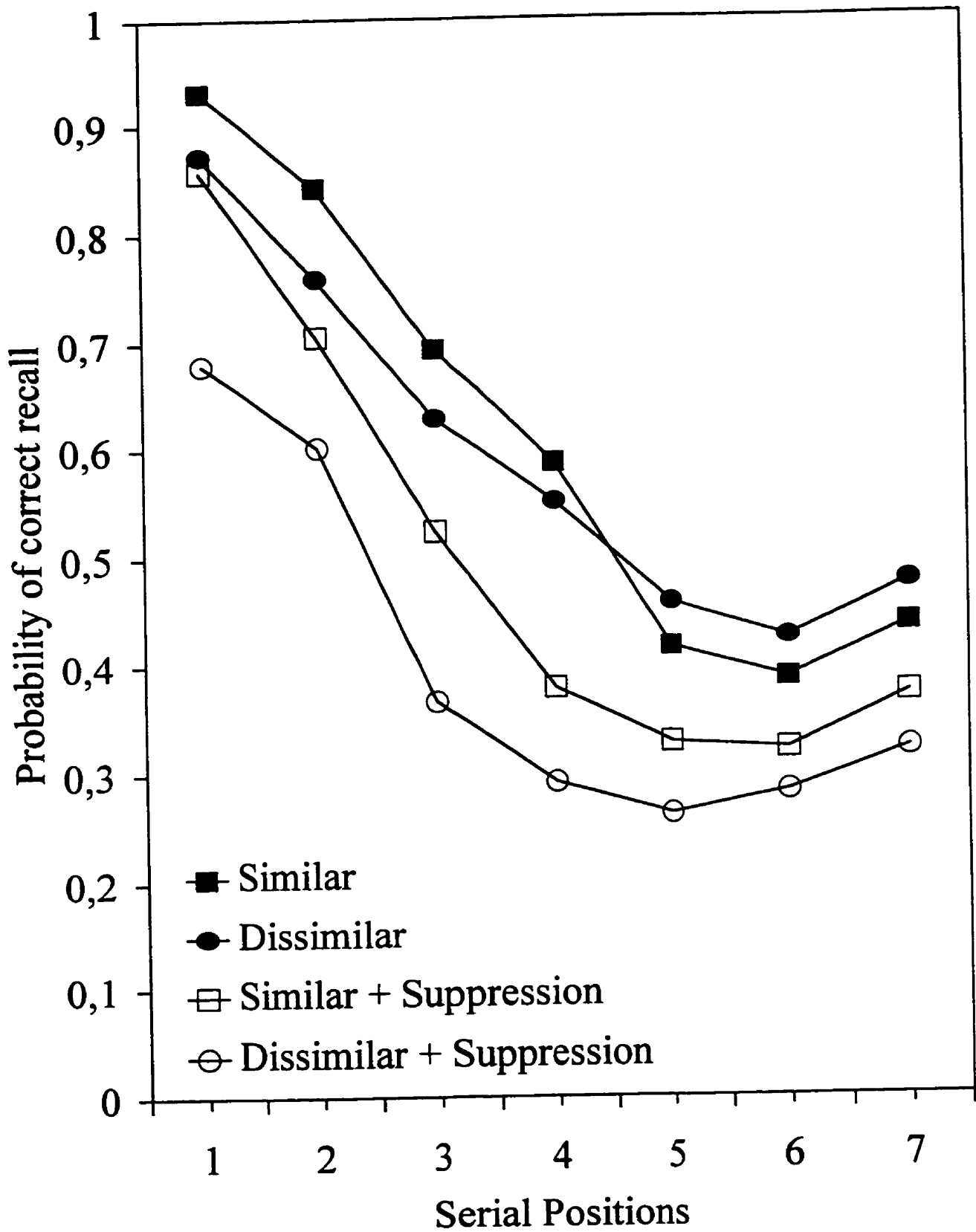
Figure 1. Experiment 1: Mean probability of correct recall with a strict serial recall criterion as a function of similarity, articulatory suppression, and serial position.

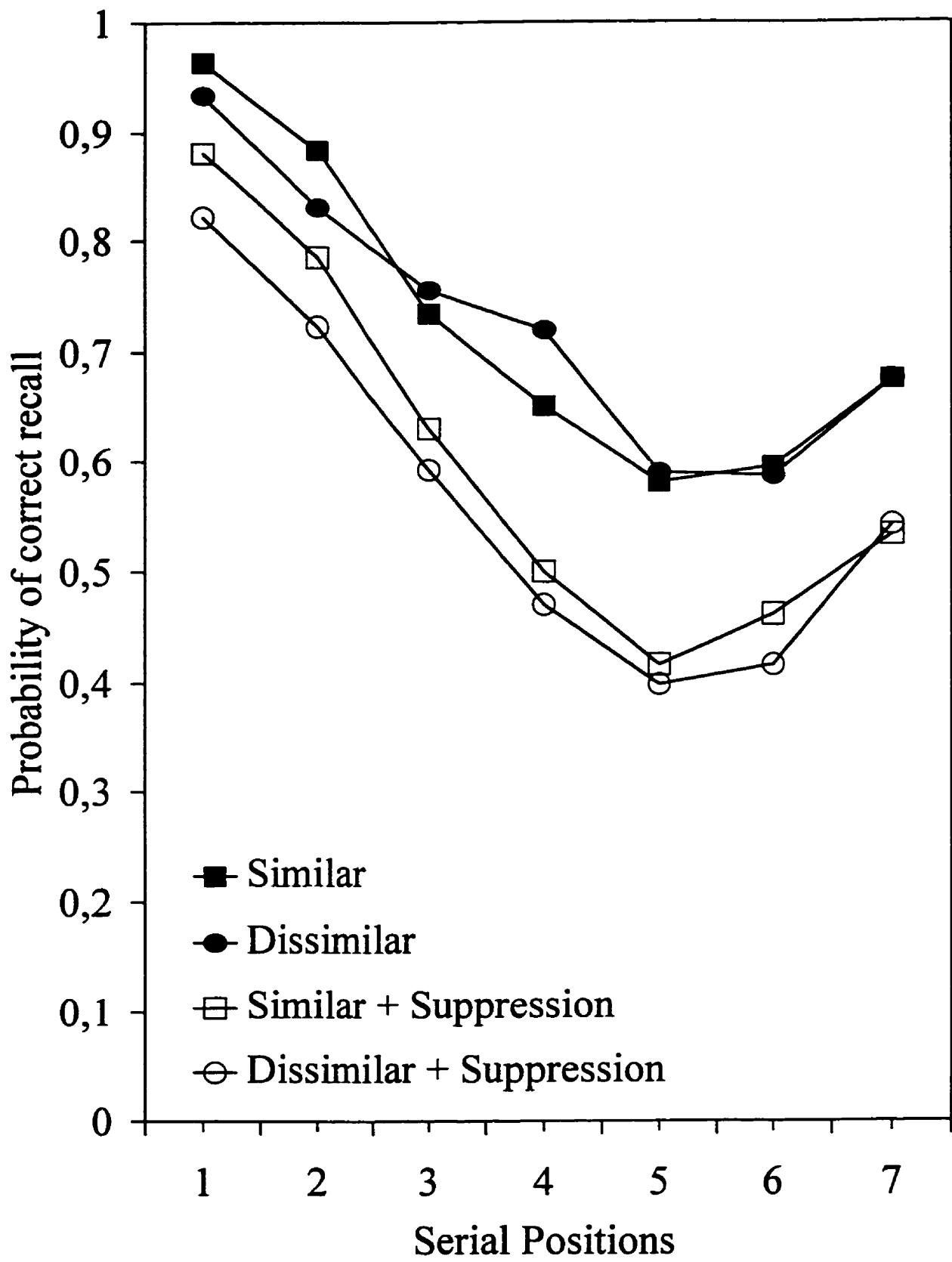
Figure 2. Experiment 2: Mean probability of correct recall with a strict serial recall criterion as a function of similarity, articulatory suppression, and serial position.

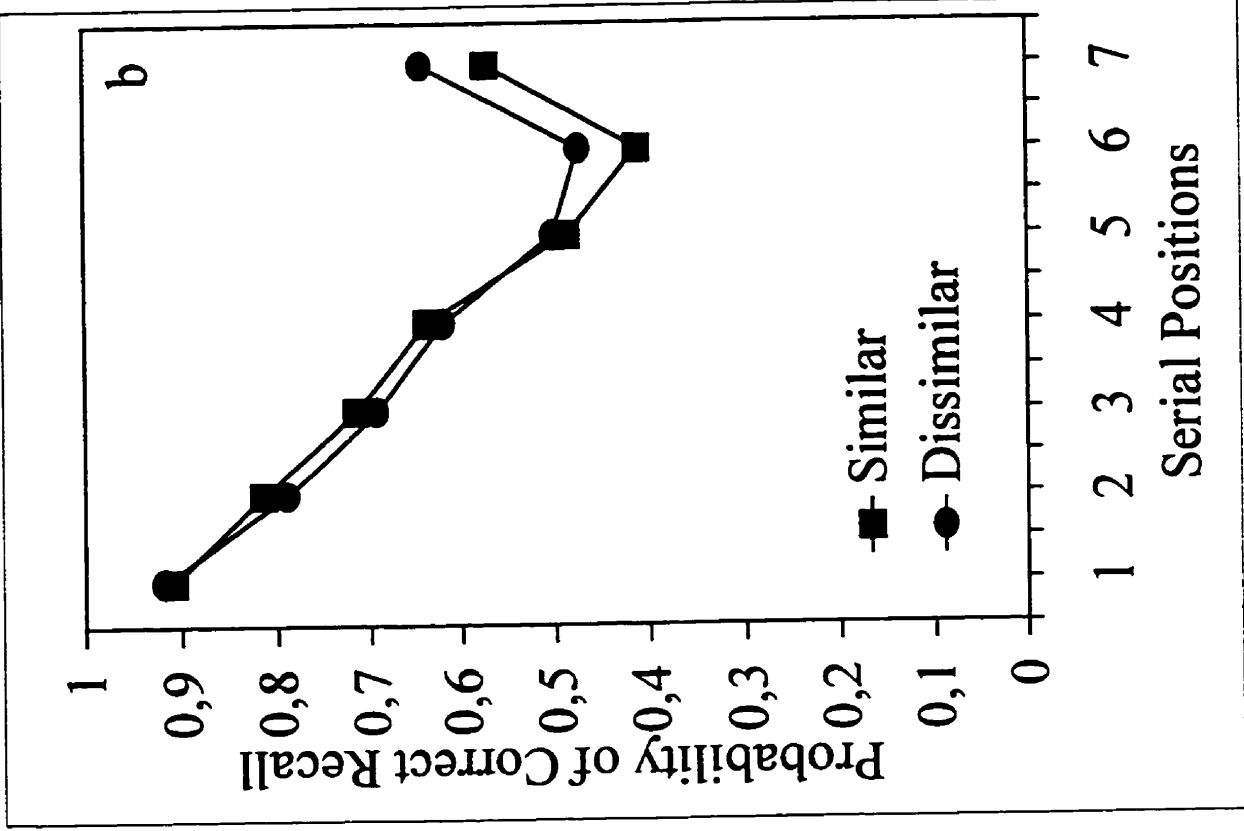
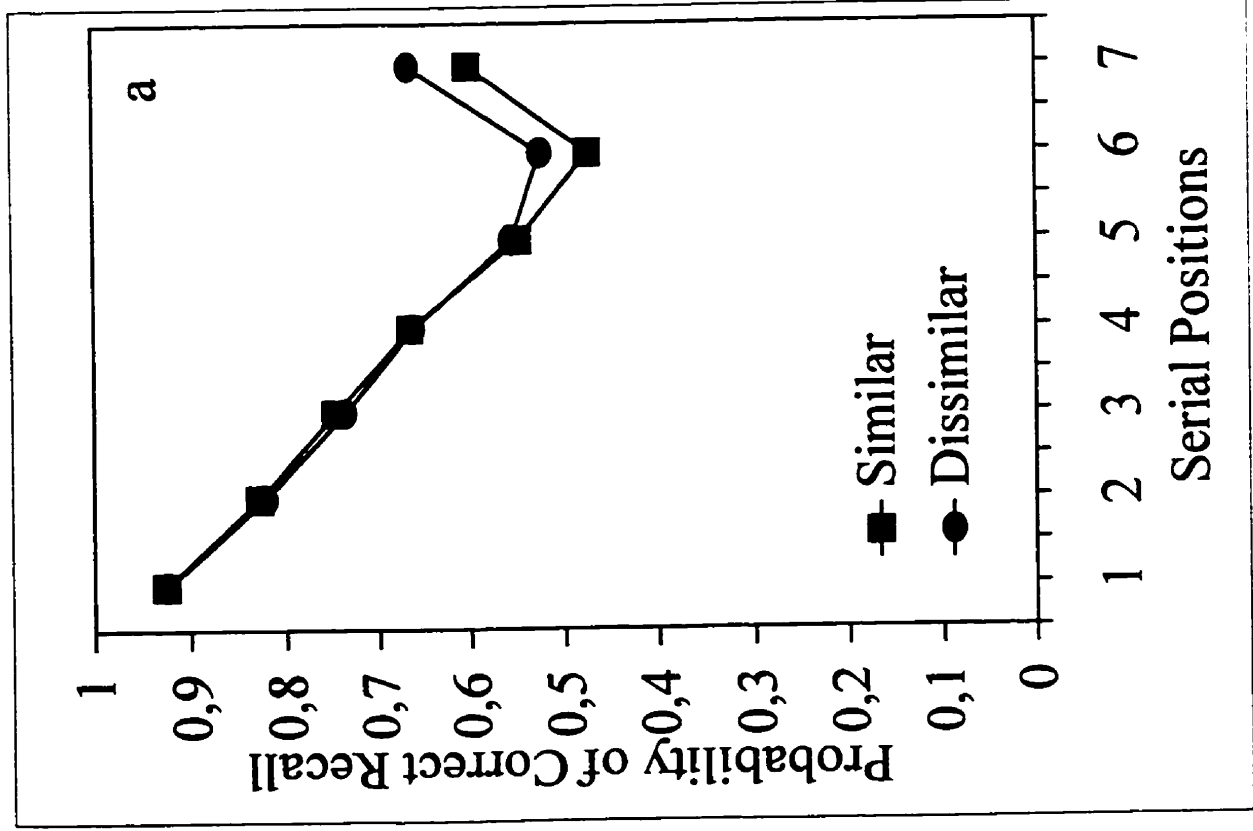
Figure 3. Experiment 3: Mean probability of correct recall with a strict serial recall criterion as a function of similarity, articulatory suppression, and serial position.

Figure 4. Experiment 4: Mean probability of correct recall with a strict serial recall criterion as a function of similarity and serial position, with a within-subjects design (panel A) and a between-subjects design (panel B).











Appendix A

Similar Lists Used in Experiment 1

---

pomme	chandail	piano	couteau	hockey	hibou
[apple]	[sweater]	[piano]	[knife]	[hockey]	[owl]
raisin	soulier	trompette	fusil	soccer	faucon
[grape]	[shoe]	[trumpet]	[shotgun]	[soccer]	[falcon]
banane	chemise	violon	poignard	patin	corbeau
[banana]	[shirt]	[violin]	[dagger]	[skating]	[raven]
melon	manteau	guitare	pistolet	baseball	vautour
[melon]	[coat]	[guitar]	[gun]	[baseball]	[vulture]
bleuet	pantalon	tambour	canon	tennis	harfang
[blueberry]	[pant]	[drum]	[cannon]	[tennis]	[white owl]
orange	jupe	flûte	épée	plongeon	corneille
[orange]	[skirt]	[flute]	[sword]	[diving]	[crow]

---

divan	mouche	professeur	acier	carotte	coyote
[divan]	[fly]	[teacher]	[steel]	[carrot]	[coyote]
chaise	abeille	dentiste	cuiivre	oignon	chevreuil
[chair]	[bee]	[dentist]	[copper]	[onion]	[roe deer]
bahut	papillon	juge	étain	navet	renard
[chest]	[butterfly]	[judge]	[pewter]	[turnip]	[fox]
table	guêpe	banquier	bronze	céleri	lièvre
[table]	[wasp]	[banker]	[bronze]	[celery]	[hare]
sofa	cigale	médecin	nickel	patate	moufette
[sofa]	[cicada]	[doctor]	[nickel]	[potato]	[skunk]
commode	criquet	avocat	argent	laitue	taupe
[dresser]	[locust]	[lawyer]	[silver]	[lettuce]	[mole]

---

Appendix A (continued)

Similar Lists Used in Experiment 1

---

tulipe	saumon	sapin	Japon	jambe	cognac
[tulip]	[salmon]	[fir]	[Japan]	[leg]	[cognac]
lilas	brochet	érable	Liban	thorax	vodka
[lilac]	[pike]	[maple]	[Lebanon]	[chest]	[vodka]
glaïeul	morue	bouleau	Pérou	mollet	whisky
[gladiolus]	[cod]	[birch]	[Peru]	[calf]	[whisky]
jonquille	doré	chêne	Brésil	orteil	bière
[jonquil]	[yellow pike]	[oak]	[Brazil]	[toe]	[beer]
oeillet	truite	mélèze	Maroc	épaule	rhum
[carnation]	[trout]	[larch]	[Morocco]	[shoulder]	[rum]
rose	hareng	cèdre	Cuba	talon	champagne
[rose]	[herring]	[cedar]	[Cuba]	[heel]	[champagne]

---

cheval	ouragan	Rivard	pluton	voiture	gâteau
[horse]	[hurricane]	[singer]	[pluto]	[car]	[cake]
taureau	tornade	Lavoie	vénus	avion	tarte
[bull]	[tornado]	[singer]	[venus]	[airplane]	[pie]
chèvre	cyclone	Vigneault	mercure	taxi	muffin
[goat]	[cyclone]	[singer]	[mercury]	[taxi]	[muffin]
jument	typhon	Séguin	jupiter	métro	biscuit
[mare]	[typhoon]	[singer]	[jupiter]	[subway]	[cookie]
cochon	tempête	Leclerc	mars	bicycle	chausson
[pig]	[storm]	[singer]	[mars]	[bicycle]	[turnover]
vache	blizzard	Dubois	saturne	autobus	sorbet
[cow]	[blizzard]	[singer]	[saturn]	[bus]	[sorbet]

---

## Appendix B

Similar Lists Used in Experiments 2 and 3

carotte	voiture	père	pluton	sapin	couteau	mouche
[carrot]	[car]	[father]	[pluto]	[fir]	[knife]	[fly]
oignon	tramway	cousin	vénus	érable	revolver	abeille
[onion]	[tramcar]	[cousin]	[venus]	[maple]	[revolver]	[bee]
navet	avion	oncle	mercure	bouleau	fusil	papillon
[turnip]	[airplane]	[uncle]	[mercury]	[birch]	[shotgun]	[butterfly]
céleri	taxi	mari	soleil	épinette	poignard	guêpe
[celery]	[taxi]	[husband]	[sun]	[spruce]	[dagger]	[wasp]
patate	métro	enfant	jupiter	chêne	pistolet	cigale
[potato]	[subway]	[child]	[jupiter]	[oak]	[gun]	[cicada]
piment	bicycle	neveu	mars	mélèze	canon	criquet
[pepper]	[bicycle]	[nephew]	[mars]	[larch]	[cannon]	[locust]
laitue	autobus	gendre	saturne	cèdre	épée	moustique
[lettuce]	[bus]	[son-in-law]	[saturn]	[cedar]	[sword]	[mosquito]
hockey	Sophie	gâteau	hibou	Japon	acier	jambe
[hockey]	[lady name]	[cake]	[owl]	[Japan]	[steel]	[leg]
soccer	Chantal	tarte	faucon	Liban	cuiivre	thorax
[soccer]	[lady name]	[pie]	[falcon]	[Lebanon]	[copper]	[chest]
patin	Josée	muffin	corbeau	Pérou	étain	mollet
[skating]	[lady name]	[muffin]	[raven]	[Peru]	[pewter]	[calf]
baseball	Édith	biscuit	vautour	Brésil	bronze	orteil
[baseball]	[lady name]	[cookie]	[vulture]	[Brazil]	[bronze]	[toe]
tennis	Carole	pudding	condor	Maroc	aluminium	épaule
[tennis]	[lady name]	[pudding]	[condor]	[Morocco]	[aluminium]	[shoulder]
plongeon	Rachel	chausson	harfang	Cuba	nickel	talon
[diving]	[lady name]	[turnover]	[white owl]	[Cuba]	[nickel]	[heel]
badminton	Sonia	sorbet	comeille	Égypte	argent	cheville
[badminton]	[lady name]	[sorbet]	[crow]	[Egypt]	[silver]	[ankle]

Appendix A (continued)

Similar Lists Used in Experiments 2 and 3

---

cheval	piano	professeur	ouragan	divan	laine	saumon
[horse]	[piano]	[teacher]	[hurricane]	[divan]	[wool]	[salmon]
taureau	trompette	dentiste	tornade	chaise	dentelle	brochet
[bull]	[trumpet]	[dentist]	[tornado]	[chair]	[lace]	[pike]
chèvre	violon	jugé	cyclone	bahut	velours	morue
[goat]	[violin]	[judge]	[cyclone]	[chest]	[velvet]	[cod]
lapin	guitare	marchand	typhon	table	coton	doré
[rabbit]	[guitar]	[tradesman]	[typhoon]	[table]	[cotton]	[yellow pike]
cochon	tambour	banquier	tempête	buffet	satin	truite
[pig]	[drum]	[banker]	[storm]	[buffet]	[satin]	[trout]
jument	hautbois	médecin	tonnerre	sofa	corduroy	hareng
[mare]	[oboe]	[doctor]	[thunder]	[sofa]	[corduroy]	[herring]
vache	flûte	avocat	blizzard	commode	ratine	requin
[cow]	[flute]	[lawyer]	[blizzard]	[dresser]	[ratine]	[shark]

---

Rivard	pomme	cognac	hôtel	coyote	soulier	tulipe
[singer]	[apple]	[cognac]	[hotel]	[coyote]	[shoe]	[tulip]
Lavoie	raisin	vodka	maison	chevreuil	chandail	lilas
[singer]	[grape]	[vodka]	[house]	[roe deer]	[sweater]	[lilac]
Vigneault	banane	whisky	igloo	renard	chemise	iris
[singer]	[banana]	[whisky]	[igloo]	[fox]	[shirt]	[iris]
Séguin	melon	porto	manoir	lièvre	manteau	glaïeul
[singer]	[melon]	[port]	[mansion]	[hare]	[coat]	[gladiolus]
Piché	kiwi	bière	château	moufette	pantalon	jonquille
[singer]	[kiwi]	[beer]	[castle]	[skunk]	[pant]	[jonquil]
Leclerc	bleuet	rhum	duplex	souris	jupe	oeillet
[singer]	[blueberry]	[rum]	[duplex]	[mouse]	[skirt]	[carnation]
Dubois	orange	champagne	chalet	taupe	gilet	rose
[singer]	[orange]	[champagne]	[chalet]	[mole]	[jacket]	[rose]

---

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Les résultats des présents travaux portant sur la contribution des connaissances à long terme au rappel de l'ordre et des items, dans un paradigme de rappel sériel immédiat, sont clairs et cohérents. Plus particulièrement, chacune des trois études de cette thèse traite de l'influence d'un facteur de mémoire à long terme. Les effets de la lexicalité sont examinés dans le cadre de la première étude. L'examen s'étend ensuite à une autre variable typique de mémoire à long terme, la fréquence. Finalement, la question de la catégorie sémantique est abordée. En fait, il s'agit du premier examen systématique de l'influence des facteurs de mémoire à long terme sur les deux dimensions fondamentales de la performance en rappel sériel immédiat: l'ordre et les items.

Les trois facteurs de mémoire à long terme affectent le rappel des items. Ainsi, le rappel des items est supérieur pour les mots par rapport aux non-mots, pour les mots plus fréquents et pour les mots provenant de listes où tous les items sont tirés de la même catégorie sémantique. En ce qui a trait à l'ordre, avec une mesure adéquate, comme les proportions d'erreurs d'ordre, les résultats indiquent que la fréquence et la similarité sémantique seraient sans effet sur le rappel de ce type d'information, alors que la lexicalité produit un effet, avec un meilleur rappel de l'ordre pour les non-mots.

De plus, chaque facteur de mémoire à long terme est étudié conjointement avec un facteur typique de mémoire de travail soit, la suppression articulatoire ou la similarité phonologique. Les résultats indiquent que la suppression entrave le rappel de l'ordre et des items (voir aussi, Poirier et Saint-Aubin, 1995). La similarité phonologique entrave elle aussi le rappel de l'ordre, mais elle serait sans effet sur le rappel des items. Ce patron de résultats est similaire à celui rapporté précédemment (Baddeley, 1966; Coltheart, 1993; Watkins et coll., 1974). L'étude conjointe des facteurs de mémoire à long terme avec les facteurs de mémoire de travail permet également l'examen des interactions entre ces deux ensembles de facteurs. De façon générale, peu d'interactions apparaissent. La lexicalité et la similarité sémantiquement produisent le même patron de

résultats avec et sans suppression articulatoire. Ceci est vrai à la fois pour le rappel de l'ordre et celui des items. De même, pour la fréquence qui est étudiée conjointement avec la similarité phonologique, les mêmes effets sont observés pour les listes phonologiquement similaires et dissemblables.

Enfin, l'effet des facteurs de mémoire à long terme ne dépendrait pas du devis utilisé, comme c'est le cas pour certains effets dans d'autres paradigmes de rappel ordonné à court terme (Greene, 1996). Ainsi, les effets de la fréquence sur l'ordre et les items et ceux de la similarité sémantique sur l'ordre sont examinés avec un devis à mesures répétées, ainsi qu'un devis inter-sujets. Le même patron de résultats est rapporté avec les deux devis.

### Hypothèse de récupération

L'ensemble des résultats s'interprètent facilement à la lumière de l'hypothèse de récupération développée dans cette thèse. De façon générale, l'hypothèse de récupération propose que la présentation des items entraîne le développement de représentations phonologiques qui se dégradent rapidement. Au rappel, les représentations phonologiques devraient être reconstruites avant d'être rappelées. Pour ce faire, les représentations phonologiques dégradées serviraient d'indices de récupération afin d'échantillonner la représentation à long terme appropriée. L'efficacité de ce processus de récupération serait influencée par deux facteurs: la dégradation des représentations phonologiques et l'accessibilité des représentations à long terme. Ainsi, plus les représentations phonologiques sont dégradées, plus il est probable qu'aucune représentation à long terme ne soit échantillonnée. À l'inverse, plus les représentations à long terme sont accessibles, meilleures sont les chances qu'un item soit rappelé.

Selon cette proposition, l'échec du processus de récupération se solderait pas une erreur d'item: aucune représentation à long terme ne serait échantillonnée à partir d'une

représentation phonologique dégradée. Les erreurs d'ordre sont également une conséquence du processus de récupération. Plus précisément, les représentations phonologiques se composeraient de deux types de caractéristiques: des caractéristiques uniques et des caractéristiques communes. Au rappel, les représentations phonologiques seraient considérées dans l'ordre de présentation. Cependant, la représentation à long terme échantillonnée n'est pas nécessairement la bonne. Ainsi, au moment du rappel, si une représentation phonologique contient surtout des caractéristiques communes, la représentation à long terme d'un autre item de la liste partageant ces caractéristiques pourra être rappelée par erreur. Deux facteurs influencent la probabilité de commettre une erreur d'ordre. Premièrement, plus les items d'une liste partagent de caractéristiques phonologiques, plus la probabilité de commettre des erreurs d'ordre sera élevée. Deuxièmement, une plus grande dégradation des représentations phonologiques devrait entraîner une plus grande probabilité de perdre des caractéristiques uniques ainsi que des caractéristiques communes et par conséquent plus d'erreurs d'ordre.

Cette architecture permet de rendre compte de l'ensemble des résultats empiriques obtenus dans cette thèse. Les facteurs de mémoire à long terme, feraient varier l'accessibilité des représentations à long terme. À ce titre, tous les facteurs de mémoire à long terme étudiés ici devraient influencer le rappel des items. Les résultats sont conformes aux prédictions. Le meilleur rappel des mots par rapport aux non-mots serait attribuable à la quasi absence de représentations à long terme utilisables par le processus de récupération pour les non-mots (Hulme et coll., 1991, 1995; Schweickert, 1993). De la même manière, le meilleur rappel des mots fréquents par rapport aux mots rares, ainsi que celui des mots issus de listes sémantiquement similaires par rapport aux listes sémantiquement dissemblables s'expliquerait par une plus grande accessibilité des représentations à long terme pour les mots fréquents et sémantiquement similaires (Hulme et coll., 1997; Poirier et Saint-Aubin, 1995; Roodenrys et coll., 1994).

En ce qui a trait à l'ordre, la fréquence et la similarité sémantique seraient sans



effet, parce que ces facteurs n'affecteraient aucun des deux éléments associés au rappel de l'ordre. Ainsi, le nombre de caractéristiques phonologiques que partagent les items d'une liste et le nombre caractéristiques phonologiques uniques restantes au moment du rappel seraient les mêmes, peu importe la fréquence des items ou leur niveau de similarité sémantique. À l'opposé, la lexicalité influencerait le rappel de l'ordre avec une proportion d'erreurs d'ordre plus faible pour les non-mots. En raison de leur très faible ressemblance avec des mots, les non-mots ne bénéficieraient à toutes fins utiles d'aucune représentation à long terme suffisante pour supporter les processus de récupération. Or, les erreurs d'ordre sont tributaires du processus de récupération.

L'hypothèse de récupération est également à même de rendre compte de l'influence de la similarité phonologique et de la suppression articulatoire sur le rappel de l'ordre et des items. Le moins bon rappel de l'ordre pour les listes phonologiquement similaires serait attribuable au plus grand nombre de caractéristiques phonologiques que partagent les items à rappeler. Cependant, ce partage de caractéristiques ne modifierait pas l'efficacité des processus de récupération. Par conséquent, la similarité serait sans effet sur le rappel des items. Par ailleurs, la réalisation d'une tâche de suppression articulatoire simultanément à la tâche de rappel sériel immédiat, entraînerait une plus grande dégradation des représentations phonologiques (Baddeley, 1990; Nairne, 1990a). Or, les représentations phonologiques sont à la base des processus de récupération. Par conséquent, davantage d'erreurs d'items sont attendues. De plus, en augmentant la dégradation des représentations phonologiques, la suppression articulatoire diminuerait le nombre de caractéristiques uniques associées à chaque item. Avec moins de caractéristiques uniques, la probabilité serait plus élevée de commettre une erreur d'ordre. En somme, l'hypothèse de récupération est à même de rendre compte de l'influence sur le rappel de l'ordre et des items, de tous les facteurs de mémoire à court et à long terme examinés ici.

### Développements ultérieurs

Afin de rendre compte de l'ensemble des facteurs de mémoire à court et à long terme étudiés dans cette thèse, l'hypothèse de récupération postule essentiellement deux choses: (1) la présentation des items entraînerait le développement de représentations phonologiques qui se dégradent rapidement et (2) des processus de récupération doivent être invoqués pour rappeler les traces dégradées. Les processus de récupération seraient responsables de l'essentiel des effets observés sur le rappel de l'ordre et des items, et ce, aussi bien en ce qui a trait aux facteurs traditionnellement associés à la mémoire à court terme, qu'à la mémoire à long terme. Dans ce contexte, l'utilité d'un système dédié de mémoire qui serait responsable de la performance aux tâches de rappel ordonné à court terme semble plus incertaine.

En fait, les premières hypothèses de reconstruction développées afin de rendre compte de l'influence des connaissances à long terme sur la performance en rappel sériel immédiat se voulaient d'abord un complément à la mémoire de travail (Hulme et coll., 1991; Schweickert et coll., 1990). Cependant, au cours de l'évolution des hypothèses de reconstruction et de l'hypothèse de récupération développée ici, les effets empiriques associés aussi bien à la mémoire à court qu'à long terme ont été de plus en plus attribués aux processus de récupération. Par conséquent, le rôle et la nécessité d'un système de mémoire de travail se sont estompés progressivement. En fait, la majeure partie des éléments centraux d'un modèle de mémoire de travail verbale comme celui de Baddeley et Hitch (1974; Baddeley, 1990) ne sont pas intégrés à l'hypothèse de récupération. Il s'agit notamment de l'oubli par estompage, de l'autorépétition, de la distinction entre la boucle articulatoire et le registre phonologique, etc.

Une application stricte du critère de parcimonie pourrait suggérer l'abandon d'un système dédié de mémoire de travail. En fait, il suffirait de postuler que l'information nouvellement présentée est représentée sous forme épisodique (voir aussi Jones et coll.,

1996). Les représentations phonologiques seraient le mode dominant de représentation durant les premiers instants. Ces représentations phonologiques se dégraderaient rapidement et devraient être reconstruites au moment du rappel. Cependant, une proposition aussi forte que celle d'abandonner le concept de mémoire de travail nécessite un examen empirique plus approfondi. En outre, il est nécessaire de vérifier si l'hypothèse de récupération est à même de rendre compte de d'autres effets typiques du rappel ordonné à court terme, dont peut rendre compte un modèle de mémoire de travail comme celui de Baddeley et Hitch (1974; Baddeley, 1990).

Certains travaux suggèrent qu'il est possible de rendre compte de phénomènes empiriques dont peuvent rendre compte les modèles de mémoire de travail, sans postuler l'existence d'un tel système. C'est le cas notamment de l'effet des stimuli sonores non pertinents. Lorsque les sujets effectuent une tâche de rappel ordonné à court terme, la performance au rappel est entravée si des stimuli sonores non pertinents, comme des mots ou des sons, sont présentés simultanément (Jones et coll., 1996). Cette diminution de la performance à la tâche de rappel ordonné à court terme est observée, même si les sujets sont avertis de pas porter attention à ces stimuli. Bien qu'à l'origine l'interprétation de cet effet faisait appel à un système dédié de mémoire de travail (Baddeley, 1990; Salamé et Baddeley, 1982), récemment, différentes hypothèses ont été proposées afin de rendre compte de cet effet, sans faire appel à un système de mémoire de travail. Il s'agit notamment du modèle O-OER de Jones (1993; Jones et coll., 1996) et de l'hypothèse de distinction temporelle (en anglais, *temporal distinctiveness theory*) adaptée à cet effet empirique par LeCompte (1996; LeCompte, Neely et Wilson, 1997). Dans le cadre de l'hypothèse de récupération, cet effet pourrait se modéliser en suggérant par exemple, que les stimuli sonores non pertinents modifient la composition des représentations phonologiques, en ajoutant des caractéristiques communes parce que les stimuli sonores non pertinents sont les mêmes pour tous les items à rappeler (Neath, Surprenant et LeCompte, 1996) ou en proposant qu'ils interfèrent avec les processus de récupération (LeCompte, 1996; LeCompte et coll., 1997). Un examen empirique systématique serait

nécessaire afin d'évaluer la capacité de l'hypothèse de récupération à rendre compte de l'effet des stimuli sonores non pertinents et des autres phénomènes empiriques dont rendent compte les modèles de mémoire de travail. Cependant, l'exemple des stimuli sonores non pertinents suggère qu'une telle démarche pourrait être fructueuse.

Outre l'élargissement, à d'autres effets typiques de mémoire de travail, d'une version simple de l'hypothèse de récupération qui ne postule pas la présence d'une mémoire de travail, une autre avenue de développement émerge. Il s'agit plus particulièrement de la modélisation du rappel de l'ordre. Dans sa forme actuelle, l'hypothèse de récupération rend bien compte de l'effet des facteurs de mémoire à court et à long terme sur le rappel de l'ordre. Il serait pertinent de proposer une modélisation plus précise du rappel de l'ordre, afin de rendre compte de façon plus détaillée du patron d'erreurs d'ordre observé. En effet, dans sa forme actuelle, l'hypothèse de récupération ne peut rendre compte ni de la forme de la courbe de positions sérielles, ni des gradients d'incertitude: la probabilité de rappeler un item est plus élevée à la position où l'item a été présenté et décline graduellement, à mesure que la distance entre une position sérielle et la position réelle de l'item dans la liste augmente (voir Estes, 1972; Nairne, 1992).

La précision du mécanisme de dégradation des représentations phonologiques semble une voie possible pour produire des patrons d'erreurs d'ordre qui tiennent compte de la position de l'item dans la liste. Ainsi, le modèle des caractéristiques de Nairne (1990a; Neath et Nairne, 1995) propose que les représentations en mémoire primaire l'analogue des représentations phonologiques ici subissent de l'interférence rétroactive. La dégradation des items à reconstruire n'est donc pas uniforme pour tous les éléments d'une liste, mais varie en fonction des positions sérielles. Un tel processus d'oubli, jumelé avec des processus de récupération, s'est avéré capable de produire une courbe de positions sérielles. Cependant, le modèle des caractéristiques n'est pas à même de produire les gradients d'incertitude typiques en rappel sériel immédiat. Une autre possibilité serait simplement d'abandonner le postulat de l'hypothèse de récupération à

l'effet que les représentations phonologiques sont maintenues dans leur ordre de présentation jusqu'au rappel. Les représentations phonologiques seraient plutôt sujettes à de l'interférence de la part des représentations phonologiques adjacentes. Estes (1972) a mis de l'avant une telle proposition. Cet ajout à l'hypothèse de récupération serait à même de produire une courbe de positions sérielles de même que les gradients d'incertitude. Par ailleurs, le maintien des processus de reconstruction permettrait de préserver le pouvoir explicatif de l'hypothèse de récupération telle que présentée dans cette thèse. Des travaux empiriques supplémentaires seront nécessaires afin d'examiner si les facteurs de mémoire à court et à long terme produisent des gradients d'incertitude conformes aux prédictions d'une nouvelle version de l'hypothèse de récupération incluant un paramètre de perturbation des représentations phonologiques similaire, à celui proposé par Estes (1972).

En somme, dans sa forme actuelle, l'hypothèse de récupération est à même de rendre compte des effets sur le rappel de l'ordre et des items, de l'ensemble des facteurs de mémoire à court et à long terme examinés dans cette thèse. L'importance accordée aux processus de récupération pour rendre compte de ces effets permet de questionner la vision modulaire de la mémoire, avec un système de mémoire de travail sous-tendant la performance en rappel ordonné à court terme. Bien entendu, d'autres travaux avec des facteurs typiques de mémoire de travail comme les stimuli sonores non pertinents sont nécessaires à la poursuite de la réflexion en ce sens. Cependant, la modélisation de l'effet des stimuli sonores non pertinents, par des propositions qui n'incluent pas de mémoire de travail, souligne l'intérêt d'une telle démarche. D'autre part, l'hypothèse de récupération pourrait être bonifiée, afin de rendre compte plus précisément du rappel de l'ordre. Il semble que la précision du mécanisme de dégradation des représentations phonologiques serait une avenue prometteuse afin de produire la courbe de positions sérielles ou les gradients d'incertitude. L'hypothèse de récupération apparaît donc comme une formulation simple qui permet de rendre compte de plusieurs phénomènes empiriques et qui présente différentes avenues de développement possibles.

**RÉFÉRENCES DES SECTIONS**  
**INTRODUCTION ET CONCLUSION GÉNÉRALES**

Atkinson, R. C. et Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. Dans K. W. Spence (Ed.), The psychology of learning and motivation: advances in research and theory, Vol.2 (pp.89-195). New York: Academic Press.

Baddeley, A. D. (1966). Short-term memory for word sequences as a function of acoustic, semantic, and formal similarity. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 18A, 362-365.

Baddeley, A. D. (1986). Working memory. Oxford (UK): Oxford University Press.

Baddeley, A. D. (1990). Human memory: theory and practice. Needham Heights (MA): Allyn and Bacon.

Baddeley, A. D. (1992). Is working memory working? The fifteenth Bartlett lecture. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 44A, 1-31.

Baddeley, A. D. et Hitch, G. (1974). Working memory. Dans G. A. Bower (Ed.), The psychology of learning and motivation, Vol. 8 (pp.47-89). New York: Academic Press.

Baddeley, A. D., Lewis, V. J. et Vallar, G. (1984). Exploring the articulatory loop. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 36A, 233-252.

Baddeley, A. D., Thomson, N. et Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 14, 575-589.

Beaman, C. P. et Jones, D. M. (1997). Role of serial order in the irrelevant

speech effect: tests of the changing-state hypothesis. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 23, 459-471.

Besner, D., et Davelaar, E. (1982). Basic processes in reading: two phonological codes. Canadian Journal of Psychology, 36, 701-711.

Binet, A. (1903/1965). L'étude expérimentale de l'intelligence. Paris: CEPL.

Bjork, E. L. et Healy, A. F. (1974). Short-term order and item retention. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 1974, 80-97.

Brown, G. D. A. et Hulme, C. (1992). Cognitive psychology and second language processing: The role of short-term memory. Dans R. J. Harris (Ed.), Cognitive Processing in Bilinguals (pp. 105-122). North Holland: Elsevier Science Publishers.

Brown, G. D. A. et Hulme, C. (1995). Modeling item length effects in memory span: No rehearsal needed? Journal of Memory and Language, 34, 594-621.

Brown, G. D. A. et Hulme, C. (1996). Nonword repetition, STM, and word age-of-acquisition: A computational model. Dans S. E. Gathercole (Ed.), Models of short-term memory (pp.129-148). Hove (UK): Psychology Press.

Burgess, N. et Hitch, G. J. (1992). Toward a network model of the articulatory loop. Journal of Memory and Language, 31, 429-460.

Burgess, N. et Hitch, G. J. (1996). A connectionist model of STM for serial order. Dans S. E. Gathercole (Ed.), Models of short-term memory (pp.51-72). Hove (UK): Psychology Press.



Card, S. K. (1990). Models of working memory. Dans J. I. Elking, S. K. Card, J. Hochberg et B. M. Huey (Eds.), Human performance models for computer aided engineering (pp.203-214). San Diego (CA): Academic Press.

Coltheart, V. (1993). Effects of phonological similarity and concurrent irrelevant articulation on short-term-memory recall of repeated and novel word lists. Memory and Cognition, 21, 539-545.

Conrad, R. et Hull, A. J. (1964). Information, acoustic confusion and memory span. British Journal of Psychology, 55, 429-432.

Cowan, N. (1995). Attention and Memory An integrated framework. New York: Oxford University Press.

Crowder, R. G. (1979). Similarity and order in memory. Dans G. H. Bower (Ed.), The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory: Vol. 13 (pp. 319-353). New York: Academic Press.

Crowder, R. G. et Neath, I. (1991). The microscope methaphor in human memory. Dans W. E. Hockley et S. Lewandowsky (Eds.), Relating theory and data: Essays on human memory in honor of Bennet B. Murdock. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates.

Drewnowski, A. (1980). Attributes and properties in short-term recall: A new model of memory span. Journal of Experimental Psychology: General, 109, 208-250.

Ebbinghaus, H. (1885/1964). Memory: A contribution to experimental psychology. New York: Dover.

Engle, R. W., Nations, J. K. et Cantor, J. (1990). Is "working memory

capacity" just another name for word knowledge? Journal of Educational Psychology, 82, 799-804.

Greene, R. L. (1996). The influence of experimental designs: The example of the Brown-Peterson paradigm. Canadian Journal of Experimental Psychology, 50, 240-242.

Gregg, V. H., Freedman, C. M. et Smith, D. K. (1989). Word frequency, articulatory suppression and memory span. British Journal of Psychology, 80, 363-374.

Hebb, D. O. (1961). Distinctive features of learning in the higher animal. Dans J. F. Delafresnaye (Ed.), Brain mechanisms and learning (pp.37-46). London (UK): Oxford University Press.

Hulme, C., Maughan, S. et Brown, G. D. A. (1991). Memory for familiar and unfamiliar words: Evidence for a long-term memory contribution to short-term memory span. Journal of Memory and Language, 30, 685-701.

Hulme, C., Roodenrys, S., Brown, G. D. A. et Mercer, R. (1995). The role of long-term memory mechanisms in memory span. British Journal of Psychology, 86, 527-536.

Hulme, C., Roodenrys, S., Schweickert, R., Brown, G. D. A., Martin, S. et Stuart, G. (1997). Word frequency effects on short-term memory tasks: Evidence for a redintegration process in immediate serial recall. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 23, 1217-1232.

Jones, D. M. (1993). Objects, streams, and threads of auditory attention. Dans A. D. Baddeley (Ed.), Attention: selection, awareness, and control. A tribute to Donald Broadbent (pp.87-104). Oxford (UK): Oxford University Press.

Jones, D. M., Beaman, P. et Macken, W. J. (1996). The object-oriented episodic record model. Dans S. E. Gathercole (Ed.), Models of short-term memory (pp.209-237). Hove (UK): Psychology Press.

Jones, D. M. et Morris, N. (1992). Irrelevant speech and serial recall: Implications for theories of attention and working memory. Scandinavian Journal of Psychology, 33, 212-229.

Kausler, D. H. et Puckett, J. M. (1979). Effects of word frequency on adult age differences in word memory span. Experimental Aging Research, 5, 161-169.

Leahey, T. H. et Harris, R. J. (1997). Learning and cognition (4ième ed.). Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall.

LeCompte, D. C. (1994). Extending the irrelevant speech effect beyond serial recall. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 20, 1396-1408.

Lewandowsky, S., Li S.-C. (1994). Memory for serial order revisited. Psychological Review, 101, 539-543.

Lewandowsky, S. et Murdock, B. B. Jr. (1989). Memory for serial order. Psychological Review, 96, 25-37.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. Psychological Review, 63, 81-97.

Murdock, B. B. Jr. (1976). Item and order information in short-term serial memory. Journal of Experimental Psychology: General, 105, 191-216.

Murdock, B. B. Jr. (1996). Item, associative, and serial-order information in TODAM. Dans S. E. Gathercole (Ed.), Models of short-term memory (pp.239-266). Hove (UK): Psychology Press.

Murdock, B. B. Jr., et Vom Saal, W. (1967). Transpositions in short-term memory. Journal of Experimental Psychology, 74, 137-143.

Murray, D. J. (1967). The role of speech responses in short-term memory. Canadian Journal of Psychology, 21, 263-276.

Nairne, J. S. (1988). A framework for interpreting recency effects in immediate serial recall. Memory and Cognition, 16, 343-352.

Nairne, J. S. (1990a). A feature model of immediate memory. Memory and Cognition, 18, 251-269.

Nairne, J. S. (1990b). Similarity and long-term memory for order. Journal of Memory and Language, 29, 733-746.

Neath, I., & Nairne, J. S. (1995). Word-length effects in immediate memory: overwriting trace decay theory. Psychonomic Bulletin and Review, 2, 429-441.

Parkin, A. J. (1993). Memory: phenomena, experiment, and theory. Oxford (UK): Blackwell publishers.

Penney, C. G. (1989). Modality effects and the structure of short-term verbal memory. Memory and Cognition, 17, 398-422.

Poirier, M. et Saint-Aubin, J. (1995). Memory for related and unrelated words: further evidence on the influence of semantic factors in immediate serial recall.

Quarterly Journal of Experimental Psychology, 48A, 384-404.

Richard, P. A. (1993). Contribution de la mémoire à long terme lors du rappel sériel immédiat dans la perspective du modèle de Baddeley. Mémoire de maîtrise inédit, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, Canada.

Roodenrys, S., Hulme, C., Alban, J., Ellis, A. W. et Brown, G. D. A. (1994). Effects of word frequency and age of acquisition on short-term memory span. Memory and Cognition, 22, 695-701.

Schweickert, R. (1993). A multinomial processing tree model for degradation and redintegration in immediate recall. Memory and Cognition, 21, 168-175.

Schweickert, R. et Boruff, B. (1986). Short-term memory capacity: Magic number or magic spell? Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 12, 419-425.

Schweickert, R., Guentert, L. et Hersberger, L. (1990). Phonological similarity, pronunciation rate, and memory span. Psychological Science, 1, 74-77.

Schweickert, R., Hayt, C., Hersberger, L. et Guentert, L. (1996). How many words can be held in working memory? A model and a method. Dans S. Gathercole (Ed.), Models of short-term memory (pp. 267-293). East Sussex, UK: Lawrence Erlbaum.

Serra, M. et Nairne, J. S. (1993). Design controversies and the generation effect: Support for an item-order hypothesis. Memory and Cognition, 21, 34-40.

Sperling, G., & Spelman, R. G. (1970). Acoustic similarity and auditory short-term memory. Dans D. A. Norman (Ed.), Models of human memory (pp.151-202).

New York: Academic Press.

Tehan, G. et Humphreys, M. S. (1988). Articulatory loop explanations of memory span and pronunciation rate correspondences: A cautionary note. Bulletin of the Psychonomic Society, 26, 293-296.

Watkins, M. J. (1977). The intricacy of memory span. Memory and Cognition, 5, 529-534.

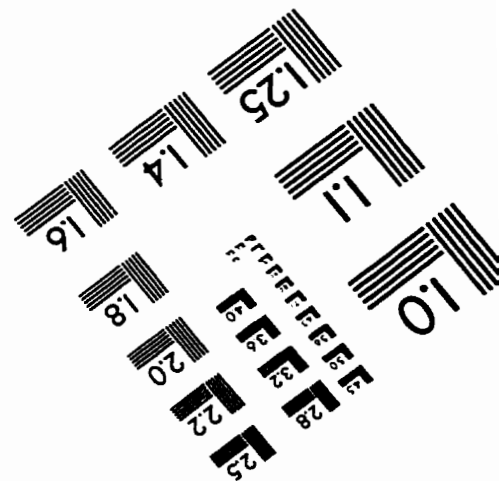
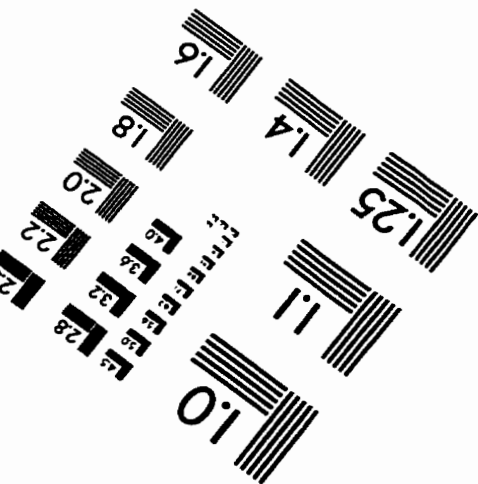
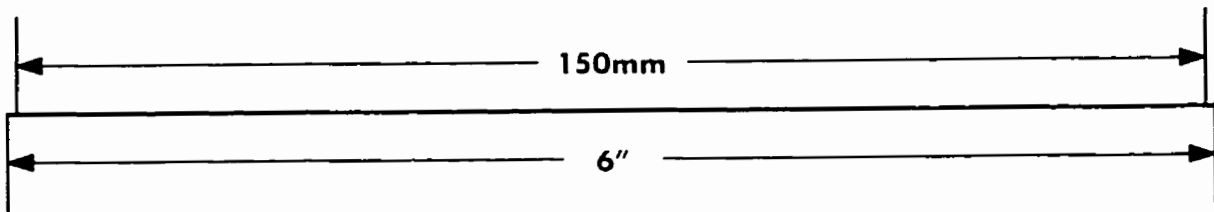
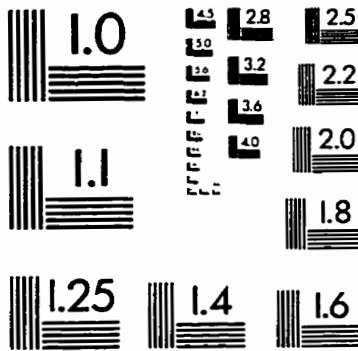
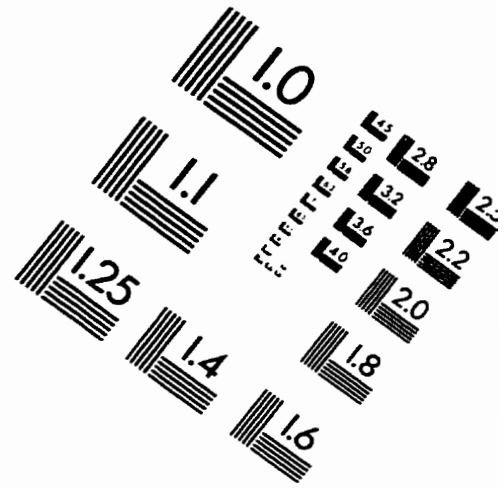
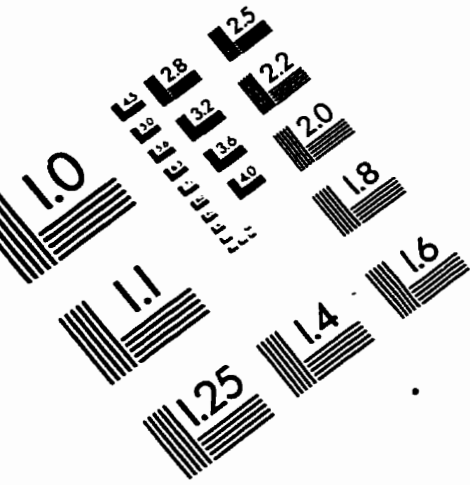
Watkins, O. C. et Watkins, M. J. (1977). Serial recall and the modality effect: Effects of word frequency. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 3, 712-718.

Watkins, M. J., Watkins, O. C. et Crowder, R. G. (1974). The modality effect in free and serial recall as a function of phonological similarity. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 13, 430-447.

Waugh, N. C. et Norman, D. A. (1965). Primary memory. Psychological review, 72, 89-104.

Young, R. K. (1985) Ebbinghaus: some consequences. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 11, 491-495.

# IMAGE EVALUATION TEST TARGET (QA-3)



APPLIED IMAGE, Inc  
1653 East Main Street  
Rochester, NY 14609 USA  
Phone: 716/482-0300  
Fax: 716/288-5989

© 1993, Applied Image, Inc., All Rights Reserved