



HAL
open science

Les mécanismes de maintien de l'information verbale en mémoire de travail

Gérôme Mora

► **To cite this version:**

Gérôme Mora. Les mécanismes de maintien de l'information verbale en mémoire de travail. Psychologie. Université de Bourgogne, 2011. Français. NNT : 2011DIJOL002 . tel-00648225

HAL Id: tel-00648225

<https://theses.hal.science/tel-00648225>

Submitted on 5 Dec 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



UNIVERSITE DE BOURGOGNE

UFR Sciences Humaines, Département de Psychologie

THÈSE

Pour obtenir le grade de

Docteur de l'Université de Bourgogne

Discipline : Psychologie

par

Gérôme Mora

09 septembre 2011

Les mécanismes de maintien de l'information verbale en mémoire de travail

Directeur de thèse

Pr. Valérie Camos

Jury :

Clelia Rossi-Arnaud, *Professeur Associé à l'Université de Rome*

Steve Majerus, *Chercheur Qualifié F.R.S. FNRS à l'Université de Liège*

Annie Vinter, *Professeur à l'Université de Bourgogne*

Klaus Oberauer, *Professeur à l'Université de Zurich*

Valérie Camos, *Professeur Ordinaire à l'Université de Fribourg*

Rapporteur

Rapporteur

Examineur

Examineur

Directeur de thèse

“ Whatever you do will be insignificant, but it is very important that you do it.”

Mahatma Gandhi

Remerciements

Je tiens à remercier tout ceux qui ressentent le besoin d'être remerciés ...

Remerciements (suite)

... Je ne pouvais décemment pas me contenter de si peu !

Donc tout d'abord, je tiens à remercier Clelia Rossi-Arnaud et Steve Majerus d'avoir accepté d'être les rapporteurs de mon travail de thèse, ainsi que Annie Winter et Klaus Oberauer d'avoir bien voulu participer à ma soutenance.

Ensuite, je remercie toutes les personnes sans qui mon travail n'aurait jamais pu aboutir, je veux bien entendu parler des personnes qui ont participé à mes expériences, les étudiants de l'Université de Bourgogne et de l'Université de Bristol, les enfants des écoles primaires bourguignonnes (Château de Pouilly, Jean Jaurès, La Nocle Maulaix, Luzy, Montchapet, Sennecey les Dijon, Turgot), ainsi que leurs parents, leurs instituteurs et les directeurs des écoles qui ont accepté de nous accueillir. Merci également aux étudiantes de Master 1 (Amandine, Anaïs, Aurélie, Christelle, Lucie, Marie-Aude, Mathilde, Maud, Mélanie et Nathalie) qui ont réalisé les passations de certaines expériences.

Je souhaite remercier les membres du département de psychologie de l'université de Bristol qui m'ont chaleureusement accueilli à plusieurs reprises au sein de leur laboratoire, je pense notamment à Klaus Oberauer, Simon Farrell et Chris Jarrold. Merci également à Tim, Helen et Kaz pour leur aide lors de la construction du matériel et de la mise en place de mes expériences. Je tiens également à remercier mes collègues du Laboratoire d'Etude de l'Apprentissage et du Développement que j'ai côtoyés tout au long de ma thèse. Un grand merci aux doctorants, post-doctorants et ingénieurs qui se sont succédés au laboratoire, je pense notamment à Olivier et Danilo, mais aussi Stéphane, Yannick, Lana, Milena et les autres. Avec eux, j'ai passé d'agréables moments qui m'ont divertis et m'ont enrichi personnellement. Je voudrais adresser un clin d'œil tout particulier à l'équipe de l'Expérimentarium, Candice et Lionel, mais aussi tous les autres doctorants. Cette expérience de vulgarisation m'a permis de prendre du recul sur ma thèse et aura à tout jamais une incidence sur mon travail futur. Merci également à mes relectrices et à l'arbre sacrifié pour cette thèse.

Bien entendu, je remercie ma directrice de thèse, Valérie Camos, pour m'avoir donné la chance de réaliser ce travail de thèse. Je peux dire en toute sincérité qu'elle a été une directrice de thèse exemplaire, dynamique, pleine d'entrain et toujours disponible. Elle m'a permis de rencontrer les plus grands noms du domaine de la mémoire de travail lors de nos déplacements dans les colloques internationaux. Ce fut très agréable de travailler à ses côtés ainsi qu'avec les autres membres de l'équipe TBRS (Evie, Vinciane, Prune, Sophie, Pierre, ...) avec qui nous avons passé de très bons moments aussi bien lors de nos réunions de travail que lors de nos escapades.

Pour finir, mes remerciements les plus chaleureux sont résolument réservés à celle qui a partagé mon bureau ces dernières années, et qui, malgré les tumultes quotidiens, est, et je l'espère restera pendant longtemps encore, ma grande amie. Lucie a toujours été là pour moi, c'est elle qui m'a donné le coup de pouce dont j'avais besoin lorsque j'étais bloqué dans la rédaction, elle qui m'a toujours encouragé et soutenu lorsque je n'y croyais plus et enfin c'est elle avec qui j'ai partagé tous ces moments de complicité et ces fous rires. Merci à toi grande sœur.

Table des matières

Introduction	1
Chapitre 1. Les mécanismes de maintien en mémoire de travail	3
1 Des mécanismes de maintien spécifiques	7
1.1 Le modèle à Composantes Multiples.....	7
1.1.1 Un modèle à trois composantes.....	7
1.1.2 Des mécanismes de maintien spécifiques aux domaines	8
1.2 Le modèle de la boucle phonologique	9
1.3 Preuves de l'implication de la boucle phonologique en MCT et en MDT	10
1.3.1 Le stockage phonologique.....	10
1.3.2 La répétition subvocale	13
1.3.3 Dissociation du stock phonologique et de la répétition subvocale	15
1.3.4 Recodage phonologique des informations présentées visuellement.....	16
1.4 Limitations du modèle de la boucle phonologique	17
1.4.1 Limitations des effets associés à la boucle phonologique	17
1.4.2 Des effets inexplicables par le modèle de la boucle phonologique	23
2 Un mécanisme de maintien général.....	27
2.1 Le modèle de Processus Emboîtés	28
2.2 Le modèle de Partage Temporel des Ressources (TBRS)	29
2.2.1 Les quatre principes fondateurs du modèle TBRS	29
2.2.2 La notion de charge cognitive.....	33
2.3 Preuves de l'implication du rafraîchissement attentionnel en MDT.....	34
3 Un mécanisme de maintien général et un mécanisme de maintien spécifique.....	37
3.1 Une adaptation du modèle à Composantes Multiples : le buffer épisodique	37
3.2 Le modèle d'Attention Contrôlée.....	39
3.3 Le modèle TBRS étendu.....	40
3.4 Preuves de l'implication de différents processus de maintien en MDT.....	41
3.4.1 Différentes stratégies de maintien	41
3.4.2 Dissociation neurophysiologique de la répétition et du rafraîchissement.....	43
3.4.3 Indépendance de la répétition et du rafraîchissement.....	43
3.4.4 Utilisation conjointe de la répétition et du rafraîchissement.....	45
3.5 Deux mécanismes de maintien : une évaluation du modèle TBRS étendu.....	48
3.5.1 Processus de maintien général et spécifique : quelle relation ?	49
3.5.2 Processus de maintien général et spécifique : quelles représentations ?	51

Chapitre 2. Interaction des mécanismes de maintien de l'information verbale en MDT	55
1 Interaction des mécanismes de maintien chez le jeune adulte.....	56
1.1 Indépendance de la répétition subvocale et du rafraîchissement attentionnel.....	56
1.1.1 Expérience 1 : Etude de l'interaction entre la charge attentionnelle et l'effet de similarité phonologique.....	57
1.1.2 Expérience 2 : Etude de l'interaction entre la charge attentionnelle et l'effet de similarité phonologique : un contrôle	65
1.2 Utilisation conjointe de la répétition subvocale et du rafraîchissement attentionnel	71
1.2.1 Expérience 3 : Etude de l'utilisation conjointe de la répétition et du rafraîchissement à travers l'effet de similarité phonologique.....	72
1.2.2 Expérience 4 : Etude de l'utilisation conjointe de la répétition et du rafraîchissement à travers l'effet de longueur de mots.	79
1.3 Conclusion : La répétition et le rafraîchissement chez le jeune adulte : deux mécanismes indépendants et complémentaires	85
2 Interaction des mécanismes de maintien chez l'enfant de 7-8 ans	87
2.1 Expérience 5 : Etude de l'interaction de la répétition et du rafraîchissement à travers l'effet de similarité phonologique chez l'enfant de 8 ans	90
2.2 Expérience 6 : Etude de l'interaction de la répétition et du rafraîchissement à travers l'effet de longueur de mots chez l'enfant de 8 ans.....	98
2.3 Expérience 7 : Etude de l'interaction de la répétition et du rafraîchissement à travers l'effet de rime chez l'enfant de 7 ans	104
2.4 Conclusion : La répétition et le rafraîchissement chez l'enfant de 7-8 ans : deux mécanismes indépendants, mais pas nécessairement complémentaires	111
Chapitre 3. Les représentations mises en jeu par les différents mécanismes de maintien de l'information verbale en MDT	113
1 Influence du mécanisme de maintien utilisé sur la nature des représentations mises en jeu.....	114
1.1 Expérience 8 : Etude de l'implication des représentations phonologiques dans le maintien par répétition	117
1.2 Expérience 9 : Etude de l'implication des représentations phonologiques dans le maintien par rafraîchissement.....	123
1.3 Expérience 10 : Etude de l'implication de représentations différentes selon le coût attentionnel du traitement concurrent.....	125
1.4 Conclusion : Des représentations dépendantes du mécanisme de maintien mis en jeu	127

2 Influence des représentations utilisées sur la mise en jeu des mécanismes de maintien.....	128
2.1 Expérience 11 : Etude des mécanismes mis en jeu pour une durée d'encodage de 2000 ms.....	130
2.2 Expérience 12 : Etude des mécanismes mis en jeu pour une durée d'encodage de 5000 ms.....	135
2.3 Conclusion : Des mécanismes de maintien dépendants de la durée d'encodage	139
3 Implications des connaissances à long terme dans le maintien par rafraîchissement.....	141
3.1 Expérience 13 : Etude de l'implication des connaissances à long terme dans le maintien par rafraîchissement à travers l'effet de fréquence	142
3.2 Expérience 14 : Etude de l'implication des connaissances à long terme dans le maintien par rafraîchissement à travers l'effet de lexicalité	147
3.3 Conclusion : indépendance du rafraîchissement à l'égard des connaissances à long terme	153
Chapitre 4. Discussion Générale.....	157
1 Deux niveaux de maintien en MDT : Le modèle TBRS étendu.....	159
1.1 Indépendance et complémentarité.....	159
1.2 Des représentations distinctes	160
2 Deux niveaux de maintien en MDT : Les autres modèles	162
2.1 Les modèles attentionnels.....	162
2.2 Le(s) modèle(s) à Composantes Multiples	164
3 Sélection et mise en œuvre du processus de maintien adapté.....	165
4 Conclusion et perspectives	169
Bibliographie	171
Annexes.....	186

Introduction

Depuis plusieurs années, une forme de mémoire a été identifiée comme jouant un rôle prépondérant dans la plupart des activités cognitives de haut niveau. Il s'agit de la mémoire de travail. Cette mémoire a la propriété de permettre de stocker de l'information, notamment verbale, tout en réalisant un traitement concurrent, comme dans le cas de la résolution d'opérations arithmétiques. Jusque très récemment, un seul mécanisme avait été identifié comme étant responsable de la rétention de l'information verbale en mémoire de travail. Ce mécanisme initialement décrit par Baddeley (1986) est la *répétition subvocale*. Il consiste à faire recirculer l'information verbale sous forme de phonèmes jusqu'à la restitution de cette information. Puis, un second mécanisme, le *rafraîchissement attentionnel* (Johnson, 1992), a été identifié comme étant impliqué dans le maintien de l'information verbale (e.g., Barrouillet, Bernardin & Camos, 2004). Ce mécanisme opère par focalisation de l'attention sur les traces mémorielles stockées en mémoire. La dissociation entre la répétition et le rafraîchissement restait assez floue, jusqu'aux travaux de Camos, Lagner et Barrouillet (2009). En effet, ces travaux ont révélé qu'il s'agit bien de deux mécanismes indépendants, dont l'utilisation peut être

combinée pour améliorer les capacités de mémoire de travail. Camos et al. (2009) ont alors proposé que l'information verbale serait retenue en mémoire de travail à deux niveaux distincts. Ainsi, l'information verbale serait maintenue à un niveau périphérique sous forme de représentations phonologiques, grâce au mécanisme de répétition subvocale. Dans un même temps, elle serait maintenue à un niveau central sous forme de représentations multidimensionnelles (visuelles, sémantiques, etc.), grâce au mécanisme de rafraîchissement attentionnel. Les résultats des travaux que nous avons réalisés chez de jeunes adultes semblent assez unanimement aller dans le sens de cette conception. En effet, nous verrons que les mécanismes de répétition et de rafraîchissement sont indépendants et qu'ils peuvent être utilisés conjointement pour retenir des mots. Nous montrerons également que des représentations distinctes sont mises en jeu lors du maintien par répétition et par rafraîchissement. Nous rapporterons également les résultats d'études réalisées pour tester le modèle de Camos et al. (2009) chez le jeune enfant (i.e., 7-8 ans).

Chapitre 1.

Les mécanismes de maintien en mémoire de travail

Le terme de *mémoire de travail* (MDT) a été initialement introduit par Miller, Galanter et Pribram (1960), puis repris plus tard par Baddeley et Hitch (1974). Selon Baddeley (1986) la mémoire de travail est un système de capacité limitée, responsable du stockage et de la manipulation simultanée d'informations durant la réalisation de tâches cognitives. En d'autres termes, la MDT permet de retenir des informations tout en effectuant un traitement concurrent. Une distinction est alors faite entre la mémoire à court terme (MCT) impliquée uniquement dans le stockage de l'information et la MDT impliquée non seulement dans le stockage des informations, mais également dans la réalisation simultanée d'un traitement (Baddeley & Hitch, 1974). Le traitement concurrent peut être réalisé sur les informations temporairement stockées ou sur d'autres informations. La MDT serait impliquée dans un grand nombre d'activités quotidiennes comme la lecture, la compréhension du discours, la résolution d'opérations mentales ou le maintien de buts en mémoire.

Deux types de paradigmes ont été mis au point pour évaluer empiriquement les capacités de MDT. Le premier, le *paradigme de Brown-Peterson* a été mis au point par Brown (1958) et Peterson et Peterson (1959). Comme le montre la Figure 1.1, le paradigme de Brown-Peterson consiste à introduire un délai entre la présentation des items à retenir et la phase de rappel de ces items. Durant ce délai, une tâche de traitement doit être réalisée. Par exemple, Brown (1958) présentait successivement des paires de consonnes à mémoriser, puis introduisait un délai de 4,7s entre la présentation du dernier item à mémoriser et le début du rappel. Durant ce délai, des nombres étaient présentés et les participants avaient pour consigne de les lire à haute voix. Dans ce paradigme, nous retrouvons bien les deux activités prises en charge par la MDT, puisque les participants devaient effectuer un traitement, c'est-à-dire lire les chiffres, durant la rétention des items à mémoriser.

Le second type de paradigmes permettant de tester la MDT est le *paradigme d'empan complexe*, dont une première variante a été mise au point par Bjork et Whitten (1974), puis adaptée par Gregg, Montgomery et Castano (1980), Case, Kurland et Daneman (cités par Case, Kurland & Goldberg, 1982), Daneman et Carpenter (1980) et Turner et Engle (1989). Il consiste à introduire un délai avant et/ou après la présentation de chaque item à retenir. Durant ce délai, une tâche de traitement doit être réalisée. Par exemple, Bjork et Whitten (1974) introduisaient un délai de 12s avant et après la présentation de chaque paire de mots à mémoriser. Durant ce délai, les participants devaient résoudre des multiplications, chacune étant présentée pendant 2s. Dans cet exemple, les items à retenir étaient sans lien avec le traitement. En revanche, d'autres auteurs ont proposé un paradigme dans lequel les items à retenir étaient les résultats du traitement. Par exemple, Turner et Engle (1989) ont mis au point un paradigme d'empan d'opérations qui consistait à résoudre des opérations, à retenir le résultat de chacune de ces opérations et à les rappeler. Case et al. (cités par Case et al. 1982) ont mis au point un paradigme d'empan de comptage pour lequel le traitement consistait à compter le nombre de points colorés sur chaque carte présentée et à retenir ces nombres en vue du rappel. Daneman et Carpenter (1980) ont mis au point un paradigme d'empan de lecture pour lequel les participants devaient lire des phrases et retenir le dernier mot de chaque phrase, qu'ils devaient ensuite redonner lors du rappel. D'après Barrouillet et al. (2004), ces paradigmes ne permettraient pas de contrôler de

manière précise la durée du traitement, facteur qui selon eux aurait un impact important sur les performances mémorielles. Ils ont donc mis au point des paradigmes d'empan complexe dans lesquels le rythme du traitement était contrôlé par l'ordinateur, comme nous allons le voir plus loin.

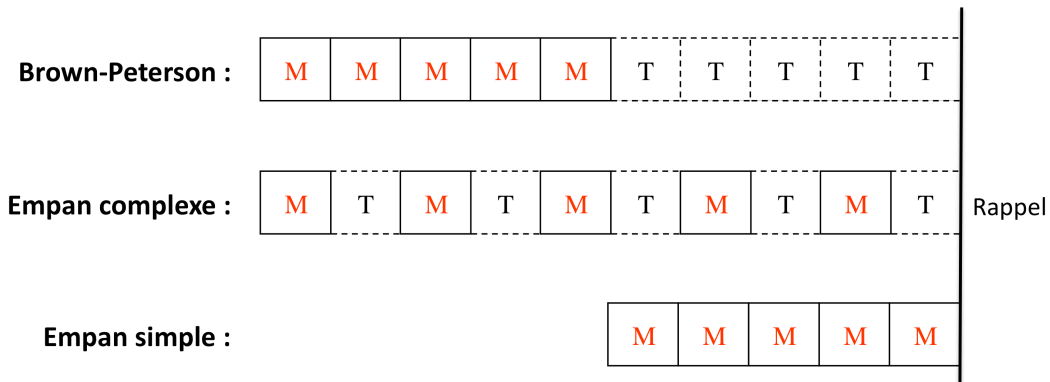


Figure 1.1 : Représentation du déroulement temporel des paradigmes de Brown-Peterson, d'empan complexe et d'empan simple. Les M et les T représentent respectivement les items à mémoriser et les stimuli à traiter.

Les paradigmes de Brown-Peterson et d'empan complexe sont considérés comme évaluant la MDT, puisqu'ils impliquent à la fois un stockage et un traitement, contrairement au *paradigme de rappel immédiat* qui implique uniquement le stockage. Le paradigme de rappel immédiat, ou *paradigme d'empan simple*, consiste à redonner les items à retenir immédiatement après la présentation du dernier item. Ce paradigme n'implique pas de traitement et évaluerait donc la MCT. Le fait que les performances de rappel soient meilleures pour le paradigme de rappel immédiat que pour les deux autres paradigmes (e.g., Unsworth et Engle, 2007), semble indiquer la mise en œuvre de processus différents dans ces paradigmes. Cette idée est étayée par plusieurs études qui ont révélé une corrélation plus forte des processus de haut niveau cognitif (e.g., la lecture, la compréhension, le raisonnement) avec l'empan complexe, qu'avec l'empan simple (e.g., Cantor, Engle & Hamilton, 1991 ; Conway & Engle, 1996 ; Conway, Cowan, Bunting, Therriault & Minkoff, 2002 ; Daneman & Merikle, 1996 ; Dixon, LeFevre & Twilley, 1988; Engle, Tuholski, Laughlin & Conway, 1999 ; Kail & Hall, 2001; Masson & Miller, 1983 ; Turner & Engle, 1989). Par exemple, Turner et Engle (1989) ont observé

que la compréhension verbale corrélait significativement avec une tâche d'empan complexe de lecture, mais pas avec une tâche d'empan simple de mots. Cependant, d'autres études ont révélé une corrélation similaire des processus de haut niveau cognitif avec les empan simple et complexe (e.g., Bayliss, Jarrold, Baddeley & Gunn, 2005 ; Colom, Rebollo, Abad & Shih, 2006; Kane, Hambrick, Tuholski, Wilhelm, Payne & Engle, 2004 ; La Pointe & Engle, 1990 ; Mukunda & Hall, 1992; Shah & Miyake, 1996; Unsworth & Engle, 2006). Par exemple, Lapointe et Engle (1990) ont observé que la compréhension verbale corrélait à la fois avec une tâche d'empan complexe de lecture et avec une tâche d'empan simple de mots.

Dans le présent chapitre, nous allons présenter les modèles qui rendent compte du fonctionnement de la MDT, ainsi que les preuves empiriques qui les soutiennent. Parmi ces modèles, nous présenterons le *modèle à Composantes Multiples* de Baddeley et Hitch (1974), qui suppose l'existence de mécanismes de maintien spécifiques aux propriétés du matériel à mémoriser. Etant donné que dans notre travail de recherche, nous nous sommes intéressés au maintien de l'information verbale en MDT, nous allons présenter plus en détail une des composantes de ce modèle, la *boucle phonologique*, dont Baddeley a proposé une conceptualisation en 1986. Puis, dans un deuxième temps, nous présenterons deux modèles, le *modèle de Processus Emboîtés* (Cowan, 1995) et le *modèle de Partage Temporel des Ressources* (Barrouillet, Bernardin, & Camos, 2004). Contrairement au modèle à Composantes Multiples, les modèles de Cowan (1999) et de Barrouillet et al. (2004) supposent l'existence d'un mécanisme de maintien attentionnel général et indépendant des propriétés du matériel à mémoriser. Pour finir, nous présenterons trois modèles, une adaptation du modèle à Composantes Multiples (Baddeley, 2000), le *modèle d'Attention Contrôlée* (Engle, Kane & Tuholski, 1999) et une version étendue du modèle de Partage Temporel des Ressources (Camos et al., 2009) qui intègrent à la fois des mécanismes de maintien spécifiques et un mécanisme de maintien général.

1 Des mécanismes de maintien spécifiques

Dans la présente partie, nous allons présenter le modèle à Composantes Multiples décrit par Baddeley et Hitch (1974) pour expliquer le maintien de l'information en MDT. Puis, nous allons nous intéresser plus en détail à l'une des composantes de ce modèle, la boucle phonologique, responsable du maintien de l'information verbale. Après avoir décrit le modèle de la boucle phonologique proposé par Baddeley (1986), nous présenterons les arguments en faveur de ce modèle, qui suppose que l'information verbale est stockée sous forme phonologique et maintenue grâce au mécanisme de répétition subvocale.

1.1 Le modèle à Composantes Multiples

En 1974, Baddeley et Hitch sont les premiers à proposer un modèle pour expliquer le fonctionnement de la MDT. Le modèle à Composantes Multiples est ainsi nommé, car il comporte trois composantes qui jouent chacune un rôle spécifique dans le maintien de l'information en MDT

1.1.1 Un modèle à trois composantes

Le modèle de Baddeley et Hitch (1974) est constitué d'un administrateur central (ou central exécutif) et de deux sous-systèmes, la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial. Les deux sous-systèmes, ou systèmes esclaves, sont sous le contrôle de l'administrateur central (Figure 1.2). La boucle phonologique est en charge du maintien des informations verbales, alors que le calepin visuo-spatial est en charge du maintien des informations visuelles et spatiales. Contrairement aux systèmes esclaves, l'administrateur central n'est pas une unité de stockage, mais il aurait plusieurs fonctions décrites par Baddeley en 1996. L'administrateur central contrôlerait le partage, le déplacement et la focalisation des ressources attentionnelles entre les deux systèmes esclaves. Autrement dit, l'administrateur central contrôlerait et coordonnerait les ressources attentionnelles pour les répartir entre les deux sous-systèmes, suivant la quantité de ressources dont ils ont besoin pour fonctionner. De plus, étant donné que Baddeley et Hitch (1974) considèrent la MDT comme un système distinct de la mémoire

à long terme (MLT), l'administrateur central aurait également une fonction de liaison entre les informations stockées par les systèmes esclaves et les connaissances stockées en MLT.



Figure 1.2 : Le modèle à Composantes Multiples de Baddeley et Hitch (1974)

1.1.2 Des mécanismes de maintien spécifiques aux domaines

Le modèle à Composantes Multiples s'inscrit dans une approche qui suppose l'existence de domaines spécifiques, puisque les informations verbales et visuo-spatiales sont maintenues par des systèmes distincts et spécifiques. Selon Baddeley et Logie (1999), chaque sous-système aurait à sa disposition sa propre quantité de ressources pour maintenir l'information. Les auteurs distinguent donc les ressources utilisées pour les activités verbales de celles utilisées pour les activités visuo-spatiales. Ils supposent également que la quantité de ressources spécifiques à chaque domaine est limitée. Ainsi, lorsque le traitement à réaliser est de même nature que le matériel à retenir, les performances de rappel seraient affectées, puisque les deux activités puisent dans le même ensemble de ressources. Par exemple, le rappel de matériel verbal devrait être moins efficace lors d'un traitement verbal que lors d'un traitement visuo-spatial, puisque le traitement verbal requiert les mêmes ressources que le maintien, alors que le traitement visuo-spatial requiert des ressources différentes. C'est effectivement ce qu'ont observé Cocchini, Logie, Della Sala, MacPherson et Baddeley (2002), puisque le rappel de patterns visuels était affecté par une tâche de poursuite visuelle (i.e., suivre manuellement le déplacement d'un stimulus sur un écran), mais pas par une tâche de suppression articulatoire (i.e., répéter à haute voix le mot "go"). Par contre, le rappel de séries de chiffres était affecté par la suppression articulatoire, mais pas par la poursuite

visuelle (voir aussi : Bayliss et al., 2003 ; Farmer, Berman & Fletcher, 1986 ; Logie, Zucco & Baddeley, 1990 ; Meiser & Klauer, 1999 ; Shah & Miyake, 1996).

1.2 Le modèle de la boucle phonologique

En 1986, Baddeley propose un modèle dans lequel il spécifie le fonctionnement de la boucle phonologique. D'après Baddeley, la boucle phonologique est constituée de deux sous-composantes, le *stock phonologique* et le mécanisme d'*autorépétition subvocale*. Le stock phonologique permettrait de stocker les informations verbales sous forme de phonèmes. Selon Baddeley, les traces phonologiques une fois stockées disparaîtraient après environ 2s. Cependant, les traces phonologiques pourraient être maintenues dans le stock phonologique au-delà de 2s grâce au mécanisme d'automatisme subvocal. Le mécanisme d'automatisme subvocal est un mécanisme de répétition interne, donc silencieux, similaire au mécanisme de production du langage oral (Caplan & Waters, 1995). Il permettrait de réactiver de façon cyclique les représentations phonémiques stockées dans le stock phonologique pour les maintenir jusqu'à leur rappel. La répétition subvocale jouerait également un rôle dans le recodage des informations verbales lorsque celles-ci sont présentées visuellement. En effet, d'après Baddeley (2002), lorsque l'information verbale à mémoriser est présentée auditivement elle accéderait directement au stock phonologique où elle serait représentée sous forme de traces phonologiques, c'est-à-dire sous forme de phonèmes. En revanche, lorsque l'information verbale est présentée visuellement, elle ne pourrait pas accéder directement au stock phonologique étant donné que l'information est codée orthographiquement (Figure 1.3). Ainsi, dans un premier temps, l'information verbale devrait passer par le système articulatoire, c'est-à-dire par la répétition subvocale, pour être recodée sous forme phonologique en vue de son stockage. Les stimuli verbaux présentés visuellement nécessiteraient donc ce recodage verbal (Baddeley, Lewis, & Vallar, 1984). Une fois la trace de l'information représentée dans le stock phonologique, elle peut être soit directement articulée à haute voix dans le cas d'un rappel immédiat, soit être répétée silencieusement dans le cas d'un rappel différé.

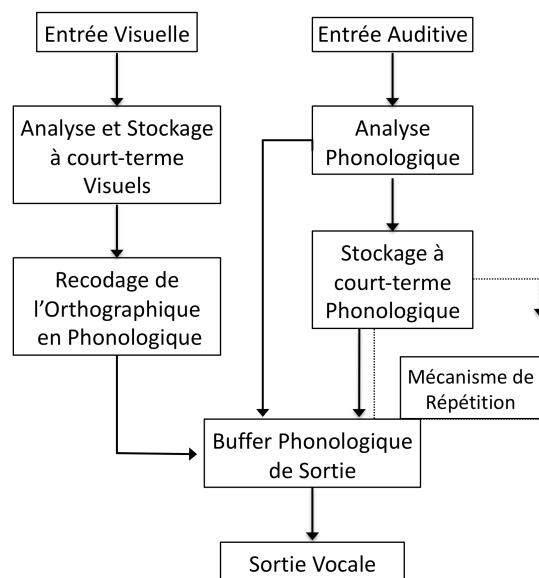


Figure 1.3 : Modèle de la boucle phonologique (d'après Baddeley, 2002)

1.3 Preuves de l'implication de la boucle phonologique en MCT et en MDT

L'implication du stock phonologique et de la répétition subvocale pour le maintien de stimuli verbaux a été mise en évidence par l'observation de quatre phénomènes. Il s'agit de *l'effet de similarité phonologique*, *l'effet d'écoute inattentive*, *l'effet de longueur de mots* et *l'effet de suppression articulaire*. D'après Baddeley (1986), les effets de similarité phonologique et d'écoute inattentive mettraient en évidence le stockage phonologique, alors que les effets de longueur de mots et de suppression articulaire mettraient en évidence l'utilisation de la répétition subvocale. Nous allons voir plus en détail en quoi ces effets supportent le modèle de la boucle phonologique.

1.3.1 Le stockage phonologique

L'effet de similarité phonologique

Selon Baddeley (1986), l'effet de similarité phonologique apporte la preuve du stockage de l'information sous forme de phonèmes. L'effet de similarité phonologique a initialement été mis en évidence dans le paradigme de rappel immédiat par Conrad et Hull (1964). Les auteurs ont observé que des consonnes dont la sonorité était similaire,

comme B, C, D, P, V, étaient rappelées moins efficacement que des consonnes dont la sonorité était différente, comme F, J, M, T, R. Baddeley (1966) a obtenu des résultats semblables avec des mots. En effet, il a observé que des mots de trois phonèmes partageant le même phonème central par exemple le phonème [a] pour les mots *mad*, *cat*, *map*, *cap*, étaient rappelés moins efficacement que des mots n'ayant aucun phonème en commun, comme *cow*, *day*, *bar*, *pen*. Conrad et Hull (1964) ainsi que Baddeley (1966) expliquaient que le rappel était moins efficace pour les items similaires parce que la sonorité des phonèmes des lettres ou des mots provoquait une confusion acoustique lors de leur rétention en mémoire.

L'effet de similarité phonologique a été répliqué à de nombreuses reprises avec des stimuli différents dans des paradigmes de MCT (e.g., Coltheart, 1993 ; Fallon, Groves & Tehan, 1999 ; Gupta, Lipinski & Aktunc, 2005 ; Nimmo & Roodenrys, 2004 ; Watkins, Watkins, & Crowder, 1974). En revanche, peu d'études ont testé l'effet de similarité phonologique dans un paradigme de MDT (Copeland & Radvansky, 2001 ; Fallon et al., 1999 ; Fournet, Juphard, Monnier & Roulin, 2003 ; Lobley, Baddeley & Gathercole, 2005). Les détails de ces études sont présentés à l'Annexe 1.1. Par exemple, Lobley et al. (2005) ont testé l'effet de similarité phonologique dans un paradigme d'empan complexe d'écoute de phrases. Les participants avaient pour tâche de réaliser un traitement sur les phrases et de mémoriser le dernier mot de chaque phrase. Dans une première expérience, le traitement consistait à vérifier la structure grammaticale de phrases simples ou complexes. Dans une seconde expérience, le traitement consistait soit à vérifier la structure grammaticale des phrases, soit à compléter la fin des phrases. Enfin, dans une troisième expérience, le traitement consistait à vérifier la structure des phrases en répondant soit manuellement, soit oralement. Les mots à mémoriser étaient phonologiquement similaires, c'est-à-dire qu'ils avaient le même phonème central (e.g., *job*, *strong*, *hot*) ou phonologiquement dissimilaires (e.g., *fast*, *rule*, *speech*). Les résultats ont montré que les mots similaires étaient moins rappelés que les mots dissimilaires, quel que soit le traitement à réaliser. Fallon et al. (1999) ont testé l'effet de similarité phonologique dans un paradigme d'empan simple et dans un paradigme de Brown-Peterson impliquant une tâche de lecture de chiffres. Les résultats ont montré une chute des performances de rappel pour les mots phonologiquement similaires, quel que soit le paradigme, bien que l'effet de similarité phonologique soit plus prononcé dans le

paradigme d'empan simple. Selon Baddeley (1986), l'effet de similarité phonologique apporterait la preuve du stockage du matériel verbal sous forme de phonèmes, puisque lorsque les phonèmes sont similaires, ils créeraient de la confusion au sein du stock phonologique rendant ainsi difficile la discrimination des traces lors du rappel (voir aussi Gathercole & Baddeley, 1993 ; Salamé & Baddeley, 1982).

L'effet d'écoute inattentive

Le second argument en faveur du stockage phonologique des informations verbales en MDT avancé par Baddeley (1986) est fourni par l'effet d'écoute inattentive ou effet du discours non pertinent. L'effet d'écoute inattentive a été mis en évidence par Colle et Welsh (1976). Les auteurs ont observé que le fait d'introduire des stimuli auditifs (e.g., extrait d'un texte) lors de la présentation visuelle de consonnes, rendait le rappel des consonnes moins efficace, et ceci en dépit du fait que les participants aient été avertis de ne pas porter attention aux stimuli auditifs (pour une revue de la littérature sur l'effet d'écoute inattentive voir Neath, 2000). Cet effet a également été observé lorsque les items à mémoriser et les stimuli non pertinents étaient présentés auditivement (e.g., Hanley & Broadbent, 1987 ; Jones, Macken & Nicholls, 2004) et lorsque le discours non pertinent avait lieu durant un délai entre la présentation des items à mémoriser et le rappel (e.g., Miles, Jones & Madden, 1991). Selon Baddeley (1986), l'effet d'écoute inattentive serait la conséquence de l'interférence entre les phonèmes des stimuli présentés auditivement et les phonèmes des items stockés dans le stock phonologique. Cette conception est étayée par les études de Salamé et Baddeley (1989), et de Morris, Jones et Quayle (1989). En effet, ces auteurs ont montré que l'écoute de musique avec paroles avait un effet délétère sur le rappel, alors que l'écoute de musique instrumentale ou de paroles fredonnées n'avait aucun effet sur le rappel. Les auteurs concluent que seuls les stimuli auditifs constitués de phonèmes induisent de la confusion au sein du stock phonologique. Selon Baddeley (1986), l'effet d'écoute inattentive, au même titre que l'effet de similarité phonologique, refléterait donc le stockage de l'information verbale sous forme de phonèmes.

1.3.2 La répétition subvocale

L'effet de longueur de mots

Selon Baddeley (1986), l'effet de longueur de mots apporte la preuve de la mise en œuvre du mécanisme de répétition subvocale pour le maintien de l'information verbale en MDT. L'effet de longueur de mots a été rapporté pour la première fois par Watkins et Watkins (1973). Les auteurs ont observé un meilleur rappel pour des mots courts composés d'une seule syllabe que pour des mots longs composés de quatre syllabes. Baddeley, Thomson et Buchanan (1975) ont obtenu les mêmes résultats, mais ils ont également montré une persistance de l'effet lorsque les mots courts et les mots longs avaient le même nombre de syllabes et de phonèmes, tandis qu'ils différaient par leurs durées de prononciation. Les auteurs ont mis en évidence une relation entre la durée de prononciation et l'empan, les mots longs à articuler étant rappelés moins efficacement. Les auteurs ont donc conclu que l'effet de longueur de mots découlerait de la durée d'énonciation plutôt que des propriétés intrinsèques des mots (i.e., nombre de phonèmes, de syllabes, de lettres). Cette idée a été corroborée par Mueller, Seymour, Kieras et Meyer (2003), puisqu'ils ont montré, en utilisant une mesure précise de la durée de prononciation des mots, que l'effet de longueur émergeait lorsque la durée d'articulation était manipulée, mais pas lorsque la complexité phonologique (i.e., le nombre de phonèmes et de syllabes des mots) était manipulée. L'effet de longueur de mots est considéré par Baddeley et al. (1975) comme apportant la preuve de l'utilisation du mécanisme de répétition subvocale. En effet, selon les auteurs, comme les mots longs ont une durée de prononciation plus importante, ils seraient plus lentement répétés et leurs traces mémorielles déclinaient donc plus que celles des mots courts durant le même intervalle de temps. Cependant, d'après Cowan, Day, Sauls, Keller, Johnson et Flores (1992) ou Doshier et Ma (1998), l'effet de longueur de mots apparaîtrait lors du rappel et non lors de la répétition. En effet, selon les auteurs, étant donné que les mots longs nécessitent plus de temps pour être rappelés, ils seraient plus sujets à l'oubli lors du rappel. En fait, Baddeley, Chincotta, Stafford et Turk (2002) ont montré que l'effet de longueur de mots semble être le résultat à la fois de la répétition lors du maintien et de l'oubli lors du rappel.

L'effet de longueur de mots a très souvent été observé dans le paradigme de rappel immédiat (e.g., Baddeley et al., 1984 ; Campoy & Baddeley, 2008 ; Cowan, Wood & Borne, 1994), mais plus rarement dans un paradigme de MDT. A notre connaissance, seules deux études ont reproduit l'effet dans des paradigmes d'empan complexe ou de Brown-Peterson (La Pointe & Engle, 1990 ; Tehan, Hendry & Kocinski, 2001). Les détails de ces études sont présentés à l'Annexe 1.2. La Pointe et Engle (1990) ont obtenu un effet de longueur de mots en utilisant un paradigme d'empan de lecture et un paradigme d'empan d'opérations. Dans ces deux paradigmes, les participants devaient mémoriser des mots courts de 1 syllabe ou des mots longs de 3-4 syllabes. Entre la présentation de chaque mot, les participants avaient pour consigne soit de lire une phrase sans lien avec le mot à mémoriser pour la tâche d'empan de lecture, soit de lire et vérifier l'exactitude d'une opération mathématique pour la tâche d'empan d'opération. Le rappel des mots était libre, c'est-à-dire que les participants pouvaient rappeler les mots dans l'ordre souhaité avec la contrainte de ne jamais commencer par le dernier mot présenté. Les résultats ont montré un meilleur rappel pour les mots courts quelle que soit la tâche employée. De plus, les résultats ont montré que l'effet de longueur de mots était moins prononcé dans le paradigme d'empan complexe que dans le paradigme d'empan simple. Le rappel était également moins élevé pour le paradigme de MDT que pour le paradigme de MCT. Tehan et al. (2001) ont obtenu des résultats semblables avec des tâches de vérification et de lecture d'opérations dans des paradigmes d'empan complexe et de Brown-Peterson.

L'effet de suppression articulatoire

Le second argument en faveur du mécanisme de répétition subvocale proposé par Baddeley (1986) est fourni par l'effet de suppression articulatoire. L'effet de suppression articulatoire a été mis en évidence par Murray (1967, 1968). Il a observé une chute des performances lorsque les participants devaient articuler du matériel non pertinent (i.e., répéter " the ") pendant la rétention de lettres présentées visuellement. Comme pour l'écoute inattentive, la suppression articulatoire affecte le rappel aussi bien lorsque le matériel non pertinent est articulé durant la présentation des items à mémoriser ou durant la présentation et le rappel (e.g., Baddeley et al., 1984, 1975 ;

Vallar & Baddeley, 1982). D'après Baddeley (1986 ; voir également Baddeley & Lewis, 1984, et Page & Norris, 1998), l'effet de suppression articulatoire serait la conséquence du blocage de la répétition par l'articulation du matériel non pertinent. Ainsi, lorsque les items à maintenir ne peuvent plus être répétés, ils souffriraient d'un déclin temporel et seraient par conséquent oubliés.

1.3.3 Dissociation du stock phonologique et de la répétition subvocale

L'idée d'une dissociation entre les composantes de stockage passif et de maintien actif proposée par Baddeley (1986) est soutenue par les études réalisées en neuro-imagerie et auprès de patients cérébro-lésés (e.g., Smith & Jonides, 1997 ; voir Vallar & Papagno, 2002 pour une revue de la littérature). Ces études révèlent une implication de l'aire corticale 44 de Brodman pour le stockage phonologique et une implication des aires de Broca (aires 6 et 40 de Brodman) pour la répétition subvocale. Des études empiriques ont également permis de mettre en évidence la dissociation entre les deux composantes en combinant les effets qui leur sont associés. Par exemple, La Pointe et Engle (1990), à l'aide d'un paradigme d'empan de vérification d'opérations, ont testé l'interaction entre l'effet de longueur de mots et l'effet de suppression articulatoire, qui reflètent tous deux l'utilisation de la répétition subvocale. Les résultats ont montré que l'effet de longueur de mots disparaissait lors de l'articulation de stimuli non pertinents (i.e., répéter " abcabc... "). Baddeley et al. (1984) ont observé la même chose avec une tâche de rappel immédiat. Selon Baddeley et al. (1975), l'effet de longueur de mots disparaîtrait car la suppression articulatoire empêche le maintien des mots par répétition subvocale. Les mots seraient alors maintenus par le système exécutif de la MDT indépendamment des propriétés phonologiques des mots, d'où l'absence d'effet de longueur de mots. Ces études mettent en évidence l'interaction entre les effets associés à une même composante, c'est-à-dire la répétition subvocale. De plus, d'autres études ont montré que les effets associés à une composante n'interagissaient pas avec les effets associés à l'autre composante. Par exemple, Hanley et Bakopoulou (2003), à l'aide d'un paradigme de Brown-Peterson, ont testé l'interaction entre l'effet de suppression articulatoire, qui rend compte de la répétition subvocale, et l'effet d'écoute inattentive, qui rend compte du stockage phonologique. Les résultats ont montré que l'effet de suppression articulatoire persistait lors de l'écoute de stimuli non pertinents (i.e., une

série de lettres présentées auditivement) et que l'effet d'écoute inattentive persistait lors de l'articulation de stimuli non pertinents (i.e., répéter " and "). Le même pattern de résultats a été observé par Hanley et Broadbent (1987) dans un paradigme de rappel immédiat. Selon Hanley et Bakopoulou (2003), la suppression articulatoire et l'écoute inattentive affecteraient de façon dissociée la répétition subvocale et le stock phonologique, mettant ainsi en évidence la dissociation entre les deux composantes de la boucle phonologique.

1.3.4 Recodage phonologique des informations présentées visuellement

D'après Baddeley (1986), la répétition subvocale jouerait non seulement un rôle dans le maintien des items, mais elle jouerait également un rôle dans le recodage phonologique des items présentés visuellement en vue de leur transfert vers le stock phonologique. Le recodage par la répétition subvocale des informations présentées visuellement a été mis en évidence par Murray (1968), ainsi que par Baddeley et al. (1984). En effet, ces auteurs ont observé une disparition de l'effet de similarité phonologique sous suppression articulatoire lorsque les items à mémoriser étaient présentés visuellement, alors que l'effet de similarité persistait lorsque les items étaient présentés auditivement. Pour Baddeley (1986), ceci est la preuve de l'implication de la répétition subvocale dans le recodage phonologique de l'information verbale présentée visuellement. En effet, d'après lui, les mots présentés auditivement étant perçus sous forme de codes phonémiques, ils accèderaient directement au stock phonologique dans lequel se produirait la confusion phonologique à l'origine de l'effet de similarité phonologique. En revanche, les mots présentés visuellement étant perçus sous forme de codes orthographiques, ils nécessiteraient un recodage phonologique pour être stockés. Ainsi, lors de l'articulation de stimuli non pertinents, le recodage phonologique des mots par répétition subvocale ne serait plus possible. Les mots n'accèderaient pas au stock phonologique et seraient maintenus par un processus autre que la boucle phonologique. Ce processus serait indépendant des propriétés phonologiques des mots, étant donné l'absence d'effet de similarité phonologique. L'évidence du recodage phonologique par répétition subvocale est corroborée par la disparition de l'effet d'écoute inattentive sous suppression articulatoire pour des items présentés visuellement, mais pas pour des items présentés auditivement (e.g., Hanley, 1997 ; Hanley & Broadbent, 1987 ; Salamé &

Baddeley, 1982). Comme les items présentés visuellement ne pouvaient pas être recodés phonologiquement, leur rappel n'était pas affecté par l'écoute des stimuli non pertinents. De plus, Baddeley et al. (1984) et Longoni, Richardson et Aiello (1993) ont montré que l'effet de longueur de mots était aboli par la suppression articulatoire quelle que soit la modalité de présentation. Ceci va dans le sens du modèle de la boucle phonologique puisque la suppression articulatoire empêchait la répétition subvocale, à l'origine de l'effet de longueur de mots, indépendamment de la modalité de présentation.

1.4 Limitations du modèle de la boucle phonologique

1.4.1 Limitations des effets associés à la boucle phonologique

L'apparition des effets que nous avons vus plus haut nécessite de contrôler certaines variables, comme le souligne Gupta et al. (2005) à propos de l'effet de similarité phonologique. En effet, selon Gupta et al. (2005), l'effet de similarité phonologique serait sensible à la nature du matériel à mémoriser, à l'utilisation d'un ensemble de mots restreint ou non restreint ou à la manière dont est considéré le rappel (i.e., cotation des bonnes réponses). Nous allons voir que ceci est également vrai pour les effets de longueur de mots, d'écoute inattentive et de suppression articulatoire.

Limitation liée à la nature des items à mémoriser

D'après Crowder (1978), l'apparition de l'effet de similarité serait dépendante de la manière dont la similarité phonologique des mots à mémoriser est manipulée. En effet, nous avons vu plus haut que l'effet de similarité phonologique apparaissait lorsque les mots partageaient le même phonème central (e.g., Baddeley, 1966 ; Loblely et al., 2005). Toutefois, d'autres études ont testé l'effet de similarité en manipulant la ressemblance phonologique des mots d'une manière différente, notamment en utilisant des rimes, c'est-à-dire des mots dont les phonèmes finaux sont identiques (e.g., *bale*, *male*, *pale*, *kale*, *sale*). Par exemple, Fallon et al. (1999) ont observé une chute des performances de rappel aussi bien pour des mots similaires par leurs phonèmes centraux que pour des rimes.

Toutefois, l'utilisation de rimes n'aboutit pas systématiquement à l'apparition de l'effet de similarité phonologique. Par exemple, Tehan et Humphreys (1995) ont échoué à mettre en évidence un effet de similarité phonologique en utilisant des rimes dans un paradigme de Brown-Peterson faisant intervenir une tâche de lecture de chiffres, alors que les rimes étaient moins rappelées dans un paradigme de MCT. Fournet et al. (2003), en utilisant le même paradigme que Tehan et Humphreys (1995), mais en manipulant la durée de la tâche de lecture de chiffres, ont observé un désavantage pour le rappel des rimes lorsque la tâche de lecture de chiffres durait 2s. En revanche, pour une durée de 8s le désavantage des rimes disparaissait et pour une durée de 24s le rappel était meilleur pour les rimes que pour les mots dissimilaires. L'emploi de rime semble même assez fréquemment aboutir à un effet facilitateur, c'est-à-dire un meilleur rappel pour les rimes que pour les mots dissimilaires.

Plusieurs études ont obtenu cet effet facilitateur des rimes dans un paradigme de MCT (pour une revue voir Gupta et al., 2005), mais également dans un paradigme de MDT. Par exemple, Copeland et Radvansky (2001) ont observé un meilleur rappel pour les rimes dans un paradigme d'empan complexe de lecture de phrases (i.e., retenir le dernier mot de chaque phrase lue). Néanmoins, l'*effet de rime* observé par Copeland et Radvansky (2001) est en contradiction avec les résultats obtenus par ces mêmes auteurs dans un paradigme d'empan simple et dans un paradigme d'empan complexe de vérification d'opérations (i.e., vérifier l'exactitude de l'opération présentée après chaque mot à mémoriser). En effet, dans ces deux paradigmes, un effet de similarité classique a été obtenu avec les mêmes rimes que celles employées pour l'empan de lecture. D'après Copeland et Radvansky (2001), l'effet de rime obtenu avec l'empan complexe serait dû à la présence d'indices de récupération fournis non seulement par les rimes, mais également par le contexte (i.e., les phrases). Les résultats des études de Copeland et Radvansky (2001) montrent que l'utilisation de rimes n'aboutit pas systématiquement à l'effet de similarité.

Un autre exemple de l'importance de la manière dont la similarité est manipulée est apporté par l'étude de Tehan et al. (2001). Les auteurs ont testé l'effet de similarité dans un paradigme d'empan simple, ainsi que dans des paradigmes d'empan complexe et de Brown-Peterson pour lesquels une tâche de vérification d'opérations était employée. La similarité des mots à mémoriser a été manipulée soit en utilisant des mots

avec un fort recouvrement phonologique qui ne rimaient pas (e.g., *oat, ship, goat, skip*), soit des mots avec un fort recouvrement phonologique qui rimaient tous entre eux (e.g., *torn, horn, corn, shorn*). Bien que les résultats aient révélé que le rappel était affecté uniquement par les rimes dans le paradigme d'empan simple, le rappel n'était affecté ni par les rimes, ni par les mots similaires qui ne rimaient pas dans les paradigmes d'empan complexe et de Brown-Peterson. Tehan et al. (2001) concluent de leurs études que manipuler la similarité autrement qu'en utilisant des rimes n'affecte pas les performances de rappel immédiat. Selon eux, la disparition de l'effet de rime dans les paradigmes d'empan complexe et de Brown-Peterson serait due au fait que les rimes seraient certes mieux rappelées, mais pas dans le bon ordre. Toutefois, comme le font remarquer Lobley et al. (2005), la manière dont Tehan et al. (2001) manipulaient la similarité phonologique est assez atypique, puisque leurs listes de mots similaires qui ne riment pas contenaient en fait des rimes (e.g., dans la liste présentée plus haut, *oat* rime avec *goat* et *ship* rime avec *skip*). L'ensemble de ces études montre que la manière dont la similarité phonologique des mots à mémoriser est manipulée peut avoir des effets opposés sur la mémorisation, aussi bien dans un paradigme de MDT que dans un paradigme de MCT. Un récapitulatif des études de MDT que nous venons de présenter est proposé en Annexe 1.1.

L'effet de longueur de mots est également sensible au type de matériel employé. En effet, certains auteurs ont montré que l'effet de longueurs de mots n'est pas robuste et qu'il apparaît seulement en fonction du matériel utilisé, lorsque les autres paramètres susceptibles d'affecter le rappel sont contrôlés (e.g., fréquence, nombre de phonèmes). Par exemple, Lovatt, Avons et Masterson (2000) ont répliqué l'effet de longueur de mots à partir de l'ensemble de mots employé par Baddeley et al. (1975). Ils ont également créé deux nouveaux ensembles de mots en appariant les mots courts et longs sur plusieurs paramètres, mais en s'assurant que les mots courts et longs différaient bien par leurs durées de prononciation. Un seul de ces deux ensembles de mots aboutissait à l'effet de longueur de mots, montrant ainsi que l'apparition de l'effet dépend du type de matériel employé. Neath, Bireta et Surprenant (2003) ont également testé l'effet de longueur de mots dans un paradigme de rappel immédiat, en utilisant quatre ensembles de mots, pour lesquels les mots courts et longs ne différaient que par leur durée de

prononciation. Le premier ensemble reprenait les mots utilisés par Baddeley et al. (1975) et reproduisait l'effet de longueur de mots. Le second ensemble reprenait les mots utilisés par Caplan, Rochon et Waters (1992) et révélait un effet de longueur de mots inverse, c'est-à-dire un meilleur rappel pour les mots longs, conformément à ce qu'avaient initialement obtenu Caplan et al. (1992). Le troisième ensemble reprenait les mots utilisés par Lovatt et al. (2000) et n'a pas révélé d'effet de longueur de mots. Le quatrième ensemble de mots a été créé par Neath et al. (2003) et ne produisait pas non plus d'effet de longueur de mots. Neath et al. (2003) concluent alors que l'effet de longueur de mots n'est pas robuste et que son apparition dans certaines études (e.g., Baddeley et al., 1975, Cowan, Day, Saults, Keller, Johnson, & Flores, 1992) serait due aux propriétés du matériel utilisé (i.e., la complexité phonologique) plutôt qu'à la différence de durée d'articulation des mots (voir également Hulme, Suprenant, Bireta, Stuart & Neath, 2004 ; Service, 1998 ; Tolan & Tehan, 2005).

La nature du matériel joue également un rôle dans l'apparition des effets d'écoute inattentive et de suppression articulatoire. Dans plusieurs études, l'effet d'écoute inattentive a été obtenu alors que les stimuli à retenir et les stimuli non pertinents n'étaient pas ressemblants du point de vue phonologique (e.g., Bridges & Jones, 1996 ; Buchner, Irmen & Erdfelder, 1996 ; Jones & Macken, 1995 ; Larsen, Baddeley & Andrade, 2000 ; LeCompte & Shaibe, 1997 ; Salamé & Baddeley, 1982 ; Tolan & Tehan, 2002). Jones et Macken (1993) ont également mis en évidence un effet d'écoute inattentive produit par des sons de différentes fréquences. D'après Jones, Madden et Miles (1992), l'effet d'écoute inattentive émergerait lorsque les stimuli non pertinents comportent des changements d'état, comme des changements de hauteur ou de rythme.

La nature des items à articuler influencerait sur l'apparition de l'effet de suppression articulatoire. Par exemple, Lewandowsky, Geiger, Morrell et Oberauer (2010), en utilisant un paradigme d'empan complexe, ont observé que le nombre de consonnes rappelées était plus élevé lors de l'articulation répétée d'un même mot (e.g., "office, office, office"), que lors de l'articulation de mots différents (e.g., "office, question, yearly"). De plus, le rappel était comparable lors de l'articulation de trois stimuli identiques et lors de l'articulation d'un seul stimulus durant un même intervalle de temps. Les auteurs expliquent que des stimuli différents produiraient davantage

d'interférences avec les items à retenir, parce qu'ils partageraient plus de traits communs avec les consonnes. Par contre, répéter plusieurs fois le même stimulus ne produirait pas plus d'interférence (Oberauer & Lewandowsky, 2008).

Limitation liée à la présentation répétée des items à mémoriser

Nous avons vu que la nature des mots employés est susceptible de moduler l'apparition des effets associés à l'utilisation de la boucle phonologique. L'apparition de ces effets dépendrait également du fait que les items à mémoriser sont répétés ou non au fil des essais. Dans le cas où les mêmes items sont utilisés dans les différents essais, mais dans un ordre différent, on parle d'*ensemble fermé*. Dans le cas où de nouveaux items sont utilisés à chaque essai, on parle d'*ensemble ouvert*. Par exemple, La Pointe et Engle (1990) ont observé que l'effet de longueur de mots persistait sous suppression articulaire avec un ensemble ouvert, alors que l'effet de longueur de mots disparaissait sous suppression articulaire avec un ensemble fermé. Ces résultats ont été observés aussi bien dans un paradigme d'empan simple que dans un paradigme d'empan complexe de vérification d'opérations (Annexe 1.2). Un autre exemple est apporté par Fallon et al. (1999) qui ont testé le rappel de rimes et de mots similaires par leur phonème central dans un paradigme de rappel immédiat. Les résultats ont montré qu'avec un ensemble ouvert, les rimes étaient mieux rappelées que les mots dissimilaires qui étaient eux-mêmes mieux rappelés que les mots similaires par leur phonème central. En revanche, pour l'ensemble fermé, les rimes étaient rappelées aussi efficacement que les mots dissimilaires qui étaient eux-mêmes mieux rappelés que les mots similaires (Annexe 1.1). Cette divergence de résultats suivant l'utilisation d'un ensemble ouvert ou fermé a également été mise en évidence par Gupta et al. (2005). D'après ces derniers, les items d'un ensemble ouvert fourniraient plus d'indices catégoriels pour la récupération des items en mémoire.

Limitation liée à la manière dont le rappel est coté

La façon de considérer les réponses des participants peut également influencer l'apparition des effets associés à la mise en œuvre de la boucle phonologique. En effet, le

rappel peut être coté soit en considérant comme correct les items rappelés dans l'ordre de présentation (*rappel sériel strict*), soit en considérant comme correct les items quel que soit l'ordre dans lequel ils sont rappelés (*rappel items*). Ainsi, le score de rappel sériel strict tient compte à la fois du rappel des items et de l'ordre, alors que le rappel items ne tient compte que du rappel des items. L'effet de similarité apparaît généralement avec le score de rappel sériel strict et à tendance à disparaître avec le score de rappel items (e.g., Watkins, Watkins, & Crowder, 1974 ; Nimmo & Roodenrys, 2004). Ainsi, la similarité phonologique entraînerait la perte de l'information d'ordre plutôt que la perte de l'information liée aux items (Wickelgren, 1965). Dans l'étude de Tehan et al. (2001) présentée en Annexes 1.1 et 1.2, le rappel était coté de trois manières différentes, soit en tenant compte des mots rappelés à la position de présentation (*correct in position*), soit en tenant compte des mots rappelés quelle que soit la position (*item recall*), soit en tenant compte de la proportion d'erreurs d'ordre par rapport au nombre d'items rappelés (*order errors*).

En ce qui concerne l'effet de longueur de mots, les trois manières de coter reflétaient le même pattern de résultats. En revanche, en ce qui concerne l'effet de similarité phonologique (mots ayant le même phonème central) et l'effet de rime les résultats des trois scores divergeaient pour les paradigmes d'empan complexe impliquant la tâche de vérification ou de lecture d'opérations. En effet, avec la tâche de vérification d'opérations, le score "correct in position" révélait un effet de similarité, mais pas d'effet de rime, alors que le score "item recall" révélait un effet de similarité et un effet de rime, et le score "order errors" ne révélait aucun effet. Pour la tâche de lecture d'opérations, aucun effet de similarité n'est obtenu avec les trois scores, alors que l'effet de rime apparaissait pour le score "item recall" et s'inversait pour le score "order errors". La fluctuation des résultats suivant la tâche de traitement concurrent pourrait provenir de la façon dont Tehan et al. (2001) manipulaient la similarité (comme nous l'avons vu plus haut), puisque Fallon et al. (1999) ont quant à eux obtenu un effet de similarité quel que soit le score de rappel employé : "correct in position", "item recall" ou "position accuracy" (ce dernier score correspond à la proportion d'items rappelés à la bonne position par rapport au nombre total d'items rappelés).

1.4.2 Des effets inexpliqués par le modèle de la boucle phonologique

Nous avons vu que l'implication de la boucle phonologique dans le maintien de l'information verbale en MCT peut être mise en évidence par l'observation de quatre effets. Toutefois, comme le font remarquer Brown et Hulme, (1995) les performances de rappel ne sont pas réduites à zéro sous suppression articulatoire, le rappel étant encore de l'ordre de 3 ou 4 items. Craik (1971) attribue les performances de rappel résiduelles à l'implication de la MLT. Plusieurs auteurs ont repris cette idée et ont formulé l'hypothèse de la mise en place d'un processus autre que la boucle phonologique, il s'agit du processus de réintégration (Brown & Hulme, 1995 ; Cowan, 1992 ; Hulme, Maughan & Brown, 1991 ; Nairne, 1990; Schweickert, 1993). La réintégration apporterait une explication aux effets de fréquence et de lexicalité que le modèle de la boucle phonologique ne permet pas d'expliquer.

L'effet de fréquence

L'effet de fréquence a été mis en évidence par Wright (1979). Wright a constaté que les mots fréquemment rencontrés dans le langage étaient mieux rappelés que les mots apparaissant rarement dans le langage. Cet effet de la fréquence d'occurrence des mots sur leur rappel a initialement été attribué à la répétition subvocale puisque Wright (1979) avait observé une durée de prononciation plus longue pour les mots peu fréquents. L'effet de fréquence était alors assimilé à l'effet de longueur de mots, la répétition des mots longs à articuler étant moins efficace. Toutefois, cette interprétation a été remise en question puisque l'effet de fréquence a également été obtenu lorsque la durée d'articulation des mots était contrôlée (e.g., Hulme, Roodenrys, Schweickert, Brown, Martin & Stuart, 1997 ; Roodenrys, Hulme, Alban, Ellis & Brown, 1994). De plus, Tehan et Humphreys (1988), puis Gregg, Freedman and Smith (1989) ont montré que l'effet de fréquence persistait sous suppression articulatoire, ce qui écarte l'hypothèse de l'implication de la répétition subvocale pour expliquer cet effet. Baddeley et Scott (1971) ont reproduit l'effet de fréquence des mots à mémoriser en utilisant un paradigme de Brown-Peterson avec une tâche de copie de chiffres. Les résultats ont révélé un meilleur rappel pour les mots fréquents quelle que soit la durée de copie des chiffres. Gregg et al. (1980) ont trouvé le même effet de fréquence des mots à la fois dans

un paradigme de Brown-Peterson et dans un paradigme d'empan complexe. Dans le paradigme de Brown-Peterson, 12 mots à mémoriser étaient présentés successivement puis étaient suivis d'une tâche de comptage à rebours, les participants devaient compter à rebours de trois en trois à partir d'un nombre donné. Dans le paradigme d'empan complexe, les participants devaient également mémoriser 12 mots et compter à rebours, mais cette fois-ci la tâche de comptage à rebours suivait la présentation de chaque mot. Les résultats de rappel libre ont révélé un meilleur rappel pour les mots de haute fréquence, aussi bien dans le paradigme de Brown-Peterson que dans le paradigme d'empan complexe. L'effet de fréquence des mots était toutefois moins prononcé dans le paradigme d'empan complexe et le rappel était meilleur pour la tâche de Brown-Peterson. De plus, Gregg et al. (1989) ont observé que l'effet de fréquence n'interagissait pas avec une tâche de lecture de chiffres à haute voix, montrant une fois de plus que cet effet ne repose pas sur des processus phonologiques, contrairement à l'hypothèse de Wright (1979). Engle, Nations et Cantor (1990) ont testé l'effet de fréquence dans un paradigme d'empan simple et dans un paradigme d'empan complexe. Pour le paradigme d'empan complexe, les auteurs utilisaient une tâche de vérification d'opérations pour laquelle une opération apparaissait en même temps qu'un mot à mémoriser. Les participants avaient pour consigne de lire et de vérifier si l'opération était juste, puis de mémoriser le mot. Les résultats ont montré un meilleur rappel pour les mots de haute fréquence que pour les mots de basse fréquence et ceci aussi bien dans le paradigme d'empan simple que dans le paradigme d'empan complexe. Le rappel était meilleur et l'effet de fréquence était plus prononcé dans le paradigme d'empan simple que dans le paradigme d'empan complexe.

L'effet de lexicalité

L'effet de lexicalité se traduit par de meilleures performances de rappel lors de la mémorisation de mots par rapport à la mémorisation de pseudo-mots. Cet effet a été obtenu même lorsque la durée de prononciation des mots et des pseudo-mots était contrôlée (e.g., Gathercole, Pickering, Hall & Peaker, 2001 ; Hulme et al., 1991 ; Hulme, Roodenrys, Brown & Mercer, 1995). Le modèle de la boucle phonologique ne permet pas d'expliquer l'effet de lexicalité. En effet, les mots comme les pseudo-mots pouvant être

répétés à la même vitesse, ils devraient par conséquent être rappelés de manière identique. Conlin et Gathercole (2006) ont réalisé quatre expériences pour tester l'effet de lexicalité dans un paradigme d'empan complexe. Pour cela, elles ont demandé à des enfants de 10 ans et à des adultes de mémoriser des séries de mots et de pseudo-mots tout en réalisant une tâche de détection de phonèmes parmi des stimuli présentés auditivement. Les auteurs ont manipulé de manière orthogonale la lexicalité du matériel à mémoriser et la lexicalité du matériel utilisé pour la tâche de détection de phonème. Pour la tâche de détection, les participants devaient détecter le phonème /k/ dans trois mots ou trois pseudo-mots présentés auditivement après la présentation de chaque item à mémoriser. Les résultats ont révélé que lorsque le matériel à mémoriser et le matériel à traiter étaient de même nature lexicale (i.e., mémoriser des mots et détecter le phonème /k/ dans des mots) les performances de rappel étaient moins bonnes que lorsque le matériel à mémoriser et le matériel à traiter étaient de nature lexicale différente (i.e., mémoriser des mots et détecter le phonème /k/ dans des pseudo-mots). Les auteurs ont interprété ces résultats en terme de saillance de lexicalité pour discriminer les items à rappeler. Par exemple, dans le cas de rappel de pseudo-mots, il serait plus facile de rejeter les représentations avec un statut lexical, autrement dit des mots, que des représentations sans statut lexical. De plus, les résultats ont révélé que les pseudo-mots étaient aussi bien rappelés que les mots lorsque le traitement impliquait des mots, alors que les pseudo-mots étaient moins rappelés que les mots lorsque le traitement impliquait des pseudo-mots. L'effet de lexicalité apparaissait également dans une condition contrôle, dans laquelle chaque item à mémoriser était suivi d'un écran blanc de 3s, ainsi que dans une condition de suppression articulatoire dans laquelle la présentation de chaque item à mémoriser était suivie d'une période de 3s d'articulation du mot "the" au rythme d'un métronome. Selon les auteurs, l'abolition de l'effet de lexicalité lorsque le traitement impliquait des mots peut être expliquée par les théories des traits (e.g., Oberauer, Lange & Engle, 2004 ; Saito et Miyake, 2004). En effet, d'après les théories des traits, les stimuli se présenteraient comme des constellations de traits de différentes dimensions (e.g., sémantiques, phonologiques) qui seraient écrasés par d'autres stimuli partageant les mêmes traits. Ainsi, lorsque les items à traiter sont des mots leurs traits sémantiques dégraderaient les traits sémantiques des items à

mémoriser. L'interférence ainsi produite affecterait la récupération des mots qui serait alors rappelés au même niveau que les pseudo-mots.

Bien que le modèle de la boucle phonologique ne semble pas être en mesure de rendre compte des effets de fréquence et de lexicalité, un mécanisme alternatif et sans doute complémentaire de la boucle phonologique a été proposé. Il s'agit du mécanisme de réintégration initialement proposé par Schweickert (1993). Selon Schweickert (1993), ce mécanisme serait mis en place pour "réparer" les traces qui sont dégradées par le passage du temps (Baddeley, 1986) ou les interférences (Nairne, 1990). Les traces stockées en MCT seraient réparées ou reconstruites par récupération des connaissances stockées en MLT. D'après Brown et Hulme (1995), lors de la récupération d'un item en MCT, si les traces de cet item sont intactes, le mot peut être récupéré directement. En revanche, si les traces sont dégradées, le mécanisme de réintégration permettrait de restaurer ces traces à partir des connaissances à long terme. Selon Lewandowsky et Farrell (2000), les effets de fréquence et de lexicalité pourraient être expliqués par le processus de réintégration. En effet, la réintégration serait plus efficace pour les mots fréquents, parce que les représentations de ces mots en MLT sont plus facilement accessibles lorsque leurs traces sont partiellement dégradées. De plus, la réintégration peut être mise en œuvre pour récupérer les informations dégradées dans le cas des mots, mais pas dans le cas des pseudo-mots, puisque ces derniers ne sont pas rattachés à des représentations en MLT. Conlin et Gathercole (2006) interprètent également l'abolition de l'effet de lexicalité lorsque le traitement impliquait des mots en terme de réintégration, dans la mesure où les mots à traiter provoqueraient de fausses réintégrations lors du rappel des mots à mémoriser.

Pour résumer, nous avons vu que les effets de similarité phonologique, d'écoute inattentive, de longueur de mots et de suppression articulatoire fournissent de bonnes indications quant à l'implication d'un processus de stockage phonologique et d'un mécanisme de répétition subvocale pour le maintien de l'information verbale en MCT et en MDT. Le modèle de la boucle phonologique s'inscrit dans une perspective qui considère l'existence d'un ensemble de ressources et d'un mécanisme spécifique au domaine auquel l'information à maintenir appartient, c'est-à-dire verbal ou visuo-

spatial. Nous allons maintenant voir que d'autres modèles supposent l'existence d'une ressource et d'un mécanisme de maintien général, indépendant du domaine auquel l'information appartient.

2 Un mécanisme de maintien général

Dans le modèle à Composantes Multiples de Baddeley et Hitch (1974), l'information issue du domaine verbal est maintenue par la boucle phonologique, alors que l'information issue du domaine visuel et/ou spatial est maintenue par le calepin visuo-spatial. Ainsi, dans ce modèle, il existe des systèmes distincts, spécifiques à un domaine et ayant chacun à leur disposition leur propre réserve (*pool*) de ressources. En opposition à l'idée d'un pool de ressources limitées et spécifiques à chaque domaine, plusieurs auteurs comme Case (1985) ou Kahneman (1973) parlent d'une ressource limitée et non spécifique, autrement dit une ressource générale qui serait utilisée par les activités associées au maintien des informations des différents domaines. Si les ressources sont effectivement non spécifiques à un domaine, l'interférence entre le maintien et le traitement observée au sein d'un domaine (e.g., Cocchini et al., 2002) devrait également être observée entre deux domaines, puisque les deux domaines font appel au même pool de ressources. Ainsi, les performances de rappel devraient être affectées de la même manière lorsque le traitement et le maintien appartiennent au même domaine (e.g., traitement verbal et maintien verbal), et lorsqu'ils appartiennent à des domaines différents (e.g., traitement verbal et maintien visuo-spatial). Ceci a effectivement été observé par Baddeley, Logie, Bressi, Della Sala et Spinnler (1986), puisqu'ils ont constaté que le stockage verbal était affecté par un traitement visuo-spatial. Vergauwe, Barrouillet et Camos (2010) ont également montré que le stockage verbal ou visuo-spatial était affecté de la même manière que le traitement soit verbal ou visuo-spatial. Deux modèles de MDT s'appuient sur l'idée d'un pool de ressources limité et d'un mécanisme de maintien général indépendant du domaine dont l'information à mémoriser est issue. Il s'agit du modèle de Processus Emboîtés de Cowan (1992, 1995, 1999) et du modèle de Partage Temporel des Ressources (TBRS) de Barrouillet et collaborateurs (Barrouillet et al., 2004 ; Barrouillet, Bernardin, Portrat, Vergauwe &

Camos, 2007). Nous allons décrire ces deux modèles et le mécanisme de rafraîchissement attentionnel sur lequel ils reposent.

2.1 Le modèle de Processus Emboîtés

En 1995, Cowan propose un modèle unitaire de MDT, le modèle de Processus Emboîtés. Contrairement au modèle à Composantes Multiples dans lequel la MDT est conçue comme une structure spécifique et indépendante de la MLT, dans le modèle de Processus Emboîtés la MLT fait partie intégrante de la MDT. Comme le montre la Figure 1.4, le modèle de Processus Emboîtés comporte un administrateur central, un buffer sensoriel et un stock contenant les connaissances à long terme (i.e., le grand rectangle sur la Figure 1.4). Dans le modèle de Processus Emboîtés, les informations, ou traces mémorielles, stockées en MLT peuvent avoir différents niveaux d'activation. Le premier niveau correspond à l'état d'inactivation des traces mémorielles. Les traces inactives, matérialisées par les points qui se situent à l'extérieur de la zone grisée sur la Figure 1.4, ne sont pas accessibles à la conscience. Les traces temporairement activées, matérialisées par les points qui se trouvent dans la zone grisée sur la Figure 1.4, peuvent être récupérées consciemment. Ces traces sont considérées comme étant actives en MCT et voient leur niveau d'activation décroître avec le passage temps. Ainsi, au-delà d'un certain laps de temps, le niveau d'activation des traces revient à son état initial, les traces ne sont alors plus accessibles à la conscience. Enfin, les traces qui se trouvent dans le focus attentionnel, matérialisé par le grand cercle sur la Figure 1.4, sont préservées du déclin temporel et sont les traces les plus facilement accessibles par la conscience. D'après Cowan (1995), l'activation des traces en MCT est maintenue lorsque celles-ci recirculent dans le focus attentionnel, par exemple lors d'une recherche mentale des items mémorisés. Ainsi, avant le déclin complet, l'activation des traces en MCT peut être rehaussée par la recirculation des traces dans le focus attentionnel. Selon Cowan (1995) l'action du focus attentionnel est limitée à quatre éléments, c'est-à-dire que seul quatre éléments peuvent simultanément recevoir de l'activation. Le focus attentionnel est orienté de manière volontaire et consciente par l'administrateur central suivant les buts fixés ou de manière automatique par des stimuli extérieurs inattendus (e.g., bruit, flash). Les traces mémorielles correspondant aux stimuli présents dans le

buffer sensoriel entrent dans le focus attentionnel et reçoivent de l'activation. Pour Cowan (1995, p65), "les trois composants de la mémoire (l'activation, le focus attentionnel et la conscience, et la MLT) contribuent à la MDT". Cette conception, et notamment la notion de focus attentionnel, a été reprise par Barrouillet, Bernardin et Camos (2004) dans leur modèle de Partage Temporel des ressources.

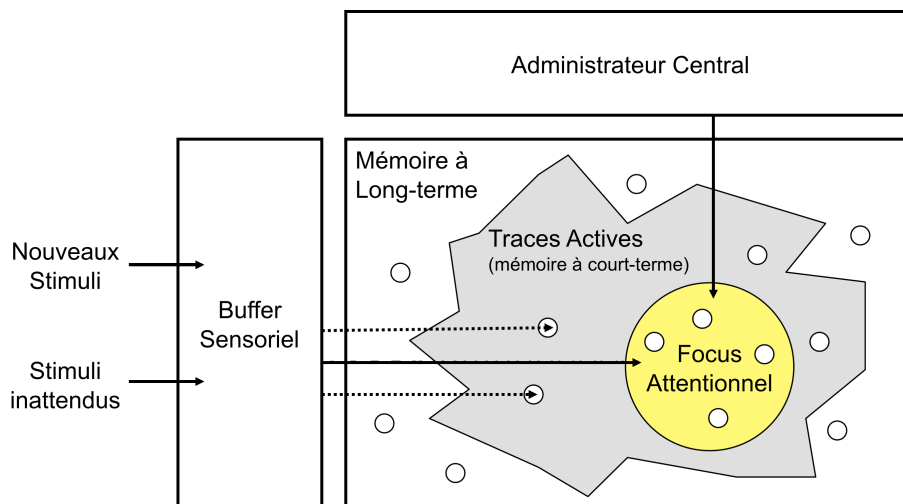


Figure 1.4 : Le modèle de Processus Emboîtés de Cowan (1999).

2.2 Le modèle de Partage Temporel des Ressources (TBRS)

Le modèle de Partage Temporel des Ressources (Time-Based Resource-Sharing - TBRS) a été proposé par Barrouillet et al. (2004) à la suite des travaux de Barrouillet et Camos (2001) réalisés chez l'enfant. Le modèle TBRS repose sur quatre principes fondamentaux et sur la notion de charge cognitive.

2.2.1 Les quatre principes fondateurs du modèle TBRS

Premier principe : Une ressource limitée - l'attention

Dans le modèle TBRS, Barrouillet et collaborateurs (2004, 2007) proposent l'existence d'une ressource unique et limitée, nécessaire à la fois au maintien et au traitement. L'idée d'une ressource unique et limitée avait déjà été formulée par Case

(1985) ou encore par Pascual-Leone (1970). Par exemple, Case (1985) parlait d'un "espace cognitif" partageable entre l'activité de maintien et l'activité de traitement. Pour lui, plus le traitement requiert d'espace cognitif pour être réalisé moins il reste d'espace disponible pour le maintien et moins la mémorisation sera efficace. Dans le modèle TBRS, comme dans la plupart des modèles de MDT (Baddeley, 1996; Cowan, 1995, 1999; Engle et al., 1999), la ressource unique et limitée sur laquelle repose la MDT est l'attention. L'attention est une ressource indispensable à la réalisation des tâches complexes. Elle est impliquée dans les processus contrôlés volontairement, comme l'activation des connaissances en MLT, le maintien de buts et de sous-buts, le maintien de résultats intermédiaires et le maintien des traces mémorielles des items à retenir (Barrouillet et al., 2004). Les modèles de MDT considèrent que l'attention peut être contrôlée (e.g., Engle et al. 1999 ; Kane, Bleckley, Conway & Engle, 2001) ou dirigée par l'administrateur central (e.g., Baddeley, 1990 ; Cowan, 1999) ou qu'elle peut être dirigée par des processus involontaires (e.g., Cowan, 1999). Dans le modèle TBRS, l'attention n'est pas partageable en parallèle entre le maintien et le traitement, comme pour Case (1985), mais elle est temporellement partageable entre ces deux activités. Par conséquent, l'attention doit être allouée alternativement au maintien et au traitement au fil du temps, justifiant ainsi l'utilisation du terme de "partage temporel" employé par Barrouillet et collaborateurs (2004, 2007).

Deuxième principe : Traitement et maintien - un seul à la fois

Dans le modèle TBRS, Barrouillet et collaborateurs (2004, 2007) considèrent que le maintien et le traitement ne peuvent être réalisés que de manière séquentielle, c'est-à-dire un seul à la fois, l'un après l'autre. Cette contrainte découle du fait que l'attention ne peut être focalisée que sur un seul élément à la fois (e.g., Garavan, 1998 ; Oberauer, 2002, 2005). Une autre explication de ce phénomène est apportée par la notion de goulet d'étranglement (*bottleneck*) définie par Pashler (1998). Le goulet d'étranglement contraindrait la récupération des informations en mémoire, puisqu'il ne permettrait de récupérer qu'une seule information à la fois. Ainsi, lorsque le goulet d'étranglement est utilisé pour récupérer une trace en MLT associée au traitement (e.g., juger la parité d'un chiffre nécessite de récupérer l'information en MLT) il n'est plus disponible pour la

récupération des traces mémorielles des items à maintenir. Ainsi, pour Barrouillet et al. (2004), le fait que le traitement et le maintien ne puissent pas avoir lieu simultanément s'explique aussi bien par le concept de focus attentionnel que par le concept de goulet d'étranglement. Cependant, le concept de focus attentionnel a été privilégié à celui de goulet d'étranglement par Barrouillet et al. (2007). En effet, les auteurs ont montré qu'il n'est pas nécessaire que le traitement implique des récupérations en MLT pour avoir un impact sur les performances de rappel. Par exemple, Barrouillet et al. (2007) ont montré qu'une tâche de localisation de stimuli, qui n'implique pas de récupération en MLT, mais qui capture l'attention, affectait les performances de rappel.

Troisième principe : Déplacement rapide et incessant de l'attention

Etant donné que le traitement et le maintien ne peuvent pas être réalisés simultanément, l'attention doit être déplacée de façon rapide et incessante entre les deux activités. L'idée de déplacement de l'attention du traitement vers le maintien a été initialement proposée par Towse et Hitch (1995) dans leur modèle de *Task Switching*. Selon Towse et Hitch (1995), lorsque les épisodes de maintien alternent avec les épisodes de traitement, l'attention est utilisée pour le maintien des items une fois l'épisode de traitement achevé. Ainsi, le déplacement de l'attention mime la structure de la tâche d'empan complexe. Toutefois, le déplacement de l'attention tel qu'il est proposé dans le modèle de Task Switching diffère légèrement de celui proposé par Barrouillet et al. (2004) dans le modèle TBRS. En effet, pour Barrouillet et al. (2004), il est très rare qu'une tâche capture l'attention durant toute la durée de l'épisode de traitement. Ainsi l'épisode de traitement serait entrecoupé de pauses durant lesquelles l'attention serait disponible pour le maintien. Autrement dit, pour Barrouillet et al. (2007), dès que l'opportunité se présente durant le traitement, l'attention se refocaliserait sur les items à maintenir, alors que pour Towse et Hitch (1995) la refocalisation de l'attention sur les items n'interviendrait qu'une seule fois lorsque le traitement est achevé. Le modèle TBRS suppose donc que l'attention fait des allers-retours incessants et rapides entre les activités de traitement et de maintien.

Quatrième principe: Déclin temporel et rafraîchissement par focalisation attentionnelle

Les traces mémorielles des items à retenir reçoivent une certaine quantité d'activation lorsqu'elles sont dans le focus de l'attention. En revanche, lorsque l'attention est mobilisée pour la réalisation d'une tâche concurrente, elle n'est plus focalisée sur les traces mémorielles des items à maintenir. Les traces ne recevant alors plus d'activation vont progressivement se dégrader durant toute la période où elles ne sont plus sous le focus attentionnel jusqu'à leur perte totale. Une fois les traces mémorielles complètement dégradées, il n'est plus possible de rappeler les items associés à ces traces. Néanmoins, avant que les traces des items ne soient totalement dégradées et si l'attention est de nouveau disponible, l'attention peut se refocaliser sur ces traces. Ces dernières vont de nouveau recevoir de l'activation et leur niveau d'activation va augmenter ; les items pourront donc être récupérés lors du rappel. Ce fonctionnement est assimilé au concept de rafraîchissement attentionnel initialement proposé par Johnson (1992) dans son modèle MEM. Selon Barrouillet et al. (2004), le mécanisme de rafraîchissement attentionnel n'implique pas nécessairement un processus de répétition, comme celui proposé par Baddeley (1986), mais plutôt un processus de récupération rapide et discret par focalisation de l'attention pour contrecarrer le déclin temporel. Pour Barrouillet et al. (2007), le rafraîchissement attentionnel serait un mécanisme de maintien général et indépendant du domaine auquel appartiennent les items à maintenir (e.g., phonologique, orthographique, visuel, spatial ou sémantique).

En résumé, le modèle de Partage Temporel des Ressources considère l'attention comme une ressource limitée et indivisible qui ne peut être dédiée qu'à une seule activité à la fois, c'est-à-dire soit le traitement, soit le maintien. Lorsque l'attention est focalisée sur les traces mémorielles des items à maintenir, celles-ci reçoivent de l'activation, mais aussitôt que l'attention est accaparée par un traitement, les traces se dégradent. Elles peuvent toutefois être rafraîchies avant leur disparition totale lorsque l'attention se désengage du traitement, donnant ainsi lieu à de nombreux et incessants déplacements de l'attention de la tâche de traitement vers les traces des items à retenir.

2.2.2 La notion de charge cognitive

Dans le modèle TBRS, Barrouillet et al. (2004) considèrent que le rappel en MDT est dépendant de la charge cognitive (*cognitive load*). La notion de charge cognitive telle qu'elle est employée par Barrouillet et al. (2004) diffère de la définition usuellement admise (Anderson, Reder & Lebiere, 1996 ; Case et al., 1982 ; Conway & Engle, 1994 ; Daneman & Carpenter, 1980; Just & Carpenter, 1992). En effet, classiquement la notion de charge cognitive correspond à la quantité de ressources cognitives accaparées par le traitement concurrent. Autrement dit, plus le traitement concurrent est complexe, plus il capture de ressources cognitives et moins il laisse de ressources disponibles pour le maintien de l'information en mémoire. Barrouillet et al. (2004) proposent d'intégrer la notion de temporalité à la définition de la charge cognitive. Ainsi, la charge cognitive est définie comme étant la proportion de temps durant lequel le traitement capture l'attention. La charge cognitive (CC) est définie par l'équation suivante :

$$CC = t_a / T \quad (1)$$

où t_a représente le temps durant lequel l'attention est capturée par un item à traiter et T représente la durée totale de l'épisode de traitement. Par exemple, lorsque nous comparons les conditions a et b présentées à la Figure 1.5, le temps total de l'épisode de traitement (T) est le même. Par contre, le temps durant lequel l'attention est capturée par les items à traiter (t_a) est plus important dans la condition b puisqu'il y a 10 items à traiter contre 6 dans la condition a . Ainsi, selon l'Equation 1, la charge cognitive étant plus importante dans la condition b , le rappel devrait être moins élevé que dans la condition a . La définition quantitative de la charge cognitive pourrait également expliquer que le rappel soit moins efficace dans la condition b , par le fait qu'un nombre plus important d'items doit être traité. La comparaison des conditions a et c écarte cette explication. En effet, dans les conditions a et c , le nombre d'items à traiter est le même, alors que la durée totale de l'épisode de traitement est plus courte en condition c . Ainsi, selon l'Equation 1, la charge cognitive est plus importante pour la condition c que pour la condition a , le rappel devrait donc être moins efficace dans la condition c . Barrouillet et al. (2007) ont montré qu'il existe une relation linéaire entre la charge cognitive et les

performances de rappel : plus la charge cognitive est importante moins les performances de rappel sont élevées (Barrouillet et al., 2007). D'après Barrouillet et al. (2007), lorsque la charge cognitive est importante, le rafraîchissement attentionnel aurait moins l'opportunité d'être mis en œuvre.

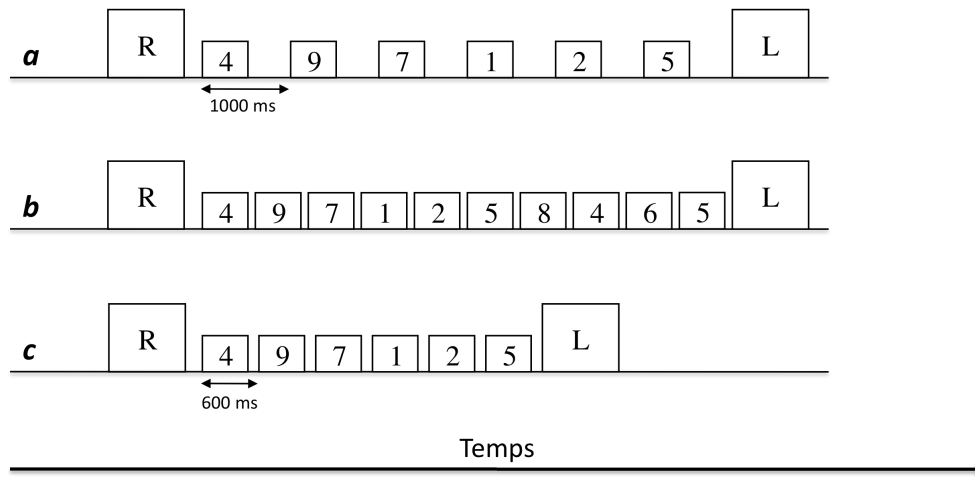


Figure 1.5 : Exemple d'une tâche d'empan de lecture de chiffres employée par Barrouillet et al. (2004) dans laquelle le traitement consistait à lire une série de chiffres qui apparaissait entre les lettres à mémoriser.

2.3 Preuves de l'implication du rafraîchissement attentionnel en MDT

Barrouillet et collaborateurs ont apporté de nombreuses preuves empiriques pour étayer leur modèle de Partage Temporel des Ressources (e.g., Barrouillet & Camos, 2001 ; Barrouillet et al. 2004, 2007 ; Gavens & Barrouillet, 2004 ; Lepine, Bernardin & Barrouillet, 2005 ; Portrat, Barrouillet & Camos, 2008). Pour cela, ils ont réalisé plusieurs études dans lesquelles ils faisaient varier le rythme ou la difficulté du traitement dans des paradigmes d'empan complexe.

Manipulation du rythme du traitement

Barrouillet et al. (2004) ont manipulé le rythme du traitement pour une tâche d'empan de lecture de chiffres. Ils ont demandé aux participants de mémoriser une série de consonnes présentées successivement et de lire à haute voix la série de chiffres qui

apparaissait après chaque consonne (Figure 1.5). Les auteurs ont manipulé le rythme du traitement en faisant varier soit le nombre de chiffres à lire après chaque consonne en maintenant la durée du traitement constante (Expérience 4 - conditions a et b de la Figure 1.5), soit en faisant varier la durée du traitement en maintenant le nombre de chiffres à lire constant (Expérience 5 - conditions a et c de la Figure 1.5). Dans l'Expérience 4, le rappel des consonnes était meilleur lorsque le traitement comportait 6 chiffres plutôt que 10 chiffres. Dans l'Expérience 5, le rappel était meilleur lorsque la durée du traitement était longue (1000 ms par chiffre) que lorsque la durée du traitement était courte (600 ms par chiffre). Ces résultats ont permis de mettre en évidence que les performances de rappel n'étaient pas dépendantes uniquement de la durée totale du traitement, comme le suggéraient Towse et Hitch (1995), ou du nombre d'items à traiter, mais plutôt de la combinaison de ces deux facteurs. Les résultats observés par Barrouillet et al. (2004) allaient dans le sens du concept de partage de ressource et à l'encontre de ce qui avait été montré par Towse et Hitch (1995), et Towse, Hitch et Hutton (1998, 2000). En effet, ces auteurs avaient montré que les performances de rappel chez l'enfant et l'adulte ne dépendaient pas de la quantité d'attention capturée par le traitement, mais plutôt de la durée du traitement, rendant ainsi l'idée d'une capacité de partage de ressource limitée superflue (Towse & Houston-Price, 2001). Cependant, Barrouillet et Camos (2001), Barrouillet et al. (2004), puis Gavens et Barrouillet (2004) ont montré qu'augmenter la durée du traitement ne provoquait pas nécessairement des performances de rappel moins élevées. Les performances étaient même meilleures comparées à une condition pour laquelle la durée de traitement était plus courte, comme nous l'avons vu plus haut (Expérience 5, Barrouillet et al., 2007). Barrouillet et al. (2004) concluent, en accord avec ce qui avait été proposé par Towse et Hitch (1995), que la durée de traitement joue un rôle important sur les performances de rappel, mais que la notion de partage de ressource est également nécessaire pour expliquer les performances mémorielles. Ceci est également illustré par le fait que la manipulation de la demande attentionnelle du traitement concurrent affecte les performances mémorielles.

Manipulation de la demande attentionnelle du traitement

Selon Barrouillet et al. (2007), toute activité cognitive concurrente n'a pas nécessairement un impact sur le maintien. Les auteurs ont donc manipulé la difficulté du traitement concurrent dans un paradigme d'empan complexe. Ainsi, les participants avaient pour consigne de mémoriser des séries de consonnes et d'effectuer le traitement qui suivait la présentation de chaque consonne. Deux types de traitement étaient proposés : une tâche de détection ou une tâche de localisation. La tâche de détection consistait à appuyer sur une touche aussitôt qu'un point apparaissait à l'écran, alors que la tâche de localisation consistait à appuyer sur la touche correspondant à la position d'un point apparaissant au-dessus ou au-dessous de la ligne horizontale d'un écran d'ordinateur. Pour manipuler le rythme du traitement, les auteurs faisaient varier le nombre de points présentés successivement après chaque consonne tout en maintenant la durée de l'épisode de traitement constante. Les résultats ont révélé une baisse constante des performances de rappel lors de l'augmentation du nombre de traitement, uniquement pour la tâche de localisation. Selon les auteurs, la différence entre les deux tâches de traitement résiderait dans l'implication d'un processus de sélection de réponse coûteux en ressources attentionnelles. Ainsi, comme la tâche de localisation était coûteuse en attention, plus le nombre d'items à traiter augmentait moins l'attention était disponible pour maintenir les traces en mémoire. Par contre comme la tâche de détection n'était pas coûteuse en attention, les ressources attentionnelles restaient disponibles pour le maintien quel que soit le nombre d'items à traiter. Barrouillet et al. (2007) concluent donc que ce n'est pas la durée de l'activité de traitement qui importe, mais la proportion de temps durant lequel l'attention est capturée et les processus centraux occupés.

Pour résumer, nous avons présenté deux modèles de MDT, le modèle de Processus Emboîtés de Cowan (1999) et le modèle TBRS de Barrouillet et al. (2007). Ces deux modèles postulent l'existence d'un pool de ressources limité, l'attention, et d'un mécanisme de maintien général, le rafraîchissement attentionnel. Selon Cowan (1999) ou Barrouillet et al. (2007), le rafraîchissement attentionnel opérerait sur n'importe quelles traces mémorielles, que celles-ci soient verbales, visuelles, spatiales ou de toute

autre forme. Néanmoins, cette conception n'est pas en mesure de rendre compte ou d'expliquer certains effets, comme les effets associés à la boucle phonologique (e.g., effet de similarité phonologique). Nous allons présenter trois modèles qui supposent à la fois l'implication d'un mécanisme général et de mécanismes spécifiques pour le maintien de l'information en MDT.

3 Un mécanisme de maintien général et un mécanisme de maintien spécifique

Nous avons vu que deux conceptions de la MDT s'opposent. La première conçoit la MDT sous forme de systèmes distincts et spécifiques. Ces systèmes sont dotés de processus de stockage et de maintien spécifiques aux propriétés des items à retenir et ont chacun à leur disposition leur propre pool de ressources. La seconde conçoit la MDT sous forme d'un processus unique et général permettant de conserver l'activation des traces mémorielles des items à retenir indépendamment du domaine auquel elles appartiennent. Nous allons maintenant présenter trois modèles de MDT qui considèrent ces deux conceptions comme étant complémentaires dans le sens où l'information serait maintenue en MDT à la fois par un processus spécifique et par un processus général. Le premier modèle est une adaptation du modèle à Composantes Multiples proposé par Baddeley (2000), le second est le modèle d'Attention Contrôlée proposé par Engle et al. (1999) et le troisième est une version étendue du modèle TBRS proposé par Camos et al. (2009). Après avoir présenté ces trois modèles nous verrons quelles sont les preuves en faveur d'un maintien à la fois spécifique et général, puis nous verrons comment nous avons testé les idées proposées dans le modèle TBRS étendu.

3.1 Une adaptation du modèle à Composantes Multiples : le buffer épisodique

En 2000, Baddeley a proposé d'introduire un système supplémentaire aux trois systèmes déjà présents dans le modèle à Composantes Multiples de Baddeley 1986 (i.e., l'administrateur central, la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial), comme le montre la Figure 1.6. Baddeley (2000) nomme ce système *buffer épisodique* et le décrit comme une structure de stockage multimodale de l'information ayant une capacité

limitée. Le buffer épisodique intégrerait les représentations issues des autres sous-systèmes (i.e., la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial) pour les stocker sous forme d'épisodes ou de scènes, c'est-à-dire sous forme de représentations multidimensionnelles. Pour Baddeley (2000), le buffer épisodique est une structure à part entière sous le contrôle de l'administrateur central, c'est-à-dire que l'information y est maintenue grâce à des processus exécutifs dépendant des ressources attentionnelles. La récupération de l'information stockée se ferait de manière consciente en liant les informations issues des différentes modalités. De plus, selon Baddeley (2000), le buffer épisodique serait en lien direct avec la MLT. Il permettrait donc d'intégrer les informations stockées en MLT pour créer de nouvelles représentations ou regrouper les représentations (*chunking*) en fonction des connaissances à long terme pour les retenir plus efficacement (Miller, 1956). Ainsi, dans cette nouvelle version du modèle à Composantes Multiples, l'information verbale serait maintenue à la fois dans la boucle phonologique sous forme de représentations phonologiques par répétition subvocale et dans le buffer épisodique sous forme de représentations multimodales par des processus attentionnels.

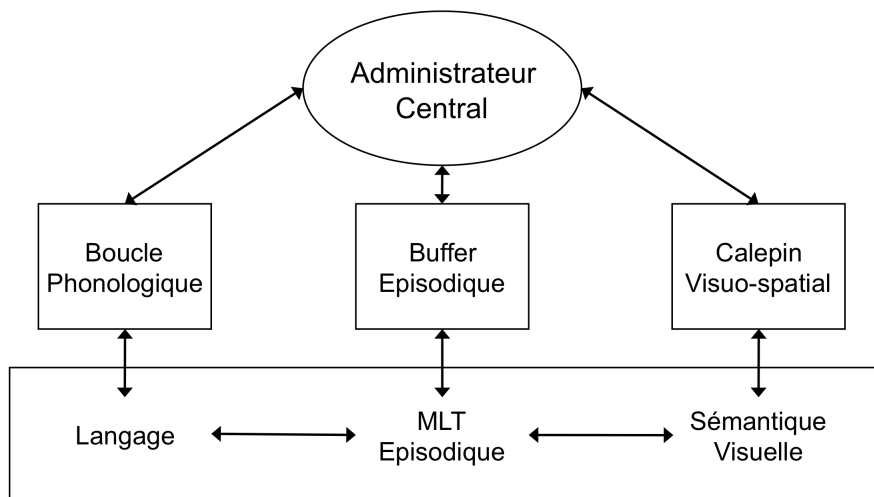


Figure 1.6 : Le modèle à Composantes Multiples (Baddeley, 2000)

3.2 Le modèle d'Attention Contrôlée

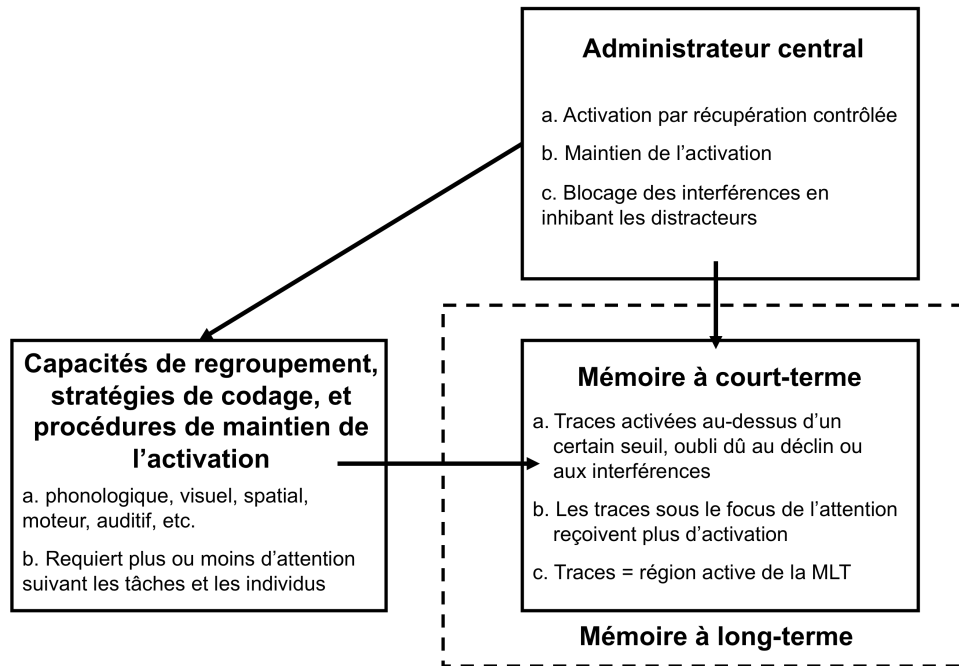


Figure 1.7 : Le modèle d'Attention Contrôlée de Engle, Kane et Tuholski (1999)

Engle et al. (1999) ont proposé un modèle de MDT comportant à la fois un processus de maintien général et des processus de maintien spécifiques, comme on peut le voir sur la Figure 1.7. Ainsi, dans le modèle d'Attention Contrôlée les traces en MLT correspondant aux items à mémoriser sont activées par l'administrateur central. L'administrateur central, à travers un mécanisme attentionnel général, maintient l'activation de ces traces mémorielle en MCT. D'après Engle et al. (1999), l'administrateur central jouerait également un rôle dans l'inhibition des interférences générées par les distracteurs et qui seraient à l'origine du déclin de l'activation des traces mémorielles. L'idée d'un mécanisme de maintien général rejoint celle proposée dans le modèle de Processus Emboîtés (Cowan, 1999) et dans le modèle TBRS (Barrouillet et al., 2007). Contrairement à ces deux modèles, le modèle d'Attention Contrôlée de Engle et al. (1999) suppose que les traces mémorielles seraient également encodées et maintenues par des stratégies et des mécanismes spécifiques à un domaine donné, c'est-à-dire phonologique, visuel, spatial, moteur, auditif ou tout autre domaine. Ainsi, pour Engle et al. (1999), l'information verbale serait maintenue par un processus

attentionnel et par un processus phonologique assimilé à la boucle phonologique du modèle à Composantes Multiples (Baddeley, 1986). Sur la Figure 1.7, nous pouvons voir qu'une flèche relie l'administrateur central aux processus de maintien spécifiques. Celle-ci matérialise le fait que les stratégies d'encodage et les processus de maintien requièrent des ressources attentionnelles pour être réalisés et que la quantité d'attention requise par ces processus dépendrait de la tâche à réaliser et des individus (e.g., le codage et la répétition pour une tâche d'empan de lecture de chiffres sont plus coûteux en attention pour un enfant que pour un adulte).

3.3 Le modèle TBRS étendu

Dans le modèle TBRS étendu de Camos et al. (2009), le mécanisme de maintien général (i.e., le rafraîchissement attentionnel) initialement proposé par Barrouillet et al. (2007) est associé au mécanisme spécifique de répétition subvocale proposé par Baddeley (1986) pour rendre compte du maintien de l'information verbale en MDT. Selon Camos et al. (2009), l'information verbale serait maintenue à la fois à un niveau périphérique et à un niveau central. Le maintien de l'information à ces deux niveaux différerait de par la manière dont les items sont encodés, oubliés et maintenus, comme indiqué dans la Table 1.1. Ainsi, au niveau périphérique, l'information serait encodée de manière superficielle (i.e., phonologique) sur la base de représentations spécifiques, comme les phonèmes. L'oubli au niveau périphérique serait dû à l'interférence entre les représentations lors de leur maintien (e.g., Baddeley, 1966 ; Nairne, 1990). Toutefois cet oubli pourrait être contrecarré par un mécanisme de maintien spécifique, c'est-à-dire par répétition subvocale. Au niveau central, l'information serait encodée de manière plus profonde (e.g., sémantique) sous forme de codes non spécifiques, c'est-à-dire indépendamment des propriétés du matériel à retenir. L'oubli au niveau central serait dû au déclin temporel des traces mémorielles lorsque celles-ci ne sont plus dans le focus attentionnel. Toutefois, l'oubli pourrait être contrecarré par un mécanisme de maintien non spécifique, c'est-à-dire par rafraîchissement attentionnel (Barrouillet et al., 2004, 2007 ; Johnson, 1992). Cette version étendue du modèle TBRS suppose donc que l'information est maintenue au niveau périphérique par un mécanisme spécifique et au niveau central par un mécanisme général. La répétition et le rafraîchissement

opèreraient de façon conjointe sur les mêmes traces mémorielles, mais en s'appuyant respectivement sur les représentations phonologiques et sur les représentations multidimensionnelles des items.

Table 1.1 : Caractéristiques du maintien de l'information verbale au niveau périphérique et au niveau central décrites dans le modèle TBRS étendu de Camos, Lagner et Barrouillet (2009)

	Niveau	
	Périphérique	Central
Encodage	Superficiel	Profond
Code	Spécifique (i.e. phonologique)	Non Spécifique (e.g. sémantique)
Oubli	Interférences	Déclin Temporel
Mécanisme de maintien	Répétition Subvocale	Rafraîchissement Attentionnel

3.4 Preuves de l'implication de différents processus de maintien en MDT

Les trois modèles que nous venons de présenter supposent que l'information est maintenue en MDT grâce à différents mécanismes ou stratégies. Nous allons maintenant présenter les études qui soutiennent cette idée. Nous allons tout particulièrement nous intéresser aux études comportementales et aux études de neuro-imagerie qui montrent que le rafraîchissement attentionnel et la répétition subvocale sont deux mécanismes distincts et indépendants. Enfin, nous présenterons les études qui laissent penser que le rafraîchissement et la répétition peuvent être mis en œuvre conjointement.

3.4.1 Différentes stratégies de maintien

Logie, Della Sala, Laiacona, Chalmers et Wynn (1996) ont testé les effets de similarité phonologique et de longueur de mots chez les mêmes participants. Ils ont constaté qu'au moins un de ces effets n'apparaissait pas pour 43% des participants et qu'il n'y avait pas de corrélation entre l'apparition d'un de ces effets lors du test et lors

d'un retest. Les auteurs supposent que l'absence de persistance de ces effets pourrait s'expliquer par l'utilisation de stratégies d'encodage différentes de la répétition, comme regrouper les items par paires ou triplets (*chunking*), ne retenir que la première lettre de chaque mot, associer les mots sémantiquement, se représenter l'image correspondant aux mots ou utiliser ces différentes stratégies conjointement. Baddeley (1966) a montré que pour des listes de 10 mots un codage sémantique était préféré à un codage phonologique lorsque les mots étaient acoustiquement similaires. De la même manière, Salamé et Baddeley (1986) ont observé un effet de similarité phonologique avec des listes composées de 5, 6, ou 7 lettres, alors que pour des listes de 8 lettres, l'effet disparaissait. Les auteurs concluaient à l'abandon du codage phonologique au profit d'une autre stratégie pour les longues séquences de lettres. D'après Salamé et Baddeley (1986), l'encodage visuel ou sémantique serait donc une stratégie plus appropriée, ou en tout cas privilégiée, lorsque la tâche devient vraiment compliquée, par exemple lorsque les mots sont similaires, lorsque beaucoup de mots doivent être mémorisés ou lors de l'articulation de stimuli non pertinents (Baddeley & Larsen, 2007 ; Larsen & Baddeley, 2003).

Les études précédentes ont montré que les individus semblaient être capables de choisir les stratégies adaptées à la situation. D'autres études ont également montré qu'il est possible d'induire l'utilisation de certaines stratégies pour l'encodage et le maintien d'informations verbales. Par exemple, Campoy et Baddeley (2008) ont observé que les effets associés à l'utilisation de la boucle phonologique (i.e., l'effet de similarité phonologique et l'effet de longueur de mots) disparaissaient dans une tâche de rappel immédiat lorsque les participants avaient pour instruction d'utiliser une stratégie sémantique pour retenir les mots (i.e., en utilisant le sens des mots ou en associant les mots entre eux). Hanley et Bakopoulou (2003) ont observé la même chose puisque l'effet de similarité phonologique disparaissait lorsqu'ils demandaient aux participants d'encoder des lettres similaires ou dissimilaires en utilisant une stratégie sémantique en créant une phrase composée de mots commençant par les lettres à mémoriser. Ils ont également observé une disparition de l'effet d'écoute inattentive lors de l'utilisation de la stratégie d'encodage sémantique. Dans ces deux études, les effets de similarité phonologique et de longueur de mots étaient plus prononcés lorsqu'une stratégie d'encodage par répétition devait être utilisée que lorsqu'aucune stratégie d'encodage

particulière n'était spécifiée. Ceci laisse supposer que dans le cas où aucune stratégie n'était spécifiée, certains participants utilisaient une stratégie de répétition, alors que d'autres pas. En utilisant une tâche de rappel différé, Shaughnessy (1981) a montré que des mots étaient aussi bien rappelés lorsque les participants avaient pour consigne de répéter les mots à haute voix ou de créer une scène à partir des représentations des mots que lorsqu'ils n'avaient reçu aucune consigne spécifique quant à la stratégie à utiliser. C'est également ce qui est rapporté par Campoy et Baddeley (2008). Ceci laisse penser que le mécanisme de répétition serait tout aussi efficace que d'autres mécanismes, excepté lorsqu'il serait altéré par des phénomènes articulatoires.

3.4.2 Dissociation neurophysiologique de la répétition et du rafraîchissement

Plusieurs études réalisées en neuro-imagerie ont montré des résultats concordants avec l'idée de l'implication de deux mécanismes distincts pour le maintien de l'information verbale. En effet, Raye, Johnson, Mitchell, Reeder et Greene, (2002), puis Raye, Johnson, Mitchell, Greene et Johnson (2007) ont montré une activation prédominante du cortex dorso-latéral préfrontal (CDLP, aire 9 de Brodman), lors de l'utilisation du rafraîchissement, c'est-à-dire lorsque les participants devaient " penser " aux mots présentés précédemment. Lors de l'utilisation de la répétition, c'est-à-dire lorsque les participants devaient lire silencieusement ou se répéter les mots dans leur tête, le cortex ventro-latéral préfrontal (CVLP, aire 44 de Brodman) s'activait de manière prédominante. Le CDLP correspond à l'aire cérébrale impliquée dans le contrôle exécutif (D'Esposito, Detre, Alsop, Shin, Atlas & Grossman, 1995), alors que le CVLP correspond à l'aire cérébrale habituellement associée à la production du langage (aire de Broca). Ainsi, le CDLP pourrait être le siège du mécanisme de maintien général dont l'activation est indépendante du matériel à maintenir (Johnson, Raye, Mitchell, Greene, Cunningham & Sanislow, 2005) et le CVLP serait le siège du mécanisme de maintien spécifique au matériel verbal, c'est-à-dire à la répétition.

3.4.3 Indépendance de la répétition et du rafraîchissement

Une première étude réalisée par Hudjetz et Oberauer (2007) semble indiquer que la répétition et le rafraîchissement sont deux mécanismes indépendants. Dans cette

étude, les participants étaient confrontés à un paradigme d'empan de lecture pour lequel la lecture des phrases était soit normale (i.e., laissée à l'appréciation des participants), soit continue de manière à ne pas laisser de pauses entre la lecture de chaque mot. De plus, les auteurs faisaient varier le rythme de présentation des segments de phrases. Les résultats ont révélé de meilleures performances de rappel pour la lecture normale que pour la lecture continue, montrant ainsi que la lecture continue empêchait toute opportunité de répétition subvocale. Les résultats ont également révélé un rappel plus faible pour le rythme de présentation rapide, aussi bien pour la lecture normale que pour la lecture continue. D'après Hudjetz et Oberauer (2007), la présence de l'effet du rythme sur le rappel lorsque la répétition était entravée (i.e., lecture continue) apporterait la preuve de l'existence d'un mécanisme de maintien autre que la répétition. Hudjetz et Oberauer (2007) supposent alors qu'il s'agit du rafraîchissement attentionnel dont parlent Barrouillet et al. (2004). Ainsi, lorsque la répétition n'est pas possible, le rafraîchissement attentionnel serait utilisé pour le maintien. L'absence d'interaction entre l'effet du type de lecture et le rythme de présentation va dans le sens de l'idée d'indépendance de la répétition et du rafraîchissement.

Cette idée est renforcée par les résultats obtenus par Camos et al. (2009). Dans deux expériences mettant en œuvre un paradigme d'empan complexe de mémorisation de lettres, la disponibilité de l'un ou l'autre des deux mécanismes a été manipulée pendant que l'autre mécanisme était entravé. Dans la première expérience, l'effet de la demande attentionnelle du traitement a été testé lorsque le degré de suppression articulatoire variait. Ainsi, la tâche de traitement était soit faiblement demandeuse en attention (i.e., lecture d'opérations à haute voix), soit fortement demandeuse en attention (i.e., résolution d'opérations à haute voix). Le degré de suppression articulatoire (i.e., articulation à haute voix) a été manipulé en faisant varier le nombre d'opérations à traiter (i.e., 2 ou 4 opérations). Les résultats ont révélé des performances de rappel moins élevées lorsque le degré de suppression articulatoire était important, c'est-à-dire avec 4 opérations. De plus, le rappel était plus faible pour la tâche de résolution quel que soit le degré de suppression articulatoire. Cette étude montre qu'augmenter la demande attentionnelle du traitement entravait le rafraîchissement peu importe que la répétition soit fortement ou faiblement entravée par la suppression articulatoire. De manière réciproque, dans la deuxième expérience, l'effet de la

suppression articulatoire a été testé lorsque le degré de charge cognitive variait. Ainsi, les participants devaient répondre soit manuellement, soit oralement à une tâche de jugement de parité. La modalité de réponse orale avait pour but de produire de la suppression articulatoire. Le degré de charge cognitive a été manipulé en faisant varier le nombre de chiffres à juger (i.e., 4 ou 8 chiffres). Les résultats ont révélé des performances de rappel moins élevées lorsque la charge cognitive était importante, c'est-à-dire avec 8 chiffres. De plus, le rappel était moins efficace pour la modalité orale quel que soit le degré de charge cognitive. Cette étude montre que la suppression articulatoire entravait la répétition peu importe que le rafraîchissement soit fortement ou faiblement entravé par la charge cognitive.

Les résultats obtenus par Camos et al. (2009) et par Hudjetz et Oberauer (2007) semblent concorder avec l'idée que les mécanismes de répétition et de rafraîchissement sont indépendants, comme proposé dans le modèle à Composantes Multiples (Baddeley, 2000), dans le modèle d'Attention Contrôlée (Engle et al., 1999) et dans le modèle TBRS étendu (Camos et al, 2009). D'autres études laissent également supposer que les deux mécanismes de maintien peuvent être mis en œuvre conjointement.

3.4.4 Utilisation conjointe de la répétition et du rafraîchissement

Chen et Cowan (2009) ont formulé l'hypothèse d'un maintien de l'information verbale par un mécanisme général et par un mécanisme spécifique qui fonctionneraient en parallèle. Oberauer et Lewandowsky (2008), à l'aide d'un paradigme d'empan complexe, ont observé que le rappel de lettres était moins efficace lorsque le traitement impliquait conjointement une tâche de suppression articulatoire (répéter "super") et une tâche de jugement coûteuse en attention, que lorsque le traitement impliquait uniquement la tâche de suppression articulatoire. De plus, les performances de rappel étaient plus faibles dans le paradigme d'empan complexe avec la tâche de suppression articulatoire que dans un paradigme de rappel immédiat. Ces résultats indiquent que le rappel était affecté par la suppression articulatoire et ils indiquent que l'effet d'un traitement coûteux en attention s'ajoutait à l'effet de la suppression articulatoire. Ceci laisserait supposer que la répétition et le rafraîchissement sont utilisés conjointement.

Camos et al. (2009) ont testé l'hypothèse de l'additivité du rafraîchissement et de la répétition en manipulant orthogonalement leur disponibilité dans un même paradigme d'empan complexe. Les participants avaient pour consigne de retenir des lettres pendant la réalisation d'une tâche concurrente. Les auteurs ont manipulé la disponibilité du rafraîchissement en proposant soit une tâche de détection de stimuli peu coûteuse en ressources attentionnelles, soit une tâche de jugement de parité coûteuse en ressources attentionnelles. La disponibilité de la répétition a été manipulée en demandant aux participants de réaliser les deux tâches soit manuellement (i.e., appuyer sur une touche), soit oralement (i.e., donner la réponse à haute voix). La modalité de réponse orale avait pour but de créer de la suppression articulatoire. Enfin, les auteurs ont manipulé la possibilité d'utiliser le rafraîchissement et la répétition en faisant varier le rythme du traitement dans les deux tâches. Pour cela, pour un délai constant, le nombre de stimuli à traiter était de quatre pour le rythme lent et de huit pour le rythme rapide. Le rythme rapide avait pour but de réduire les opportunités de rafraîchissement et de répétition des lettres. En désaccord avec l'hypothèse d'indépendance et d'additivité du rafraîchissement et de la répétition, les résultats ont montré que la suppression articulatoire et le coût attentionnel interagissaient dans des directions opposées suivant le rythme de traitement. Ainsi, avec un rythme lent, leurs effets étaient sur-additifs, c'est-à-dire que le rappel des lettres était beaucoup plus affecté par la suppression articulatoire pour la tâche de jugement de parité que pour la tâche de détection. En revanche, avec le rythme rapide, les effets de suppression articulatoire et de coût attentionnel étaient sous-additifs, c'est-à-dire que le rappel des lettres était beaucoup plus affecté par la suppression articulatoire pour la tâche de détection que pour la tâche de jugement de parité. Toutefois, d'après Camos et al. (2009), ces résultats pourraient être biaisés, notamment par l'emploi de stimuli différents à traiter et à articuler dans les tâches de détection et de jugement de parité.

Dans une seconde expérience, les auteurs ont donc harmonisé les stimuli en présentant des séries de chiffres pour lesquelles les participants devaient soit détecter le chiffre " 5 ", soit vérifier si la somme de deux chiffres était égale au troisième chiffre. La tâche de vérification était considérée comme étant plus coûteuse en ressources attentionnelles que la tâche de détection. Cette fois-ci, la disponibilité de la répétition a été manipulée en demandant aux participants de lire les chiffres soit silencieusement,

soit oralement pour produire de la suppression articulatoire. L'opportunité d'utiliser le rafraîchissement et la répétition a également été manipulée en faisant varier le rythme d'apparition des chiffres à traiter. Les résultats de cette seconde expérience n'ont pas révélé d'interaction entre la suppression articulatoire et le coût attentionnel quel que soit le rythme de traitement. Le rappel des lettres était affecté par la suppression articulatoire de la même manière pour les tâches de détection et de vérification. De plus, les effets de suppression articulatoire et de coût attentionnel étaient additifs, les performances de rappel étant plus affectées lorsque la répétition et le rafraîchissement étaient tous les deux indisponibles que lorsque seul l'un des deux était indisponible.

D'après Camos et al. (2009), bien que les résultats de la première expérience semblent refléter la présence de biais expérimentaux, les résultats de la seconde semblent aller dans le sens de l'hypothèse d'indépendance et d'additivité du rafraîchissement et de la répétition proposée dans le modèle TBRS étendu. Camos et al (2009) concluent que la répétition et le rafraîchissement sont deux mécanismes différents qui travaillent ensemble pour le maintien de matériel verbal en MDT. Ils proposent alors que la répétition et le rafraîchissement pourraient opérer de façon conjointe sur les mêmes traces mémorielles. Ceci impliquerait que les traces mémorielles soient multimodales (i.e., phonologiques, orthographiques, visuelles, spatiales et sémantiques). Ces représentations multimodales seraient alors stockées dans un système unique et multimodal plutôt que dans des systèmes distincts et spécifiques à une modalité comme dans le modèle à Composantes Multiples de Baddeley (2000). Pour Baddeley (2000), l'information verbale serait stockée sous forme phonologique et maintenue par répétition subvocale dans le stock phonologique, mais elle serait également stockée sous forme multimodale et maintenue par focalisation attentionnelle dans le buffer épisodique. D'après Camos et al. (2009), cette conception permettrait d'expliquer l'indépendance de la répétition et du rafraîchissement observée dans leurs études, mais elle manquerait de parcimonie pour expliquer l'utilisation conjointe des deux mécanismes. En effet, la mise en œuvre conjointe des deux mécanismes impliquerait que l'information soit représentée simultanément dans le stock phonologique et dans le buffer épisodique. Par contre, d'après Camos et al. (2009), le modèle d'Attention Contrôlée (Engle et al., 1999) pourrait rendre compte de

l'implication conjointe des deux mécanismes. En effet, d'après ce modèle, l'activation d'une même trace mémorielle serait maintenue à la fois par un processus attentionnel général et par un processus phonologique spécifique.

3.5 Deux mécanismes de maintien : une évaluation du modèle TBRS étendu

Comme nous l'avons vu précédemment, plusieurs arguments ont été apportés en faveur de l'implication d'une part de la répétition (e.g., Fallon et al., 1999 ; Lobley et al., 2005) et d'autre part du rafraîchissement (e.g., Barrouillet et al., 2004, 2007) dans le maintien de l'information verbale en MDT. Nous avons vu que trois modèles intègrent ces deux mécanismes de maintien. Il s'agit du modèle à Composantes Multiples de Baddeley (2000), du modèle d'Attention Contrôlée de Engle et al. (1999) et du modèle TBRS étendu de Camos et al. (2009). Bien qu'il ait été montré que la répétition et le rafraîchissement sont deux mécanismes distincts (e.g., Raye et al., 2002, 2007) peu d'études se sont intéressées à la nature de la relation qu'entretiennent ces deux mécanismes. Seuls Hudjetz et Oberauer (2007) ou Camos et al. (2009) ont montré que les deux mécanismes sont indépendants, et Camos et al. (2009) ont montré que les deux mécanismes peuvent être mis en œuvre simultanément pour améliorer les performances de rappel.

Le travail que nous avons réalisé s'inscrit dans la lignée des études de Camos et al. (2009) et avait pour objectif de tester comment la répétition et le rafraîchissement sont mis en œuvre dans le maintien de l'information verbale. De manière plus générale, nous voulions tester le modèle TBRS étendu proposé par Camos et al. (2009) et ainsi vérifier que l'information verbale est maintenue sous forme de représentations phonologiques par répétition et sous forme de représentations non phonologiques par rafraîchissement. Pour tester l'indépendance des deux niveaux de maintien postulée dans le modèle TBRS étendu, nous avons réalisé plusieurs études dans lesquelles la possibilité d'utiliser la répétition et la possibilité d'utiliser le rafraîchissement étaient manipulées de manière orthogonale. De plus, pour tester l'implication de représentations distinctes aux niveaux périphérique et central, nous avons manipulé le type d'items à mémoriser.

Ainsi, dans un paradigme d'empan complexe, la possibilité d'utiliser la répétition a été manipulée en introduisant une tâche de suppression articulatoire durant les délais qui suivaient la présentation de chaque item à mémoriser. Comme nous l'avons vu plus haut, l'articulation d'éléments non pertinents est censée empêcher le recodage phonologique des items présentés visuellement et le maintien par répétition (Baddeley, 1986). Dans nos études, la suppression articulatoire était utilisée pour empêcher la répétition étant donné qu'elle avait lieu uniquement durant la période de maintien.

La possibilité d'utiliser le rafraîchissement était manipulée en introduisant un traitement plus ou moins coûteux en ressources attentionnelles durant les délais qui suivaient la présentation de chaque item à mémoriser. Comme dans l'Expérience 4 de Barrouillet et al. (2007), le traitement concurrent consistait à détecter ou à localiser des stimuli présentés visuellement. La tâche de détection étant moins coûteuse en ressources attentionnelles que la tâche de localisation (Barrouillet et al., 2007), elle devrait empêcher la mise en œuvre du rafraîchissement dans une moindre mesure par rapport à la tâche de localisation.

Enfin, la nature des représentations impliquées dans le maintien a été testée soit en manipulant les traits phonologiques, soit en manipulant les connaissances à long terme associées aux items à mémoriser. Les traits phonologiques ont été manipulés à travers la similarité phonologique des mots ou à travers la longueur des mots à mémoriser. Quant aux connaissances à long terme, elles ont été manipulées à travers la fréquence et la lexicalité des items à mémoriser. L'ensemble de ces manipulations a nécessité la création de listes d'items originales étant donné que peu d'études antérieures ont été réalisées avec du matériel français.

3.5.1 Processus de maintien général et spécifique : quelle relation ?

Les expériences présentées dans le Chapitre 2 avaient pour but de tester l'indépendance et l'utilisation conjointe de la répétition et du rafraîchissement. Elles avaient également pour but de tester l'implication de représentations phonologiques dans le maintien par répétition, mais pas dans le maintien par rafraîchissement. Ainsi, quatre études ont été réalisées chez de jeunes adultes. Dans les Expériences 1 et 2, l'indépendance de la répétition et du rafraîchissement a été testée en manipulant la disponibilité du rafraîchissement lors du maintien de mots phonologiquement similaires

ou dissimilaires. Dans le cas où les deux mécanismes de maintien seraient indépendants, l'effet de similarité phonologique, signe de la mise en jeu de la répétition, devrait apparaître indépendamment de la disponibilité du rafraîchissement. Puis dans les Expériences 3 et 4, nous avons manipulé orthogonalement la disponibilité de la répétition et du rafraîchissement lors du maintien de mots phonologiquement similaires ou dissimilaires (Expérience 3) ou lors du maintien de mots longs ou courts (Expérience 4). Dans le cas où la répétition et le rafraîchissement seraient indépendants, manipuler la disponibilité de l'un des mécanismes ne devrait pas affecter l'utilisation de l'autre mécanisme. De plus, si les deux mécanismes peuvent être mis en œuvre conjointement, les performances de rappel devraient être d'autant plus affectées que les deux mécanismes sont entravés simultanément. Enfin, l'implication de représentations phonologiques lors du maintien par répétition devrait se traduire par la disparition des effets de similarité phonologique et de longueur de mots lorsque la répétition est entravée par de la suppression articulatoire. Par contre, ces effets devraient apparaître indépendamment de la disponibilité du rafraîchissement dans la mesure où le rafraîchissement est indépendant des représentations phonologiques des mots.

Dans le Chapitre 2, nous présenterons également trois études réalisées chez de jeunes enfants âgés de 7-8 ans. Le but de ces études était d'étudier la manière dont les enfants mettent en place les mécanismes de répétition et de rafraîchissement. En effet, d'après Gathercole (1999) la répétition ne serait opérationnelle qu'à partir de 7 ans. Selon Barrouillet, Gavens, Vergauwe, Gaillard et Camos (2009), c'est également à l'âge de 7 ans que les enfants utiliseraient spontanément le rafraîchissement. La question était donc de savoir si les enfants dès 7 ans mettent en œuvre les deux mécanismes de la même manière que les adultes. Autrement dit, nous voulions savoir si les enfants utilisaient les deux mécanismes de manière indépendante et coordonnée. Pour tester cela, dans les Expériences 5 et 6, nous avons adapté le paradigme employé chez l'adulte dans nos Expériences 3 et 4. Dans le cas où les deux mécanismes seraient utilisés indépendamment et conjointement par les enfants, nous devrions obtenir les mêmes résultats que pour l'adulte, c'est-à-dire que la manipulation de la répétition et la manipulation du rafraîchissement devraient avoir des effets additifs sur les performances de rappel. Par contre, dans le cas où les enfants n'utiliseraient pas les

deux mécanismes conjointement, le rappel devrait être équivalent lorsque les deux mécanismes sont entravés simultanément ou séparément. Enfin, comme pour l'adulte, nous pouvons nous attendre à ce que l'apparition des effets de similarité phonologique et de longueur de mots soit affectée par la réduction de la possibilité d'utiliser la répétition, mais pas par la réduction de la possibilité d'utiliser le rafraîchissement. Une troisième étude a également été réalisée chez l'enfant en manipulant la similarité phonologique à l'aide de rimes. En effet, nous avons vu plus haut que les adultes se servent des informations catégorielles fournies par les rimes pour améliorer leurs performances de rappel (e.g., Fallon et al., 1999 ; Gupta et al., 2005). Ainsi, de meilleures performances de rappel pour les rimes que pour des mots dissimilaires montreraient que les enfants à l'instar des adultes ne s'appuient pas exclusivement sur les traits phonologiques des mots, mais qu'ils sont également capables de tirer bénéfice des indices catégoriels fournis par les rimes.

3.5.2 Processus de maintien général et spécifique : quelles représentations ?

Les expériences que nous allons présenter dans le Chapitre 3 avaient pour but d'étudier plus en détail la nature des représentations impliquées dans le maintien par répétition et par rafraîchissement. Autrement dit, nous voulions vérifier que la répétition repose sur les représentations phonologiques des mots, mais pas le rafraîchissement, comme postulé dans le modèle TBRS étendu. Nous voulions également tester si le rafraîchissement repose sur les représentations à long terme associées aux items à mémoriser.

Dans les Expériences 8 à 10, nous voulions vérifier que l'utilisation de la répétition contraignait l'encodage des mots sous forme phonologique et que par contre l'utilisation du rafraîchissement n'entraînait pas un tel encodage. Pour cela, nous avons manipulé la consigne donnée aux participants quant aux mécanismes de maintien à mettre en œuvre pour retenir des mots phonologiquement similaires ou dissimilaires. Ainsi, les participants avaient pour consigne de retenir les mots par répétition dans l'Expérience 8 et par rafraîchissement dans l'Expérience 9. Dans l'Expérience 10, les participants ne recevaient aucune consigne spécifique. De plus, dans nos expériences, nous avons manipulé la quantité d'attention capturée par le traitement concurrent. Nous

nous attendions à ce que l'utilisation de la répétition entraîne l'encodage systématique des mots sous forme phonologique et que cela se traduise par la présence de l'effet de similarité phonologique. Au contraire, nous nous attendions à ce que l'utilisation du rafraîchissement favorise l'encodage des mots sous forme non phonologique et que cela se traduise par l'absence systématique d'effet de similarité phonologique. Nous nous attendions à ce que ces résultats soient obtenus quelle que soit la quantité d'attention capturée par le traitement concurrent. Enfin, dans l'Expérience 10, nous nous attendions à ce que le rafraîchissement soit mis en jeu lorsque l'attention était disponible et entraîne un encodage non phonologique des mots. Dans ce cas, l'effet de similarité phonologique ne devrait pas apparaître. Par contre, nous nous attendions à ce que la répétition soit mise en jeu lorsque l'attention était capturée et entraîne un encodage phonologique des mots. Dans ce cas, l'effet de similarité phonologique devrait apparaître.

Les Expériences 11 et 12 visaient à tester l'idée selon laquelle l'encodage non phonologique des mots contraindrait le maintien par rafraîchissement. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur l'idée développée par Craik et Lockhart (1972) selon laquelle l'augmentation de la durée de présentation des items à mémoriser favoriserait le passage d'un encodage phonologique à un encodage non phonologique. Ainsi, dans la mesure où la répétition repose sur des représentations phonologiques et le rafraîchissement sur des représentations non phonologiques, l'augmentation de la durée de présentation des items à mémoriser devrait se traduire par l'abandon du maintien par répétition au profit du maintien par rafraîchissement. Pour tester cela, nous avons repris le paradigme de l'Expérience 3, dans lequel nous manipulons la disponibilité de la répétition et du rafraîchissement de manière orthogonale, et nous avons fait varier la durée de présentation de mots phonologiquement similaires et dissimilaires. L'augmentation de la durée de présentation devrait se traduire par l'absence systématique d'effet de similarité en raison du passage à un encodage non phonologique. De plus, les performances de rappel devraient être affectées lorsque le rafraîchissement est entravé, mais pas lorsque la répétition est entravée.

Enfin, dans les Expériences 13 et 14, nous voulions tester si le rafraîchissement repose sur les représentations à long terme associées aux items à mémoriser. Nous avons donc manipulé la possibilité d'utiliser le rafraîchissement pour retenir des items dont l'accès aux représentations à long terme variait. Ainsi, dans l'Expérience 13, les participants devaient mémoriser soit des mots fréquents, soit des mots peu fréquents. Dans le cas où les connaissances à long terme interviendraient dans le maintien par rafraîchissement, les mots fréquents devraient être mieux rappelés que les mots peu fréquents lorsque le rafraîchissement est disponible, mais pas lorsqu'il est entravé. Dans l'Expérience 14, l'accès aux connaissances à long terme a été manipulé à travers la lexicalité des items à mémoriser. Ainsi, les participants devaient mémoriser soit des mots, soit des pseudo-mots, tandis que la possibilité d'utiliser le rafraîchissement et la répétition était manipulée orthogonalement. L'implication des connaissances à long terme dans le maintien par rafraîchissement devrait être marquée par la disparition de l'avantage des mots sur les pseudo-mots dans le cas où le rafraîchissement est entravé. De plus, l'effet de lexicalité ne devrait pas interagir avec la manipulation de la répétition, dans la mesure où cette dernière repose sur les traits phonologiques des items à mémoriser. Dans ces deux études, l'absence d'interaction du rafraîchissement avec la fréquence des mots et avec la lexicalité des items signerait l'indépendance du rafraîchissement à l'égard des connaissances à long terme.

Les différentes manipulations réalisées dans nos études ainsi que les prédictions que nous venons de décrire sont résumées dans la Table 1.2. De plus, le marque page fourni avec le manuscrit (voir page de garde) permettra au lecteur d'avoir une vision d'ensemble des différentes manipulations et des principaux résultats de nos expériences.

Résumé

Dans le présent chapitre, nous avons présenté trois conceptions qui tentent de rendre compte du maintien de l'information en MDT. Nous avons vu que les données issues d'études récentes semblent pencher en faveur de l'implication non seulement d'un processus spécifique, mais également d'un processus général pour le maintien de

l'information verbale. Dans les deux chapitres suivants, nous allons présenter les études que nous avons réalisées pour tenter d'apporter des preuves supplémentaires en faveur de cette conception. Le chapitre suivant s'intéresse notamment à la dissociation et à l'utilisation conjointe des mécanismes de répétition subvocale et de rafraîchissement attentionnel.

Table 1.2 : Principales manipulations et prédictions dans nos différentes expériences (Exp. = numéro de l'expérience ; Pop. = population testée ; ESP = Effet de Similarité Phonologique ; SA = Suppression Articulatoire ; T = Traitement attentionnel ; ELM = Effet de Longueur de Mots ; EF = Effet de Fréquence ; EL = Effet de Lexicalité).

	Manipulations				Prédictions		
	Exp.	Pop.	Traitement	Items à mémoriser	Indépendance	Utilisation conjointe	Représentations
Chapitre 2 : Quelle relation entre la répétition et le Rafraîchissement ?	1	Adulte	Localisation Rythme rapide / lent	Similarité	pas ESP x Rythme		
	2	Adulte	Localisation Rythme rapide / lent	Similarité	pas ESP x Rythme		
	3	Adulte	Suppression Articulatoire et/ou Localisation	Similarité	pas SA x T	SAT < SA ou T	1. ESP x SA 2. pas ESP x T
	4	Adulte	Suppression Articulatoire et/ou Localisation	Longueur de mot	pas SA x T	SAT < SA ou T	1. ELM x SA 2. ELM x T
	5	8 ans	Suppression Articulatoire et/ou Localisation	Similarité	pas SA x T	SAT < SA ou T	1. ESP x SA 2. pas ESP x T
	6	8 ans	Suppression Articulatoire et/ou Localisation	Longueur de mot	pas SA x T	SAT < SA ou T	1. ELM x SA 2. pas ELM x T
	7	7 ans	Suppression Articulatoire et/ou Localisation	Similarité (Rimes)	pas SA x T	SAT < SA ou T	?
Chapitre 3 : Quelles représentations ?	8	Adulte	Détection / Localisation Consigne : <u>Répétition</u>	Similarité			1. ESP 2. pas ESP x T
	9	Adulte	Détection / Localisation Consigne : <u>Rafraîchissement</u>	Similarité			1. pas ESP 2. pas ESP x T
	10	Adulte	Détection / Localisation	Similarité			1. ESP en Détection 2. pas d'ESP en Localisation
	11	Adulte	Suppression Articulatoire et/ou Localisation	Similarité Encodage : <u>2000 ms</u>			pas d'ESP
	12	Adulte	Suppression Articulatoire et/ou Localisation	Similarité Encodage : <u>5000 ms</u>			pas d'ESP
	13	Adulte	Localisation Rythme rapide / lent	Fréquence			EF x T
	14	Adulte	Suppression Articulatoire et/ou Localisation	Lexicalité			1. EL x T 2. pas EL x SA

Chapitre 2.

Interaction des mécanismes de maintien de l'information verbale en MDT

Dans le présent chapitre, nous allons présenter une série d'expériences réalisées chez le jeune adulte et chez l'enfant de 7-8 ans. Le but de ces études était d'étudier l'interaction entre les mécanismes de répétition et de rafraîchissement, ainsi que l'implication de représentations distinctes lors du maintien par ces deux mécanismes. Les expériences réalisées avaient pour objectif de reproduire les résultats princeps de Camos et al. (2009) qui ont montré l'indépendance et l'utilisation conjointe de la répétition et du rafraîchissement dans le maintien de lettres. Nos expériences avaient également pour but de tester l'hypothèse selon laquelle l'information verbale serait maintenue sous forme de représentations phonologiques par répétition et sous forme de représentations non phonologiques par rafraîchissement.

Pour tester l'hypothèse d'indépendance des mécanismes de répétition et de rafraîchissement, dans les Expériences 1 et 2, nous avons testé la mise en œuvre de la répétition lorsque la possibilité d'utiliser le rafraîchissement variait. Puis, dans les

Expériences 3 à 7, nous avons manipulé orthogonalement la possibilité d'utiliser la répétition et le rafraîchissement pour tester l'indépendance et l'utilisation conjointe des deux mécanismes. Dans le cas où les deux mécanismes seraient indépendants, la manipulation de la disponibilité de l'un des mécanismes ne devrait pas avoir d'incidence sur la mise en œuvre de l'autre. De plus, si les deux mécanismes peuvent être utilisés conjointement, les performances de rappel devraient être plus fortement réduites lorsque les deux mécanismes sont entravés simultanément que lorsqu'ils sont entravés séparément. Nous devrions donc observer un effet additif de l'utilisation des deux mécanismes.

Dans l'ensemble des expériences présentées dans ce chapitre, nous avons testé l'hypothèse du maintien de l'information verbale sur la base de représentations phonologiques par répétition et sur la base de représentations non phonologiques par rafraîchissement. Pour cela, nous avons manipulé les propriétés phonologiques des mots à mémoriser soit en faisant varier la similarité phonologique entre les mots, soit en faisant varier la longueur phonologique des mots. Autrement dit, nous avons utilisé les effets de similarité phonologique et de longueur de mots comme indices de l'implication des représentations phonologiques lors de l'utilisation de la répétition et du rafraîchissement. Si comme proposé par Baddeley (1986) la répétition repose sur les représentations phonologiques des mots, les effets de similarité phonologique et de longueur de mots devraient disparaître lorsque la répétition est entravée. En revanche, si le rafraîchissement n'implique pas de représentations phonologiques comme le suggèrent Camos et al. (2009), les effets de similarité et de longueur de mots devraient persister lorsque le rafraîchissement est entravé.

1 Interaction des mécanismes de maintien chez le jeune adulte

1.1 Indépendance de la répétition subvocale et du rafraîchissement attentionnel

Le but des deux expériences que nous allons présenter maintenant était de tester l'hypothèse d'indépendance entre la répétition et le rafraîchissement chez le jeune adulte. Plus précisément, nous avons testé l'utilisation de la répétition lorsque le

rafraîchissement était entravé par une tâche coûteuse en ressources attentionnelles. Ainsi, dans un paradigme d'empan complexe, les participants devaient retenir des mots phonologiquement similaires ou dissimilaires tout en réalisant une tâche de localisation de stimuli inspirée de celle utilisée par Barrouillet et al. (2007, Expérience 4). Cette tâche est considérée par Barrouillet et al. (2007) comme faisant intervenir un contrôle exécutif coûteux en ressources attentionnelles. Pour cette tâche, un carré apparaissait au-dessus ou au-dessous du centre de l'écran et les participants avaient pour consigne d'appuyer sur la touche correspondant à la position d'apparition du carré. Le nombre de carrés à juger était constant, mais le rythme d'apparition des carrés était soit lent, soit rapide. Le rythme rapide devrait réduire l'opportunité de mettre à profit le rafraîchissement lors des délais qui précèdent chaque localisation. Si la répétition est indépendante du rafraîchissement, l'effet de similarité phonologique associé à l'utilisation de la répétition devrait être observé aussi bien lorsque le rafraîchissement est faiblement entravé que lorsqu'il est fortement entravé par la tâche de localisation. Autrement dit, l'effet de similarité phonologique ne devrait pas interagir avec la demande attentionnelle du traitement concurrent.

1.1.1 Expérience 1 : Etude de l'interaction entre la charge attentionnelle et l'effet de similarité phonologique

Matériel et méthode

Participants

Cinquante étudiants de psychologie de l'Université de Bourgogne (France) ont participé à l'expérience en échange de points supplémentaires sur leur note d'examen. Les 45 femmes et 5 hommes étaient tous de langue maternelle française et étaient âgés de 18 à 24 ans ($m = 20.0$ ans ; $\sigma = 1.23$). Les participants ont aléatoirement été assignés dans l'une des deux conditions de similarité (similaire ou dissimilaire).

Matériel

A notre connaissance, les seules listes de mots phonologiquement similaires créées en langue française sont celles employées par Fournet et al. (2003). Toutefois,

dans l'étude de Fournet et al. (2003), la similarité phonologique avait été manipulée en utilisant des rimes. Etant donné que dans nos études nous voulions manipuler la similarité de manière plus classique en utilisant des mots partageant le même phonème central (Baddeley, 1966), nous avons construit nos propres listes de mots. Des listes de trois à sept mots ont été construites à partir d'un corpus de 914 noms communs singuliers extraits de la base de données de mots français *Lexique 3* (New, Pallier, Ferrand & Matos, 2001). Les mots étaient tous monosyllabiques et avaient une structure phonologique en CVC, c'est-à-dire que le premier et le dernier phonème de chaque mot étaient des consonnes et le phonème central était une voyelle. Le nombre de lettres constituant les mots était variable de trois à six lettres. Pour chaque longueur de listes (3, 4, 5, 6 et 7 mots), six listes similaires et six listes dissimilaires ont été construites (voir Annexe 2.1). Les listes similaires ont été construites de sorte que les mots avaient tous le même phonème central, mais des phonèmes initiaux et finaux différents (e.g., *boule, coupe, four, goutte, mousse*). Les listes dissimilaires étaient un réarrangement des mots des listes similaires. Elles ont été construites de sorte que les mots d'une liste avaient le moins de phonèmes en commun possible, en essayant de minimiser le nombre de phonème central commun. Par exemple, *mare, mousse, bol, faute, nappe* avaient en moyenne 0,8 phonèmes en commun (i.e., *mare* partageait 2 phonèmes, un avec *mousse* l'autre avec *nappe*, *mousse* partageait 1 phonème, *nappe* partageait 1 phonème, *bol* et *faute* partageait 0 phonème, le tout divisé par 5 mots) et seuls *mare* et *nappe* avaient le même phonème central (i.e., [a]). Ainsi, les mots d'une liste partageaient en moyenne 1.57 phonèmes (contre 4.74 pour les listes de mots similaires).

Les mots ont également été répartis dans les listes de sorte que la fréquence moyenne des mots d'une liste était comprise entre 25 et 31 (fréquence d'occurrence selon le corpus de livres de *Lexique 3*). Toutefois, les fréquences des mots étaient distribuées entre 1.89 et 114.05 puisque seul un nombre restreint de mots correspondant à nos critères de sélection avait une fréquence avoisinant 30. La moitié des participants était testée avec les listes similaires et l'autre moitié avec les listes dissimilaires, ainsi chaque mot n'était vu qu'une seule fois par chaque participant au cours de l'expérience.

Procédure

Les participants étaient assis à environ 60 cm de l'écran d'ordinateur sur lequel étaient présentés les stimuli avec le programme *Pyscope* (Cohen, MacWhinney, Flatt & Provost, 1993). Comme le montre la Figure 2.1, un essai commençait par la présentation d'une croix de fixation centrée au milieu de l'écran. Après 500 ms, le premier mot d'une liste était présenté en rouge au centre de l'écran pendant 1000 ms. Pour s'assurer que les mots présentés étaient bien encodés, les participants devaient articuler le mot lors de sa présentation. Après un délai de 500 ms, six carrés noirs de 18 mm de côté apparaissaient successivement. Les carrés apparaissaient aléatoirement et avec la même probabilité 15 mm au-dessus ou au-dessous du centre de l'écran. Les participants avaient pour consigne d'appuyer sur une touche située à droite sur le clavier lorsque le carré apparaissait en bas sur l'écran et d'appuyer sur une touche située à gauche sur le clavier lorsque le carré apparaissait en haut sur l'écran. Pour le rythme rapide, chaque carré était présenté 667 ms, suivi d'un délai de 333 ms avant l'apparition du carré suivant, alors que pour le rythme lent chaque carré était présenté 1000 ms, suivi d'un délai de 500 ms. Ainsi, la durée du traitement était de 6000 ms pour le rythme rapide et de 9000 ms pour le rythme lent. Après la présentation des six carrés, le second mot de la liste était présenté et ainsi de suite. Les mots d'une liste étaient présentés dans un ordre aléatoire différent pour chaque participant.

Une fois l'ensemble des mots d'une liste présenté, le mot "rappel" apparaissait à l'écran pendant 1000 ms, indiquant aux participants le début de la phase de rappel sériel, pour laquelle ils devaient taper les mots sur le clavier dans l'ordre de présentation. Pour cela, lorsque "1:" apparaissait à l'écran, les participants devaient taper le premier mot puis appuyer sur la touche "Entrée", ceci faisait alors apparaître "2:" pour le rappel du second mot et ainsi de suite. Lorsque les participants ne se souvenaient plus d'un mot, ils avaient pour consigne d'appuyer sur la touche "Entrée" pour passer au rappel du mot suivant. Les participants étaient informés qu'ils n'avaient pas la possibilité de revenir en arrière après avoir appuyé sur la touche "Entrée". Une fois le rappel terminé, les participants appuyaient sur la barre d'espace pour passer à l'essai suivant.

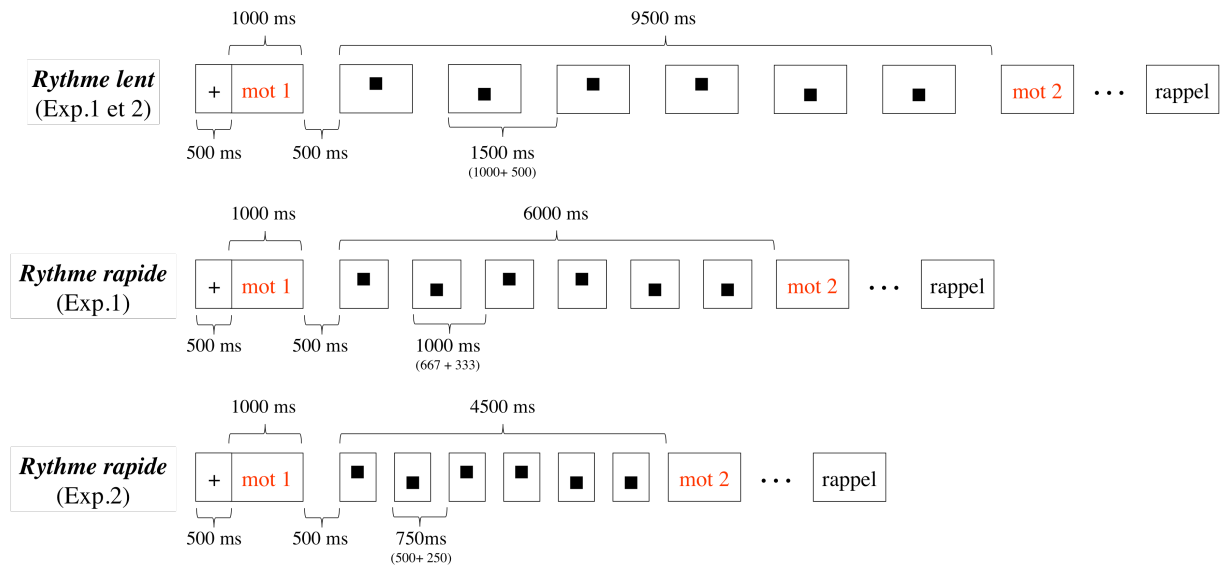


Figure 2.1 : Illustration du paradigme d'empan complexe mettant en jeu la tâche de localisation avec les rythmes lent et rapide, dans les Expériences 1 et 2.

Chaque essai était précédé d'une consigne indiquant le nombre de mots à mémoriser et le rythme de traitement (e.g., "3 mots/lent" ; "7 mots/rapide"). L'ordre de présentation des listes et des cinq longueurs de listes était aléatoire. Une phase d'entraînement précédait la phase test. Les participants étaient préalablement familiarisés avec la tâche de localisation. Pour cela, ils voyaient 60 stimuli à juger pour chaque rythme en commençant par le rythme lent. Puis, les participants réalisaient un entraînement avec des mots à mémoriser. Pour cela, ils voyaient un essai de chaque longueur (i.e., 3, 4, 5, 6 puis 7 mots) pour les deux rythmes en commençant par les essais du rythme lent. Les mots présentés lors de l'entraînement n'étaient pas utilisés en phase test (voir Annexe 2.1). L'expérience durait approximativement une heure.

Les pourcentages de localisations correctes et les temps de réponses (TRs) pour la tâche de localisation étaient enregistrés pour contrôler que les participants effectuaient correctement la tâche. Une réponse était considérée comme incorrecte lorsque les participants n'appuyaient sur aucune touche ou lorsqu'ils appuyaient sur la touche ne correspondant pas à la position du carré. Seuls les TRs pour les localisations correctes étaient pris en compte. Le rappel a été coté de trois manières différentes (1) en calculant le pourcentage total de mots rappelés à la bonne position (*position correcte*),

(2) en calculant le pourcentage total de mots rappelés quelle que soit la position (*mot correct*) et (3) en calculant le pourcentage total de positions correctement rappelés (*ordre correct*) obtenu en divisant le pourcentage de *position correcte* par le pourcentage de *mot correct* (i.e., $ordre\ correct = position\ correcte / mot\ correct$) comme proposé par Fallon et al. (1999).

Résultats et discussion

Les données de l'ensemble des participants ont été prises en compte pour les analyses, puisque leurs pourcentages de localisations correctes étaient supérieurs à 70 %. Des analyses de variance (ANOVAs) ont été réalisées sur les pourcentages de localisations correctes et sur les TRs, avec le facteur rythme (rapide vs. lent) en intra-sujet et le facteur similarité (similaire vs. dissimilaire) en inter-sujet. Les résultats ont révélé un effet du rythme : les pourcentages de localisations correctes étaient significativement meilleurs pour le rythme lent (95 % ; $\sigma = 3\%$) que pour le rythme rapide (94 % ; $\sigma = 4\%$), $F(1,48) = 17.70$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .27$. Les TRs étaient en moyenne plus élevés pour le rythme lent (389 ms ; $\sigma = 48\text{ ms}$) que pour le rythme rapide (368 ms ; $\sigma = 37\text{ ms}$), $F(1,48) = 59.06$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .55$. Ainsi, lorsque le rythme d'apparition des carrés était lent, les participants pouvaient prendre plus de temps pour donner leur réponse et étaient donc plus efficaces. Ni l'effet de similarité, ni l'interaction entre le rythme et la similarité n'étaient significatifs ($F < 1$ pour les pourcentages de localisations correctes et $ps > .11$ pour les TRs), indiquant ainsi que la réussite à la tâche de localisation ne dépendait pas des caractéristiques phonologiques du matériel à retenir.

Des ANOVAs ont été réalisées sur les trois scores de rappel avec le facteur rythme (rapide vs. lent) en intra-sujet et le facteur similarité (similaire vs. dissimilaire) en inter-sujet. Quel que soit le score pris en considération (voir Table 2.1), les analyses ont révélé un effet du rythme, mais pas d'effet de similarité, ni d'interaction entre le rythme et la similarité. Par exemple, pour le score *position correcte*, les mots étaient mieux rappelés pour le rythme lent (74 % ; $\sigma = 14\%$) que pour le rythme rapide (67 % ; $\sigma = 13\%$), $F(1,48) = 24.63$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .34$. Ces résultats reproduisent les effets du rythme de traitement classiquement observés par Barrouillet et collaborateurs (2004, 2007, 2009)

lors de la mémorisation de chiffres ou de lettres. En revanche, contrairement à nos attentes et aux résultats de Lobley et al. (2005), les mots dissimilaires (73 % ; $\sigma = 13\%$) n'étaient pas significativement mieux rappelés que les mots similaires (68 % ; $\sigma = 14\%$), $F(1,48) = 2.06$, $p = .158$, $\eta_p^2 = .04$. Par contre, ces résultats rejoignent ceux de Tehan et al. (2001) qui avaient également échoué à mettre en évidence l'effet de similarité dans un paradigme d'empan complexe. Enfin, comme prédit le rythme n'interagissait pas avec la similarité, $F < 1$, mais cette non interaction n'avait pas de sens en l'absence de l'effet de similarité et ne pouvait par conséquent pas être interprétée en faveur ou défaveur de l'indépendance de la répétition et du rafraîchissement.

Table 2.1 : Performances de rappel moyennes (écart-types) en fonction du rythme de traitement (Lent ou Rapide) et du type de mots à mémoriser (Dissimilaire ou Similaire), dans l'Expérience 1. Les résultats des ANOVAs (valeurs des F s et probabilité associée, p) pour les scores *position correcte*, *mot correct*, *ordre correct* sont reportés. Les effets significatifs apparaissent en gras.

Score	Lent		Rapide		Tests statistiques : F (p)		
	Dissimilaire	Similaire	Dissimilaire	Similaire	Rythme	Similarité	Rythme x Similarité
Position correcte	76 (14)	71 (14)	70 (13)	64 (13)	24.64 (<.001)	2.06 (.158)	0.23 (.636)
Mot correct	85 (10)	82 (9)	80 (9)	77 (9)	22.21 (<.001)	1.99 (.166)	0.19 (.671)
Ordre correct	88 (9)	87 (10)	87 (9)	82 (10)	8.38 (.006)	1.38 (.248)	2.16 (.149)

Pour tenter de comprendre pourquoi l'effet de similarité phonologique n'apparaissait pas dans le paradigme d'empan complexe utilisé ici, nous avons contrôlé l'impact de l'utilisation de listes de longueurs variables (i.e., de 3 à 7 mots à mémoriser). Ce contrôle se justifie par le fait que Salamé et Baddeley (1986) avaient montré que l'effet de similarité phonologique apparaissait dans un paradigme d'empan simple pour des listes comportant 4 à 7 lettres à mémoriser, mais qu'il disparaissait pour des listes de 8 lettres. Ainsi, l'absence d'effet de similarité observée dans notre expérience pourrait résulter du fait que les scores pour les cinq longueurs de listes ont été

moyennés. Nous avons donc refait les analyses sur le score *position correcte* en introduisant la longueur de listes (i.e., 3, 4, 5, 6 ou 7 mots) comme variable intra-sujet. Les résultats ont révélé un effet de longueurs de listes : plus les listes comportaient de mots, moins le rappel était efficace, $F(4,192) = 165.15$, $p < .001$, $\eta^2 = .77$. Ainsi, le pourcentage de mots rappelés à la bonne position était de 96 % pour 3 mots ($\sigma = 9\%$), 90 % ($\sigma = 13\%$) pour 4 mots, 76 % ($\sigma = 18\%$) pour 5 mots, 61 % ($\sigma = 21\%$) pour 6 mots et 53 % ($\sigma = 19\%$) pour 7 mots. Les résultats ont également révélé une interaction entre la longueur de listes et la similarité, $F(4,192) = 3.11$, $p < .05$, $\eta^2 = .06$, ainsi qu'entre la longueur de listes et le rythme, $F(4,192) = 4.76$, $p < .01$, $\eta^2 = .09$. L'interaction entre le rythme, la similarité et la longueur de listes n'était quant à elle pas significative, $F < 1$.

L'interaction entre la longueur de listes et la similarité a été étudiée plus en détail avec un test HSD de Tukey. Celui-ci a révélé un effet de similarité significatif pour les listes de 5 mots (respectivement 71 % et 81 % de rappel à la bonne position pour les mots similaires et dissimilaires, $p < .05$) et de 6 mots (respectivement 56 % et 66 % de rappel à la bonne position pour les mots similaires et dissimilaires, $p < .05$). En revanche, comme le montre la

Figure 2.2, l'effet de similarité n'était pas significatif pour les listes comportant 3, 4 et 7 mots ($ps > .99$). L'absence d'effet de similarité pour les listes les plus longues (i.e., 7 mots) rejoint les résultats obtenus par Salamé et Baddeley (1986) avec les listes de 8 lettres à mémoriser. Comme l'ont suggéré Salamé et Baddeley (1986), les résultats pourraient alors s'expliquer par la mise en œuvre d'un mécanisme de maintien non phonologique. Quant à l'absence d'effet de similarité pour les listes courtes (i.e., 3 et 4 mots), elle contredit ce qu'avaient obtenu Salamé et Baddeley (1986) pour des listes courtes, dans un paradigme d'empan simple. Par contre, cela corrobore les résultats de Tehan et al. (2001), puisqu'ils avaient échoué à mettre en évidence l'effet de similarité phonologique pour des listes de 4 mots, dans des paradigmes d'empan simple et d'empan complexe. Il est alors envisageable que dans un paradigme d'empan complexe, les listes de 3-4 mots ne soient pas maintenues par répétition ou produisent des performances de rappel trop élevées pour mettre en évidence l'effet de similarité phonologique (effet plafond).

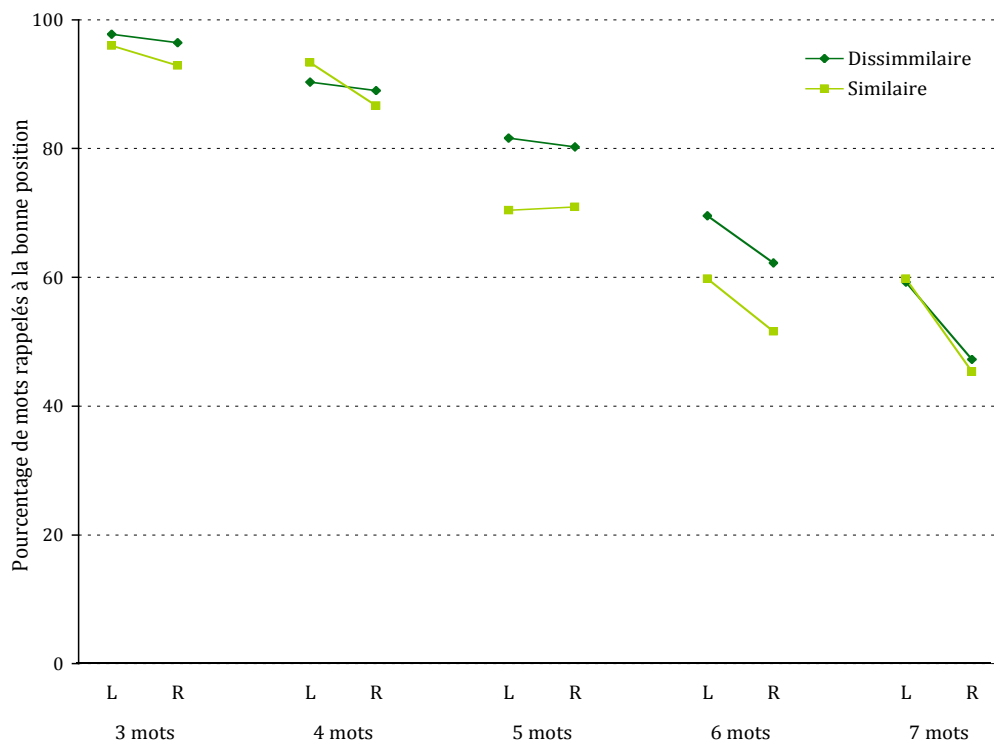


Figure 2.2 : Pourcentages de mots rappelés à la bonne position (*position correcte*) en fonction du rythme de traitement, Lent (L) ou Rapide (R), du type de mots à mémoriser (Dissimilaire ou Similaire) et de la longueur des listes de mots (3, 4, 5, 6 ou 7 mots) dans l'Expérience 1.

Nous nous sommes également intéressés plus en détail à l'interaction observée entre la longueur de listes et le rythme de traitement. L'effet du rythme de traitement était significatif (test de Tukey) pour les listes de 6 mots (respectivement 57 % et 65 % de rappel à la bonne position pour les rythmes rapide et lent, $p < .05$) et 7 mots (respectivement 46 % et 59 % de rappel à la bonne position pour les rythmes rapide et lent, $p < .001$), mais pas pour les listes de 3, 4 et 5 mots ($ps > .73$). Ces résultats laisseraient penser que le rafraîchissement était surtout mis en place pour les listes longues. Ceci est en accord avec l'idée du passage à une stratégie non phonologique suggérée par Salamé et Baddeley (1986).

Pour tester l'interaction entre le rythme et la similarité lorsque les effets de similarité et de rythme étaient effectivement présents, nous avons refait une ANOVA uniquement pour les listes de 6 mots. Les résultats ont révélé que cette interaction

n'était toujours pas significative, $F < 1$. Les résultats ont montré qu'en dépit d'un rappel plus faible dans la condition rapide, la taille de l'effet de similarité était la même que pour la condition lente, soit environ de 10 %. Ainsi, empêcher le maintien par rafraîchissement avec une tâche coûteuse en attention ne semblait pas affecter le maintien des traces mémorielles par répétition, allant ainsi dans le sens de l'hypothèse d'indépendance des deux mécanismes.

Pour lever toute ambiguïté quant à l'interprétation des résultats de la présente expérience, nous l'avons répliquée en employant des listes de longueur fixe. Etant donné que les effets de similarité et de rythme ont été obtenus pour les listes de six mots, nous avons choisi de construire des listes de cette longueur. De plus, pour maximiser l'effet de similarité sur les performances de rappel, nous l'avons manipulé en intra-sujet, c'est-à-dire qu'un même participant mémorisait des listes de mots similaires et des listes de mots dissimilaires. Ainsi, en accord avec l'hypothèse d'indépendance de la répétition et du rafraîchissement, nous nous attendions à obtenir un effet de similarité phonologique de taille identique pour les rythmes de traitement lent et rapide.

1.1.2 Expérience 2 : Etude de l'interaction entre la charge attentionnelle et l'effet de similarité phonologique : un contrôle

Matériel et méthode

Participants

Vingt trois étudiants de psychologie de l'Université de Bourgogne (France) ont participé à l'expérience en échange de points supplémentaires sur leur note d'examen. Les 20 femmes et 3 hommes étaient tous de langue maternelle française et étaient âgés de 17 à 22 ans ($m = 19.0$; $\sigma = 1.13$). Ils n'avaient pas participé à l'Expérience 1.

Matériel

Les listes de mots ont été construites à partir des 150 mots utilisés dans l'Expérience 1. Ainsi, deux ensembles (S1 et S2) de 10 listes de six mots similaires ont été

constitués. De la même manière que dans l'Expérience 1, tous les mots d'une liste similaire partageaient le même phonème central. Les listes ont été réparties dans les deux ensembles de sorte à ne pas avoir toutes les listes comportant le même phonème central dans le même ensemble (e.g., sur les cinq listes comportant des mots avec le phonème central [a], trois ont aléatoirement été assignées à l'ensemble S1 et les deux autres ont été assignées à l'ensemble S2). A partir de chaque ensemble de listes similaires (S1 et S2), deux ensembles de listes de mots dissimilaires (D1 et D2) ont été constitués. Ainsi, les listes de l'ensemble D1 ont été constituées en réarrangeant les mots de l'ensemble S1 de sorte à minimiser le nombre de phonèmes communs à l'intérieur d'une liste. Les listes de l'ensemble D2 ont été constituées de la même manière à partir des mots de l'ensemble S2 (Annexe 2.2). Ainsi, les mots d'une liste partageaient en moyenne 0.90 phonèmes pour l'ensemble D1 et 0.93 pour l'ensemble D2 (contre 5.60 pour S1 et 5.67 pour S2). Les mots ont également été répartis dans les listes de telle sorte que la fréquence moyenne des mots d'une liste était comprise entre 25 et 37 (fréquence d'occurrence selon le corpus de livres de *Lexique 3*).

Les listes de mots construites ont été pré-testées dans un paradigme d'empan simple pour vérifier qu'elles produisaient l'effet de similarité phonologique escompté. Pour cela, 15 étudiants de psychologie de l'Université de Bourgogne, 10 femmes et 5 hommes âgés de 18 à 23 ans ($m = 19.2$; $\sigma = 1.52$), avaient pour tâche de mémoriser et de rappeler les listes de mots. Les mots d'une liste étaient successivement présentés à l'écran pour 1000 ms sans délai entre chaque mot. L'ordre de présentation des listes et des mots à l'intérieur d'une liste était aléatoire. Toutes les listes étaient vues par un participant. Ainsi, au cours de la passation, un mot était vu une fois dans une liste similaire et une fois dans une liste dissimilaire. La présentation des mots était immédiatement suivie du signal "rappel" indiquant aux participants le début du rappel sériel des mots à l'oral. Les scores de rappel *position correcte*, *mot correct* et *ordre correct* ont été utilisés. Les résultats de cet empan simple ont révélé que les mots similaires étaient moins rappelés à la bonne position (33 % ; $\sigma = 9$ %) que les mots dissimilaires (45 % ; $\sigma = 12$ %), $F(1,14) = 39.82$, $p < .001$, $\eta^2 = .74$. La même chose a été observée pour les scores *mot correct*, $F(1,14) = 19.93$, $p < .001$, $\eta^2 = .59$ et *ordre correct*,

$F(1,14) = 34.40, p < .001, \eta^2 = .71$. Ainsi, les listes de mots construites produisaient bien l'effet de similarité phonologique escompté.

Procédure

La procédure était semblable à celle utilisée dans l'Expérience 1, excepté sur certains détails liés à l'utilisation de longueur de listes fixe. La consigne qui précédait chaque essai précisait uniquement le rythme du traitement pour l'essai (i.e., "Rapide" ou "Lent"). Lors de l'entraînement les participants étaient préalablement familiarisés avec la tâche de localisation (36 stimuli à juger pour chaque rythme), puis ils recevaient un essai pour chaque rythme avec des noms propres à mémoriser. Le rythme d'apparition des carrés a été accéléré pour le rythme rapide par rapport à l'Expérience 1. Chaque carré apparaissait à l'écran pendant 500 ms suivi d'un délai de 250 ms avant l'apparition du carré suivant. Ainsi, la durée du traitement après chaque mot était de 4500 ms. Le rythme lent était le même que dans l'Expérience 1, soit une durée de traitement de 9000 ms.

Les ensembles de listes (S1, S2, D1 et D2) étaient contrebalancés dans les deux conditions de rythme. Ainsi, la moitié des participants voyait les listes S1 et D2 avec le rythme lent et les listes S2 et D1 avec le rythme rapide et inversement pour l'autre moitié des participants. Ainsi, chaque mot était vu deux fois au cours de l'expérience, une fois dans une liste similaire et une fois dans une liste dissimilaire, mais jamais deux fois dans le même rythme. Contrairement à l'Expérience 1, les mots n'étaient pas lus à haute voix par les participants lors de leur présentation à l'écran.

Le rappel se faisait oralement dans le but de minimiser un éventuel effet de non expertise dactylographique des participants. Ainsi, après l'apparition du mot "rappel" les participants devaient énoncer à haute voix les mots dans l'ordre de présentation (rappel sériel) et l'expérimentateur notait leurs réponses. Le rappel a été coté en tenant compte des scores *position correcte*, *mot correct* et *ordre correct*, en dépit du fait que les participants n'aient pas explicitement été avertis de dire "je ne sais pas" lorsqu'ils ne parvenaient pas à rappeler un mot lors du rappel oral, comme cela est classiquement rapporté dans la littérature. En effet, nous pensions qu'une telle procédure était susceptible de produire une forme d'interférence phonologique sur les mots à rappeler, c'est pourquoi nous ne l'avons pas utilisée. Comme dans l'Expérience 1, les pourcentages

de localisations correctes et les TRs pour la tâche de localisation étaient enregistrés pour contrôler que les participants effectuaient correctement la tâche.

Résultats et discussion

Les données de l'ensemble des participants ont été prises en compte pour les analyses, puisque leurs pourcentages de localisations correctes étaient supérieurs à 70 %. Par contre, les données de la tâche de localisation de deux participants n'ayant pas été enregistrées, l'analyse des pourcentages de localisations correctes et des TRs portait sur les données de 21 participants. Les ANOVAs à mesures répétées réalisées sur les pourcentages de localisations correctes et les TRs, avec le rythme (rapide vs. lent) et la similarité (similaire vs. dissimilaire) comme facteurs intra-sujet, ont révélé un effet du rythme. Comme dans l'Expérience 1, le pourcentage de localisations correctes était significativement meilleur pour le rythme lent (94 % ; $\sigma = 4$ %) que pour le rythme rapide (91 % ; $\sigma = 6$ %), $F(1,20) = 15.93$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .44$, et les TRs étaient en moyenne plus élevés pour le rythme lent (380 ms ; $\sigma = 31$ ms) que pour le rythme rapide (353 ms ; $\sigma = 27$ ms), $F(1,20) = 33.25$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .62$. Le fait de mémoriser des mots similaires ou dissimilaires n'avait d'effet ni sur le pourcentage de localisations correctes, $F < 1$, ni sur les TRs, $F(1,20) = 1.25$, $p = .277$, $\eta_p^2 = .06$. En revanche, l'interaction entre la similarité et le rythme était tendancielle pour les TRs, $F(1,20) = 3.97$, $p = .060$, $\eta_p^2 = .17$. Elle était caractérisée par des TRs plus courts dans la condition similaire (348 ms ; $\sigma = 24$ ms) que dans la condition dissimilaire (359 ms ; $\sigma = 30$ ms) pour le rythme rapide, alors que les TRs étaient aussi longs dans la condition similaire (381 ms ; $\sigma = 30$ ms) et dans la condition dissimilaire (379 ms ; $\sigma = 33$ ms) pour le rythme lent. L'interaction entre la similarité et le rythme n'était pas significative pour le pourcentage de localisations correctes, $F(1,20) = 1.54$, $p = .229$, $\eta_p^2 = .07$.

Des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées sur les scores *position correcte*, *mot correct* et *ordre correct* avec le rythme (rapide vs. lent) et la similarité (similaire vs. dissimilaire) comme facteurs intra-sujet. Quel que soit le score considéré (voir Table 2.2), les résultats ont révélé un effet du rythme, un effet de la similarité, mais pas d'interaction entre ces deux facteurs. Par exemple, pour le score *position correcte*,

comme dans l'Expérience 1, plus de mots étaient rappelés à la bonne position pour le rythme lent (64 % ; $\sigma = 18$ %) que pour le rythme rapide (55 % ; $\sigma = 17$ %), $F(1,22) = 25.04, p < .001, \eta_p^2 = .53$. Contrairement à l'Expérience 1, les mots dissimilaires étaient mieux rappelés (66 % ; $\sigma = 17$ %) que les mots similaires (53 % ; $\sigma = 18$ %), $F(1,22) = 29.37, p < .001, \eta_p^2 = .57$. L'interaction entre la similarité et le rythme n'était pas significative, $F < 1$.

La présence de l'effet de similarité phonologique quel que soit le degré de capture attentionnelle du traitement semble indiquer que la répétition était mise en œuvre même lorsque le rafraîchissement était fortement réduit. Autrement dit, dans la présente expérience la mise en œuvre de la répétition ne semblait pas dépendre de la disponibilité du rafraîchissement. Ces résultats confirment ceux de l'Expérience 1 pour les listes de six mots et rejoignent ceux obtenus par Camos et al. (2009) à partir d'un autre indice de l'implication de la répétition. En effet, Camos et al. (2009), dans leur Expérience 2, avaient montré que l'utilisation de la répétition, caractérisée par la présence de l'effet de suppression articulatoire, n'était pas influencée par le rythme du traitement concurrent, c'est-à-dire par la disponibilité du rafraîchissement. Nos résultats ont montré le même pattern de résultats lorsque l'effet de similarité phonologique était employé comme indice de l'implication de processus phonologiques et par conséquent de l'implication de la répétition.

Table 2.2 : Performances de rappel moyennes (écart-types) en fonction du rythme de traitement (Lent ou Rapide) et du type de mots à mémoriser (Dissimilaire ou Similaire), dans l'Expérience 2. Les résultats des ANOVAs (valeurs des F s et probabilité associée, p) pour les scores *position correcte*, *mot correct* et *ordre correct* sont reportés. Les effets significatifs apparaissent en gras.

Score	Lent		Rapide		Tests statistiques : F (p)		
	Dissimilaire	Similaire	Dissimilaire	Similaire	Rythme	Similarité	Rythme x Similarité
Position correcte	71 (17)	57 (19)	61 (16)	48 (17)	25.05 (<.001)	29.37 (<.001)	0.05 (.839)
Mot correct	84 (9)	77 (11)	76 (12)	69 (12)	40.32 (<.001)	15.11 (<.001)	0.39 (.542)
Ordre correct	83 (13)	73 (15)	80 (13)	68 (16)	6.06 (.023)	32.83 (<.001)	0.32 (.58)

Bien que dans les Expériences 1 et 2 la mémorisation de listes de 6 mots semble faire intervenir à la fois la répétition et le rafraîchissement, respectivement caractérisés par les effets de similarité phonologique et de rythme de traitement, l'Expérience 1 semble indiquer que ce n'est pas le cas pour d'autres longueurs de listes. En effet, mises à part les listes de 3 et 4 mots qui étaient probablement affectées par un effet plafond, les listes de 5 mots semblaient être maintenues uniquement par répétition, puisque l'effet de similarité phonologique apparaissait, mais pas l'effet du rythme de traitement. En revanche, les listes de 7 mots semblaient plutôt être maintenues par rafraîchissement, puisque seul l'effet du rythme apparaissait. Toutefois, bien qu'une telle conclusion coïncide avec celle de Salamé et Baddeley (1986), elle doit être considérée avec précaution étant donné le nombre restreint d'essais pour chacune des longueurs (i.e., trois essais par rythme) et le fait que la similarité phonologique ait été manipulée en inter-sujet. Il serait donc judicieux de tester l'interaction entre la répétition et le rafraîchissement pour des listes de 5 et 7 mots avec un nombre d'essais plus important et en manipulant la similarité en intra-sujet.

Dans nos expériences, l'effet du rythme, c'est-à-dire la chute des performances de rappel dans la condition de traitement rapide, a été interprété en terme de réduction de la mise en œuvre du rafraîchissement, comme suggéré par Barrouillet et al. (2007). Néanmoins, l'effet de rythme pourrait tout aussi bien être imputé à la répétition puisque Camos et al. (2009) ont montré que l'utilisation de la répétition était contrainte par des paramètres temporels. Ainsi, le rythme de traitement rapide réduirait les intervalles de temps durant lesquels la répétition pourrait être mise en œuvre, ce qui ferait chuter les performances de rappel. Une autre interprétation de l'effet de rythme pourrait également être apportée en considérant l'idée que la répétition et le rafraîchissement seraient mis en œuvre conjointement. Ainsi, pour le rythme lent la répétition et le rafraîchissement seraient utilisés conjointement, par contre pour le rythme rapide étant donné que le traitement réduit le rafraîchissement, les mots ne seraient plus maintenus que par répétition, d'où la chute des performances. Pour lever toute ambiguïté quant à ces différentes interprétations, dans les expériences suivantes l'utilisation de la répétition et l'utilisation du rafraîchissement ont été manipulées orthogonalement.

1.2 Utilisation conjointe de la répétition subvocale et du rafraîchissement attentionnel

Le but des deux expériences que nous allons présenter maintenant était de tester la mise en œuvre conjointe des processus phonologique et attentionnel dans le maintien de l'information verbale. Pour cela, dans un paradigme d'empan complexe, nous avons fait varier orthogonalement la possibilité de mettre en œuvre la répétition et le rafraîchissement. La disponibilité de la répétition a été manipulée à l'aide d'une tâche de suppression articulaire et la disponibilité du rafraîchissement a été manipulée à l'aide d'une tâche coûteuse en ressources attentionnelles. Ainsi, dans une première condition, la répétition a été entravée en utilisant une tâche pour laquelle les participants devaient articuler le mot "oui" au rythme d'un métronome. Dans une seconde condition, le rafraîchissement a été entravé par la tâche de localisation de carrés employée dans les Expériences 1 et 2. Dans une troisième condition, la répétition et le rafraîchissement étaient simultanément entravés par les tâches de suppression articulaire et de localisation. Enfin, dans une dernière condition, aucun des deux mécanismes n'était entravé, les participants n'ayant aucune tâche concurrente à réaliser. Pour que la répétition et le rafraîchissement soient considérés comme étant deux mécanismes indépendants pouvant être employés conjointement (1) nous ne devrions pas observer d'interaction entre la suppression articulaire et la demande attentionnelle de la tâche concurrente, (2) les performances de rappel devraient être moins élevées dans les conditions pour lesquelles au moins un des mécanismes est entravé et (3) le rappel devrait être plus affecté lorsque les deux mécanismes sont entravés simultanément.

De plus, pour tester l'idée que l'information verbale est maintenue sous forme phonologique par répétition et sous forme non phonologique par rafraîchissement, nous avons manipulé les propriétés phonologiques des mots à mémoriser. Ainsi, dans l'Expérience 3, nous avons manipulé la similarité phonologique des mots. Les mots à mémoriser étaient soit similaires par leur phonème central, soit dissimilaires (comme dans les Expériences 1 et 2). Dans l'Expérience 4, nous avons manipulé la longueur phonologique des mots. Les mots à mémoriser étaient soit composés de quatre phonèmes pour les mots courts, soit composés de six phonèmes pour les mots longs. Dans le cas où les mots seraient maintenus sur la base de leurs propriétés

phonologiques par répétition et sur la base de propriétés non phonologiques par rafraîchissement, les effets phonologiques (i.e., effet de similarité et effet de longueur de mots) devraient disparaître lorsque la répétition est entravée, mais pas lorsque le rafraîchissement est entravé. Autrement dit, les effets de similarité phonologique et de longueur de mots devraient interagir avec la suppression articulatoire, mais pas avec la demande attentionnelle du traitement concurrent.

1.2.1 Expérience 3 : Etude de l'utilisation conjointe de la répétition et du rafraîchissement à travers l'effet de similarité phonologique.

Matériel et méthode

Participants

Vingt neuf étudiants de psychologie de l'Université de Bourgogne (France) ont participé à l'expérience en échange de points supplémentaires sur leur note d'examen. Les 25 femmes et 4 hommes étaient tous de langue maternelle française et étaient âgés de 17 à 23 ans ($m = 19.07$; $\sigma = 1.28$). Aucun n'avait participé aux Expériences 1 ou 2.

Matériel

Des listes de six mots ont été construites à partir d'un corpus de 275 noms communs singuliers extraits de la base de données de mots français *Lexique 3* (New et al., 2001). La fréquence d'occurrence dans les livres des mots était comprise entre 5 et 100. Les mots étaient tous monosyllabiques, avaient une structure phonologique en CVC et étaient composés de trois à six lettres. Les listes de mots ont été construites selon le même mode opératoire que dans l'Expérience 2. Ainsi, deux ensembles (S1 et S2) comportant chacun 16 listes de six mots similaires ont été constitués de sorte que les mots à l'intérieur d'une liste avaient tous le même phonème central, mais des phonèmes initiaux et finaux différents (voir Annexe 2.3). A partir de chaque ensemble de listes de mots similaires (S1 et S2), deux ensembles de listes de mots dissimilaires (D1 et D2) ont été constitués. Ainsi, les listes de mots de l'ensemble D1 ont été constituées en réarrangeant les mots de l'ensemble S1 de sorte à minimiser le nombre de phonèmes

communs entre les mots d'une liste. Les listes de mots de l'ensemble D2 ont été constituées de la même manière à partir des mots de l'ensemble S2. Ainsi, les mots d'une liste dissimilaire partageaient en moyenne 0.83 phonèmes pour D1 et 1.06 pour D2 (contre 6.4 pour S1 et 5.81 pour S2). Les mots ont également été répartis dans les listes de sorte que la fréquence moyenne des mots à l'intérieur d'une liste était comprise entre 17 et 36 (fréquence d'occurrence selon le corpus de livres de *Lexique 3*). Toutefois, les fréquences des mots étaient distribuées entre 3.51 et 95.27, puisque seul un nombre restreint de mots correspondant à nos critères de sélection avaient une fréquence avoisinant 30. La moitié des participants voyait les listes S1 et D2, alors que l'autre moitié des participants voyait les listes S2 et D1. Ainsi, chaque mot n'était vu qu'une seule fois au cours de l'expérience.

Comme dans l'Expérience 2, les listes de mots ont été pré-testées à l'aide d'un paradigme d'empan simple, auprès de 26 étudiants de psychologie de l'Université de Bourgogne, 25 femmes et 1 homme âgés de 18 à 21 ans ($m = 18.92$; $\sigma = 0.84$). Le paradigme d'empan simple était le même que celui décrit dans l'Expérience 2, excepté que le rappel se faisait à l'aide du clavier comme décrit dans l'Expérience 1. Les résultats ont révélé que les mots similaires étaient moins rappelés à la bonne position (39 % ; $\sigma = 10$ %) que les mots dissimilaires (46 % ; $\sigma = 10$ %), $F(1,25) = 21.33$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .46$. La même chose a été observée pour les scores *mot correct*, $F(1,25) = 5.95$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .19$ et *ordre correct*, $F(1,25) = 19.97$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .44$. Ainsi, les listes de mots construites produisaient bien l'effet de similarité phonologique escompté.

Procédure

Les participants étaient assis à environ 60 cm de l'écran d'ordinateur sur lequel étaient présentés les stimuli avec le programme *Pyscope* (Cohen et al., 1993). Un essai commençait par la présentation d'une croix de fixation centrée au milieu de l'écran. Après 500 ms, le premier mot d'une liste était présenté en rouge au centre de l'écran pendant 1000 ms, immédiatement suivi d'un délai de 6000 ms. Ce délai était rempli différemment suivant quatre conditions, comme représentées sur la Figure 2.3.

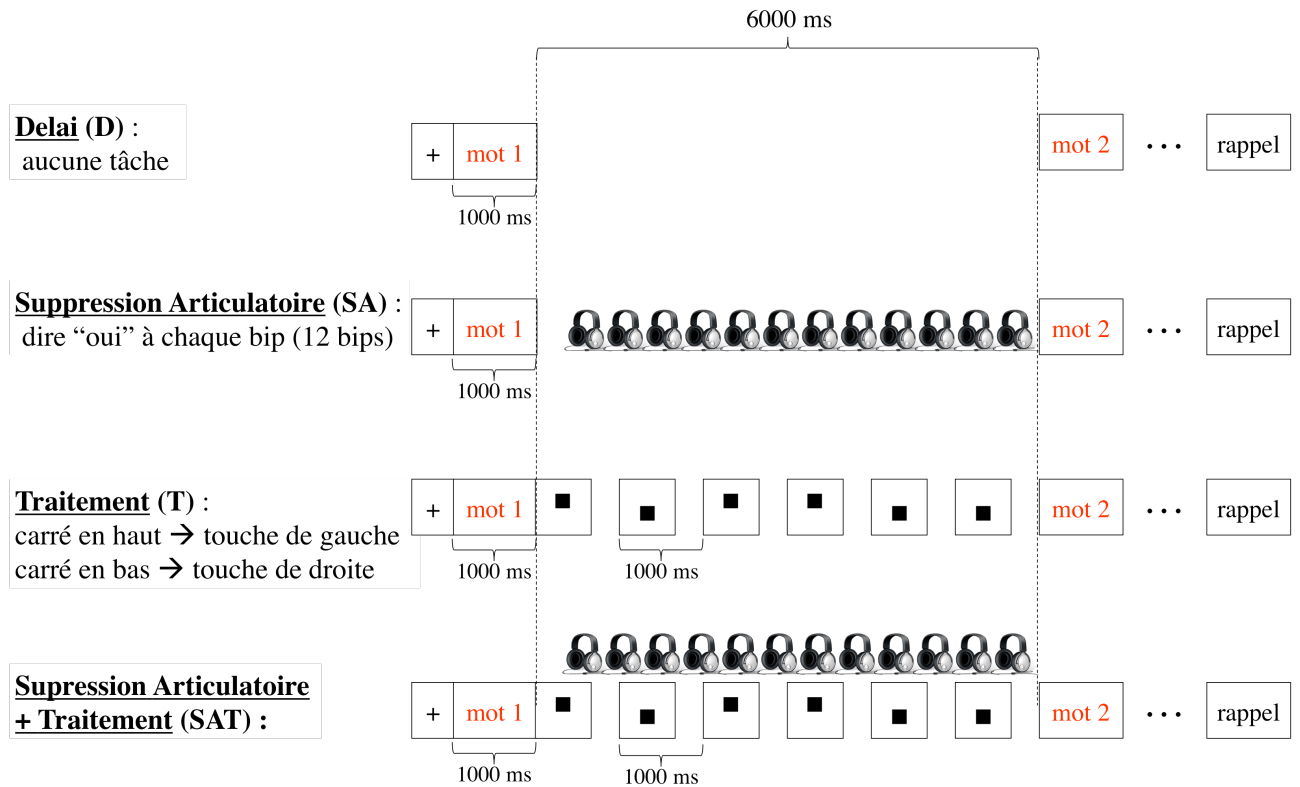


Figure 2.3 : Représentation des quatre conditions d'empan complexe utilisées dans les Expériences 3, 4, 11 12 et 14. Les casques audio matérialisent les bips présentés aux participants dans les conditions SA et SAT.

Dans une première condition, la condition *Délai (D)*, l'écran restait blanc durant toute la durée du délai et les participants n'avaient rien à faire. Dans une seconde condition, la condition *Suppression Articulaire (SA)*, une séquence de 12 bips (32 bits, 44100 Hz) était présentée dans un casque audio. Chaque bip durait 10 ms et était suivi d'un silence de 490 ms. Le premier bip apparaissait 500 ms après le début du délai. Les participants avaient pour consigne de prononcer " oui " à chaque fois qu'ils entendaient un bip. Dans une troisième condition, la condition *Traitement (T)*, une séquence de six carrés noirs de 18 mm de côté était présentée à l'écran. Chaque carré apparaissait pendant 667 ms, suivi d'un écran blanc de 333 ms (soit un total de 1000 ms par carré). Les carrés apparaissaient aléatoirement et avec la même probabilité 15 mm au-dessus ou au-dessous du centre de l'écran. Le premier carré apparaissait immédiatement après le début du délai. Les participants avaient pour consigne d'appuyer sur une touche située à droite sur le clavier lorsque le carré apparaissait en bas sur l'écran et d'appuyer

sur une touche située à gauche sur le clavier lorsque le carré apparaissait en haut sur l'écran. Dans une quatrième condition, la suppression articulatoire et le traitement étaient réalisés simultanément (*SAT* pour *Suppression Articulatoire + Traitement*). Ainsi, les participants devaient prononcer " oui " à chaque fois qu'ils entendaient un bip, tout en jugeant la position des carrés à l'écran.

A la fin du délai de 6000 ms, un second mot de la liste était présenté pendant 1000 ms, suivi à nouveau d'un délai et ainsi de suite. Les mots d'une liste étaient présentés dans un ordre aléatoire. Une fois l'ensemble des mots d'une liste présenté, le mot " rappel " apparaissait à l'écran pour 1000 ms indiquant aux participants le début de la phase de rappel sériel, pour laquelle ils devaient taper les mots sur le clavier dans l'ordre de présentation de la même manière que dans l'Expérience 1. Une fois le rappel terminé, les participants appuyaient sur la barre d'espace pour passer à l'essai suivant.

Chacune des quatre conditions expérimentales comportait huit essais, quatre avec des listes de mots similaires et quatre avec des listes de mots dissimilaires. Les listes de mots similaires et dissimilaires étaient tirées aléatoirement parmi les ensembles de listes. L'ordre des huit essais associés aux conditions était aléatoire avec la contrainte de ne jamais avoir plus de deux listes similaires ou deux listes dissimilaires de suite. Les essais de chacune des quatre conditions étaient présentés par bloc et l'ordre des blocs était aléatoire.

Les participants étaient préalablement familiarisés avec la procédure au début de chaque bloc. Pour les conditions *D* et *SA*, les participants recevaient un essai d'entraînement. Ils recevaient un essai supplémentaire dans la condition *T* pour se familiariser avec la tâche de localisation et deux essais supplémentaires dans la condition *SAT* pour se familiariser avec la réalisation simultanée des tâches de localisation et de suppression articulatoire. Pour les essais d'entraînement les mots étaient remplacés par des prénoms pour éviter toute interférence avec les mots employés en phase test. L'expérience durait approximativement une heure.

Les pourcentages de localisations correctes et les TRs pour la tâche de localisation étaient enregistrés pour contrôler que les participants effectuaient correctement la tâche. Les expérimentateurs contrôlaient que la tâche de suppression articulatoire était réalisée correctement. Quant au rappel, il était coté comme dans les expériences précédentes avec les scores *position correcte*, *mot correct* et *ordre correct*.

Résultats et discussion

Les données de l'ensemble des participants ont été prises en compte pour les analyses puisque toutes conditions confondues (i.e., conditions *T* et *SAT*) leurs pourcentages de localisations correctes étaient supérieurs à 70 %. Des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées sur les pourcentages de localisations correctes et sur les TRs, avec la similarité (similaire vs. dissimilaire) et la suppression articulatoire (sans suppression = *T* vs. avec suppression = *SAT*) comme facteurs intra-sujet. Ces analyses n'ont pas révélé d'effet de similarité, d'effet de suppression articulatoire ou d'interaction entre la similarité et la suppression articulatoire ($ps > .15$). Les carrés étaient localisés avec la même efficacité dans la condition *T* (86 % ; $\sigma = 7$ %) et dans la condition *SAT* (85 % ; $\sigma = 8$ %) et les TRs moyens ne différaient pas dans les conditions *T* (419 ms ; $\sigma = 49$ ms) et *SAT* (425 ms ; $\sigma = 47$ ms).

En ce qui concerne les trois scores de rappel, des ANOVAs ont été réalisées avec le facteur similarité (similaire vs. dissimilaire), le facteur traitement (sans traitement = *D* et *SA* vs. avec traitement = *T* et *SAT*) et le facteur suppression articulatoire (sans suppression = *D* et *T* vs. avec suppression = *SA* et *SAT*) en intra-sujet et avec le facteur expérimentateurs et le facteur liste (*S1-D2* vs. *S2-D1*) en inter-sujet. Tout d'abord, les analyses n'ont révélé aucun effet de l'expérimentateur ou d'interaction entre l'expérimentateur et nos variables d'intérêts, $ps > .20$. En revanche, l'effet de liste était significatif pour le score *ordre correct*, $F(1,25) = 5.21$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .17$, et tendanciel pour les scores *position correcte*, $F(1,25) = 4.22$, $p = .051$, $\eta_p^2 = .14$, et *mot correct*, $F(1,25) = 3.19$, $p = .086$, $\eta_p^2 = .11$. Les mots étaient en moyenne mieux rappelés pour les listes *S1-D2* (61 % ; $\sigma = 18$ %) que pour les listes *S2-D1* (54 % ; $\sigma = 21$ %). Néanmoins, l'effet de liste n'interagissait avec aucune de nos trois variables d'intérêts ($ps > .27$).

En ce qui concerne nos variables d'intérêts, l'analyse du score *position correcte* a révélé un effet de similarité : les mots similaires étaient moins rappelés (54 % ; $\sigma = 16$ %) que les mots dissimilaires (61 % ; $\sigma = 17$ %), $F(1,25) = 12.41$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .33$. Le rappel était également plus faible lorsque l'attention était capturée par la tâche de localisation (50 % ; $\sigma = 17$ %) que lorsqu'elle était disponible (65 % ; $\sigma = 16$ %),

$F(1,25) = 71.94, p < .001, \eta_p^2 = .74$. Enfin, le rappel était plus faible lorsque la répétition était entravée par la suppression articulatoire (50 % ; $\sigma = 18$ %) que lorsqu'elle n'était pas entravée (65 % ; $\sigma = 16$ %), $F(1,25) = 35.70, p < .001, \eta_p^2 = .59$. Le pattern de résultats était identique pour les scores *mot correct* et *ordre correct* excepté que l'effet de suppression articulatoire n'était pas significatif pour le score *ordre correct*, $F(1,25) = 1.52, p = .229, \eta_p^2 = .06$. Les analyses ont également révélé une absence d'interaction entre la suppression articulatoire et le traitement pour les trois scores ($ps > .32$). Ainsi, l'effet de suppression articulatoire n'était pas affecté par le fait d'empêcher le rafraîchissement, et réciproquement, l'effet du traitement attentionnel n'était pas affecté par le fait d'empêcher la répétition, signant ainsi l'indépendance des deux mécanismes.

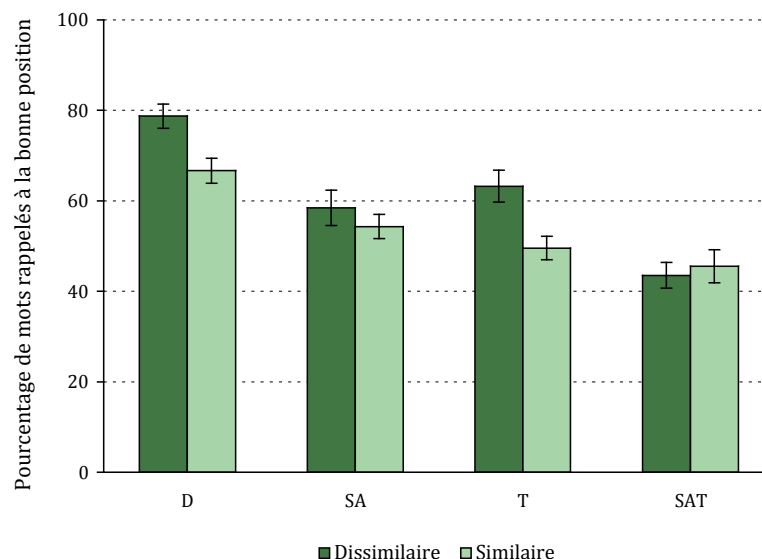


Figure 2.4 : Pourcentages de mots rappelés à la bonne position (*position correcte*) en fonction du type de mots à mémoriser (Dissimilaire ou Similaire) et de la condition d'empan complexe, dans l'Expérience 3. *D* correspond à la condition n'impliquant aucun traitement, *SA* correspond à la condition impliquant la suppression articulatoire, *T* correspond à la condition impliquant le traitement attentionnel et *SAT* correspond à la condition impliquant à la fois la suppression articulatoire et le traitement attentionnel.

Comme nous pouvons le voir sur la Figure 2.4, l'analyse des contrastes pour le score *position correcte* a révélé un meilleur rappel dans la condition *D* (73 % ; $\sigma = 15$ %)

n'impliquant aucune tâche concurrente que dans les conditions *SA* (56 % ; $\sigma = 18$ %), *T* (56 % $\sigma = 16$ %) et *SAT* (45 % ; $\sigma = 18$ %) impliquant au moins une tâche concurrente, $F(1,25) = 81.45$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .77$. Les contrastes ont également révélé que le rappel était plus faible pour la condition *SAT* impliquant à la fois la suppression articulatoire et le traitement attentionnel que pour les conditions *SA* et *T* impliquant seulement l'une des deux tâches concurrentes, $F(1,25) = 22.39$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .47$. Le rappel était équivalent dans les conditions *SA* et *T*, $F < 1$. Le pattern de résultats était identique pour les scores *mot correct* et *ordre correct* (voir Annexe 2.4). De plus, lorsqu'on s'intéresse uniquement au rappel des listes de mots dissimilaires, l'effet combiné de la suppression articulatoire et du traitement sur le rappel (i.e., 35 % pour le score *position correcte*) n'était pas significativement différent de la somme de l'effet isolé de la suppression articulatoire et de l'effet isolé du traitement (i.e., 20% + 16 % = 36 %, pour le score *position correcte*), ceci quel que soit le score pris en compte, $F_s < 1$. Il semblerait donc que les effets de suppression articulatoire et de demande attentionnelle soient additifs, les performances de rappel étant plus affectées lorsque la répétition et le rafraîchissement étaient entravés simultanément.

Comme attendu, la similarité n'interagissait pas avec le traitement, alors qu'elle interagissait avec la suppression articulatoire. Par exemple, pour le score *position correcte*, l'effet de similarité persistait lorsque l'attention était capturée par la tâche de localisation, $F < 1$, alors que l'effet de similarité disparaissait sous suppression articulatoire, $F(1,25) = 14.40$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .37$. De plus, l'analyse des contrastes a révélé que l'effet de similarité phonologique était présent dans les conditions *D*, $F(1,25) = 12.57$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .33$, et *T*, $F(1,25) = 15.88$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .39$, n'impliquant pas de suppression articulatoire, alors que l'effet disparaissait dans les conditions *SA*, $F(1,25) = 1.66$, $p = .210$, $\eta_p^2 = .06$, et *SAT*, $F < 1$, impliquant la suppression articulatoire (Figure 2.4). Ainsi, lorsque la répétition est entravée par la suppression articulatoire, les mots seraient maintenus par rafraîchissement indépendamment de leurs traits phonologiques, d'où l'absence d'effet de similarité phonologique. Par contre, lorsque le rafraîchissement est entravé par le traitement attentionnel, les mots seraient maintenus

par répétition sur la base de leurs traits phonologiques, d'où la présence de l'effet de similarité phonologique.

La présente expérience a montré que les mécanismes de répétition et de rafraîchissement étaient mis en œuvre de manière indépendante et conjointe pour le maintien de mots. Ainsi, lorsque la répétition était entravée par la suppression articulaire, le mécanisme de rafraîchissement était utilisé pour le maintien. Inversement, lorsque le rafraîchissement était entravé par une tâche coûteuse en attention, le mécanisme de répétition était utilisé pour le maintien. Enfin, les deux mécanismes semblent pouvoir être utilisés conjointement lorsqu'ils sont tous les deux disponibles. De plus, les résultats ont montré que la répétition est dépendante des propriétés phonologiques des mots, alors que le rafraîchissement est indépendant de ces propriétés. La présente étude a été répliquée dans l'Expérience 4, mais cette fois-ci en manipulant la longueur phonologique des mots à mémoriser. Etant donné que l'effet de longueur de mots est attribué à l'utilisation de la répétition (Baddeley et al., 1975), cet effet devrait interagir avec la suppression articulaire, mais pas avec la demande attentionnelle, de manière analogue à ce qui a été observé avec l'effet de similarité phonologique. Autrement dit, l'effet de longueur de mots devrait être présent lorsque la répétition peut être utilisée et il devrait disparaître lorsque la répétition est entravée, c'est-à-dire lorsque les mots sont maintenus pas rafraîchissement sous forme non phonologique.

1.2.2 Expérience 4 : Etude de l'utilisation conjointe de la répétition et du rafraîchissement à travers l'effet de longueur de mots.

Matériel et méthode

Participants

Trente six étudiants de psychologie de l'Université de Bourgogne (France) ont participé à l'expérience en échange de points supplémentaires sur leur note d'examen.

Les 29 femmes et 7 hommes étaient tous de langue maternelle française et étaient âgés de 17 à 24 ans ($m = 19.94$; $\sigma = 1.37$).

Matériel

Les mots à mémoriser ont été extraits de la base de données *Lexique 3* (New et al., 2001). Quarante-deux mots courts ont été sélectionnés à partir d'un corpus initial de 127 noms communs singuliers monosyllabiques composés de trois phonèmes et quatre lettres (e.g., *dieu, fête, trou, plat, choc, rive*). Les mots avaient une fréquence comprise entre 8 et 369 (fréquence d'occurrence selon le corpus de livres de *Lexique 3*), la moyenne étant de 58 ($\sigma = 72$). Quarante-deux mots longs ont été sélectionnés à partir d'un corpus initial de 171 noms communs singuliers dissyllabiques composés de cinq phonèmes et six lettres (e.g., *soleil, garçon, métier, moteur, région, gibier*). Les mots longs ont été sélectionnés de sorte que leur fréquence correspondait à celle des mots courts. Ainsi, les mots longs avaient une fréquence comprise entre 10 et 355, la moyenne étant de 51 ($\sigma = 61$). Les ensembles de mots courts et longs sont présentés à l'Annexe 2.5. Un test de *Student* apparié n'a pas révélé de différence significative entre les fréquences de l'ensemble de mots courts et celles de l'ensemble de mots longs, $t(95) = 0.70$; $p = 0.49$. Les participants voyaient la totalité des mots courts et longs durant l'expérience.

La propension des ensembles de mots à produire l'effet de longueur de mots a été pré-testée dans un paradigme d'empan simple. Pour cela, 14 étudiantes de psychologie de l'Université de Bourgogne, âgées de 17 à 23 ans ($m = 19.07$; $\sigma = 1.49$), étaient confrontées au même paradigme d'empan simple que celui utilisé dans l'Expérience 3. Les résultats ont révélé que les mots longs étaient moins rappelés à la bonne position (51 % ; $\sigma = 12$ %) que les mots courts (56 % ; $\sigma = 10$ %), $F(1,13) = 5.92$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .31$. La même chose a été observée pour les scores *mot correct*, $F(1,13) = 4.43$, $p = .055$, $\eta_p^2 = .25$, et *ordre correct*, $F(1,13) = 3.50$, $p = .084$, $\eta_p^2 = .21$. Ainsi, les ensembles de mots construits produisaient bien l'effet de longueur de mots escompté.

Procédure

La même procédure d'empan complexe que dans l'Expérience 3 a été mise en place, avec les quatre conditions d'empan complexe impliquant soit la tâche de

suppression articulatoire (*SA*), soit la tâche de localisation (*T*), soit les deux tâches (*SAT*), soit aucune tâche (*D*). Pour chaque condition, les mots d'un essai étaient tirés aléatoirement et sans remise parmi l'ensemble de mots courts ou l'ensemble de mots longs. Comme dans l'Expérience 3, les pourcentages de localisations correctes et les TRs pour la tâche de localisation étaient enregistrés pour contrôler que les participants effectuaient correctement la tâche. De plus, l'expérimentateur comptait et notait le nombre de "oui" prononcés durant chaque délai pour s'assurer que la tâche de suppression articulatoire était réalisée correctement. Quant au rappel, il était coté comme dans les expériences précédentes avec les scores *position correcte*, *mot correct* et *ordre correct*.

Résultats et discussion

Les données de l'ensemble des participants ont été prises en compte pour les analyses, puisque toutes conditions confondues (i.e., conditions *T* et *SAT*) leurs pourcentages de localisations correctes étaient supérieurs à 70 %. Des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées sur les pourcentages de localisations correctes et sur les TRs, avec la longueur de mots (court vs. long) et la suppression articulatoire (sans suppression = *T* vs. avec suppression = *SAT*) comme facteurs intra-sujet. Contrairement à l'Expérience 3, ces analyses ont révélé un effet tendanciel de la suppression articulatoire aussi bien pour le pourcentage de localisations correctes, $F(1,35) = 3.55$, $p = .068$, $\eta_p^2 = .09$, que pour les TRs, $F(1,35) = 3.59$, $p = .066$, $\eta_p^2 = .09$. Les carrés étaient localisés plus efficacement et plus rapidement dans la condition *T* (88 % de localisations correctes et 408 ms) que dans la condition *SAT* (86 % de localisations correctes et 421 ms). Ainsi, la réalisation concurrente de la tâche de suppression articulatoire entraînait une augmentation du temps pris pour juger la position des carrés et entraînait un nombre d'erreurs plus important. Ceci n'avait pourtant pas été observé dans l'Expérience 3 qui était en tout point identique à celle-ci.

Étrangement, les résultats ont révélé la présence d'un effet tendanciel de la longueur des mots à mémoriser sur les temps de localisations des carrés. Le temps pris pour localiser les carrés était plus long lors de la mémorisation des mots longs (417 ms ; $\sigma = 44$ ms) que lors de la mémorisation des mots courts (412 ms ; $\sigma = 49$ ms), $F(1,35) = 3.99$, $p = .054$, $\eta_p^2 = .10$. Nous pourrions alors imaginer que la répétition

subvocale des mots longs provoquerait un délai avant l'initiation du jugement de la position du carré qui vient d'apparaître, retardant ainsi le moment de la réponse. Pour qu'une telle explication soit corroborée, cet effet devrait apparaître dans la condition *T*, pour laquelle la répétition était possible, mais pas dans la condition *SAT*, pour laquelle la répétition était entravée. Cela semble effectivement être le cas, puisque les TRs moyens étaient plus élevés pour les mots longs (413 ms ; $\sigma = 49$ ms) que pour les mots courts (404 ms ; $\sigma = 49$ ms) dans la condition *T*, $F(1,35) = 4.03$, $p = .053$, $\eta_p^2 = .10$, mais pas dans la condition *SAT*, $F < 1$ (421 ms pour les mots longs et courts).

Le nombre de "oui" prononcés par les participants ayant été comptabilisé, une ANOVA à mesures répétées avec le facteur longueur de mots (court vs. long) et le facteur traitement (sans traitement = *SA* vs. avec traitement = *SAT*) a été réalisée. Six participants ont été exclus de l'analyse étant donné que le nombre de "oui" pour ces six participants n'a pas été comptabilisé. Les résultats ont révélé que le nombre de "oui" prononcés était en moyenne plus important dans la condition *SA* (11.9 ; $\sigma = 1.11$) que dans la condition *SAT* (10.4 ; $\sigma = 1.96$), $F(1,30) = 30.07$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .50$. La longueur des mots à mémoriser n'avait quant à elle pas d'effet sur le nombre de "oui" prononcés, $F(1,30) = 1.06$, $p = .312$, $\eta_p^2 = .03$.

En ce qui concerne les trois scores de rappel, des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées avec la longueur (court vs. long), le traitement (sans traitement = *D* et *SA* vs. avec traitement = *T* et *SAT*) et la suppression articulatoire (sans suppression = *D* et *T* vs. avec suppression = *SA* et *SAT*) comme facteurs intra-sujet. Quel que soit le score pris en considération, les analyses ont révélé des effets significatifs de la longueur des mots, du traitement et de la suppression articulatoire (Annexe 2.6). Par exemple, pour le score *position correcte*, les mots longs étaient moins rappelés à la bonne position (61 % ; $\sigma = 17$ %) que les mots courts (65 % ; $\sigma = 17$ %), $F(1,35) = 14.90$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .30$. Le rappel était plus faible lorsque l'attention était capturée par la tâche de localisation (57 % ; $\sigma = 18$ %) que lorsqu'elle était disponible (69 % ; $\sigma = 16$ %), $F(1,35) = 37.76$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .52$. Enfin, le rappel était plus faible lorsque la répétition était entravée par la suppression articulatoire (53 % ; $\sigma = 20$ %) que lorsqu'elle n'était pas entravée (73 % ; $\sigma = 14$ %), $F(1,35) = 84.79$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .71$. Les analyses ont également révélé

une absence d'interaction entre la suppression articulatoire et le traitement pour les trois scores de rappel, $F_s < 1$, répliquant ainsi les résultats de l'Expérience 3 et témoignant une fois de plus en faveur de l'indépendance de la répétition et du rafraîchissement.

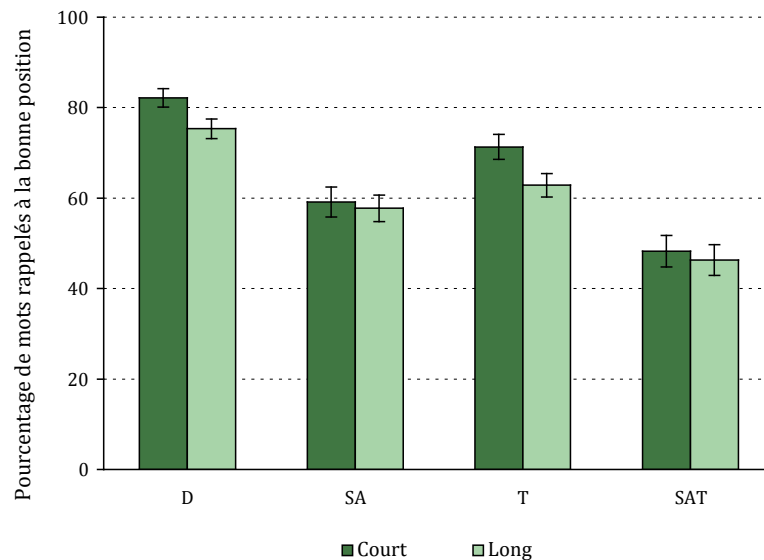


Figure 2.5 : Pourcentages de mots rappelés à la bonne position (*position correcte*) en fonction du type de mots à mémoriser (Court ou Long) et de la condition d'empan complexe, dans l'Expérience 4. *D* correspond à la condition n'impliquant aucun traitement, *SA* correspond à la condition impliquant la suppression articulatoire, *T* correspond à la condition impliquant le traitement attentionnel et *SAT* correspond à la condition impliquant à la fois la suppression articulatoire et le traitement attentionnel.

Comme nous pouvons le voir sur la Figure 2.5, l'analyse des contrastes pour le score *position correcte* a révélé un meilleur rappel dans la condition *D* (79 % ; $\sigma = 13$ %) n'impliquant aucune tâche concurrente que dans les conditions *SA* (58 % ; $\sigma = 19$ %), *T* (67 % ; $\sigma = 16$ %) et *SAT* (47 % ; $\sigma = 21$ %), impliquant au moins une tâche concurrente, $F(1,35) = 111.27$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .76$. Les contrastes ont également révélé que le rappel était plus faible dans la condition *SAT* impliquant à la fois la suppression articulatoire et le traitement attentionnel que dans les conditions *SA* et *T* impliquant seulement l'une des deux tâches concurrentes, $F(1,35) = 32.28$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .48$. Le rappel était meilleur dans la condition *T* que dans la condition *SA*, $F(1,35) = 11.47$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .25$. Le pattern de résultats était identique pour les scores *mot correct* et *ordre correct* (voir

Annexe 2.6). De plus, lorsqu'on s'intéresse uniquement au rappel des mots courts, l'effet combiné de la suppression articulatoire et du traitement attentionnel sur le rappel (34 % pour le score *position correcte*) n'était pas significativement différent de la somme de l'effet isolé de la suppression articulatoire et de l'effet isolé du traitement (23% + 11 % = 34 % pour le score *position correcte*), quel que soit le score pris en compte, $F_s < 1$. Le même pattern de résultats a également été obtenu pour les mots longs quel que soit le score pris en compte. Comme pour l'Expérience 3, ces résultats montrent que la suppression articulatoire et la demande attentionnelle avaient des effets additifs sur les performances de rappel, allant ainsi dans le sens de l'hypothèse de la mise en œuvre conjointe des mécanismes de répétition et de rafraîchissement.

De manière analogue à l'Expérience 3, l'analyse réalisée sur le score *position correcte* a révélé une absence d'interaction entre la longueur et le traitement, $F < 1$, alors que la longueur interagissait avec la suppression articulatoire, $F(1,35) = 5.98$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .15$. Cette interaction était caractérisée par la disparition de l'effet de longueur de mots sous suppression articulatoire. En effet, l'analyse des contrastes a révélé que l'effet de longueur de mots était présent dans les conditions *D*, $F(1,35) = 6.50$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .16$, et *T*, $F(1,35) = 8.98$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .20$ n'impliquant pas de suppression articulatoire, alors que cet effet disparaissait dans les conditions *SA* et *SAT*, $F_s < 1$, impliquant la suppression articulatoire (Figure 2.5). Ces résultats rejoignent ceux de l'Expérience 3 et sont en accord avec l'hypothèse du maintien des mots sous forme phonologique par répétition subvocale et sous forme non phonologique par rafraîchissement attentionnel. Par contre, nos résultats vont à l'encontre de ceux de La Pointe et Engle (1999), puisque ces auteurs avaient observé une persévération de l'effet de longueur de mots sous suppression articulatoire dans un paradigme d'empan complexe, lors de l'utilisation d'un ensemble de mots ouvert.

Bien que les résultats pour les deux autres scores de rappel aient également révélé une absence d'interaction entre la longueur de mots et le traitement, $F_s < 1$, ils ont échoué à mettre en évidence une interaction entre la longueur et la suppression articulatoire, pour le score *mot correct*, $F(1,35) = 2.22$, $p = .145$, $\eta_p^2 = .06$, et pour le score *ordre correct*, $F(1,35) = 2.08$, $p = .158$, $\eta_p^2 = .06$. L'absence d'interaction pour le score *mot*

correct semble être due à la disparition de l'effet de longueur dans la condition T, $F(1,35) = 1.60$, $p = .215$, $\eta_p^2 = .40$, alors que dans cette condition la répétition subvocale n'était pas entravée. Par contre, pour le score *ordre correct*, malgré l'absence d'interaction, l'effet de longueur de mots était présent dans les conditions D, $F(1,35) = 4.65$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .12$, et T, $F(1,35) = 10.80$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .24$, et disparaissait dans les conditions SA et SAT, $F < 1$, impliquant la tâche de suppression articulatoire.

1.3 Conclusion : La répétition et le rafraîchissement chez le jeune adulte : deux mécanismes indépendants et complémentaires

Le but des quatre études que nous venons de présenter était de mettre en évidence la dissociation entre le processus de maintien général et le processus de maintien spécifique pour le maintien de l'information verbale. Autrement dit, nous voulions tester deux des hypothèses formulées par Camos et al. (2009) dans le modèle TBRS étendu. D'après Camos et al. (2009), l'information verbale serait maintenue au niveau périphérique par répétition subvocale sous formes de représentations phonologiques et au niveau central par rafraîchissement attentionnel indépendamment des propriétés phonologiques des items. Ainsi, dans les quatre expériences que nous venons de présenter nous avons testé l'hypothèse d'indépendance et d'utilisation conjointe des mécanismes de répétition et de rafraîchissement. Nous avons également testé l'hypothèse selon laquelle les mots seraient maintenus sous forme phonologique par répétition, mais pas par rafraîchissement.

Mise à part l'Expérience 1 pour laquelle les résultats semblent être influencés par la longueur de la liste de mots à mémoriser, comme nous l'avons vu plus haut, les Expériences 2, 3 et 4 semblent confirmer les deux hypothèses émises dans le modèle TBRS étendu. Tout d'abord, l'Expérience 2 a mis en évidence que la répétition et le rafraîchissement sont deux mécanismes indépendants, étant donné que la manipulation de la quantité de ressources attentionnelles disponible n'affectait pas l'apparition de l'effet de similarité phonologique. Le même phénomène a été observé dans les Expériences 3 et 4, puisque l'effet de similarité phonologique persistait lorsque l'attention était réduite par la tâche de localisation coûteuse en attention. Ces résultats

rejoignent ceux précédemment obtenus par Camos et al. (2009) ou par Hudjetz et Oberauer (2008), qui avaient mis en évidence l'indépendance des deux mécanismes de maintien.

De plus, les Expériences 3 et 4 ont révélé que la répétition et le rafraîchissement étaient utilisés conjointement pour le maintien de mots. Cette conclusion découle du fait que les performances de rappel étaient plus fortement altérées lorsque les deux mécanismes étaient entravés simultanément que lorsqu'ils étaient entravés séparément. Ainsi, lorsque la répétition était entravée par la suppression articulatoire, le rafraîchissement était mis en œuvre pour le maintien, et inversement, lorsque l'attention nécessaire au rafraîchissement était capturée, la répétition était mise en œuvre. Les mécanismes de répétition et de rafraîchissement peuvent donc fonctionner l'un sans l'autre et ils peuvent également être utilisés en même temps pour améliorer les capacités mémorielles. Nos résultats répliquent ceux récemment obtenus par Camos et al. (2009) et vont dans le sens de l'idée émise par Chen et Cowan (2009), selon laquelle la répétition et le rafraîchissement seraient utilisés en parallèle pour le maintien de l'information verbale.

Enfin, les Expériences 3 et 4 ont confirmé l'idée selon laquelle la répétition repose sur les représentations phonologiques des mots (Baddeley, 1986). En effet, nos résultats ont montré que les effets associés à la manipulation des traits phonologiques des mots à mémoriser (i.e., l'effet de similarité phonologique et l'effet de longueur de mots) n'étaient présents que lorsque la répétition pouvait être mise en œuvre. Par contre, les résultats des Expériences 2, 3 et 4 semblent indiquer que le rafraîchissement est indépendant des représentations phonologiques, puisque la manipulation de la possibilité de mettre en œuvre le rafraîchissement n'affectait pas l'apparition des effets de similarité phonologique et de longueur de mots. Ces résultats confirment donc l'idée d'une dissociation entre les représentations impliquées dans le maintien par répétition et dans le maintien par rafraîchissement, comme il est proposé dans le modèle TBRS étendu (Camos et al., 2009).

Les résultats de nos études confirment ceux précédemment obtenus par Camos et al. (2009), notamment en ce qui concerne l'utilisation conjointe de la répétition et du rafraîchissement. En effet, un doute sur l'utilisation conjointe des deux mécanismes pouvait subsister au regard des données de Camos et al. (2009), puisque une de leurs études (Expérience 3) avait échoué à mettre en évidence ce phénomène. Les auteurs expliquaient l'absence de l'utilisation conjointe des deux mécanismes par un biais lié aux tâches de traitement concurrent employées. Nos études lèvent le doute, puisqu'elles vont clairement dans le sens de l'Expérience 4 de Camos et al. (2009). Nos études vont plus loin que celles de Camos et al. (2009), puisqu'elles montrent que le processus spécifique et le processus général ne se dissocient pas uniquement par les mécanismes de maintien qu'ils impliquent, mais qu'ils se dissocient également par la nature des représentations sur lesquelles opèrent les mécanismes de maintien.

Dans la suite de ce chapitre, nous nous sommes demandés si une telle dissociation entre le processus général et le processus spécifique était également présente chez l'enfant. Nous avons donc reproduit nos Expériences 3 et 4 avec des enfants âgés de 7-8 ans pour tester l'indépendance et l'utilisation conjointe de la répétition et du rafraîchissement, ainsi que l'implication de représentations distinctes par ces deux mécanismes.

2 Interaction des mécanismes de maintien chez l'enfant de 7-8 ans

Dans les études que nous allons présenter maintenant, nous voulions tester si la répétition subvocale et le rafraîchissement attentionnel étaient mis en œuvre dans le maintien de l'information verbale de la même manière chez l'enfant que chez l'adulte. En effet, ces deux mécanismes semblent être mis en œuvre par les enfants dès l'âge de 7 ans (Barrouillet et al., 2009 ; Gathercole, 1999). Nous nous sommes alors demandés si les enfants de 7-8 ans étaient capables d'utiliser les deux mécanismes conjointement pour maintenir des mots, comme cela semble être le cas chez l'adulte. Autrement dit, nous

avons testé si les enfants de 7-8 ans utilisent les deux mécanismes de manière indépendante et conjointe. Pour cela, comme dans les Expériences 3 et 4, l'utilisation de la répétition et l'utilisation du rafraîchissement ont été manipulées orthogonalement en introduisant une tâche de suppression articulatoire et une tâche de localisation coûteuse en attention. Les quatre conditions d'empan complexe utilisées chez l'adulte ont été adaptées pour les enfants sur plusieurs paramètres. Tout d'abord, les mots à mémoriser étaient présentés auditivement dans un casque stéréo et non plus visuellement comme chez l'adulte. Le nombre de mots à mémoriser a été réduit à cinq. Deuxièmement, nous avons réduit le délai entre chaque mot à mémoriser de 6 secondes à 4 secondes pour raccourcir la durée totale d'un essai. De ce fait, la tâche de suppression articulatoire ne comportait plus que 8 bips au lieu de 12 chez l'adulte. Quant à la tâche de localisation, les carrés à localiser ont été remplacés par des bonshommes souriants (smileys) plus attractifs et le nombre de smileys était de 4 au lieu de 6 carrés pour l'adulte. Etant donné que les mécanismes de répétition et de rafraîchissement semblent être effectifs chez l'enfant à partir de 7 ans (Barrouillet et al., 2009 ; Gathercole, 1999), nous nous attendions à ce que les performances de rappel soient réduites d'une part par la suppression articulatoire, qui empêche la répétition, et d'autre part par le traitement concurrent coûteux en attention, qui empêche le rafraîchissement. Autrement dit, nous ne devrions pas observer d'interaction entre la suppression articulatoire et le traitement concurrent. De plus, si comme pour l'adulte les deux mécanismes peuvent être mis en jeu conjointement, les performances de rappel devraient être d'autant plus affectées que les deux mécanismes sont entravés simultanément, c'est-à-dire lorsque la suppression articulatoire et le traitement attentionnel ont lieu en même temps. En revanche, si les enfants de 7-8 ans n'utilisent pas simultanément la répétition et le rafraîchissement pour retenir des mots, les performances de rappel devraient être équivalentes lorsque les deux mécanismes sont entravés séparément et simultanément. Autrement dit, les effets de la suppression articulatoire et de la charge attentionnelle ne devraient pas être additifs.

Dans les trois études que nous avons réalisées chez les enfants, nous avons manipulé les traits phonologiques des mots à retenir. Cette manipulation permettait de tester si les traits phonologiques des mots affectaient le rappel lors du maintien par

répétition et pas lors du maintien par rafraîchissement, comme postulé dans le modèle TBRS étendu. De la même manière que pour les adultes, nous avons utilisé les effets de similarité phonologique et de longueur de mots comme indice de l'implication des représentations phonologiques. Ainsi, dans une première expérience (Expérience 5), les enfants devaient mémoriser des listes de mots similaires par leur phonème central ou des listes de mots dissimilaires. L'implication de représentations phonologiques pour le maintien devrait se traduire par un meilleur rappel pour les mots dissimilaires par rapport aux mots similaires lors de l'utilisation de la répétition, mais pas lors de l'utilisation du rafraîchissement. Puis, dans une seconde expérience (Expérience 6), les enfants devaient mémoriser des listes de mots courts et des listes de mots longs. L'implication de représentations phonologiques pour le maintien devrait alors se traduire par un meilleur rappel pour les mots courts par rapport aux mots longs lors de l'utilisation de la répétition, mais pas lors de l'utilisation du rafraîchissement.

Enfin, dans une troisième expérience (Expérience 7), nous avons manipulé la similarité phonologique des mots à mémoriser, mais cette fois-ci en utilisant des rimes. A notre connaissance seules deux études ont reporté un effet de similarité phonologique dans un paradigme d'empan simple avec des rimes chez l'enfant âgé de 7 à 10 ans (Hall, Wilson, Humphreys, Tinzmann & Bowyer, 1983 ; Hasselhorn & Grube, 2003). Dans ces deux études, les rimes étaient moins rappelées que les mots dissimilaires, en accord avec l'idée d'une confusion phonologique (Baddeley, 1986). Cependant, comme nous l'avons vu dans le Chapitre 1, le maintien de rimes n'aboutit pas systématiquement à un effet de similarité phonologique chez l'adulte. La mémorisation de rimes produit même assez fréquemment de meilleures performances que la mémorisation de mots dissimilaires. Cet effet de rime est généralement attribué à l'existence d'indices fournis par les rimes lors du rappel (e.g., Copeland & Radvansky, 2001). Au regard des études de Hall et al. (1983) et Hasselhorn et Grube (2003), il semblerait que les jeunes enfants n'utilisent pas les indices fournis par les rimes. Il nous a donc paru pertinent de tester le rappel de rimes dans notre paradigme d'empan complexe lorsque la répétition et/ou le rafraîchissement sont entravés. Ainsi, nous pourrions nous attendre à ce que les enfants de 7-8 ans appellent moins de rimes que de mots dissimilaires lorsque la répétition est disponible, à cause de la confusion phonologique (Baddeley, 1986). Par contre, lorsque

la répétition est indisponible, les enfants pourraient se servir des indices fournis par les rimes pour les retenir plus efficacement. Dans ce cas-là, il est probable que les rimes soient mieux rappelées que les mots dissimilaires.

Dans les trois expériences, nous avons également ajouté une condition de rappel immédiat pour comparer les performances de rappel des enfants dans les paradigmes d'empan simple et d'empan complexe. Plusieurs études ont montré qu'un paradigme d'empan simple induit de meilleures performances de rappel qu'un paradigme d'empan complexe, aussi bien chez l'adulte (e.g., Duff & Logie, 2001 ; Tehan et al., 2001 ; La Pointe & Engle, 1990) que chez l'enfant (Hutton & Towse, 2001 ; Tam, Jarrold, Baddeley & Sabatos-DeVito, 2010). Par exemple, Tam et al. (2010) ont observé de meilleures performances de rappel pour une tâche de rappel immédiat que pour une tâche de rappel différé chez des enfants de 6 et 8 ans. Les performances en rappel différé étaient elles-mêmes supérieures à celles obtenues dans un paradigme de Brown-Peterson ou dans un paradigme d'empan complexe impliquant une tâche de catégorisation de stimuli. En se basant sur ces résultats, dans nos expériences, le rappel devrait être meilleur dans la condition de rappel immédiat que dans la condition d'empan complexe n'impliquant pas de traitement, qui elle-même devrait induire de meilleurs résultats que les conditions d'empan complexe impliquant la suppression articulatoire et/ou la tâche de localisation.

2.1 Expérience 5 : Etude de l'interaction de la répétition et du rafraîchissement à travers l'effet de similarité phonologique chez l'enfant de 8 ans

Matériel et méthode

Participants

Vingt trois enfants recrutés dans les classes de CE2 de quatre écoles primaires de la région bourguignonne (France) ont participé à l'expérience. Les 10 filles et 13 garçons étaient tous de langue maternelle française et étaient âgés de 7 ans et 11 mois à 9 ans et

2 mois ($m = 8$ ans et 6 mois ; $\sigma = 4$ mois). Aucun enfant ne présentait de retard ou d'avance scolaire.

Matériel

Les listes de mots à mémoriser ont été construites à partir d'un corpus initial de 1143 noms communs monosyllabiques extraits de la base de données *Manulex-Infra manu*³⁵ (Peereman, Lété & Sprenger-Charolles, 2007) adaptée pour les enfants du CE2 au CM2. Ces noms étaient composés de trois phonèmes avec une structure phonologique en CVC. Seuls les mots singuliers ont été retenus pour construire les listes.

Vingt listes de cinq mots ont été construites en faisant en sorte que les mots d'une liste avaient le même phonème central, mais des phonèmes initiaux et finaux différents, comme dans les expériences réalisées chez l'adulte (e.g., *tante, lampe, jambe, banque* et *chance*). De plus, les listes ont été construites en utilisant préférentiellement des mots ayant une fréquence d'usage (fréquence d'occurrence selon le corpus de manuels scolaires de *Manulex*) la plus élevée possible. Ainsi les mots avaient une fréquence comprise entre 5 et 198 ($m = 58$; $\sigma = 49$). Les vingt listes de mots similaires ainsi obtenues ont ensuite été divisées en deux ensembles de 10 listes de sorte que chaque liste d'un ensemble était appariée par sa fréquence moyenne avec une liste de l'autre ensemble (voir Annexe 2.7). Les listes ont aussi été réparties dans les deux ensembles de sorte qu'ils comportaient autant de listes avec un phonème central donné (e.g., chaque ensemble comportait deux listes avec le phonème central [a]). A partir de chaque ensemble de listes similaires, des listes dissimilaires ont été construites en réarrangeant les mots de sorte que les mots d'une liste ne partageaient aucun phonème que ce soit en position initiale et finale ou en position centrale. Ceci a pu être réalisé pour toutes les listes, excepté pour une liste dont deux mots avaient le même phonème initial. Ainsi, à partir de l'ensemble de listes similaires S1 nous avons constitué un ensemble de listes dissimilaires D1 et à partir de l'ensemble de listes similaires S2 nous avons constitué un ensemble de listes dissimilaires D2. La moitié des participants voyait les listes S1 et D2, alors que l'autre moitié des participants voyait les listes S2 et D1. Ainsi, chaque mot n'était vu qu'une seule fois au cours de l'expérience. Les mots à mémoriser ont été enregistrés dans un local insonorisé par une voix féminine. La durée de prononciation de chaque mot était inférieure à 1000 ms.

Procédure

Les participants étaient assis face à un ordinateur portable sur lequel étaient présentés les stimuli grâce au logiciel *Psyscope* (Cohen et al., 1993). Après lecture des consignes par l'expérimentateur, les participants devaient mettre le casque audio dans lequel étaient présentés les mots à mémoriser. L'expérience se décomposait en cinq conditions.

Dans la première condition, condition *Simple*, un paradigme d'empan simple a été utilisé. Les cinq mots à mémoriser étaient successivement présentés dans le casque stéréo. La présentation de chaque mot durait 1000 ms et n'était suivie d'aucun délai avant la présentation du mot suivant. Les enfants avaient pour tâche de mémoriser les mots qu'ils entendaient dans le casque.

Dans les quatre autres conditions un paradigme d'empan complexe a été utilisé. Les cinq mots à mémoriser étaient présentés dans le casque stéréo. La présentation de chaque mot durait 1000 ms et était suivie d'un délai de 4000 ms avant la présentation du mot suivant. Ce délai était rempli de façon différente selon les quatre conditions, de manière analogue à l'Expérience 3 réalisée chez l'adulte. Dans l'une des conditions (*D*), le délai restait vide, c'est-à-dire que rien n'apparaissait ni à l'écran, ni dans le casque, et les enfants n'avaient rien d'autre à faire que retenir les mots. Dans une autre condition (*SA*), une série de 8 bips (32 bits, 44100 Hz) de 10 ms séparés par 490 ms de silence était présentée dans le casque. Le premier bip apparaissait 500 ms après le début du délai. Les enfants avaient pour consigne de mémoriser les mots et de dire "oui" à chaque fois qu'ils entendaient un bip. Dans une troisième condition (*T*), une série de quatre "smileys" de 18 mm de diamètre apparaissait à l'écran, chaque smiley étant présenté pendant 667 ms, suivi d'un écran blanc de 333 ms (soit un total de 1000 ms par smiley). Les smileys apparaissaient 15 mm au-dessus ou au-dessous du centre de l'écran de façon aléatoire et avec la même fréquence. Le premier smiley apparaissait immédiatement après le début du délai. Les enfants avaient pour consigne de mémoriser les mots et d'appuyer sur la touche du clavier correspondant à la position du smiley à l'écran (touche de droite lorsque le smiley apparaissait en bas et touche de gauche lorsqu'il apparaissait en haut). Dans une quatrième condition (*SAT*), les séries de bips et

de smileys étaient présentées simultanément. Les enfants avaient pour consigne de mémoriser les mots, de détecter les bips et de juger de la position des smileys.

Chaque condition comportait quatre essais, deux avec des listes de mots similaires et deux avec des listes de mots dissimilaires. L'ordre de présentation des quatre essais était aléatoire. Les listes de mots similaires et dissimilaires étaient assignées aléatoirement aux cinq conditions et l'ordre de présentation des mots d'une liste était aléatoire. La condition *Simple* était systématiquement présentée en premier, suivie des quatre conditions d'empan complexe présentées en ordre aléatoire. Quelle que soit la condition, un essai commençait par un point de fixation qui restait affiché 500 ms à l'écran avant la présentation du premier mot à mémoriser et se terminait par l'apparition du signal visuel "???" indiquant aux enfants de rappeler oralement les mots dans l'ordre dans lequel ils leur avaient été présentés. L'expérimentateur notait les réponses des enfants sur une grille prévue à cet effet, puis appuyait sur la barre d'espace pour lancer l'essai suivant.

Au début de chaque condition, les enfants recevaient un entraînement pour se familiariser avec les différentes procédures. Ils recevaient un essai d'entraînement pour les conditions *Simple*, *D* et *SA*. Ils recevaient un essai supplémentaire dans la condition *T* pour se familiariser avec la tâche de localisation et trois essais supplémentaires dans la condition *SAT* pour se familiariser avec la réalisation simultanée des tâches de localisation et de suppression articulaire. Pour les essais d'entraînement, les mots à mémoriser étaient remplacés par des prénoms. L'expérience durait approximativement quarante minutes.

Le pourcentage de localisations correctes, ainsi que le TRs étaient enregistrés pour la tâche de localisation et l'expérimentateur notait le nombre de "oui" prononcés par les enfants durant le délai après chaque mot. Le rappel a été coté en utilisant les scores *position correcte* et *mot correct*, en dépit du fait qu'il n'était pas explicitement demandé aux enfants de signaler l'oubli d'un mot à une position donnée.

Résultats et discussion

Seuls 11 enfants sur 23 avaient un pourcentage de localisations correctes supérieur à 70 %, toutes conditions confondues (i.e., conditions *T* et *SAT*). Nous avons donc décidé de réaliser les analyses sur les données de la totalité des 23 enfants testés.

Des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées sur les pourcentages de localisations correctes et sur les TRs, avec la similarité (similaire vs. dissimilaire) et la suppression articulatoire (sans suppression = *T* vs. avec suppression = *SAT*) comme facteurs intra-sujet. L'analyse des pourcentages de localisations correctes n'a pas révélé d'effet de similarité, d'effet de suppression articulatoire ou d'interaction entre la similarité et la suppression articulatoire ($ps > .24$). Les smileys étaient localisés avec la même efficacité dans la condition *T* (69 % ; $\sigma = 19$ %) et dans la condition *SAT* (65 % ; $\sigma = 13$ %). En revanche, l'analyse des TRs a révélé un effet de suppression articulatoire, $F(1,22) = 6.00$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .21$, les TRs étant plus courts dans la condition *SAT* (464 ms ; $\sigma = 66$ ms) que dans la condition *T* (515 ms ; $\sigma = 88$ ms). Ni l'effet de similarité, ni l'interaction entre la similarité et la suppression articulatoire n'étaient significatifs ($ps > .22$). Les TRs plus longs pour la condition *T* s'expliqueraient par le fait que les participants n'ayant pas à répéter " oui ", ils étaient moins contraints temporellement et prenaient donc plus leur temps pour donner leurs réponses. Cette interprétation reste cependant à confirmer étant donné que ce pattern de résultats n'a pas été observé chez l'adulte.

En ce qui concerne la tâche de suppression articulatoire, une ANOVA à mesures répétées a été réalisée sur le nombre moyen de " oui " prononcés après chaque mot dans les conditions *SA* et *SAT*, avec la similarité (similaire vs. dissimilaire) et le traitement (sans traitement = *SA* vs. avec traitement = *SAT*) comme facteurs intra-sujet. L'analyse a révélé que le nombre moyen de " oui " prononcés était plus important dans la condition *SA* (8,1 ; $\sigma = 0,5$) que dans la condition *SAT* (6,8 ; $\sigma = 1,1$), $F(1,22) = 25.27$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .53$. Il est alors possible que contrairement à l'adulte la tâche de suppression articulatoire nécessite des ressources attentionnelles pour être réalisée par les enfants. Ainsi, lors de la réalisation de la tâche de localisation, les ressources attentionnelles étant moins disponibles, la tâche de suppression articulatoire serait exécutée moins efficacement. De plus, l'analyse a révélé un effet de la similarité des mots sur le nombre de " oui " prononcés dans la condition *SA*, $F(1,22) = 26.83$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .55$, mais pas dans la condition *SAT*, $F < 1$. De manière inexplicée, les enfants prononçaient plus de " oui " que ce qui leur était demandé lorsque les mots à mémoriser étaient similaires (8.2 ; $\sigma = 0.5$), mais pas lorsque les mots à mémoriser étaient dissimilaires (8.0 ; $\sigma = 0.6$).

En ce qui concerne les performances de rappel, le pourcentage de mots rappelés par les enfants était assez faible, puisqu'en moyenne, toutes conditions confondues, seulement 43 % ($\sigma = 16\%$) des mots étaient rappelés et 17 % ($\sigma = 16\%$) étaient rappelés à la bonne position. Nous avons donc choisi de reporter uniquement les résultats concernant le score *mot correct*. Toutefois, le lecteur pourra se reporter à l'Annexe 2.8 pour avoir un aperçu des résultats pour le score *position correcte*. Pour comparer les performances de rappel dans les conditions d'empan simple et d'empan complexe, une ANOVA à mesures répétées a été réalisée sur le score *mot correct* avec le facteur similarité (similaire vs. dissimilaire) et le facteur condition (*Simple, D, SA, T, SAT*) en intra-sujet et le facteur type de liste (S1-D2 vs. S2-D1) en inter-sujet. Le type de liste n'avait pas d'effet sur le rappel et n'interagissait ni avec la condition, ni avec la similarité, $F_s < 1$. Les résultats ont révélé un effet de similarité, $F(1,21) = 15.99, p < .001, \eta_p^2 = .43$, ainsi qu'un effet de la condition, $F(4,84) = 12.08, p < .001, \eta_p^2 = .37$, mais pas d'interaction entre la similarité et la condition, $F(4,84) = 1.28, p = .285, \eta_p^2 = .06$. Toutefois, comme nous pouvons le voir sur la Figure 2.6, l'effet de similarité était significatif dans les conditions *Simple*, $F(1,21) = 7.89, p < .05, \eta_p^2 = .27$, et *D*, $F(1,21) = 5.13, p < .05, \eta_p^2 = .20$, et marginalement significatif dans la condition *T*, $F(1,21) = 4.08, p = .056, \eta_p^2 = .16$. De plus, l'effet de similarité était significatif dans la condition *SAT*, $F(1,21) = 5.85, p < .05, \eta_p^2 = .22$, mais pas dans la condition *SA*, $F < 1$. Ces résultats rejoignent ceux récemment obtenus par Tam et al. (2010), chez des enfants de 6 et 8 ans. En effet, les auteurs avaient obtenu un effet de similarité phonologique dans un paradigme d'empan simple et dans un paradigme de Brown-Peterson impliquant une tâche de localisation de stimuli. Comme dans notre étude, Tam et al. (2010) avaient constaté que l'effet de similarité phonologique disparaissait lorsque le traitement concurrent induisait de la suppression articulaire (i.e., dénommer la couleur des stimuli). Pour ce qui est de l'effet de la condition, l'analyse post-hoc (HSD de Tukey) a révélé que le rappel était équivalent dans les conditions *Simple* (47 % ; $\sigma = 17\%$), *D* (50 % ; $\sigma = 15\%$) et *T* (43 % ; $\sigma = 22\%$), $ps > .24$ et qu'il était meilleur dans ces trois conditions que dans les conditions *SA* (35 % ; $\sigma = 15\%$) et *SAT* (31 % ; $\sigma = 15\%$), $ps < .07$. Le rappel était équivalent dans les conditions *SA* et *SAT*, $p = .86$. Ces résultats sont en désaccord avec ceux obtenus par Hutton et Towse (2001) ou Tam et al., (2010). En effet, Hutton et Towse (2001) avaient

observé de meilleures performances de rappel pour un paradigme d'empan simple de chiffres que pour un paradigme d'empan complexe dans lequel des enfants de 8 et 11 ans devaient résoudre des opérations simples et retenir leurs résultats. La différence entre nos résultats et ceux de Hutton et Towse (2001) pourrait être imputée à la difficulté de la tâche de traitement concurrent, la résolution d'opérations étant probablement plus coûteuse en attention que la localisation de stimuli. Cependant, Tam et al. (2010) ont également observé que l'empan de mots d'enfants de 6 et 8 ans était plus élevé dans un paradigme de rappel immédiat que dans un paradigme d'empan complexe impliquant une tâche de catégorisation de stimuli, assez proche de notre tâche de localisation. Ceci semble donc exclure l'explication précédente. Tam et al. (2010) avaient également observé un meilleur empan pour un paradigme de rappel immédiat que pour un paradigme de rappel différé, alors que nos résultats ne révèlent pas de différence entre la condition *Simple* et la condition *D* assimilée au paradigme de rappel différé.

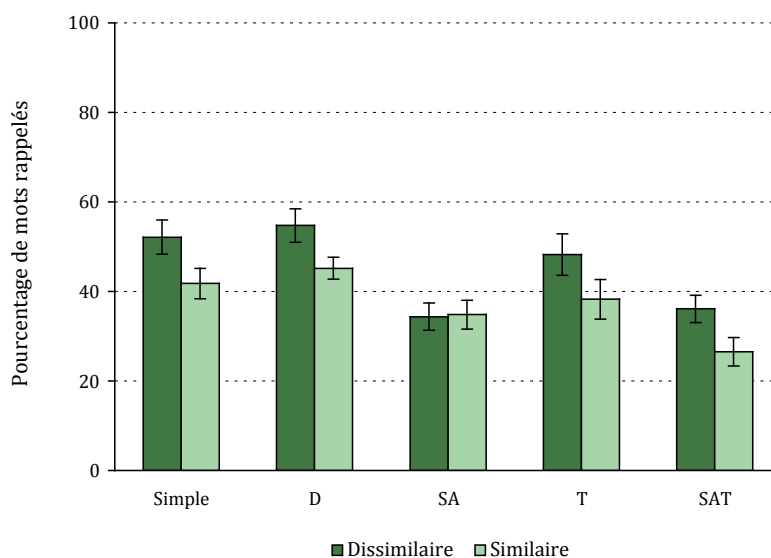


Figure 2.6 : Pourcentages de mots rappelés (score *mot correct*) en fonction du type de mots à mémoriser (Dissimilaire ou Similaire) et de la condition d'empan simple (*Simple*) et des conditions d'empan complexe, dans l'Expérience 5. *D* correspond à la condition n'impliquant aucun traitement, *SA* correspond à la condition impliquant la suppression articulatoire, *T* correspond à la condition impliquant le traitement attentionnel et *SAT* correspond à la condition impliquant à la fois la suppression articulatoire et le traitement attentionnel.

Comme dans l'Expérience 3, une ANOVA à mesures répétées a été réalisée uniquement sur les quatre conditions d'empan complexe, avec la similarité (similaire vs. dissimilaire), le traitement (sans traitement = *D* et *SA* vs. avec traitement = *T* et *SAT*) et la suppression articulatoire (sans suppression = *D* et *T* vs. avec suppression = *SA* et *SAT*) comme facteurs intra-sujet. Les résultats ont révélé que les mots similaires étaient moins rappelés (37 % ; $\sigma = 17$ %) que les mots dissimilaires (45 % ; $\sigma = 18$ %), $F(1,22) = 10.56$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .32$. Le rappel était plus faible lorsque l'attention était capturée par la tâche de localisation (37 % ; $\sigma = 18$ %) que lorsqu'elle était disponible (42 % ; $\sigma = 15$ %), $F(1,22) = 7.13$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .24$. Enfin, le rappel était plus faible lorsque la répétition était entravée par la suppression articulatoire (33 % ; $\sigma = 15$ %) que lorsqu'elle n'était pas entravée (47 % ; $\sigma = 18$ %), $F(1,22) = 32.06$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .59$. En dépit d'un niveau de rappel assez faible, les effets de similarité, de suppression articulatoire et de demande attentionnelle apparaissaient comme chez l'adulte. Ceci confirme bien que les enfants dès l'âge de 8 ans sont capables de retenir l'information verbale par répétition, comme suggéré par Gathercole (1999), et par rafraîchissement, comme suggéré par Barrouillet et al. (2009). De plus, l'absence d'interaction entre la suppression articulatoire et le traitement concurrent, $F < 1$, témoigne de l'indépendance des deux mécanismes de maintien. Toutefois, nous avons vu que les performances de rappel étaient équivalentes lorsque le rafraîchissement était entravé (condition *T*) et lorsqu'il était disponible (condition *D*). De plus, les performances de rappel étaient équivalentes lorsque les deux mécanismes étaient entravés simultanément (condition *SAT*) et lorsque seule la répétition était entravée (condition *SA*). Ceci montre que malgré la présence d'un effet principal du traitement concurrent, les performances de rappel n'étaient que modérément affectées par la capture attentionnelle. Ainsi, le rafraîchissement serait mis en œuvre dans une moindre mesure par rapport à la répétition. En tout cas, l'absence d'effet additif de la suppression articulatoire et du traitement attentionnel semble indiquer que la répétition et le rafraîchissement n'étaient pas utilisés conjointement par les enfants de 8 ans.

Comme pour l'adulte, l'effet de similarité phonologique n'interagissait pas avec le traitement concurrent, $F(1,22) = 1.27$, $p = .273$, $\eta_p^2 = .05$, c'est-à-dire qu'il persistait lorsque l'attention était réduite. Ceci montre que le rafraîchissement était indépendant

des représentations phonologiques des mots. Par contre contrairement à l'adulte, l'effet de similarité n'interagissait pas non plus avec la suppression articulatoire, $F(1,22) = 2.03$, $p = .168$, $\eta_p^2 = .08$, parce que l'effet de similarité persistait de manière inexplicée dans la condition *SAT*. Il semblerait que dans cette condition la suppression articulatoire n'ait pas été suffisamment efficace pour empêcher complètement l'utilisation de la répétition ; sans doute parce que la tâche n'a pas été réalisée de manière appropriée par les enfants, comme en témoigne le nombre réduit de "oui" prononcés dans la condition *SAT* par rapport à la condition *SA*.

Les données de cette première étude semblent de manière générale coïncider avec ce qui avait été observé chez l'adulte, si ce n'est qu'il n'est pas complètement évident que la répétition et le rafraîchissement puissent être mis en œuvre conjointement par des enfants de 8 ans. Pour approfondir ces premiers résultats nous avons reproduit la même expérience, mais en utilisant l'effet de longueur de mots, c'est-à-dire en demandant à des enfants de 8 ans de mémoriser des mots de trois ou de cinq phonèmes. Ainsi, comme dans l'étude que nous venons de présenter, nous ne devrions pas observer d'interaction entre la suppression articulatoire et le traitement concurrent, et l'effet de longueur de mots devrait apparaître lors de l'utilisation de la répétition, mais pas lors de l'utilisation du rafraîchissement. De plus, si les deux mécanismes de maintien ne sont pas utilisés conjointement par les enfants, comme cela semble être le cas dans l'expérience précédente, les effets de la suppression articulatoire et du traitement attentionnel ne devraient pas être additifs.

2.2 Expérience 6 : Etude de l'interaction de la répétition et du rafraîchissement à travers l'effet de longueur de mots chez l'enfant de 8 ans

Matériel et méthode

Participants

Vingt trois enfants recrutés dans les classes de CE2 de quatre écoles primaires de la région bourguignonne (France) ont participé à l'expérience. Les 11 filles et 12 garçons

étaient tous de langue maternelle française et étaient âgés de 7 ans et 11 mois à 9 ans ($m = 8$ ans et 6 mois ; $\sigma = 4$ mois). Aucun enfant ne présentait de retard ou d'avance scolaire. Les enfants n'avaient pas participé à l'Expérience 5.

Matériel

Les mots à mémoriser ont été extraits de la base de données *Manulex-Infra manu35* (Peereman et al., 2007) adaptée pour les enfants du CE2 au CM2. Pour les mots courts, 50 mots singuliers ont été sélectionnés à partir d'un corpus initial de 1148 noms communs monosyllabiques composés de trois phonèmes (e.g., *terre, peur, roi, route, train*). Les mots avaient une fréquence comprise entre 64 et 681 (fréquence d'occurrence selon le corpus de manuels scolaires de *Manulex*), la moyenne étant de 152 ($\sigma = 116$). Pour les mots longs, 50 mots singuliers ont été sélectionnés à partir d'un corpus initial de 3027 noms communs dissyllabiques composés de cinq phonèmes (e.g., *soleil, cheval, livre, maître, table*). Les mots longs ont été sélectionnés de sorte que leur fréquence correspondait à celle des mots courts. Ainsi, les mots longs avaient une fréquence comprise entre 64 et 690, la moyenne étant de 152 ($\sigma = 117$). Les ensembles de mots courts et longs sont présentés à l'Annexe 2.9. Un test de *Student* apparié n'a pas révélé de différence significative entre les fréquences des mots courts et celles des mots longs, $t(49) = 0.18$; $p = 0.86$. Les participants voyaient l'ensemble des mots courts et longs durant l'expérience. Les mots à mémoriser ont été enregistrés dans un local insonorisé par une voix féminine. La durée de prononciation de chaque mot était inférieure à 1000 ms.

Procédure

La procédure était la même que celle employée dans l'Expérience 5, avec les cinq conditions, en commençant par la condition d'empan simple suivie des quatre conditions d'empans complexes, impliquant soit la tâche de suppression articulatoire (SA), soit la tâche de localisation (T), soit les deux tâches (SAT), soit aucune tâche (D). Pour chaque essai, les mots étaient tirés aléatoirement sans remise dans l'un des deux ensembles de mots courts ou longs suivant les essais. L'ordre des essais avec des mots courts ou longs était aléatoire. Les participants recevaient un entraînement pour chaque condition comme dans l'Expérience 5. Le pourcentage de localisations correctes et les

TRs étaient enregistrés et l'expérimentateur notait le nombre de "oui" prononcés durant le délai après chaque mot.

Résultats et discussion

Seuls 8 enfants sur 23 avaient un pourcentage de localisations correctes supérieur à 70 %, toutes conditions confondues (i.e., conditions *T* et *SAT*). Nous avons donc décidé de réaliser les analyses sur les données de la totalité des 23 enfants testés.

En ce qui concerne la tâche de localisation effectuée dans les conditions *T* et *SAT*, des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées sur les pourcentages de localisations correctes et sur les TRs, avec la longueur des mots (court vs. long) et la suppression articulatoire (sans suppression = *T* vs. avec suppression = *SAT*) comme facteurs intra-sujet. L'analyse des pourcentages de localisations correctes n'a pas révélé d'effet de longueur, d'effet de suppression articulatoire ou d'interaction entre la longueur et la suppression articulatoire ($ps > .12$). Les smileys étaient localisés avec la même efficacité dans la condition *T* (68 % ; $\sigma = 17$ %) et dans la condition *SAT* (65 % ; $\sigma = 16$ %). En revanche, l'analyse des TRs a révélé un effet de suppression articulatoire, $F(1,22) = 13.24$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .38$, les TRs étant plus courts dans la condition *SAT* (481 ms ; $\sigma = 67$ ms) que dans la condition *T* (529 ms ; $\sigma = 86$ ms), comme dans l'Expériences 5. Ni l'effet de longueur, ni l'interaction entre la longueur et la suppression articulatoire n'étaient significatifs, $F < 1$.

En ce qui concerne la tâche de suppression articulatoire, une ANOVA à mesures répétées a été réalisée sur le nombre moyen de "oui" prononcés après chaque mot dans les conditions *SA* et *SAT*, avec la longueur (court vs. long) et le traitement (sans traitement = *SA* vs. avec traitement = *SAT*) comme facteurs intra-sujet. Comme dans l'Expérience 5, l'analyse a révélé que le nombre de "oui" prononcés était plus important dans la condition *SA* (7,8 ; $\sigma = 0,8$) que dans la condition *SAT* (6,3 ; $\sigma = 1,8$), $F(1,22) = 25.27$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .53$. L'interaction entre la longueur et le traitement n'était pas significative, $F(1,22) = 2.14$, $p = .158$, $\eta_p^2 = .09$.

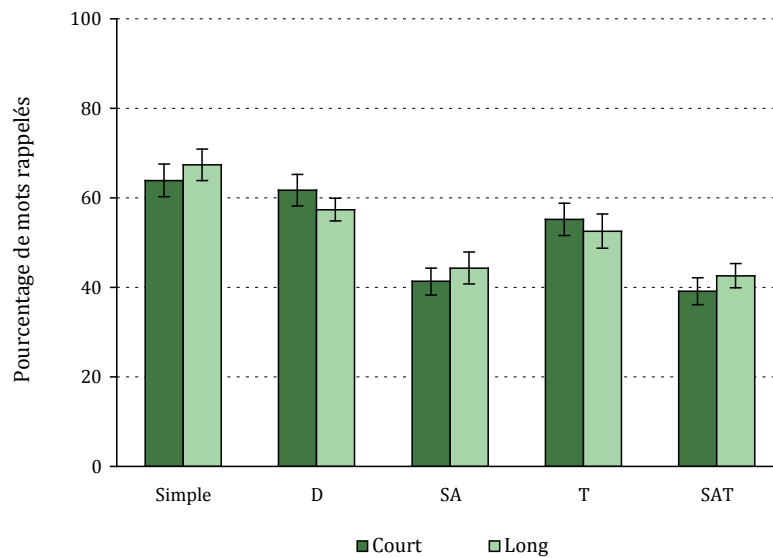


Figure 2.7 : Pourcentages de mots rappelés (score *mot correct*) en fonction du type de mots à mémoriser (Court ou Long) et de la condition d'empan simple (*Simple*) et des conditions d'empan complexe, dans l'Expérience 6. *D* correspond à la condition n'impliquant aucun traitement, *SA* correspond à la condition impliquant la suppression articulatoire, *T* correspond à la condition impliquant le traitement attentionnel et *SAT* correspond à la condition impliquant à la fois la suppression articulatoire et le traitement attentionnel.

En ce qui concerne les performances de rappel, le pourcentage de mots rappelés par les enfants était assez faible, puisqu'en moyenne toutes conditions confondues seulement 53 % ($\sigma = 16\%$) des mots étaient rappelés et 22 % ($\sigma = 19\%$) étaient rappelés à la bonne position. Pour comparer les performances de rappel dans les conditions d'empan simple et d'empan complexe, une ANOVA à mesures répétées a été réalisée sur le score *mot correct* avec la longueur (court vs. long) et la condition (*Simple*, *D*, *SA*, *T*, *SAT*) comme facteurs intra-sujet. Les résultats ont révélé un effet de la condition $F(4,88) = 36.65$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .62$. Comme dans l'Expérience 5, l'analyse post-hoc (HSD de Tukey) a révélé que le rappel était équivalent dans les conditions *Simple* (66 % ; $\sigma = 17\%$) et *D* (60 % ; $\sigma = 15\%$), $p = .11$, et dans les conditions *D* et *T* (54 % ; $\sigma = 18\%$), $p = .16$, par contre le rappel était meilleur dans la condition *Simple* que dans la condition *T*, $p < .001$. Le rappel était également équivalent dans les conditions *SA* (43 % ; $\sigma = 16\%$) et *SAT* (41 % ; $\sigma = 14\%$), $p = .93$. Enfin, le rappel était moins efficace dans ces deux dernières conditions que dans les conditions *Simple*, *D* et *T* ($ps < .001$). Comme dans

l'Expérience 5, les performances de rappel semblent être modérément affectées par la capture attentionnelle, laissant une fois de plus supposer que le rafraîchissement serait mis en œuvre dans une moindre mesure par rapport à la répétition. En tout cas, comme dans l'Expérience 5, l'absence d'effet additif de la suppression articulatoire et du traitement attentionnel indique que la répétition et le rafraîchissement n'étaient pas utilisés conjointement par les enfants de 8 ans.

Les analyses ont révélé qu'il n'y avait pas d'effet de longueur de mots, $F < 1$, ni d'interaction entre la longueur et la condition, $F(4,88) = 1.20$, $p = .316$, $\eta_p^2 = .05$. L'analyse des contrastes a confirmé que l'effet de longueur de mots n'apparaissait dans aucune des cinq conditions expérimentales ($ps > .26$), comme nous pouvons le voir sur la Figure 2.7. L'absence d'effet de longueur de mots est problématique puisqu'elle rend ininterprétable les interactions entre cet effet et la suppression articulatoire ou le traitement attentionnel.

Nous pourrions imaginer que l'effet de longueur de mots n'apparaissait pas car les enfants de 8 ans ne sont pas sensibles à la longueur des mots à mémoriser. Pourtant plusieurs études sont parvenues à mettre en évidence cet effet dès l'âge de 4 ans avec du matériel présenté oralement (e.g., Hitch, Halliday, Dodd & Littler, 1989 ; Hitch, Halliday & Littler, 1993 ; Hulme, Thomson, Muir & Lawrence, 1984). Il est alors possible que la différence entre les mots courts et les mots longs utilisés dans notre étude ne soit pas assez prononcée en terme de débit de prononciation pour laisser transparaître l'effet de longueur de mots attendu. Toutefois, cette explication semble peu plausible étant donné que pour le score *position correcte* l'effet de longueur était significatif, $F(1,22) = 6.44$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .23$, les mots courts étant mieux rappelés (25 % ; $\sigma = 18$ %) que les mots longs (20 % ; $\sigma = 19$ %). Ainsi, à défaut de résultats probant pour le score *mot correct*, les analyses réalisées sur le score *position correcte* ont révélé que l'effet de longueur de mots était présent dans les conditions *D*, $F(1,22) = 4.31$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .16$, et *T*, $F(1,22) = 5.48$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .20$, mais pas dans les conditions *Simple*, $F(1,22) = 1.68$, $p = .208$, $\eta_p^2 = .07$, *SA*, $F < 1$, et *SAT*, $F(1,22) = 1.00$, $p = .328$, $\eta_p^2 = .04$. De plus, l'ANOVA réalisée sur les quatre conditions d'empan complexe a mis en évidence les mêmes effets que ceux obtenus chez l'adulte. Ainsi, les résultats ont révélé un effet du traitement, le

rappel étant plus faible lorsque l'attention était capturée par la tâche de localisation (15 % ; $\sigma = 16$ %) que lorsqu'elle était disponible (23 % ; $\sigma = 19$ %), $F(1,22) = 12.82$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .37$, et un effet de suppression articulatoire, le rappel étant plus faible lorsque la répétition était entravée par la suppression articulatoire (11 % ; $\sigma = 13$ %) que lorsqu'elle ne l'était pas (27 % ; $\sigma = 22$ %), $F(1,22) = 23.50$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .52$. De plus, l'effet de longueur interagissait avec la suppression articulatoire, $F(1,22) = 10.37$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .32$, mais pas avec le traitement concurrent, $F < 1$. Ceci révèle que la répétition était dépendante des représentations phonologiques des mots, alors que le rafraîchissement était indépendant de telles représentations. Une fois de plus, l'interaction entre la suppression articulatoire et le traitement concurrent n'était pas significative, $F(1,22) = 1.14$, $p = .296$, $\eta_p^2 = .05$. Les résultats que nous venons de présenter sont récapitulés à l'Annexe 2.10.

Les conclusions des deux expériences que nous venons de présenter doivent être considérées avec une extrême prudence. En effet, bien que l'indépendance de la répétition et du rafraîchissement paraisse assez indéniable, il est plus difficile de déterminer si l'absence d'utilisation conjointe des deux mécanismes est réelle ou si elle est la conséquence directe des faibles performances de rappel. De la même manière, il nous semble malaisé d'affirmer que chez l'enfant de 8 ans la répétition repose sur des représentations phonologiques, mais pas le rafraîchissement, comme c'est le cas chez l'adulte. Il serait donc judicieux de reproduire ces deux études en s'assurant tout d'abord que le matériel employé produise les effets escomptés, notamment pour l'effet de longueur de mots, et ensuite d'adapter le nombre d'items à mémoriser ou de réduire la difficulté des tâches de suppression articulatoire et de traitement attentionnel.

Dans l'étude qui suit, nous avons repris le paradigme utilisé dans les Expérience 5 et 6 en réduisant le nombre de mots à mémoriser à quatre. De plus, comme nous voulions tester si les enfants maintiennent des mots en s'appuyant sur leurs représentations phonologiques ou s'ils s'appuient sur d'autres informations, nous avons manipulé l'effet de similarité phonologique en employant des rimes. Ainsi, les enfants devaient mémoriser soit des mots ayant les deux derniers phonèmes en commun, c'est-à-dire des rimes, soit des mots dissimilaires n'ayant aucun phonème en commun. En

accord avec l'hypothèse d'une confusion phonologique entre les phonèmes (Baddeley, 1986) et en accord avec les études antérieures réalisées chez l'enfant (Hall et al., 1983 ; Hasselhorn & Grube, 2003), nous devrions observer un effet de similarité classique, c'est-à-dire que le rappel des rimes devrait être réduit par rapport au rappel des mots dissimilaires. De plus, l'effet de similarité phonologique devrait être aboli par la suppression articulatoire, mais pas par le traitement attentionnel. En revanche, si à l'instar des adultes les enfants sont capables de mettre à profit les indices catégoriels fournis par les rimes (e.g., Fallon et al., 1999), alors nous devrions observer un meilleur rappel pour les rimes que pour les mots dissimilaires. De plus, empêcher la répétition ne devrait pas affecter l'apparition de cet effet de rime, alors que le traitement attentionnel pourrait éventuellement affecter cet effet.

2.3 Expérience 7 : Etude de l'interaction de la répétition et du rafraîchissement à travers l'effet de rime chez l'enfant de 7 ans

Matériel et méthodes

Participants

Trente et un enfants recrutés dans les classes de CP de deux écoles primaires Dijonnaises (France) ont participé à l'expérience. Les 14 filles et 17 garçons étaient tous de langue maternelle française et étaient âgés de 6 ans et 5 mois à 7 ans et 3 mois ($m = 6$ ans et 10 mois ; $\sigma = 3$ mois). Aucun enfant ne présentait de retard ou d'avance scolaire. Les enfants n'avaient pas participé aux Expériences 5 et 6.

Matériel

Les listes de mots à mémoriser ont été construites à partir d'un corpus initial de 601 noms communs monosyllabiques extraits de la base de données *Manulex-Infra manu1* (Peereman et al., 2007) adaptée pour les enfants de CP. Ces noms étaient composés de trois phonèmes avec une structure phonologique en CVC. Seuls les mots singuliers ont été retenus pour construire les listes.

Dix listes de quatre mots ont été construites en sélectionnant des mots qui rimaient, c'est-à-dire des mots ayant les mêmes phonèmes centraux et finaux (e.g., *ville*, *fil*, *pile*, *cil*). Les mots retenus avaient une fréquence (fréquence d'occurrence selon le corpus de manuels scolaires de *Manulex*) comprise entre 0.61 et 612 ($m = 133$; $\sigma = 131$). A partir des listes de mots qui riment, 10 listes de mots dissimilaires ont été construites en réarrangeant les mots de sorte que les mots d'une liste ne partageaient aucun phonème initial, central ou final avec les autres mots de la liste. Les mots ont également été répartis dans les listes de sorte que la fréquence moyenne des mots à l'intérieur d'une liste dissimilaire correspondait à celle d'une liste de rimes (voir Annexe 2.11). Les participants voyaient l'ensemble des listes de rimes et des listes de mots dissimilaires. Ainsi, chaque mot était vu deux fois au cours de l'expérience, une fois dans une liste de rimes et une fois dans une liste dissimilaire. Les mots à mémoriser ont été enregistrés dans un local insonorisé par une voix féminine. La durée de prononciation de chaque mot était inférieure à 1000 ms.

Les listes de mots ont été pré-testées auprès de 13 enfants (7 filles et 6 garçons) recrutés dans les classes de CP de deux écoles Dijonnaises. Les enfants étaient âgés de 6 ans et 2 mois à 7 ans ($m = 6$ ans et 8 mois ; $\sigma = 3$ mois). Les enfants étaient confrontés au même paradigme d'empan simple que celui utilisé dans la condition *Simple* de l'Expérience 5. Les résultats ont révélé que les rimes étaient moins rappelées à la bonne position (33 % ; $\sigma = 12$ %) que les mots dissimilaires (55 % ; $\sigma = 20$ %), $F(1,12) = 26.03$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .68$. En revanche, les rimes étaient aussi bien rappelées (63 % ; $\sigma = 12$ %) que les mots dissimilaires (65 % ; $\sigma = 16$ %) lorsque le score ne tenait pas compte de la position de rappel (i.e., *mot correct*), $F < 1$.

Procédure

La procédure était la même que celle employée dans l'Expérience 5. Par contre, contrairement à l'Expérience 5, le nombre de "oui" prononcés par les enfants n'a pas été comptabilisé. Toutefois, les deux expérimentateurs contrôlaient que la tâche de suppression articulatoire était correctement réalisée.

Résultats et discussion

Seuls 9 enfants sur 31 avaient un pourcentage de localisations correctes supérieur à 70 %, toutes conditions confondues (i.e., conditions *T* et *SAT*). Nous avons donc décidé de réaliser les analyses sur les données de la totalité des enfants testés. Toutefois, les données de deux enfants ont dû être exclues des analyses, car ils n'avaient appuyé sur aucune touche dans au moins une des conditions *T* ou *SAT*. Les analyses ne portaient donc que sur 29 enfants.

En ce qui concerne la tâche de localisation effectuée dans les conditions *T* et *SAT*, des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées sur les pourcentages de localisations correctes et sur les TRs, avec les facteurs rime (rime vs. dissimilaire) et suppression articulaire (sans suppression = *T* vs. avec suppression = *SAT*) en intra-sujet. L'analyse des pourcentages de localisations correctes n'a pas révélé d'effet de rime, d'effet de suppression articulaire ou d'interaction entre l'effet de rime et la suppression articulaire ($ps > .20$). Les smileys étaient localisés avec la même efficacité dans la condition *T* (54 % ; $\sigma = 23$ %) et dans la condition *SAT* (52 % ; $\sigma = 24$ %). En revanche, comme dans les Expériences 5 et 6, l'analyse des TRs a révélé un effet de suppression articulaire, $F(1,28) = 18.86$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .40$, les TRs étant plus courts dans la condition *SAT* (489 ms ; $\sigma = 100$ ms) que dans la condition *T* (545 ms ; $\sigma = 104$ ms). L'effet de rime n'était pas significatif et n'interagissait pas avec la suppression articulaire, $F_s < 1$.

En ce qui concerne les performances de rappel les résultats pour le score *mot correct* sont présentés à la Figure 2.8. Malgré la réduction du nombre de mots à mémoriser, les performances de rappel restaient assez basses pour le score *position correcte*, puisqu'en moyenne, toutes conditions confondues, seulement 35 % ($\sigma = 27$ %) des mots étaient rappelés à la bonne position. Pour comparer les performances de rappel dans les conditions d'empan simple et d'empan complexe, une ANOVA a été réalisée sur le score *mot correct* avec les facteurs rime (rime vs. dissimilaire) et condition (*Simple*, *D*, *SA*, *T*, *SAT*) en intra-sujet, et le facteur expérimentateur en inter-sujet. Les performances de rappel ne différaient pas suivant les expérimentateurs, $F < 1$, mais l'interaction entre l'expérimentateur et la condition était significative,

$F(4,108) = 4.43, p < .01, \eta_p^2 = .14$, bien qu'en fait l'effet d'expérimentateur n'apparaissait dans aucune des cinq conditions (HSD Tukey ; $ps > .78$).

Les résultats de l'ANOVA ont révélé un effet de rime, $F(1,27) = 5.49, p < .05, \eta_p^2 = .17$, les rimes étant mieux rappelées (59 % ; $\sigma = 19$ %) que les mots dissimilaires (54 % ; $\sigma = 22$ %). En fait, dans notre étude, malgré l'absence d'interaction significative entre l'effet de rime et la condition, $F(4,108) = 1.84, p = .127, \eta_p^2 = .06$, l'analyse des contrastes a révélé que l'effet de rime n'était pas significatif dans la condition *simple*, $F < 1$. Ce résultat réplique l'absence d'effet de rime pour le score *mot correct* obtenu dans le paradigme d'empan simple lors du pré-test de nos listes de mots. Lors du pré-test, nous avons également constaté un désavantage des rimes pour le score *position correcte*. Le même désavantage a été reproduit dans la présente expérience, puisque lorsque le score *position correcte* était pris en compte, le rappel des rimes (31 % ; $\sigma = 25$ %) était réduit par rapport au rappel des mots dissimilaires (40 % ; $\sigma = 29$ %), $F(1,10) = 21.43, p < .001, \eta_p^2 = .68^1$ (Annexe 2.12). Ce dernier résultat rejoint les travaux de Hall et al. (1983) et Hasselhorn et Grube (2003), qui ont également observé un désavantage des rimes dans un paradigme de MCT, chez des enfants de 7 à 13 ans, en tenant compte de la position des mots rappelés. Par contre, nos résultats sont en désaccord avec l'hypothèse de Fallon et al. (1999, voir également Gupta et al., 2005) selon laquelle l'effet néfaste de la similarité phonologique des rimes (e.g., "bol" et "sol" ont la même sonorité) sur le rappel de l'ordre serait compensé par l'effet bénéfique des indices catégoriels des rimes (e.g., tous les mots finissent par [ol]) sur le rappel des items. Selon Fallon et al. (1999), cette compensation se traduirait chez l'adulte par un rappel identique pour les rimes et les mots dissimilaires dans le cas d'un rappel sériel strict (i.e., score *position correcte*). Par contre, dans le cas où on s'intéresse uniquement au rappel des items (i.e., score *mot correct*), seuls les indices catégoriels seraient pris en compte, ce qui se traduirait par de meilleures performances de rappel pour les rimes. Ainsi, là où nos résultats montrent un désavantage pour les rimes (i.e., *position correcte*), Fallon et al. (1999) ne prédisent pas de différence, alors que là où nos résultats ne révèlent pas de différence (i.e., *mot correct*), Fallon et al. (1999) prédisent un avantage

¹ Ici, le degré de liberté n'est que de 10 en raison d'un défaut d'enregistrement des données. Seules les données de 11 participants ont pu être utilisées.

pour les rimes. Nous pourrions alors imaginer que les processus décrits par Fallon et al. (1999) sont mis en œuvre de manière différente chez l'enfant et chez l'adulte.

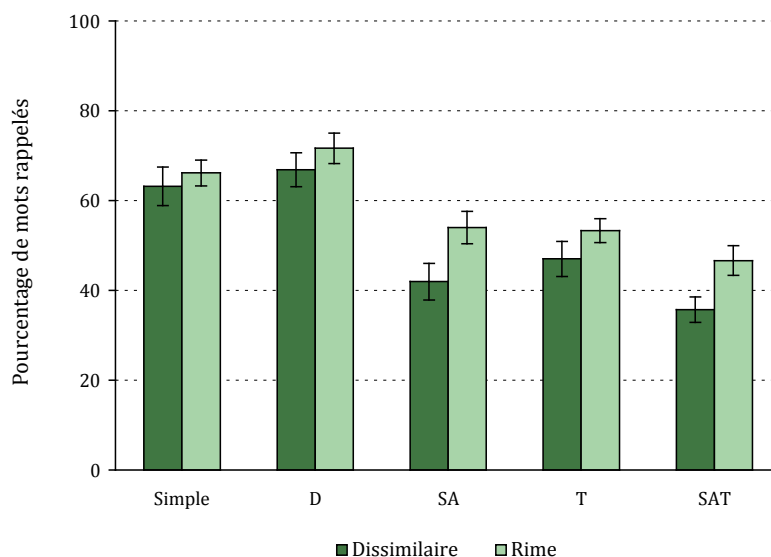


Figure 2.8 : Pourcentages de mots rappelés (score *mot correct*) en fonction du type de mots à mémoriser (Rime ou Dissimilaire) et de la condition d'empan simple (*Simple*) et des conditions d'empan complexe, dans l'Expérience 7. *D* correspond à la condition n'impliquant aucun traitement, *SA* correspond à la condition impliquant la suppression articulatoire, *T* correspond à la condition impliquant le traitement attentionnel et *SAT* correspond à la condition impliquant à la fois la suppression articulatoire et le traitement attentionnel.

Dans notre étude, l'effet de rime n'était pas non plus significatif dans les conditions *D* et *T*, $F_s < 1$. Par contre, il apparaissait dans les conditions *SA*, $F(1,27) = 4.92$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .15$, et *SAT*, $F(1,27) = 8.18$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .23$, pour lesquelles la répétition était réduite par la suppression articulatoire. En se basant sur l'idée proposée par Fallon et al. (1999), nous pourrions imaginer que lorsque la répétition est entravée, la confusion associée à la similarité phonologique des rimes s'estompe ; le rappel des rimes bénéficierait alors pleinement des indices catégoriels et par conséquent serait meilleur que le rappel des mots dissimilaires. Toutefois, ces résultats concernent le score *mot correct*, et d'après l'hypothèse de la compensation de la confusion phonologique par l'indication catégoriel, l'effet de rime aurait dû apparaître de la même manière en présence ou en l'absence de suppression articulatoire. Par contre, nos résultats

concernant le score *position correcte* sont bien en accord avec l'hypothèse de Fallon et al. (1999), puisque les rimes étaient aussi bien rappelées que les mots dissimilaires quelle que soit la condition ($ps > .14$). Nos résultats montrent que dans certaines conditions le rappel bénéficiait des indices catégoriels apportés par les rimes, en accord avec plusieurs études réalisées chez l'adulte dans des paradigmes de MCT (pour une revue voir Gupta et al. 2005) ou de MDT (e.g., Fallon et al., 1999).

Les analyses ont également révélé un effet de la condition, $F(4,108) = 23.66$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .47$. L'analyse post-hoc (HSD de Tukey) a montré que le rappel était équivalent dans les conditions *Simple* (67 % ; $\sigma = 20$ %) et *D* (71 % ; $\sigma = 22$ %), $p = .90$. Le rappel était meilleur dans ces deux conditions que dans les conditions *SA* (50 % ; $\sigma = 24$ %), *T* (52 % ; $\sigma = 18$ %) et *SAT* (42 % ; $\sigma = 19$ %), $ps < .001$. Enfin, Le rappel était équivalent dans les conditions *SA* et *T* ($p = .96$) et dans les conditions *SA* et *SAT* ($p = .28$), alors que le rappel était meilleur dans la condition *T* que dans la condition *SAT* ($p = .06$). Ainsi, contrairement aux Expériences 5 et 6, et en accord avec les données de Hutton et Towse (2001) ou Tam et al. (2010), le rappel était meilleur dans le paradigme d'empan simple que dans le paradigme d'empan complexe impliquant la tâche de localisation. Nous retrouvons ainsi la tendance habituellement observée dans les études réalisées chez l'adulte (voir Unsworth & Engle, 2007). Nos résultats révèlent que le rappel était affecté par la suppression articulatoire et par le traitement concurrent, montrant ainsi que les enfants dès l'âge de 7 ans utilisent la répétition et le rafraîchissement. Une fois encore, le fait que le rappel soit équivalent dans les conditions *SA* et *SAT* montre que les effets de la suppression articulatoire et du traitement concurrent n'étaient pas additifs, et laisse donc penser que les enfants de 7 ans n'utilisaient pas la répétition et le rafraîchissement de manière conjointe.

Enfin, une ANOVA à mesures répétées a été réalisée uniquement sur les scores *mot correct* des quatre conditions d'empan complexe, avec les facteurs rime (rime vs. dissimilaire), traitement (sans traitement = *D* et *SA* vs. avec traitement = *T* et *SAT*) et suppression articulatoire (sans suppression = *D* et *T* vs. avec suppression = *SA* et *SAT*) en intra-sujet et le facteur expérimentateur en inter-sujet. L'effet d'expérimentateur n'était pas significatif et n'interagissait avec aucune de nos variables d'intérêts ($ps > .28$). Les

résultats ont révélé que le rappel était plus faible lorsque l'attention était capturée par la tâche de localisation (47 % ; $\sigma = 23$ %) que lorsqu'elle était disponible (61 % ; $\sigma = 19$ %), $F(1,27) = 33.56$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .55$, et le rappel était plus faible lorsque la répétition était entravée par la suppression articulatoire (46 % ; $\sigma = 21$ %) que lorsqu'elle ne l'était pas (62 % ; $\sigma = 20$ %), $F(1,27) = 32.81$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .55$. Ceci montre une fois encore que les enfants dès 7 ans utilisent le rafraîchissement et la répétition. Par contre, contrairement aux deux expériences précédentes, l'interaction entre la suppression articulatoire et le traitement concurrent était significative, $F(1,27) = 6.80$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .20$. L'effet de suppression articulatoire était moins prononcé lorsque l'attention était capturée par le traitement concurrent. La présente étude est la première de nos études à mettre en évidence une telle interaction et dessert l'idée de l'indépendance de la répétition et du rafraîchissement. Contrairement à ce que nous aurions pu attendre, l'effet de rime n'interagissait pas avec le traitement concurrent, $F < 1$. Il semble que l'utilisation des indices catégoriels fournis par les rimes soit indépendante des ressources attentionnelles disponibles, en tout cas lors du maintien. Il est tout à fait possible que l'utilisation des indices catégoriels ait eu lieu au moment de la récupération, comme semblent le penser Fallon et al. (1999), et non pas lors du maintien. Par contre, la présence d'une interaction entre l'effet de rime et la suppression articulatoire, $F(1,27) = 3.32$, $p = .079$, $\eta_p^2 = .11$, montre que c'est au moment du maintien que se jouait l'effet néfaste de la similarité phonologique des rimes.

Ce qu'il faut retenir de la présente étude est que les enfants dès l'âge de 7 ans sont capables d'utiliser la répétition et le rafraîchissement pour le maintien de rimes. Cependant, nos résultats semblent indiquer que ces deux mécanismes ne sont pas utilisés conjointement. De plus, nos résultats indiquent que le rappel était affecté par la confusion phonologique qui résulte de la répétition des rimes, en accord avec l'idée de Baddeley (1986), et que les enfants étaient capables de compenser cette confusion en utilisant les indices catégoriels fournis par les rimes.

2.4 Conclusion : La répétition et le rafraîchissement chez l'enfant de 7-8 ans : deux mécanismes indépendants, mais pas nécessairement complémentaires

Dans les études que nous venons de présenter, nous voulions tester si la répétition et le rafraîchissement étaient mis en œuvre de la même manière chez l'enfant de 7-8 ans que chez l'adulte. Autrement dit, nous voulions savoir si les enfants pouvaient utiliser la répétition et le rafraîchissement de manière indépendante et conjointe. Pour cela, nous avons réalisé trois études dans lesquelles nous avons manipulé la disponibilité de chacun des mécanismes de manière orthogonale. D'une manière générale, les résultats de nos trois études semblent indiquer que les enfants dès l'âge de 7 ans utilisent la répétition et le rafraîchissement, en accord avec ce qui a précédemment été reporté dans la littérature (e.g., Barrouillet et al., 2009 ; Gathercole, 1999). Bien que les enfants utilisent les deux mécanismes de manière indépendante, ils ne semblent pas être en mesure de coordonner l'utilisation de ces mécanismes. En effet, nos résultats ont montré que les performances de rappel n'étaient pas plus affectées lorsque les deux mécanismes étaient entravés conjointement que lorsqu'ils étaient entravés séparément. Toutefois, nous avons vu que les performances de rappel étaient dans l'ensemble assez faibles, dès lors que les enfants devaient réaliser la tâche de suppression articulatoire ou la tâche coûteuse en attention. Ainsi, il est envisageable que nos études ne soient pas parvenues à mettre en évidence l'utilisation conjointe des deux mécanismes à cause d'un effet plancher. Selon nous, il serait judicieux de reproduire ces études en adaptant non seulement les tâches visant à entraver la répétition et le rafraîchissement, mais également en adaptant la charge mémorielle, par exemple en utilisant une procédure dans laquelle le nombre de mots à mémoriser augmenterait de manière progressive.

Dans les trois études que nous avons réalisées, nous avons également manipulé les traits phonologiques des mots à mémoriser pour tester si les représentations phonologiques sont impliquées dans le maintien par répétition et pas dans le maintien par rafraîchissement, comme cela semble être le cas chez l'adulte. Les résultats ont montré que les effets phonologiques (i.e., l'effet de similarité phonologique et l'effet de longueur de mots) disparaissaient lorsque la répétition était entravée, mais pas lorsque le rafraîchissement était entravé. Toutefois, nous avons vu que ceci n'était pas systématique, puisque dans certaines conditions de suppression articulatoire les effets

phonologiques persistaient. L'inconsistance des résultats ne nous permet donc pas vraiment d'affirmer, de façon aussi univoque que pour l'adulte, que les enfants maintiennent les mots sous forme de représentations phonologiques par répétition et sous forme de représentations non phonologiques par rafraîchissement.

Résumé

Dans le présent chapitre, nous avons réalisé plusieurs études dont l'objectif était de tester les hypothèses émises dans le modèle TBRS étendu (Camos et al., 2009) chez le jeune adulte et chez l'enfant de 7-8 ans. En accord avec ce modèle, nous avons montré que la répétition et le rafraîchissement sont mis en jeu de manière indépendante pour le maintien de l'information verbale et ceci aussi bien chez l'adulte que chez l'enfant. De plus, nous avons vu que l'adulte est capable d'utiliser ces deux mécanismes conjointement pour améliorer les capacités de mémorisation. Ces résultats rejoignent ainsi ceux issus des travaux de Camos et al. (2009). Par contre, nos études semblent indiquer que les enfants de 7-8 ans ne mettent pas en œuvre conjointement les deux mécanismes de maintien.

Les études réalisées apportent également des arguments en faveur de la dissociation entre les représentations impliquées dans le maintien par répétition et celles impliquées dans le maintien par rafraîchissement. Ainsi, nous avons montré que la répétition est réalisée à partir des représentations phonologiques des mots à mémoriser, conformément à la conception de Baddeley (1986). Par contre, le rafraîchissement semble être indépendant des traits phonologiques des mots. Pour approfondir ces résultats et pour tenter de déterminer la nature des représentations impliquées dans le maintien par rafraîchissement, nous avons réalisé une série d'études que nous allons présenter dans le chapitre suivant.

Chapitre 3.

Les représentations mises en jeu par les différents mécanismes de maintien de l'information verbale en MDT

La série d'expériences reportées dans le présent chapitre visait à tester la nature des représentations sur lesquelles reposent les mécanismes de maintien de l'information verbale en MDT. Comme nous l'avons présenté au Chapitre 1, plusieurs modèles proposent que le maintien est réalisé par un mécanisme spécifique reposant sur les représentations phonologiques de l'information verbale et par un mécanisme général reposant sur des représentations multimodales (Baddeley, 2000 ; Engle et al., 1999 ; Camos et al., 2009). Une dissociation des représentations mises en jeu devrait donc apparaître lors du maintien par répétition subvocale et par rafraîchissement attentionnel. C'est en tout cas ce que semblent indiquer les données présentées au Chapitre 2 (Expériences 3 et 4), puisque les effets phonologiques (i.e., l'effet de similarité phonologique et l'effet de longueur de mots) apparaissaient lors de l'utilisation de la répétition subvocale, mais pas lors de l'utilisation du rafraîchissement attentionnel. Au

regard de ces premières études, la répétition semble effectivement reposer sur les représentations phonologiques, alors que le rafraîchissement semble en être indépendant. Le but des études qui vont être présentées dans le présent chapitre était d'apporter des preuves supplémentaires en faveur de la dissociation des représentations impliquées dans le maintien par répétition et par rafraîchissement. Pour cela, dans une première série d'expériences (Expériences 8 à 10), la nature des représentations mises en jeu dans le maintien a été testée en induisant spécifiquement l'utilisation de la répétition ou du rafraîchissement. Autrement dit, nous avons testé comment les mots étaient encodés lorsque les participants devaient retenir les mots par répétition subvocale ou par rafraîchissement attentionnel. Ainsi, retenir les mots par répétition devrait inciter à l'encodage phonologique des mots. Le rappel devrait donc être affecté par les traits phonologiques des mots. Par contre, retenir les mots par rafraîchissement devrait induire un encodage non phonologique, qui ne devrait pas laisser apparaître d'effet phonologique. Dans une seconde série d'expériences (Expériences 11 et 12), le type de mécanisme de maintien mis en jeu a été étudié en manipulant la durée de l'encodage des mots à mémoriser. Autrement dit, nous avons testé si l'allongement de la durée de présentation des mots à mémoriser, considéré comme favorisant un encodage en profondeur (Craik et Lockhart, 1972), induisait l'utilisation spécifique du rafraîchissement. Enfin, les deux dernières études de ce chapitre (Expériences 13 et 14) visaient à tester l'implication des représentations à long terme dans le maintien par rafraîchissement. Autrement dit, nous avons testé si les connaissances à long terme associées aux items à mémoriser influençaient le rappel de la même manière lorsque le rafraîchissement était disponible et lorsqu'il était réduit par un traitement coûteux en attention.

1 Influence du mécanisme de maintien utilisé sur la nature des représentations mises en jeu

Le but des trois expériences que nous allons présenter maintenant était de tester l'implication des représentations phonologiques dans le maintien par répétition et par rafraîchissement en manipulant le mécanisme de maintien utilisé. Ainsi, les trois

expériences s'inscrivaient dans la lignée de l'Expérience 3, excepté que cette fois-ci au lieu d'empêcher le fonctionnement de la répétition ou du rafraîchissement, nous avons orienté les participants vers l'utilisation spécifique de l'un ou l'autre de ces mécanismes. Pour cela, dans l'Expérience 8, nous avons demandé aux participants de maintenir les mots par répétition en se répétant silencieusement les mots dans leur tête. Dans l'Expérience 9, nous avons demandé aux participants d'utiliser le rafraîchissement attentionnel, c'est-à-dire que les participants devaient penser aux mots pour les maintenir. Enfin dans l'Expérience 10, les participants ne recevaient aucune consigne spécifique quant au mécanisme de maintien à mettre en œuvre. Pour évaluer la nature des représentations mises en jeu lors du maintien par répétition ou par rafraîchissement, dans un paradigme d'empan complexe, nous avons manipulé la similarité phonologique des items à mémoriser, ainsi que la demande attentionnelle du traitement concurrent. La demande attentionnelle du traitement concurrent a été manipulée en utilisant soit une tâche de détection de stimuli peu coûteuse en ressources attentionnelles (Barrouillet et al., 2007), soit la tâche de localisation précédemment décrite dans le Chapitre 2, qui est coûteuse en ressources attentionnelles.

Dans le Chapitre 2 nous avons vu que le rappel était affecté par les représentations phonologiques des mots lors de l'utilisation de la répétition, mais pas lors de l'utilisation du rafraîchissement. La répétition reposerait donc sur des représentations phonologiques, alors que le rafraîchissement serait indépendant de telles représentations. Ainsi, dans les présentes études, nous devrions observer un effet de similarité phonologique lorsque la consigne est d'utiliser la répétition, mais pas lorsque la consigne est d'utiliser le rafraîchissement. De plus, nous nous attendions à observer un effet néfaste de la capture de l'attention par la tâche de localisation sur les performances de rappel, lorsque les participants devaient utiliser le rafraîchissement, mais pas lorsqu'ils devaient utiliser la répétition. Qui plus est, si le mécanisme de maintien à mettre en œuvre contraint la nature de l'encodage (i.e., phonologique vs. non phonologique), nous ne devrions pas observer d'interaction entre l'effet de similarité phonologique et l'effet de la demande attentionnelle de la tâche concurrente, dans les Expériences 8 et 9. Ainsi, lorsque les participants ont pour consigne d'utiliser la répétition, les mots devraient être encodés phonologiquement et l'effet de similarité

phonologique devrait apparaître de la même manière pour la tâche de détection et pour la tâche de localisation. En revanche, lorsque les participants ont pour consigne d'utiliser le rafraîchissement, les mots devraient être encodés non phonologiquement et l'effet de similarité phonologique ne devrait pas apparaître quel que soit le traitement concurrent.

Dans l'Expérience 10, étant donné que les participants ne recevaient aucune consigne spécifique quant à la stratégie de maintien à adopter, le choix du mécanisme à mettre en œuvre devrait dépendre de la situation dans laquelle se trouvent les participants. Ainsi, lorsque les ressources attentionnelles sont disponibles, les participants devraient opter pour le rafraîchissement. Dans la mesure où celui-ci n'est pas dépendant des représentations phonologiques, les performances de rappel ne devraient pas être affectées par la similarité phonologique des mots. Par contre, lorsque le traitement concurrent accapare les ressources attentionnelles, les participants devraient opter pour la répétition et par conséquent les performances de rappel devraient être affectées par la similarité phonologique des mots. Autrement dit, nous devrions observer un effet de similarité phonologique pour la tâche de localisation, mais pas pour la tâche de détection. Si tel est le cas, cela apporterait une preuve supplémentaire en faveur de la dissociation des représentations impliquées dans le maintien par répétition et par rafraîchissement.

Dans les trois expériences, la similarité phonologique a été manipulée de deux manières différentes dans le but de déterminer la nature de l'interférence qui sous-tend l'effet de similarité phonologique. Ainsi, le voisinage phonologique et le recouvrement phonologique des mots à mémoriser ont été manipulés en utilisant trois sortes de listes. Les premières comportaient des voisins phonologiques, c'est-à-dire des mots qui ne différaient que par un phonème. Ainsi, les mots d'une liste avaient une sonorité très similaire (e.g., *ban, man, mass, gas, bag, match*). Les secondes comportaient des mots ayant un fort recouvrement phonologique, c'est-à-dire des mots partageant un grand nombre de phonèmes, mais sans que ces mots ne soient des voisins phonologiques. Ainsi, les mots d'une liste avaient une sonorité plutôt dissimilaire, malgré le fait qu'ils partageaient un grand nombre de phonèmes (e.g., *sea, course, wall, phone, hawk, camp*). Et enfin, le troisième type de listes comportait des mots qui n'étaient pas des voisins

phonologiques et qui ne partageaient qu'un nombre restreint de phonèmes (e.g., *seat, match, date, role, bunk, rack*). Dans le cas où l'effet de similarité phonologique résulterait d'une confusion acoustique, comme postulé dans le modèle de la boucle phonologique (Baddeley, 1986), alors les performances de rappel devraient être affectées lorsque les mots à retenir sont des voisins phonologiques. En revanche, si l'effet de similarité phonologique est dû au recouvrement phonologique, comme proposé par Nairne (1990) ou Oberauer et Kliegl (2006), les performances de rappel devraient être affectées par le nombre de phonèmes partagés par les mots d'une liste.

1.1 Expérience 8 : Etude de l'implication des représentations phonologiques dans le maintien par répétition

Matériel et méthode

Participants

Vingt-trois étudiants de l'Université de Bristol (Angleterre) ont participé à l'expérience en échange de points supplémentaires sur leur note d'examen ou d'une somme d'argent. Les 18 femmes et 5 hommes étaient tous de langue maternelle anglaise et étaient âgés de 18 à 29 ans ($m = 19.91$; $\sigma = 2.41$).

Matériel

Des listes de six mots ont été construites à partir d'un corpus de 1124 noms singuliers monosyllabiques extrait de la base de données de mots anglais CELEX (Baayen, Piepenbrock & Gulikers 1995). Les mots dont le sens était fortement chargé émotionnellement ont été exclus. Trois ensembles de 24 listes de mots ont été créés en réarrangeant les mots à l'intérieur des listes. Ainsi, un premier ensemble de listes a été construit de sorte que les mots d'une liste étaient des voisins phonologiques, c'est-à-dire que les mots ne différaient que par un phonème. Par exemple, dans la liste "*ban, man, mass, gas, bag, match*" le mot *ban* avait 2 voisins phonologiques (*man* et *ban*), le mot *man* avait 3 voisins (*ban, mass* et *match*), le mot *mass* avait 3 voisins (*man, gas* et *match*), le mot *gas* avait 1 voisin (*mass*), le mot *bag* avait 1 voisin (*ban*) et le mot *match* avait 2

voisins (*man* et *mass*). Ainsi, les mots de cette liste avaient en moyenne 2 voisins phonologiques (i.e., $(2 + 3 + 3 + 1 + 1 + 2) / 6$). Le nombre moyen de voisins phonologiques pour les 24 listes variait de 2 à 2.67 suivant les listes avec en moyenne sur l'ensemble des listes 2.11 voisins phonologiques (voir Annexe 3.1). Le recouvrement phonologique à l'intérieur d'une liste, c'est-à-dire le nombre de phonèmes communs aux mots d'une liste, variait de 5.33 à 13.67, avec une moyenne à 8.94 (le calcul du recouvrement phonologique était le même que celui présenté à l'Expérience 1). Les listes ainsi construites étaient labellisées *HS* pour *Haute Similarité* phonologique. Pour les deux autres ensembles de 24 listes, les mots ont été arrangés de sorte à minimiser le nombre de voisins phonologiques au sein d'une liste. Ainsi, le nombre moyen de voisins phonologiques pour une liste était compris entre 0 et 1 ($m = 0.10$). Les listes de ces deux ensembles avaient donc une faible similarité phonologique, mais se distinguaient par leur recouvrement phonologique. Ainsi, pour un ensemble de listes, labélisé *Grand Recouvrement (GR)*, les mots ont été arrangés de sorte à avoir un fort recouvrement phonologique, soit en moyenne 4.96 phonèmes en commun, variant de 2.33 à 7.33 suivant les listes. Pour l'autre ensemble de listes, labélisé *Petit Recouvrement (PR)*, les mots ont été arrangés de sorte à avoir un faible recouvrement phonologique, soit en moyenne 1.80 phonèmes en commun, variant de 0 à 6.33 suivant les listes (voir l'Annexe 3.1). La moitié des participants voyait 12 listes de chaque ensemble et l'autre moitié des participants voyait les 12 listes restantes pour chaque ensemble. Etant donné que les mêmes mots ont été utilisés pour les trois ensembles de listes, un mot était vu en moyenne 1.94 fois par un participant au cours de l'expérience.

Procédure

Les participants étaient assis à environ 60 cm de l'écran d'ordinateur sur lequel étaient présentés les stimuli avec le programme *Psyscope* (Cohen et al., 1993). Comme le montre la Figure 3.1, un essai commençait par la présentation d'un astérisque de fixation centré au milieu de l'écran. Après 500 ms, le premier mot d'une liste était présenté en rouge au centre de l'écran pendant 1500 ms. Après un délai de 333 ms, six carrés noirs de 20 mm de côté apparaissaient successivement. Chaque carré était présenté 667 ms, suivi d'un délai de 333 ms avant l'apparition du carré suivant. Ainsi, la durée du traitement après chaque mot était de 6000 ms. Dans la condition de détection, les carrés

apparaissaient au centre de l'écran et les participants avaient pour consigne d'appuyer sur une touche située à droite sur le clavier à chaque fois que le carré apparaissait. Dans la condition de localisation, les carrés apparaissaient aléatoirement et avec la même probabilité, centrés 5 mm au-dessus ou au-dessous du centre de l'écran. Ceci créait un recouvrement de 10 mm entre les carrés successifs. Les participants avaient pour consigne d'appuyer sur une touche située à droite sur le clavier lorsque le carré apparaissait en bas sur l'écran et d'appuyer sur une touche située à gauche sur le clavier lorsque le carré apparaissait en haut sur l'écran. Après la présentation des six carrés, le second mot à mémoriser était présenté et ainsi de suite. Les mots d'une liste étaient présentés dans un ordre aléatoire. L'ordre de présentation des conditions *détection* et *localisation* était aléatoire, avec comme contrainte de ne pas avoir plus de deux essais consécutifs avec la même condition. L'ordre de présentation des différentes listes (*HS*, *GR* et *PR*) a été aléatorisé dans les deux conditions de détection et de localisation. Une fois l'ensemble des mots d'une liste présenté, la phase de rappel au clavier débutait et se déroulait comme décrit dans l'Expérience 1.

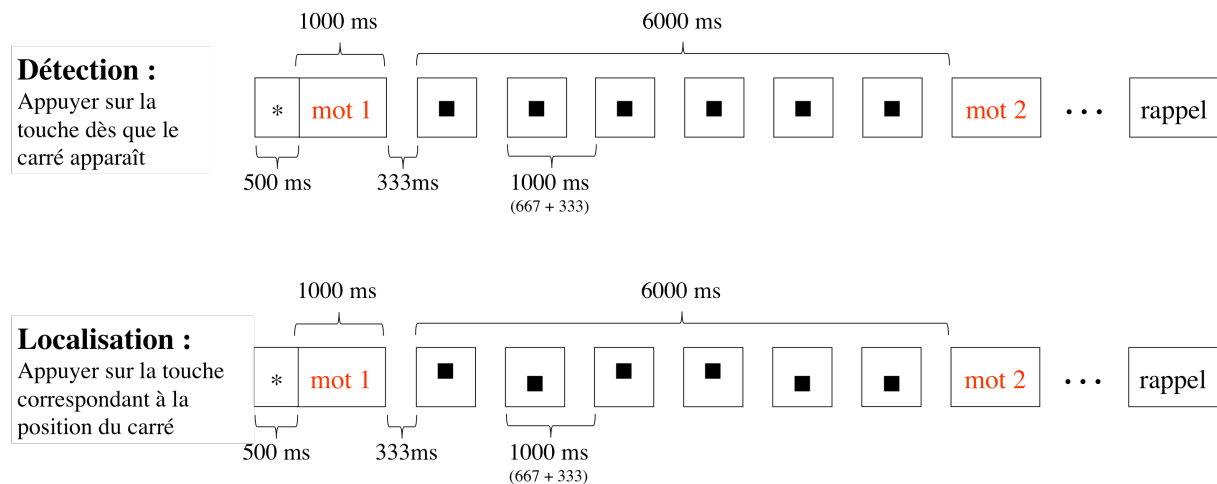


Figure 3.1 : Illustration du paradigme d'empan complexe mettant en jeu les tâches de détection et de localisation dans les Expériences 8 à 10.

En ce qui concerne la mémorisation des mots, les participants avaient pour consigne d'utiliser la répétition subvocale. Pour cela, il leur était demandé de constamment répéter les mots dans leurs têtes. A la fin de l'expérience, l'expérimentateur demandait aux participants s'ils avaient bien suivi les instructions.

Chaque essai était précédé d'une consigne indiquant le traitement à réaliser (i.e., " *one finger* " pour la détection et " *two fingers* " pour la localisation). La phase test était précédée d'un entraînement pour familiariser les participants avec les tâches de *détection* et de *localisation*. Pour cela, les participants réalisaient d'abord un essai avec la tâche de détection, suivi de deux essais avec la tâche de localisation (un essai d'observation et un essai avec appuis sur les touches), sans mot à mémoriser. Puis, ils réalisaient trois essais pour chaque condition, en alternant les deux conditions, avec cette fois-ci des mots à mémoriser. Les mots présentés lors de l'entraînement n'étaient pas utilisés en phase test (voir Annexe 3.1). L'expérience durait approximativement une heure.

Les pourcentages de réponses correctes et les TRs pour les deux tâches ont été enregistrés pour contrôler que les participants effectuaient correctement la tâche. Une réponse était considérée comme incorrecte lorsque les participants n'appuyaient sur aucune touche ou lorsqu'ils appuyaient sur la touche ne correspondant pas à la position du carré pour la tâche de localisation. Le rappel a été coté avec les scores *position correcte*, *mot correct* et *ordre correct* comme dans le Chapitre 2.

Résultats et discussion

Trois participants ont été exclus des analyses car leur pourcentage de réponses correctes pour la tâche de localisation était inférieur à 70 %. Le test de *Student* apparié réalisé sur les pourcentages de réponses correctes a révélé un pourcentage plus élevé pour la tâche de détection (97 % ; $\sigma = 4$ %) que pour la tâche de localisation (82 % ; $\sigma = 6$ %), $t(19) = 10.94$, $p < .001$. L'ANOVA à mesures répétées réalisée pour la tâche de localisation n'a pas révélé de différence de pourcentage de localisations correctes pour les trois types de listes ($HS = 83$ % ; $GR = 83$ % ; $PR = 80$ %), $F(2,38) = 2.16$, $\eta_p^2 = .10$, $p = .13$. Une ANOVA à mesures répétées a été réalisée sur les TRs, avec la similarité (HS , GR et PR) et la tâche (détection vs. localisation) comme facteurs intra-sujet. Les résultats ont seulement révélé un effet de la tâche : les TRs étaient plus longs pour la tâche de

localisation (438 ms ; $\sigma = 44$ ms) que pour la tâche de détection (330 ms ; $\sigma = 86$ ms), $F(1,19) = 31.79$, $\eta_p^2 = .99$, $p < .001$.

Des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées sur les trois scores de rappel avec la similarité (*HS*, *GR* et *PR*) et la tâche (détection vs. localisation) comme facteurs intra-sujet (Annexe 3.2). Les pourcentages de rappel pour le score *position correcte* sont présentés à la Figure 3.2 sur la partie de gauche. Conformément aux prédictions, les analyses ont révélé un effet de similarité quel que soit le score pris en considération (Annexe 3.2). Par exemple, pour le score *position correcte*, l'effet de similarité, $F(2,38) = 31.99$, $\eta_p^2 = .62$, $p < .001$, était caractérisé par un rappel moins efficace pour les listes *HS* (60 % ; $\sigma = 17$ %) que pour les deux autres listes, $F(1,19) = 40.66$, $\eta_p^2 = .57$, $p < .001$, et le rappel était moins efficace pour les listes *GR* (72 % ; $\sigma = 16$ %) que pour les listes *PR* (76 % ; $\sigma = 14$ %), $F(1,19) = 8.80$, $\eta_p^2 = .05$, $p < .01$.

Les analyses pour les trois scores ont révélé un effet de la tâche. Par exemple, pour le score *position correcte*, moins de mots étaient rappelés à la bonne position pour la tâche de localisation (64 % ; $\sigma = 16$ %) que pour la tâche de détection (75 % ; $\sigma = 16$ %), $F(1,19) = 27.36$, $\eta_p^2 = .37$, $p < .001$. L'effet de la tâche observé ici pourrait être dû au fait que les TRs pour la tâche de localisation étaient en moyenne 100 ms plus longs que pour la tâche de détection. En effet, Camos et al. (2009) et Hudjetz et Oberauer (2007) ont montré que la répétition subvocale est un mécanisme dépendant de la temporalité. Autrement dit, les performances de rappel sont affectées par la durée des pauses disponibles entre chaque traitement ; pauses durant lesquelles la répétition subvocale peut être mise en œuvre. Ainsi, dans notre expérience, la tâche de détection laisserait de plus longues pauses entre deux traitements pour utiliser la répétition, d'où les meilleures performances de rappel lors de la réalisation de cette tâche par rapport à la tâche de localisation.

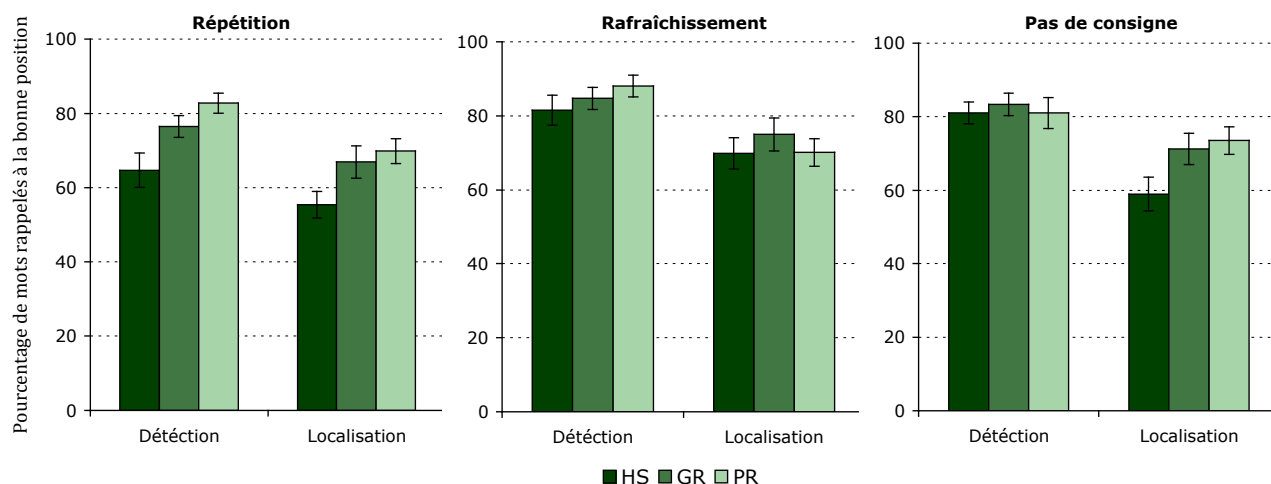


Figure 3.2 : Pourcentages de mots rappelés à la bonne position (*position correcte*) en fonction du type de mots à mémoriser (HR = Haute Similarité ; GR = Grand Recouvrement ; PR = Petit Recouvrement) et de la tâche de traitement (Détection ou Localisation). Le graphique de gauche présente les résultats pour la consigne de répétition (Expérience 8), le panneau central présente les résultats pour la consigne de rafraîchissement (Expérience 9), et le graphique de droite présente les résultats lorsqu'aucune consigne n'est spécifiée (Expérience 10).

Enfin comme prédit, les analyses ont révélé que l'effet de similarité était indépendant de la nature de la tâche de traitement, puisqu'aucune interaction entre la tâche et la similarité n'était significative, $F_s < 1$. Ainsi, l'effet de similarité phonologique apparaissait aussi bien avec la tâche de détection qu'avec la tâche de localisation et la taille de l'effet était du même ordre pour les deux tâches. Ces résultats semblent donc indiquer que lorsque les participants recevaient pour consigne d'utiliser la répétition subvocale, les mots étaient encodés et maintenus sur la base de leurs représentations phonologiques. L'analyse des contrastes a révélé que les listes GR étaient moins bien rappelées que les listes PR pour la tâche de détection ($ps < .05$), mais pas pour la tâche de localisation, $F_s < 1$.

Dans l'expérience suivante, nous allons présenter les résultats obtenus lorsque les participants recevaient pour consigne de maintenir les mots par rafraîchissement.

1.2 Expérience 9 : Etude de l'implication des représentations phonologiques dans le maintien par rafraîchissement

Matériel et méthode

Participants

Vingt-quatre étudiants de l'Université de Bristol (Angleterre) ont participé à l'expérience en échange de points supplémentaires sur leur note d'examen ou d'une somme d'argent. Les 14 femmes et 10 hommes étaient tous de langue maternelle anglaise et étaient âgés de 18 à 24 ans ($m = 20.46$; $\sigma = 1.89$). Aucun participant n'avait participé à l'Expérience 8.

Matériel et procédure

Les listes de mots et la procédure étaient les mêmes que dans l'Expérience 8, excepté que les participants recevaient pour consigne de retenir les mots par rafraîchissement. Pour cela, comme Raye et al. (2007) l'avaient fait auparavant, il leur était demandé de "penser aux mots". A la fin de l'expérience, l'expérimentateur demandait aux participants s'ils avaient bien suivi les instructions.

Résultats et discussion

Cinq participants ont été exclus de l'analyse pour ne pas avoir respecté la consigne d'utiliser le rafraîchissement (ils ont reporté avoir utilisé la répétition). Quatre autres participants ont également été exclus des analyses, car leur pourcentage de réponses correctes pour la tâche de localisation était inférieur à 70 %. Le pattern de résultats pour les pourcentages de réponses correctes et pour les TRs était le même que dans l'Expérience 8. Le test de *Student* apparié réalisé sur les pourcentages de réponses correctes a révélé un pourcentage plus élevé pour la tâche de détection (95 % ; $\sigma = 5$ %) que pour la tâche de localisation (83 % ; $\sigma = 7$ %), $t(19) = 9.35$, $p < .001$. L'ANOVA à mesures répétées réalisée pour la tâche de localisation n'a pas révélé de différence de pourcentage de localisations correctes pour les trois types de listes ($HS = 82$ % ; $GR = 84$ % ; $PR = 84$ %), $F(2,38) = 1.14$, $\eta_p^2 = .06$, $p = .331$. Une ANOVA à mesures répétées a été réalisée sur les TRs, avec la similarité (HS , GR et PR) et la tâche (détection vs.

localisation) comme facteurs intra-sujet. Les résultats ont révélé un effet de la tâche : les TRs étaient plus longs pour la tâche de localisation (496 ms ; $\sigma = 46$ ms) que pour la tâche de détection (265 ms ; $\sigma = 66$ ms), $F(1,19) = 73.23$, $\eta_p^2 = .99$, $p < .001$.

Des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées sur les trois scores de rappel avec la similarité (*HS*, *GR* et *PR*) et la tâche (détection vs. localisation) comme facteurs intra-sujet (Annexe 3.2). Les pourcentages de rappel pour le score *position correcte* sont présentés à la Figure 3.2 sur la partie centrale. Conformément aux prédictions, les analyses n'ont pas révélé d'effet de similarité quel que soit le score pris en considération. Par exemple, pour le score *position correcte* l'absence d'effet de similarité, $F(2,38) = 1.59$, $\eta_p^2 = .08$, $p = .217$, se traduisait par l'absence de différence de rappel entre les listes *HS* (76 % ; $\sigma = 18$ %) et les deux autres types de listes, $F(1,19) = 2.31$, $\eta_p^2 = .11$, $p = .145$, et par l'absence de différence de rappel entre les listes *GR* (80 % ; $\sigma = 16$ %) et *PR* (79 % ; $\sigma = 16$ %), $F < 1$. De plus, les analyses pour les trois scores ont révélé un effet de la tâche. Par exemple, pour le score *position correcte*, moins de mots étaient rappelés à la bonne position pour la tâche de localisation (71 % ; $\sigma = 14$ %) que pour la tâche de détection (85 % ; $\sigma = 17$ %), $F(1,19) = 25.54$, $\eta_p^2 = .87$, $p < .001$. De plus, les analyses n'ont pas révélé d'interaction entre la similarité et la tâche, pour les trois scores ($ps > .23$). L'effet de similarité phonologique n'apparaissait ni pour la tâche de détection, ni pour la tâche de localisation. Même lorsque la possibilité de mettre en œuvre le rafraîchissement attentionnel était fortement compromise par la tâche de localisation coûteuse en attention, les participants persistaient à encoder les mots sous forme non phonologique. Ces résultats semblent donc indiquer que lorsque les participants recevaient pour consigne d'utiliser le rafraîchissement, les mots étaient encodés et maintenus sur la base de représentations non phonologiques.

Dans l'expérience suivante, nous avons testé si les participants étaient capables de choisir de manière adaptée le mécanisme de maintien à mettre en œuvre suivant la quantité de ressources attentionnelles disponible. Les participants ne recevaient aucune consigne spécifique quant aux mécanismes de maintien à mettre en œuvre.

1.3 Expérience 10 : Etude de l'implication de représentations différentes selon le coût attentionnel du traitement concurrent

Matériel et méthode

Participants

Vingt étudiants de l'Université de Bristol (Angleterre) ont participé à l'expérience en échange de points supplémentaires sur leur note d'examen ou d'une somme d'argent. Les 17 femmes et 3 hommes étaient tous de langue maternelle anglaise et étaient âgés de 18 à 24 ans ($m = 20.1$; $\sigma = 1.52$). Aucun participant n'avait participé aux Expériences 8 et 9.

Matériel et procédure

Les listes de mots et la procédure étaient les mêmes que dans les Expériences 8 et 9, excepté que les participants ne recevaient aucune consigne spécifique quant à la stratégie à mettre en œuvre pour retenir les mots.

Résultats et discussion

Trois participants ont été exclus des analyses car leur pourcentage de réponses correctes pour la tâche de localisation était inférieur à 70 %. Le pattern de résultats pour les pourcentages de réponses correctes et pour les TRs était le même que dans les Expériences 8 et 9. Le test de *Student* apparié réalisé sur le pourcentage de réponses correctes a révélé un pourcentage plus élevé pour la tâche de détection (98 % ; $\sigma = 2$ %) que pour la tâche de localisation (85 % ; $\sigma = 7$ %), $t(16) = 8.58$, $p < .001$. L'ANOVA à mesures répétées réalisée pour la tâche de localisation n'a pas révélé de différence de pourcentage de localisations correctes pour les trois types de listes ($HS = 84$ % ; $GR = 86$ % ; $PR = 85$ %), $F(2,32) = 1.15$, $p = 0.33$, $\eta_p^2 = .07$. Une ANOVA à mesures répétées a été réalisée sur les TRs, avec la similarité (HS , GR et PR) et la tâche (détection vs. localisation) comme facteurs intra-sujet. Les résultats ont révélé un effet de la tâche : les TRs étaient plus longs pour la tâche de localisation (429 ms ; $\sigma = 40$ ms) que pour la tâche de détection (309 ms ; $\sigma = 80$ ms), $F(1,16) = 29.89$, $\eta_p^2 = .99$, $p < .001$.

Des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées sur les trois scores de rappel avec la similarité (*HS*, *GR* et *PR*) et la tâche (détection vs. localisation) comme facteurs intra-sujet (Annexe 3.2). Les pourcentages de rappel pour le score *position correcte* sont présentés à la Figure 3.2 sur la partie de droite. Quel que soit le score pris en considération, les analyses ont révélé un effet de similarité, bien que cet effet diffèrait légèrement de celui observé dans l'Expérience 8. Par exemple, pour le score *position correcte*, l'effet de similarité, $F(2,32) = 4.00$, $\eta_p^2 = .17$, $p = .03$, était caractérisé, comme dans l'Expérience 8, par un rappel moins élevé pour les listes *HS* (70 % ; $\sigma = 19$ %) que pour les deux autres listes, $F(1,16) = 19.39$, $\eta_p^2 = .17$, $p < .001$, alors que contrairement à l'Expérience 8, le rappel était équivalent pour les listes *GR* (77 % ; $\sigma = 16$ %) et *PR* (77 % ; $\sigma = 17$ %), $F < 1$. Comme pour les Expériences 8 et 9, les analyses des trois scores ont révélé un effet de la tâche. Par exemple, pour le score *position correcte* moins de mots étaient rappelés à la bonne position pour la tâche de localisation (82 % ; $\sigma = 18$ %) que pour la tâche de détection (68 % ; $\sigma = 14$ %), $F(1,16) = 28.28$, $\eta_p^2 = .70$, $p < .001$.

Contrairement aux Expériences 8 et 9, les analyses ont révélé une interaction entre la similarité et la tâche pour le score *position correcte*, $F(2,32) = 3.42$, $\eta_p^2 = .13$, $p < .05$. L'analyse des contrastes a révélé que l'effet de similarité était présent pour la tâche de localisation, $F(2,32) = 6.18$, $\eta_p^2 = .29$, $p < .01$, mais pas pour la tâche de détection, $F < 1$. Plus précisément, pour la tâche de localisation, l'effet de similarité provenait d'un rappel moins élevé pour les listes *HS* que pour les deux autres types de listes, $F(1,16) = 15.12$, $\eta_p^2 = .29$, $p < .01$, pour lesquelles les performances de rappel ne différaient pas, $F < 1$. Le même pattern de résultats a été observé avec les scores *mot correct* et *ordre correct*, bien que pour ce dernier l'interaction entre la similarité et la tâche n'était pas significative, $F(2,32) = 2.36$, $\eta_p^2 = .13$, $p = .111$.

Les résultats de cette troisième expérience révèlent que les participants étaient capables de choisir le mécanisme de maintien adapté à la situation face à laquelle ils se trouvaient. En effet, lorsque le traitement était peu coûteux en ressources attentionnelles (i.e., tâche de détection), les participants utilisaient le rafraîchissement attentionnel en s'appuyant sur des représentations non phonologiques, de manière à ne pas être gênés par la ressemblance phonologique des mots à retenir. En revanche, lorsque les ressources attentionnelles étaient fortement capturées par le traitement (i.e.,

tâche de localisation), les participants utilisaient la répétition et les représentations phonologiques des mots, d'où l'émergence de l'effet de similarité phonologique.

1.4 Conclusion : Des représentations dépendantes du mécanisme de maintien mis en jeu

L'effet de similarité phonologique : une confusion acoustique

Dans les trois expériences que nous venons de présenter, la similarité phonologique des mots à mémoriser a été manipulée soit à travers le voisinage phonologique, soit à travers le nombre de phonèmes partagés par les mots d'une liste. Cette manipulation avait pour but de distinguer l'hypothèse de la confusion acoustique (Baddeley, 1986) de celle du recouvrement phonologique (Nairne, 1990 ; Oberauer et Kliegl, 2006) pour expliquer l'effet de similarité phonologique. Les résultats ont révélé que l'effet de similarité associé au voisinage phonologique apparaissait dans toutes les conditions faisant intervenir la répétition subvocale (i.e., Expérience 8 et la condition localisation de l'Expérience 10). Par contre, l'effet de similarité associé au recouvrement phonologique n'apparaissait que dans la condition de détection de l'Expérience 8. Ces résultats semblent donc aller dans le sens de l'hypothèse formulée dans le modèle de la boucle phonologique (Baddeley, 1986), selon laquelle l'effet de similarité phonologique serait sous-tendu par l'interférence acoustique des voisins phonologiques. Par contre, ces résultats semblent peu enclins à valider l'hypothèse du recouvrement phonologique proposée par Nairne (1990) ou Oberauer et Kliegl (2006).

L'encodage influencé par le mécanisme de maintien mis en œuvre

Dans les trois expériences que nous avons présentées, la manipulation de la consigne donnée aux participants quant au mécanisme de maintien à mettre en œuvre avait pour but de tester si l'utilisation de la répétition amenait les participants à encoder les mots phonologiquement, et si au contraire, l'utilisation du rafraîchissement entraînait un encodage non phonologique des mots.

L'Expérience 8 a révélé que contraindre de jeunes adultes à utiliser la répétition, les incitaient à encoder les mots superficiellement sous forme de représentations

phonologiques, même dans une situation pour laquelle le rafraîchissement s'avèrerait plus efficace (condition de détection). Quant à l'Expérience 9, elle a révélé que contraindre les participants à utiliser le rafraîchissement induisait un encodage des mots sous forme de représentations non phonologiques, même dans une situation pour laquelle le rafraîchissement est fort difficile à mettre en œuvre (condition de localisation). Ces résultats rejoignent ceux obtenus par Campoy et Baddeley (2008) ou Hanley et Bakopoulou (2003). Dans ces études, l'utilisation d'une stratégie de répétition subvocale se traduisait par la présence d'effets phonologiques (i.e., effet de similarité phonologique, effet de longueur de mots et effet d'écoute inattentive), alors que l'utilisation d'une stratégie sémantique ne révélait aucun de ces effets. Ceci laisse donc supposer que les représentations phonologiques sont impliquées lors du maintien par répétition. Par contre, les représentations phonologiques ne seraient pas impliquées lors du maintien par rafraîchissement ou lors de l'utilisation de stratégies sémantiques. Enfin, l'Expérience 10 a révélé que de jeunes adultes étaient capables de choisir le mécanisme de maintien adapté à la situation, selon que cette situation implique ou non une capture des ressources attentionnelles.

Nous pouvons conclure de ces trois expériences que la manière dont les mots sont encodés dépend du mécanisme qui est employé pour le maintien. Dans les deux expériences suivantes, nous avons testé comment la profondeur de l'encodage des mots peu influencer la sélection du mécanisme de maintien.

2 Influence des représentations utilisées sur la mise en jeu des mécanismes de maintien

Le but des deux expériences que nous allons présenter maintenant était de tester si la nature de l'encodage, manipulée à travers la durée de présentation des mots à mémoriser, influençait la mise en œuvre des mécanismes de répétition et de rafraîchissement. En effet, comme Craik et Lockhart (1972) l'ont précédemment suggérée, la profondeur de l'encodage des items à mémoriser dépendrait de la durée disponible pour réaliser cet encodage. Autrement dit, un allongement de la durée de

présentation des mots à mémoriser devrait entraîner leur encodage sous forme sémantique plutôt que sous forme phonologique. Toutefois, la manipulation de la durée de présentation des mots à mémoriser dans des tâches de MCT ne semble pas induire le passage d'un processus phonologique à un processus sémantique (e.g., Baddeley et al., 1984 ; Campoy & Baddeley, 2008 ; Coltheart, 1999 ; Longoni et al., 1993). Par exemple, Baddeley et al. (1984) ont observé un effet de similarité phonologique dans un paradigme de rappel immédiat, aussi bien lorsque les mots à mémoriser étaient présentés 500 ms que 2000 ms. Toujours dans un paradigme de rappel immédiat, Coltheart (1999) a obtenu un effet de similarité phonologique avec une durée de présentation de 8000 ms, bien que cet effet soit moins prononcé que pour une durée de présentation de 1000 ms.

A notre connaissance, aucune étude de MDT n'a été réalisée pour tester l'hypothèse de Craik et Lockhart (1972) du passage d'un encodage superficiel à un encodage en profondeur lorsque la durée de présentation des mots s'allonge. Nous nous sommes donc appuyés sur l'idée de Craik et Lockhart (1972) pour induire un encodage plus ou moins profond en présentant les mots à mémoriser soit 2000 ms (Expérience 11) soit 5000 ms (Expérience 12), dans le paradigme d'empan complexe utilisé à l'Expérience 3. Comme dans l'Expérience 3, la disponibilité de la répétition subvocale et du rafraîchissement attentionnel variait orthogonalement, et nous avons utilisé l'effet de similarité phonologique comme indice de l'encodage phonologique des mots.

En considérant qu'une durée de présentation plus longue favorise un encodage en profondeur plutôt qu'un encodage superficiel, les mots ne devraient pas être encodés sur la base de leurs traits phonologiques, mais plutôt sous une forme plus élaborée (e.g., sémantique). Si tel est effectivement le cas, cela devrait avoir une conséquence directe sur le mécanisme de maintien mis en œuvre. En effet, si les mots ne sont pas encodés phonologiquement, la répétition ne devrait pas être employée. Par conséquent, ni la similarité phonologique, ni la suppression articulatoire ne devraient affecter les performances de rappel. Autrement dit, l'effet de similarité ne devrait apparaître dans aucune des quatre conditions expérimentales et la suppression articulatoire ne devrait pas faire chuter les performances de rappel. De plus, si les mots sont encodés en profondeur, le rafraîchissement devrait être mis en œuvre pour le maintien et devrait

laisser apparaître un effet de la demande attentionnelle du traitement concurrent sur le rappel. Autrement dit, le rappel devrait être moins efficace dans les conditions faisant intervenir la tâche de localisation. Ces résultats devraient être d'autant plus prononcés que la durée d'encodage augmente, c'est-à-dire lorsque la durée de présentation des mots passe de 2000 ms à 5000 ms

En revanche, si comme dans les tâches de MCT, la manipulation de la durée de présentation n'a pas d'incidence sur la profondeur d'encodage, nous devrions reproduire les résultats de l'Expérience 3. Nous devrions donc observer des effets de similarité phonologique, de suppression articulatoire et de demande attentionnelle. De plus, l'effet de similarité phonologique devrait être affecté par la suppression articulatoire, mais pas par la demande attentionnelle du traitement concurrent.

2.1 Expérience 11 : Etude des mécanismes mis en jeu pour une durée d'encodage de 2000 ms

Matériel et méthode

Participants

Quinze étudiants de psychologie (14 femmes et 1 homme) de l'Université de Bourgogne (France) ont participé à l'expérience en échange de points supplémentaires sur leur note d'examen. Ils étaient tous de langue maternelle française et étaient âgés de 19 à 22 ans ($m = 20.12$; $\sigma = 1.19$). Aucun participant n'avait participé à l'Expérience 3.

Matériel et procédure

Les listes de mots et la procédure étaient les mêmes que dans l'Expérience 3, excepté que les mots apparaissaient à l'écran pour 2000 ms au lieu de 1000 ms dans l'Expérience 3.

Résultats et discussion

Les données de l'ensemble des participants ont été prises en compte pour les analyses, puisque toutes conditions confondues (i.e., conditions *T* et *SAT*) leurs

pourcentages de localisations correctes étaient supérieurs à 70 %. Des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées sur les pourcentages de localisations correctes et sur les TRs, avec la similarité (similaire vs. dissimilaire) et la suppression articulatoire (sans suppression = *T* vs. avec suppression = *SAT*) comme facteurs intra-sujet. Contrairement à l'Expérience 3, ces analyses ont révélé un effet de la similarité et de la suppression articulatoire sur les pourcentages de localisations correctes. Les pourcentages de localisations correctes étaient meilleurs lors de la mémorisation de mots dissimilaires (88 % ; $\sigma = 6$ %) que similaires (86 % ; $\sigma = 7$ %), $F(1,14) = 5.13$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .27$, et ils étaient également meilleurs dans la condition *T* (89 % ; $\sigma = 5$ %) que dans la condition *SAT* (85 % ; $\sigma = 7$ %), $F(1,14) = 7.03$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .33$. En revanche, ni la similarité, ni la suppression articulatoire n'avaient d'effet sur les TRs, $F_s < 1$. Aucune interaction n'était significative, $F < 1$.

En ce qui concerne les trois scores de rappel, des ANOVAs ont été réalisées avec le facteur similarité (similaire vs. dissimilaire), le facteur traitement (sans traitement = *D* et *SA* vs. avec traitement = *T* et *SAT*) et le facteur suppression articulatoire (sans suppression = *D* et *T* vs. avec suppression = *SA* et *SAT*) en intra-sujet et avec le facteur expérimentateur et le facteur liste (*S1-D2* vs. *S2-D1*) en inter-sujet. Les analyses n'ont révélé aucun effet de l'expérimentateur, de liste ou d'interaction de ces deux facteurs avec nos variables d'intérêts ($ps > .05$).

En ce qui concerne nos variables d'intérêts, les performances de rappels pour le score *position correcte* sont présentées à la Figure 3.3. L'analyse du score *position correcte* a révélé un effet de la similarité, c'est-à-dire que les mots similaires étaient moins rappelés (63 % ; $\sigma = 20$ %) que les mots dissimilaires (69 % ; $\sigma = 15$ %), $F(1,11) = 5.10$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .32$. Ceci montre que les mots étaient encodés phonologiquement comme dans l'Expérience 3. De plus, les résultats ont montré que la répétition était mise en œuvre, étant donné que les performances de rappel étaient plus faibles lorsque la répétition était entravée par la suppression articulatoire (59 % ; $\sigma = 19$ %) que lorsqu'elle n'était pas entravée (73 % ; $\sigma = 17$ %), $F(1,11) = 28.89$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .72$. Le rafraîchissement était également mis en œuvre dans cette

expérience, puisque l'analyse a révélé un effet du traitement caractérisé par un rappel moins efficace lorsque l'attention était capturée par la tâche de localisation (59 % ; $\sigma = 19$ %) que lorsqu'elle était disponible (73 % ; $\sigma = 17$ %), $F(1,11) = 10.45$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .49$.

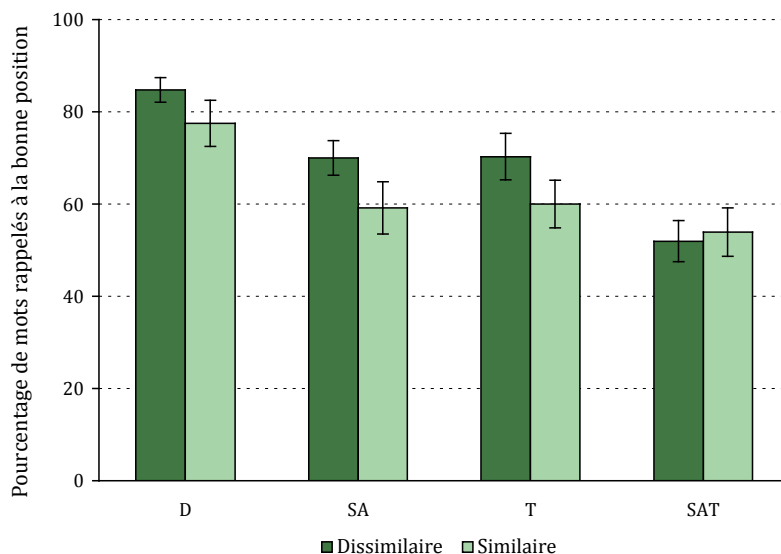


Figure 3.3 : Pourcentages de mots rappelés à la bonne position (*position correcte*) en fonction du type de mots à mémoriser (Dissimilaire ou Similaire) et de la condition d'empan complexe, dans l'Expérience 11. *D* correspond à la condition n'impliquant aucun traitement, *SA* correspond à la condition impliquant la suppression articulatoire, *T* correspond à la condition impliquant le traitement attentionnel et *SAT* correspond à la condition impliquant à la fois la suppression articulatoire et le traitement attentionnel.

De plus, comme dans l'Expérience 3, ni l'interaction entre la similarité et le traitement, ni l'interaction entre la suppression articulatoire et le traitement n'étaient significatives, respectivement $F(1,11) = 1.36$, $p = .268$, $\eta_p^2 = .11$ et $F(1,11) = 1.15$, $p = .306$, $\eta_p^2 = .09$. Enfin, l'analyse des contrastes a révélé un meilleur rappel dans la condition *D* (81 % ; $\sigma = 19$ %) n'impliquant aucune tâche concurrente que dans les conditions *SA* (65 % ; $\sigma = 18$ %), *T* (65 % ; $\sigma = 20$ %) et *SAT* (53 % ; $\sigma = 15$ %) impliquant au moins une tâche concurrente, $F(1,11) = 32.23$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .75$. De plus, les mots étaient moins rappelés dans la condition *SAT* impliquant à la fois la suppression articulatoire et le

traitement attentionnel que dans les conditions *SA* et *T* impliquant seulement l'une des deux tâches concurrentes, $F(1,11) = 13.74$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .56$. Enfin, les performances de rappel ne différaient pas dans les conditions *SA* et *T*, $F < 1$. L'ensemble de ces résultats réplique ceux de l'Expérience 3 et indique que les mots étaient maintenus conjointement par répétition et par rafraîchissement. Ainsi, augmenter la durée de présentation des mots à mémoriser de 1000 ms à 2000 ms ne semblait pas affecter la nature de l'encodage et des mécanismes de maintien mis en jeu.

Cependant, lorsque l'effet de similarité phonologique était analysé pour chacune des quatre conditions expérimentales, il s'avère que l'effet était uniquement présent dans la condition *SA*, $F(1,11) = 6.91$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .39$ et pas dans les trois autres conditions ($ps > .16$). Contrairement à l'Expérience 3, l'effet de similarité phonologique n'interagissait pas avec la suppression articulatoire, $F_s < 1$. Il est surprenant que les mots aient été encodés phonologiquement lorsque la répétition était entravée (i.e., condition *SA*), mais pas lorsque celle-ci était disponible (i.e., conditions *D* et *T*). Plusieurs explications peuvent alors être proposées pour tenter de rendre compte de ces résultats. Premièrement, il est possible que l'effet de similarité phonologique dans la condition *SA* soit dû au fait que la suppression articulatoire n'ait pas vraiment entravé la répétition. Cependant, ceci n'explique pas pourquoi l'effet n'apparaissait pas dans les conditions pour lesquelles la répétition subvocale était disponible (i.e., conditions *D* et *T*). Deuxièmement, il est possible que l'information soit maintenue sous forme phonologique par rafraîchissement, d'où la présence de l'effet de similarité phonologique dans la condition pour laquelle ce mécanisme était disponible (i.e., condition *SA*). Cependant, l'absence d'interaction entre l'effet de similarité et le traitement attentionnel montre que le rafraîchissement était indépendant de telles représentations. L'absence d'effet de similarité phonologique dans les conditions *D* et *T* pourrait être due à un manque de puissance statistique étant donné le peu de participants testés. La taille de l'échantillon nécessaire pour que l'effet de similarité phonologique apparaisse dans ces conditions est estimée à 38 participants (pour une puissance à .80). De plus, cette explication ne permet pas de rendre compte de la persistance de l'effet de similarité phonologique sous suppression articulatoire. Enfin, il est possible que les résultats aient été affectés par le fait que certains participants ont privilégié la tâche de localisation au détriment de la tâche de mémorisation et

inversement. Ceci expliquerait également pourquoi la similarité phonologique des mots à mémoriser affectait les performances de la tâche de localisation. Pourtant, bien que les corrélations entre les performances de rappel et les performances de localisation soient positives ($r_s < .42$), celles-ci n'étaient pas significatives.

Les analyses réalisées sur les scores *mot correct* et *ordre correct* ont révélé un pattern de résultats identique à celui obtenu pour le score *position correcte* (Annexe 2.4), excepté que l'effet de similarité n'était pas significatif pour le score *ordre correct*, $F < 1$. Contrairement à l'Expérience 3, la similarité phonologique des mots n'affectait pas l'ordre dans lequel ils étaient rappelés. L'interaction entre la similarité et le traitement était significative pour le score *ordre correct*, $F(1,11) = 5.71$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .34$. Cette interaction était caractérisée par un effet de similarité tendanciel lorsque l'attention était disponible $F(1,11) = 3.25$, $p = .099$, $\eta_p^2 = .23$, alors que cet effet n'apparaissait pas lorsque l'attention était capturée par le traitement concurrent, $F < 1$. Ces résultats, mis en relation avec ce qui a été dit juste au-dessus, laissent penser que le rafraîchissement attentionnel n'était pas complètement indépendant des représentations phonologiques des mots dans cette expérience.

Pour résumer, la présente étude a révélé que présenter les mots à mémoriser pendant une durée de 2000 ms provoquait un encodage des mots sous forme de représentations non phonologiques, puisque l'effet de similarité n'apparaissait pas dans certaines conditions, alors qu'il apparaissait dans l'Expérience 3. Toutefois nous avons aussi constaté que malgré un encodage non phonologique la répétition subvocale était mise en jeu. Il est alors possible que 2000 ms soit une durée transitoire dans le passage d'un encodage phonologique à un encodage non phonologique et les effets observés pourraient s'expliquer par le fait que certains participants utilisaient un encodage non phonologique, alors que d'autres participants utilisaient un encodage phonologique. C'est pour cela que dans l'étude suivante nous avons augmenté la durée de présentation de manière plus extrême, en présentant les mots durant 5000 ms.

2.2 Expérience 12 : Etude des mécanismes mis en jeu pour une durée d'encodage de 5000 ms

Matériel et méthode

Participants

Vingt et un étudiants de psychologie de l'Université de Bourgogne (France) ont participé à l'expérience en échange de points supplémentaires sur leur note d'examen. Les 15 femmes et 6 hommes étaient tous de langue maternelle française et étaient âgés de 18 à 22 ans ($m = 19.62$; $\sigma = 1.02$). Aucun participant n'avait participé aux Expériences 3 et 11.

Matériel et procédure

Les listes de mots et la procédure étaient les mêmes que dans l'Expérience 3, excepté que les mots apparaissaient à l'écran pour 5000 ms au lieu de 1000 ms dans l'Expérience 3.

Résultats et discussion

Les données de l'ensemble des participants ont été prises en compte pour les analyses, puisque toutes conditions confondues (i.e., conditions *T* et *SAT*) leurs pourcentages de localisations correctes étaient supérieurs à 70 %. Des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées sur les pourcentages de localisations correctes et sur les TRs, avec la similarité (similaire vs. dissimilaire) et la suppression articulatoire (sans suppression = *T* vs. avec suppression = *SAT*) comme facteurs intra-sujet. Comme dans l'Expérience 11, Les analyses ont révélé un effet de suppression articulatoire sur le pourcentage de localisations correctes, $F(1,20) = 5.45$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .21$, mais elles ont également révélé un effet de suppression articulatoire sur les TRs, $F(1,20) = 3.69$, $p = .069$, $\eta_p^2 = .16$. Les carrés étaient localisés plus efficacement et plus rapidement dans la condition *T* (96 % de localisations correctes et 390 ms) que dans la condition *SAT* (93 % de localisations correctes et 414 ms). Il semblerait donc que la réalisation concurrente de la tâche de suppression articulatoire augmentait le temps pris pour juger

la position des carrés et entraînait un nombre plus important d'erreurs. Comme dans l'Expérience 3, la similarité phonologique des mots à mémoriser n'avait pas d'impact sur les pourcentages de localisations correctes ou les TRs, $F_s < 1$.

En ce qui concerne les trois scores de rappel, des ANOVAs ont été réalisées avec le facteur similarité (similaire vs. dissimilaire), le facteur traitement (sans traitement = *D* et *SA* vs. avec traitement = *T* et *SAT*) et le facteur suppression articulaire (sans suppression = *D* et *T* vs. avec suppression = *SA* et *SAT*) en intra-sujet et avec le facteur expérimentateur et le facteur liste (*S1-D2* vs. *S2-D1*) en inter-sujet. Tout d'abord, les analyses n'ont révélé aucun effet de l'expérimentateur ou d'interaction entre l'expérimentateur et nos variables d'intérêts, $p_s > .11$. Il en est de même pour le facteur liste ($p_s > .26$), excepté que pour le score *ordre correct*, l'effet de similarité apparaissait avec les listes *S1D2*, $F(1,17) = 17.67$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .51$, mais pas avec les listes *S2D1*, $F < 1$.

En ce qui concerne nos variables d'intérêts, les performances de rappel pour le score *position correcte* sont présentées à la Figure 3.3. Comme pour les Expériences 3 et 11, l'analyse du score *position correcte* a révélé un effet de similarité et un effet de suppression articulaire. Les mots similaires étaient moins rappelés (67 % ; $\sigma = 20$ %) que les mots dissimilaires (79 % ; $\sigma = 16$ %), $F(1,17) = 27.52$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .62$ et moins de mots étaient rappelés lorsque la répétition était entravée par la suppression articulaire (68 % ; $\sigma = 19$ %) que lorsqu'elle n'était pas entravée (78 % ; $\sigma = 18$ %), $F(1,17) = 23.06$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .58$. Comme dans l'Expérience 11, les analyses n'ont pas révélé d'interaction entre la similarité et la suppression articulaire pour les trois scores, $F_s < 1$ (Annexe 2.4). L'effet de similarité phonologique persistait sous suppression articulaire. Contrairement à l'Expérience 11, l'analyse des contrastes pour le score *position correcte* a révélé que l'effet de similarité phonologique était présent dans les quatre conditions *D*, $F(1,17) = 4.84$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .22$, *SA*, $F(1,17) = 10.93$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .39$, *T*, $F(1,17) = 18.96$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .53$, et *SAT*, $F(1,17) = 12.42$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .42$. Le pattern de résultats était identique pour le score *mot correct*, alors que l'effet de similarité disparaissait dans les conditions *D* et *SA* pour le score *ordre correct*, $p_s > .10$. La présence systématique de l'effet de similarité phonologique laisse penser que les

mots étaient systématiquement encodés sous forme phonologique, quelle que soit la condition expérimentale.

Contrairement aux Expériences 3 et 11, l'effet du traitement n'était pas significatif : le rappel était équivalent lorsque l'attention était capturée par la tâche de localisation (71 % ; $\sigma = 19\%$) et lorsqu'elle était disponible (75 % ; $\sigma = 18\%$), $F(1,17) = 2.74$, $p = .116$, $\eta_p^2 = .14$. Le pattern de résultats était identique pour le score *mot correct*, alors que l'effet du traitement était significatif pour le score *ordre correct*, $F(1,17) = 5.28$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .24$. Le fait que les performances de rappel ne soient pas affectées par la capture attentionnelle semble indiquer que le rafraîchissement n'intervenait pas dans le maintien des mots, alors qu'il semblait intervenir dans le maintien de l'ordre.

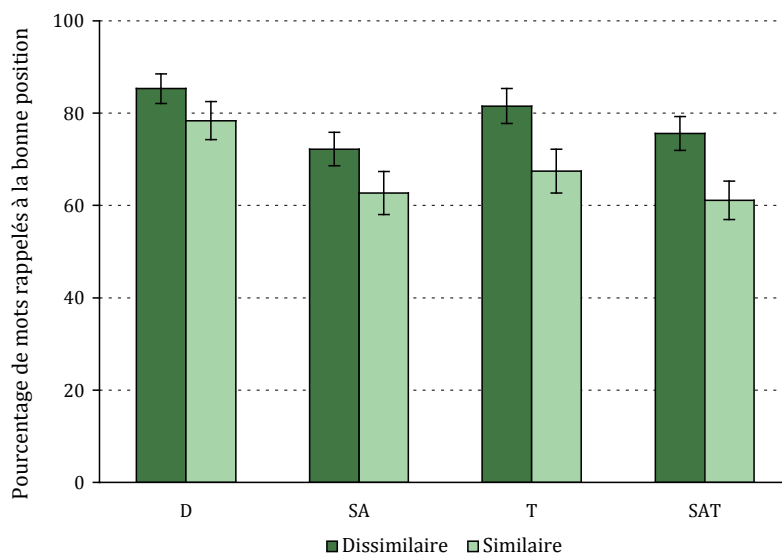


Figure 3.4 : Pourcentages de mots rappelés à la bonne position (*position correcte*) en fonction du type de mots à mémoriser (Dissimilaire ou Similaire) et de la condition d'empan complexe, dans l'Expérience 12. *D* correspond à la condition n'impliquant aucun traitement, *SA* correspond à la condition impliquant la suppression articulatoire, *T* correspond à la condition impliquant le traitement attentionnel et *SAT* correspond à la condition impliquant à la fois la suppression articulatoire et le traitement attentionnel.

En revanche, l'analyse des contrastes a révélé que le rappel était meilleur dans la condition *D* (82 % ; $\sigma = 17$ %) n'impliquant aucune tâche concurrente que dans les conditions *SA* (67 % ; $\sigma = 19$ %), *T* (75 % ; $\sigma = 20$ %) et *SAT* (68 % ; $\sigma = 18$ %), impliquant au moins une tâche concurrente, $F(1,11) = 32.23, p < .001, \eta_p^2 = .75$. Ceci laisse supposer que la capture attentionnelle, comme la suppression articulatoire, affectait les performances de rappel. Cependant, la capture attentionnelle semblait moins affecter les performances que la suppression articulatoire, puisque le rappel était meilleur dans la condition *T* que dans la condition *SA*, $F(1,17) = 7.95, p < .05, \eta_p^2 = .32$, alors que dans les Expériences 3 et 11, le rappel était équivalent dans ces deux conditions. La différence entre *SA* et *T* n'était pas significative pour le score *ordre correct*, $F < 1$. Le rappel n'était pas plus faible dans la condition *SAT* impliquant à la fois la suppression articulatoire et la capture attentionnelle que dans les conditions *SA* et *T* impliquant seulement l'une de ces deux tâches, $F < 1$. Ainsi, la répétition et le rafraîchissement ne seraient pas utilisés conjointement dans la présente expérience, alors qu'ils l'étaient dans les Expériences 3 et 11. Ces résultats sont confortés par l'analyse post-hoc (HSD de Tukey) réalisée uniquement pour les mots dissimilaires, dont les résultats ont révélé que le rappel était équivalent dans les conditions *D* et *T* ($p = .88$) et qu'il était équivalent dans les conditions *SA* et *SAT* ($p = .93$). Le rappel était moins élevé dans les conditions *SA* et *SAT* que dans la condition *D* (respectivement $p < .01$ et $p = .06$).

Contrairement aux Expériences 3 et 11, l'interaction entre la similarité et le traitement était marginalement significative pour les scores *position correcte*, $F(1,17) = 3.30, p = .087, \eta_p^2 = .16$, et *ordre correct*, $F(1,17) = 3.82, p = .067, \eta_p^2 = .18$, alors qu'elle n'était pas significative pour le score *mot correct*, $F(1,17) = 2.42, p = .138, \eta_p^2 = .12$. Cette interaction était caractérisée par un effet de similarité accru lorsque l'attention était capturée, ce qui laisse supposer que l'attention jouerait un rôle dans la réduction des erreurs d'ordre liées aux traits phonologiques des mots.

L'interaction entre la suppression articulatoire et le traitement était marginalement significative pour les scores *position correcte*, $F(1,17) = 3.21, p = .091, \eta_p^2 = .16$, et *ordre correct*, $F(1,17) = 3.21, p = .091, \eta_p^2 = .16$ et non significative pour le score *mot correct*, $F(1,17) = 1.28, p = .273, \eta_p^2 = .07$. Cette interaction était caractérisée

par la disparition de l'effet de suppression articulatoire lorsque l'attention était capturée, $F(1,17) = 2.99$, $p = .102$, $\eta_p^2 = .15$. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les pourcentages de réponses correctes à la tâche de localisation étaient moins élevés dans la condition *SAT* que dans la condition *T*. Ainsi, les participants auraient délaissé la tâche de localisation au profit de la tâche de mémorisation dans la condition *SAT*. Si tel est effectivement le cas cela remettrait en cause l'absence d'additivité de la suppression articulatoire et de la capture attentionnelle dans la condition *SAT*.

Pour résumer, la présente expérience a montré qu'une durée de présentation de 5000 ms provoquait systématiquement l'émergence de l'effet de similarité phonologique, que la répétition subvocale et/ou le rafraîchissement soient réduits ou non. De plus, seul le mécanisme de répétition semblait être mis en œuvre pour le maintien des mots. Contrairement à nos attentes, il semblerait qu'une durée de présentation prolongée favorise l'encodage et le maintien de l'information verbale sous forme de représentations phonologiques.

2.3 Conclusion : Des mécanismes de maintien dépendants de la durée d'encodage

Le but des deux expériences que nous venons de présenter était de tester si la nature de l'encodage, manipulée à travers la durée de présentation des mots à mémoriser, influençait la mise en œuvre des mécanismes de répétition et de rafraîchissement. Autrement dit, nous voulions savoir si l'augmentation de la durée de présentation des mots à mémoriser favorisait le passage d'un encodage superficiel (i.e., phonologique) à un encodage en profondeur (e.g., sémantique), et par conséquent provoquait l'abandon du maintien par répétition au profit du maintien par rafraîchissement. Nous avons constaté que malgré l'accroissement de la durée de présentation des mots à mémoriser, l'encodage phonologique persistait. Bien que l'encodage phonologique semblait être abandonné lors du passage à une durée de présentation de 2000 ms, il était largement dominant avec une présentation à 5000 ms. Contrairement à l'idée de Craik et Lockhart (1972), l'allongement de la durée de présentation n'induit pas nécessairement un encodage en profondeur. Ces résultats

rejoignent ceux obtenus dans des paradigmes de MCT (e.g., Baddeley et al., 1984 ; Campoy & Baddeley, 2008 ; Coltheart, 1999 ; Longoni et al., 1993). Nos études ont également montré que la répétition était utilisée quelle que soit la durée de présentation. Cependant, malgré l'utilisation de la répétition, l'effet de similarité phonologique n'apparaissait pas systématiquement ce qui pourrait être interprété par l'implication de représentations non phonologiques dans le maintien par répétition. Toutefois, une telle interprétation serait en complète contradiction avec l'ensemble des données de nos études précédentes (i.e., Chapitre 2), ainsi qu'avec le nombre considérable d'évidences apportées par la littérature.

Effet de l'augmentation de la durée de présentation des mots

Pour pousser un peu plus loin l'étude de l'impact de la durée de présentation des mots sur les performances de rappel, nous avons analysé ensemble les résultats des deux expériences que nous venons de présenter et ceux de l'Expérience 3. Ainsi, une ANOVA a été réalisée sur le score *position correcte* en ne considérant que les performances de rappel pour les mots dissimilaires et en prenant la durée (i.e., 1000, 2000 et 5000) comme facteur inter-sujet et les quatre conditions expérimentales (i.e., *D*, *SA*, *T* et *SAT*) comme facteur intra-sujet. Les résultats ont révélé un effet de la durée de présentation, $F(2,62) = 11.77$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .28$, c'est-à-dire que plus la durée de présentation augmentait plus les performances de rappel étaient élevées (61% pour 1000 ms, 69 % pour 2000 ms et 79 % pour 5000 ms). Cependant, l'analyse post-hoc (HSD de Tukey) a révélé que le rappel était équivalent pour les trois durées dans la condition *D* ($ps > .88$). Ceci montre qu'augmenter la durée de présentation n'améliore pas les performances de rappel, par contre cela réduirait les effets de la suppression articulatoire et du traitement attentionnel. Des processus compensatoires des effets de la suppression articulatoire et de la charge attentionnelle peuvent alors avoir été mis en place durant la présentation des mots. Par exemple, il est possible qu'une durée de présentation plus longue permette d'enrichir les représentations correspondant aux mots (e.g., représentation imagée des mots) et permette ainsi de bénéficier d'une variété d'indices plus importante lors de la récupération. Il est aussi possible qu'une fois les mots encodés, le temps de présentation restant soit mis à profit pour répéter ou

rafraîchir les traces et ainsi contrecarrer le fait que ces deux mécanismes soient entravés lors de la phase de maintien. Il semble donc que la manipulation de la durée de présentation affecte les performances de rappel de manière complexe. De plus amples investigations seraient nécessaires pour étudier plus en détail les processus mis en jeu par la manipulation de la durée de présentation.

Les études que nous venons de présenter ont montré qu'il n'est pas évident qu'une durée de présentation plus importante aboutisse à un encodage plus en profondeur et à l'emploi spécifique du rafraîchissement pour le maintien des mots. Ces études n'apportent pas vraiment de réponse quant à la question qui nous intéresse dans ce chapitre, à savoir la nature des représentations impliquées dans le maintien par répétition et par rafraîchissement. Dans les études que nous allons présenter maintenant, nous nous sommes intéressés à la nature des représentations impliquées dans le maintien par rafraîchissement.

3 Implications des connaissances à long terme dans le maintien par rafraîchissement

Les études que nous avons présentées jusqu'à présent semblent indiquer que le rafraîchissement attentionnel ne repose pas sur les traits phonologiques des mots à mémoriser. Nous pouvons alors nous interroger sur la nature des représentations sur lesquelles repose ce mécanisme. D'après Camos et al. (2009), il pourrait s'agir de représentations sémantiques. Sur la base de cette idée, nous avons réalisé deux études dans lesquelles nous avons manipulé l'accès aux représentations à long terme des items à mémoriser, ainsi que la possibilité de maintenir ces items par rafraîchissement.

Dans une première étude (Expérience 13), l'accès aux représentations à long terme a été manipulé à travers la fréquence des mots à mémoriser en partant de l'idée que les représentations à long terme associées aux mots fréquents sont plus facilement accessibles que celles associées aux mots peu fréquents (e.g., Morton, 1979). Le rappel des mots fréquents devrait être favorisé comme cela a précédemment été observé (e.g., Engle et al., 1990 ; Gregg et al., 1980 ; Hulme et al., 1997 ; Roodenrys et al., 1994 ;

Roodenrys et Quinlan, 2000 ; Watkins et Watkins, 1977). De plus, si le rafraîchissement repose sur les représentations à long terme, l'avantage des mots fréquents devrait s'estomper ou disparaître lorsque le rafraîchissement ne peut pas être mis en place. Autrement dit, lorsque le rafraîchissement est entravé, l'effet de fréquence devrait être réduit, voir même être aboli. Pour tester cela, dans l'Expérience 13, nous avons repris le paradigme d'empan complexe de notre Expérience 2 dans lequel nous faisons varier la demande attentionnelle du traitement concurrent, c'est-à-dire le rythme d'apparition des stimuli à localiser.

Dans une seconde étude (Expérience 14), l'accès aux représentations à long terme a été manipulé en proposant de mémoriser des mots et des pseudo-mots, les premiers étant reliés à des connaissances à long terme, mais pas les seconds. Le rappel des mots devrait être favorisé par rapport à celui des pseudo-mots comme cela a précédemment été observé (e.g., Conlin et Gathercole, 2006 ; Hulme et al., 1991 ; Poirier et Saint-Aubin, 1996). De plus, si le rafraîchissement attentionnel repose sur les représentations à long terme, l'avantage des mots devrait s'estomper ou disparaître lorsque le rafraîchissement ne peut pas être mis en place. Pour tester cela, dans l'Expérience 14, nous avons repris le paradigme d'empan complexe de notre Expérience 3 dans lequel nous manipulons la disponibilité du rafraîchissement en introduisant un traitement concurrent, et dans lequel nous contrôlions l'utilisation de la répétition en introduisant de la suppression articulatoire.

3.1 Expérience 13 : Etude de l'implication des connaissances à long terme dans le maintien par rafraîchissement à travers l'effet de fréquence

Matériel et méthode

Participants

Dix-neuf étudiants de psychologie de l'Université de Bourgogne (France) ont participé à l'expérience en échange de points supplémentaires sur leur note d'examen. Les 16 femmes et 3 hommes étaient tous de langue maternelle française et étaient âgés de 17 à 22 ans ($m = 19.42$; $\sigma = 1.30$).

Matériel

Des listes de six mots ont été construites à partir de noms communs monosyllabiques singuliers extraits de la base de données de mots français, *Lexique 3* (New et al., 2001). Vingt listes de mots fréquents ont été construites à partir d'un corpus initial de 158 mots ayant une fréquence d'occurrence dans les livres supérieure à 70. Les listes de haute fréquence (*HF*) ont été construites de sorte que la fréquence moyenne des mots pour chaque liste était de 230 ($\sigma = 1$). Vingt listes de mots peu fréquents ont été construites à partir d'un corpus initial de 195 mots ayant une fréquence d'occurrence dans les livres inférieure à 1. Les listes de basse fréquence (*BF*) ont été construites en répartissant les mots aléatoirement. La fréquence moyenne des mots pour chaque liste était de 0.48 ($\sigma = 0.13$). Les listes sont présentées à l'Annexe 3.3.

Les listes de mots ont été pré-testées auprès de 16 étudiants de psychologie de l'Université de Bourgogne, 13 femmes et 3 hommes âgés de 18 à 23 ans ($m = 19.44$; $\sigma = 1.31$), à l'aide d'un paradigme d'empan simple identique à celui décrit dans le Chapitre 2. Les résultats ont révélé que les mots de basse fréquence étaient moins rappelés à la bonne position (38 % ; $\sigma = 10$ %) que les mots de haute fréquence (63 % ; $\sigma = 11$ %), $F(1,15) = 115.92$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .89$. La même chose a été observée pour les scores *mot correct*, $F(1,15) = 91.21$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .86$, et *ordre correct*, $F(1,15) = 9.97$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .40$. Ainsi, les listes de mots construites produisaient bien l'effet de fréquence escompté.

Procédure

La procédure d'empan complexe était la même que celle employée dans l'Expérience 2. Les participants étaient confrontés aux deux conditions de localisation des carrés, celle avec le rythme lent (1500 ms par carré) et celle avec le rythme rapide (750 ms par carré). La moitié des listes de basse fréquence et la moitié des listes de haute fréquence étaient contrebalancées dans les deux conditions de rythme. Ainsi, la moitié des participants voyait 10 listes *BF* et 10 listes *HF* avec le rythme lent et les 10 autres listes de chaque fréquence avec le rythme rapide, et inversement pour l'autre moitié des participants. Chaque mot était vu une seule fois au cours de l'expérience. L'ordre de présentation des mots d'une liste était aléatoire. Le rappel se faisait

oralement, mais contrairement à l'Expérience 2, il était demandé aux participants de signaler lorsqu'ils ne se souvenaient plus d'un mot. Ainsi, après l'apparition du mot "rappel" pendant 1000 ms, "1:" apparaissait à l'écran indiquant aux participants qu'ils devaient redonner oralement le premier mot présenté. Puis les participants appuyaient sur la touche espace faisant ainsi apparaître "2:" pour le rappel du second mot et ainsi de suite. Lorsque les participants ne se souvenaient plus d'un mot à une position donnée, ils disaient "je ne sais pas" et appuyaient sur la barre d'espace pour passer au mot suivant. L'expérimentateur notait les réponses sur une feuille prévue à cet effet.

Résultats et discussion

Les données de l'ensemble des participants ont été prises en compte pour les analyses, puisque leur pourcentage de localisations correctes était supérieur à 70 %. Des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées sur les pourcentages de localisations correctes et les TRs, avec le rythme (rapide vs. lent) et la fréquence (basse fréquence vs. haute fréquence) comme facteurs intra-sujet. Les analyses ont révélé un effet du rythme, le pourcentage de localisations correctes était significativement meilleur pour le rythme lent (93 % ; $\sigma = 4$ %) que pour le rythme rapide (88 % ; $\sigma = 6$ %), $F(1,18) = 30.35$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .63$, et les TRs étaient en moyenne plus élevés pour le rythme lent (416 ms ; $\sigma = 37$ ms) que pour le rythme rapide (381 ms ; $\sigma = 31$ ms), $F(1,18) = 36.88$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .67$. Bien que la fréquence des mots n'ait pas d'effet sur les TRs, $F < 1$, elle avait un effet tendanciel sur les performances de localisation, puisque les carrés étaient localisés avec moins d'efficacité lorsque les mots à mémoriser étaient de basse fréquence (90 % ; $\sigma = 5$ %) plutôt que de haute fréquence (91 % ; $\sigma = 5$ %), $F(1,18) = 3.83$, $p = .066$, $\eta_p^2 = .18$.

Des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées sur les scores *position correcte*, *mot correct* et *ordre correct*, avec le rythme (rapide vs. lent) et la fréquence (basse fréquence vs. haute fréquence) comme facteurs intra-sujet. Les pourcentages de rappel pour les trois scores sont présentés dans le Table 3.1. Pour le score *position correcte*, les résultats ont révélé un effet du rythme : plus de mots étaient rappelés avec le rythme lent (72 % ; $\sigma = 11$ %) qu'avec le rythme rapide (60 % ; $\sigma = 10$ %), $F(1,18) = 34.72$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .66$. Les résultats ont également mis en évidence un meilleur rappel pour

les mots de haute fréquence (75 % ; $\sigma = 10$ %) que pour les mots de basse fréquence (58 % ; $\sigma = 12$ %), $F(1,18) = 40.54$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .69$, reproduisant ainsi l'effet de fréquence observé par Gregg et al. (1980) ou Engle et al. (1990) dans des paradigmes d'empan complexe. Enfin, contrairement à ce que nous attendions, les analyses n'ont pas révélé d'interaction entre le rythme et la fréquence, $F < 1$, révélant ainsi que le coût attentionnel du traitement concurrent n'affectait pas l'avantage des mots fréquents sur les mots peu fréquents.

Table 3.1 : Performances de rappel (écart-types) en fonction du rythme de traitement (Lent ou Rapide) et de la fréquence des mots à mémoriser (Haute Fréquence ou Basse Fréquence), dans l'Expérience 13. Les résultats des ANOVAs (valeurs des F s et probabilité associée, p) pour les scores *position correcte*, *mot correct* et *ordre correct* sont reportés. Les effets significatifs apparaissent en gras.

Score	Haute Fréquence		Basse Fréquence		Tests statistiques : F (p)		
	Lent	Rapide	Lent	Rapide	Rythme	Fréquence	Rythme x Fréquence
Position correcte	81 (10)	69 (9)	64 (12)	52 (12)	34.72 (<.001)	40.54 (<.001)	40.54 (<.001)
Mot correct	88 (6)	79 (9)	73 (11)	61 (10)	53.92 (<.001)	78.08 (<.001)	1.08 (.315)
Ordre correct	91 (7)	87 (7)	87 (9)	85 (8)	4.04 (.06)	3,00 (.101)	0.96 (.342)

Le même pattern de résultats a été obtenu pour le score *mot correct*. En revanche, pour le score *ordre correct*, l'effet de fréquence n'était pas significatif, $F(1,18) = 3.00$, $p = .101$, $\eta_p^2 = .14$, le rappel de l'ordre était aussi efficace pour les mots de basse fréquence (86 % ; $\sigma = 8$ %) et de haute fréquence (89 % ; $\sigma = 7$ %). Ces résultats rejoignent ceux obtenus dans un paradigme de MCT par Poirier et Saint-Aubin (1996) ou Nairne et Kelley (2004), puisqu'ils avaient montré que la fréquence affectait le rappel des items, et dans une moindre mesure ou pas du tout le rappel de l'information d'ordre. D'après ces auteurs, le meilleur accès aux représentations en MLT pour les items fréquents permettrait de discriminer les représentations de ces items, facilitant ainsi leur rappel. Par contre, les représentations en MLT n'apporteraient aucune aide pour distinguer

l'information d'ordre associée aux items, d'où l'absence d'effet de fréquence sur l'ordre de rappel. Ceci suggère donc plutôt que l'effet de fréquence apparaîtrait au moment de la récupération des items en vu de leur rappel. Dans notre expérience, l'absence d'effet du traitement concurrent sur l'apparition de l'effet de fréquence va également dans ce sens. En effet, nos résultats ont montré que réduire le rafraîchissement lors de la phase de maintien n'avait aucun effet sur la présence de l'effet de fréquence. Il semble donc que l'effet de fréquence ne trouve pas son origine durant la phase du maintien, mais plutôt lors de la phase de récupération par redintégration (e.g., Schweickert, 1993), ou encore lors de la phase d'encodage par la création d'associations entre les mots fréquents (e.g., Lewandowsky & Murdock, 1989). Cependant, comme nous avons montré que lors du maintien il est possible de mettre en œuvre le rafraîchissement et la répétition, nous pourrions imaginer qu'ici l'effet de fréquence persévérerait lorsque le rafraîchissement était entravé, grâce à la répétition. Cette idée rejoint celle de Wright (1979) selon laquelle l'effet de fréquence résulterait de phénomènes articulatoires, les mots fréquents bénéficiant d'un taux de prononciation plus élevé que les mots peu fréquents. Nous avons vu dans le Chapitre 1 que cette idée a fortement été remise en cause, puisque l'effet de fréquence apparaissait même lorsque le taux de prononciation était contrôlé (e.g., Gregg et al., 1980, 1989 ; Hulme et al., 1997 ; Roodenrys et al., 1994). La présence de l'effet de fréquence dans notre étude a donc peu de chance de trouver une justification par l'utilisation de la répétition. Pour s'en assurer, il faudrait répliquer l'étude en empêchant également la répétition.

Les résultats de cette première étude visant à déterminer la nature des représentations impliquées dans le maintien par rafraîchissement ont montré que le rafraîchissement est indépendant de la fréquence d'occurrence des mots. Les mots fréquents, qui sont fortement reliés à des connaissances en MLT, étaient mieux rappelés, même lorsque le rafraîchissement était difficilement utilisable. Nous pourrions alors conclure de cette étude que le rafraîchissement attentionnel n'opère pas sur les représentations à long terme. Pour étendre ces résultats à d'autres phénomènes faisant intervenir les connaissances à long terme, dans l'étude suivante nous avons utilisé l'effet de lexicalité. Comme nous voulions entraver le fonctionnement du rafraîchissement tout en s'assurant que la répétition n'intervenait pas, nous avons repris le paradigme d'empan complexe de l'Expérience 3. Ainsi, nous avons fait varier orthogonalement la

disponibilité du rafraîchissement et de la répétition lors du maintien de mots reliés aux connaissances à long terme et lors du maintien de pseudo-mots non reliés à des connaissances à long terme. Dans le cas où le rafraîchissement opèrerait sur les représentations lexicales des items, l'avantage des mots sur les pseudo-mots devrait disparaître ou s'estomper lorsque l'attention est capturée par le traitement concurrent. Dans le cas contraire, cela viendrait renforcer les résultats obtenus avec l'effet de fréquence. De plus, si l'effet de lexicalité est indépendant des processus articulatoires, comme suggéré par plusieurs auteurs (e.g., Gathercole et al., 2001 ; Hulme et al., 1991, 1995), l'effet devrait persister lorsque la répétition est rendue inefficace par la suppression articulatoire. Dans l'expérience qui suit, nous avons également rajouté une condition de rappel immédiat pour comparer les performances de rappel avec celles de l'empan complexe.

3.2 Expérience 14 : Etude de l'implication des connaissances à long terme dans le maintien par rafraîchissement à travers l'effet de lexicalité

Matériel et méthode

Participants

Vingt-trois étudiants de psychologie (22 femmes et 1 homme) de l'Université de Bourgogne (France) ont participé à l'expérience en échange de points supplémentaires sur leur note d'examen. Les participants étaient tous de langue maternelle française et étaient âgés de 18 à 24 ans ($m = 19.0$; $\sigma = 1.48$).

Matériel

Les mots à mémoriser ont été extraits de la base de données *Lexique 3* (New et al., 2001). Cent vingt mots ont été sélectionnés à partir d'un corpus initial de 327 noms communs singuliers monosyllabiques ayant une structure phonologique en CVC. Les mots avaient une fréquence comprise entre 0.27 et 861 (fréquence d'occurrence selon le corpus de livres de *Lexique 3*), la moyenne étant de 59 ($\sigma = 147$). Cent vingt pseudo-mots ont été créés à partir des 120 mots précédemment sélectionnés en utilisant la

Lexique Toolbox. Ainsi, chaque pseudo-mot correspondait à un mot dont une lettre avait été modifiée. Par exemple, en modifiant une lettre au mot *chef* nous avons obtenu le pseudo-mot *chif*. Les modifications ayant abouti soit à des pseudo-mots de plus de trois phonèmes (e.g., *dune* → *duni*), soit à des pseudo-mots ayant la sonorité de mots (e.g., *chef* → *chen*), soit à des pseudo-mots non prononçables en français (e.g., *chef* → *thef*) n'ont pas été retenus. Les listes sont présentées à l'Annexe 3.4. Les participants voyaient la totalité des mots et des pseudo-mots.

Procédure

La procédure était la même que celle employée dans les Expériences 3 et 4, excepté qu'en plus des quatre conditions d'empan complexe (*D*, *SA*, *T* et *SAT*) une condition d'empan simple a été ajoutée pour comparer les performances de rappel des mots et des pseudo-mots dans les deux paradigmes. Dans la condition d'empan simple (*Simple*), les six items à mémoriser apparaissaient successivement à l'écran pendant 1000 ms. La présentation des items était immédiatement suivie par le rappel au clavier, dont la procédure était identique à celle décrite dans l'Expérience 3. Comme dans cette expérience, chaque condition comportait huit essais, quatre avec des mots et quatre avec des pseudo-mots. Les items étaient tirés aléatoirement et sans remise parmi l'ensemble de mots ou l'ensemble de pseudo-mots. L'ordre des huit essais d'une condition était aléatoire avec la contrainte de ne jamais avoir plus de deux essais consécutifs avec des mots ou des pseudo-mots. Les participants étaient prévenus au début de chaque essai de la nature des items à mémoriser (i.e., "mots" ou "pseudo-mots"). Les essais des cinq conditions étaient présentés en bloc et l'ordre de présentation des blocs était aléatoire. Chaque bloc commençait par un ou plusieurs essais d'entraînement, comme décrit dans l'Expérience 3 pour le paradigme d'empan complexe. Le bloc de la condition *Simple* commençait par un essai d'entraînement avec des prénoms à la place des items à mémoriser.

Résultats et discussion

Les données de l'ensemble des participants ont été prises en compte pour les analyses, puisque toutes conditions confondues (i.e., conditions *T* et *SAT*) leurs pourcentages de localisations correctes étaient supérieurs à 70 %. Des ANOVAs à

mesures répétées ont été réalisées sur les pourcentages de localisations correctes et sur les TRs, avec la lexicalité (mots vs. pseudo-mots) et la suppression articulatoire (sans suppression = *T* vs. avec suppression = *SAT*) comme facteurs intra-sujet. Ces analyses ont révélé un effet de suppression articulatoire aussi bien pour le pourcentage de localisations correctes, $F(1,22) = 19.10$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .46$, que pour les TRs, $F(1,22) = 8.10$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .27$. Les carrés étaient localisés plus efficacement, mais moins rapidement dans la condition *T* (82 % de localisations correctes et 431 ms) que dans la condition *SAT* (78 % de localisations correctes et 405 ms). De plus, la lexicalité des mots à mémoriser semblait influencer les performances de localisation, puisque le pourcentage de localisations correctes était moins élevé pour les mots (81 % ; $\sigma = 9$ %) que pour les pseudo-mots (79 % ; $\sigma = 10$ %), $F(1,22) = 6.57$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .23$.

Une ANOVA à mesures répétées a été réalisée sur le nombre de “ oui ” prononcés, dans les conditions *SA* et *SAT*, avec la lexicalité (mots vs. pseudo-mots) et le traitement (sans traitement = *SA* vs. avec traitement = *SAT*) comme facteurs intra-sujet. Les résultats ont révélé que le nombre de “ oui ” prononcés était en moyenne plus élevé dans la condition *SA* (11.8 ; $\sigma = 1.64$) que dans la condition *SAT* (10.9 ; $\sigma = 1.55$), $F(1,22) = 8.51$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .28$. Cet effet pourrait être imputé à la réalisation concurrente de la tâche de localisation. La lexicalité n'avait quant à elle pas d'effet sur le nombre de “ oui ” prononcés, $F < 1$.

Comparaison des paradigmes d'empan simple et d'empan complexe

En ce qui concerne les trois scores de rappel, des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées pour comparer les performances de rappel dans les conditions d'empan simple et d'empan complexe, avec la lexicalité (mots vs. pseudo-mots) et la condition (*Simple*, *D*, *SA*, *T*, *SAT*) comme facteurs intra-sujet. Pour le score *position correcte*, les résultats ont révélé un effet de lexicalité, $F(1,22) = 156.46$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .88$, ainsi qu'un effet de la condition, $F(4,88) = 24.79$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .53$. Les résultats ont également révélé une absence d'interaction entre la lexicalité et la condition, $F < 1$. Comme le montre la Figure 3.5, l'avantage des mots sur les pseudo-mots était présent aussi bien dans la condition d'empan simple que dans les conditions d'empan complexe, reproduisant ainsi les résultats obtenus par d'autres auteurs (e.g., Hulme et al., 1991,

1995 ; Conlin & Gathercole, 2006). Le pattern de résultats était identique pour le score *mot correct*, alors que pour le score *ordre correct* l'interaction entre la lexicalité et la condition était significative, $F(4,88) = 2.63$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .11$. Cette interaction était caractérisée par l'absence d'effet de lexicalité dans toutes les conditions ($ps > .15$), excepté dans la condition *SAT*, $F(1,22) = 10.36$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .32$ (Annexe 3.5). La disparition de l'effet de lexicalité lorsque seul le rappel de l'ordre était pris en compte rejoint ce qui avait été observé par Gathercole et al. (2001) ou Saint-Aubin et Poirier (2000). Les premiers avaient observé que l'effet de lexicalité était plus prononcé dans un paradigme de rappel immédiat que dans un paradigme de reconnaissance ; la reconnaissance impliquant uniquement de retenir l'ordre. Saint-Aubin et Poirier (2000) ont quant à eux observé un meilleur rappel des items pour les mots et un meilleur rappel de l'ordre pour les pseudo-mots. Le fait que la lexicalité affecte le rappel des items mais pas le rappel de l'ordre, rejoint ce qui a été dit plus haut pour la fréquence, c'est-à-dire que les connaissances en MLT permettent de discriminer les représentations des items (Hulme et al., 1991; Schweickert, 1993).

Une analyse post-hoc (HSD de Tukey) a révélé que le rappel était meilleur dans la condition *D* (57 % ; $\sigma = 19$ %) que dans les quatre autres conditions ($ps < .001$). Le rappel était équivalent dans les conditions *Simple* (36 % ; $\sigma = 16$ %), *SA* (35 % ; $\sigma = 21$ %) et *T* (43 % ; $\sigma = 20$ %), $ps > .10$. Les performances de rappel étaient les moins élevées dans la condition *SAT* (28 % ; $\sigma = 23$ %), bien que celles-ci ne différaient pas significativement de la condition *SA* ($p = .15$). Le rappel des mots était meilleur dans la condition *D* que dans les conditions *SA* et *T* ($ps < .09$) et il était meilleur dans la condition *T* que dans la condition *SA* ($p < .05$). En revanche, pour les pseudo-mots, le rappel était équivalent dans les conditions *SA* et *T* ($p = .84$), mais inférieur au rappel dans la condition *D* ($ps < .001$). Ces résultats rejoignent ceux de Conlin et Gathercole (2006) pour ce qui est des pseudo-mots. Par contre, pour les mots, ces auteurs avaient trouvé l'inverse, c'est-à-dire que le rappel était meilleur dans la condition de suppression articulatoire que dans la condition faisant intervenir un traitement attentionnel (i.e., détecter un phonème dans des stimuli auditifs).

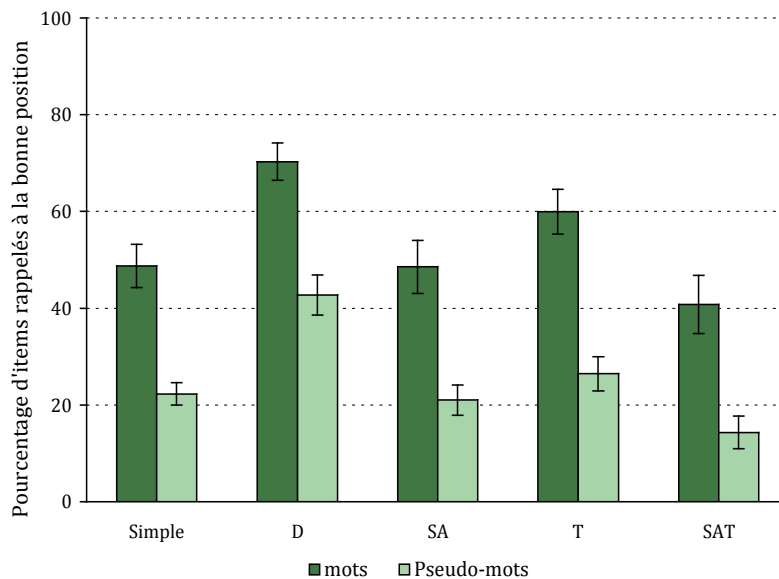


Figure 3.5 : Pourcentages d'items rappelés à la bonne position (*position correcte*) en fonction du type d'items à mémoriser (Mots ou Pseudo-mots) et de la condition d'empan simple (Simple) et des conditions d'empan complexe. *D* correspond à la condition n'impliquant aucun traitement, *SA* correspond à la condition impliquant la suppression articulatoire, *T* correspond à la condition impliquant le traitement attentionnel et *SAT* correspond à la condition impliquant à la fois la suppression articulatoire et le traitement attentionnel.

A notre connaissance, notre étude est la première à avoir comparé l'effet de lexicalité dans les paradigmes d'empan simple et d'empan complexe et à avoir montré que cet effet était présent et de taille identique dans les deux paradigmes. Ceci laisse supposer que des processus analogues sont mis en jeu dans les deux paradigmes. Cette conclusion rejoint celle de Unsworth et Engle (2007) fondée sur une méta-analyse de divers effets (e.g., effet de similarité phonologique, effet de longueur de mots, effet de fréquence), qui les avaient amenés à conclure que les deux paradigmes mesurent les mêmes processus. En revanche, l'analyse faite par Unsworth et Engle (2007) avait mis en évidence de meilleures performances de rappel dans le paradigme d'empan simple comparé au paradigme d'empan complexe. Ceci ne coïncide pas avec nos résultats, puisque le rappel était équivalent dans les conditions *Simple* et *T*. Peut-être que dans notre étude le fait que la tâche de localisation soit moins coûteuse en attention que par

exemple, la tâche de résolution d'opérations utilisée par Copeland et Radvansky (2001) pourrait expliquer pourquoi dans notre étude le rappel était équivalent dans les deux paradigmes. Nos résultats ont également mis en évidence un rappel équivalent dans les conditions *Simple* et *SA*, en contradiction avec les résultats de Oberauer et Lewandowsky (2008) qui avaient observé un rappel moins efficace lors de l'articulation du mot "super" pendant le délai qui suivait la présentation de chaque lettre à mémoriser. Enfin, nos résultats ont montré un meilleur rappel pour le paradigme d'empan complexe lorsque le délai restait vide (condition *D*) que pour le paradigme d'empan simple. Il semblerait que les délais ont été mis à profit pour consolider les traces mémorielles, par répétition, par rafraîchissement ou par tout autre processus de consolidation (e.g., regroupement, association). Une explication alternative pourrait être apportée par les théories de distinction temporelle des items (Brown, Preece & Hulme, 2000 ; Burgess & Hitch, 1999 ; Crowder, 1976 ; Neath, 1993). En effet, d'après ces théories, la séparation temporelle des items améliorerait les performances de rappel. Ainsi, dans le paradigme d'empan complexe, comme les items étaient séparés par un interval de 6s, ils auraient été plus facilement discriminables temporellement que lorsqu'ils étaient présentés les uns à la suite des autres dans le paradigme d'empan simple, et ils auraient par conséquent été mieux rappelés.

Interaction de l'effet de lexicalité avec les mécanismes de maintien

Des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées sur les trois scores de rappel des quatre conditions d'empan complexe, avec la lexicalité (mots vs. pseudo-mots), le traitement (sans traitement = *D* et *SA* vs. avec traitement = *T* et *SAT*) et la suppression articulatoire (sans suppression = *D* et *T* vs. avec suppression = *SA* et *SAT*) comme facteurs intra-sujet. Pour le score *position correcte*, les résultats ont révélé que les pseudo-mots étaient moins rappelés (26 % ; $\sigma = 17$ %) que les mots (55 % ; $\sigma = 24$ %), $F(1,22) = 120.93$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .85$. Les performances de rappel étaient moins élevées lorsque l'attention était capturée par la tâche de localisation (35 % ; $\sigma = 21$ %) que lorsqu'elle était disponible (46 % ; $\sigma = 20$ %), $F(1,22) = 18.50$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .46$, et elles étaient moins élevées lorsque la répétition était entravée par la suppression articulatoire (31 % ; $\sigma = 22$ %) que lorsqu'elle n'était pas entravée (50 % ; $\sigma = 19$ %),

$F(1,22) = 84.76$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .79$. Une fois encore, les analyses n'ont pas révélé d'interaction entre le traitement et la suppression articulatoire, $F(1,22) = 2.74$, $p = .112$, $\eta_p^2 = .11$, signant l'indépendance des deux mécanismes de maintien. L'interaction entre la lexicalité et le traitement attentionnel n'était pas significative, $F < 1$, tout comme l'interaction entre la lexicalité et la suppression articulatoire, $F(1,22) = 1.23$, $p = .279$, $\eta_p^2 = .05$. Ces résultats suggèrent que l'accès aux représentations à long terme favorisait le rappel indépendamment de la possibilité de rafraîchir ou de répéter l'information. Ceci laisserait alors supposer que ni le rafraîchissement, ni la répétition n'opèrent sur les représentations à long terme des items lors du maintien. La répétition opèrerait sur les représentations phonologiques des mots et des pseudo-mots, puisque les performances chutaient de la même manière pour les mots et les pseudo-mots lorsque la répétition était entravée. De plus, le rafraîchissement semble opérer sur des représentations qui sont communes aux mots et aux pseudo-mots, puisque les performances chutaient de la même manière pour les mots et les pseudo-mots lorsque le rafraîchissement était entravé. Le pattern de résultats était identique pour le score *mot correct* (Annexe 3.5). En revanche, pour le score *ordre correct*, la lexicalité interagissait avec le traitement et la suppression articulatoire, $F(1,22) = 5.02$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .19$ et $F(1,22) = 4.50$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .17$ respectivement, du fait que l'avantage pour les mots n'était présent que dans la condition *SAT* (Annexe 3.5).

3.3 Conclusion : indépendance du rafraîchissement à l'égard des connaissances à long terme

Le but des deux expériences que nous venons de présenter était d'étudier l'implication des représentations à long terme dans le maintien par rafraîchissement. Pour cela, nous avons utilisé les effets de fréquence et de lexicalité, classiquement expliqués en terme d'accès aux représentations à long terme, comme indice de l'implication de ces représentations lorsque le rafraîchissement était disponible et lorsqu'il était réduit par un traitement coûteux en attention. La persistance des effets de fréquence et de lexicalité lorsque l'utilisation du rafraîchissement était restreinte suggère que dans nos études le rafraîchissement était indépendant des représentations à long terme. Malgré tout, nous avons constaté une chute des performances pour les

mots comme pour les pseudo-mots lorsque l'attention était capturée. Ainsi, le rafraîchissement serait mis en jeu de la même manière pour le maintien de matériel rattaché ou non à des connaissances lexicales et sémantiques. La question de la nature des représentations sur lesquelles opère le rafraîchissement reste donc ouverte et nécessiterait des investigations plus poussées.

Dans les études que nous avons présentées, les effets de fréquence et de lexicalité restaient inchangés lorsque le rafraîchissement ou la répétition étaient entravés séparément ou conjointement durant la phase de maintien. Les effets de fréquence et de lexicalité ne seraient donc pas dus aux processus mis en jeu durant le maintien, mais plutôt aux processus mis en jeu à l'encodage ou à la récupération. L'hypothèse selon laquelle les effets émergeraient au moment de la récupération est en accord avec la théorie de réintégration soutenue par de nombreux auteurs (e.g., Brown & Hulme, 1995 ; Conlin & Gathercole, 2006 ; Lewandowsky & Farrell, 2000 ; Schweickert, 1993). Ainsi, les mots fréquents seraient mieux récupérés que les mots peu fréquents du fait que le processus de restauration des traces mémorielles à plus facilement accès aux connaissances à long terme associées aux mots. De la même manière, la récupération des mots serait plus efficace que celle des pseudo-mots, puisque les traces des mots peuvent être reconstruites à partir des connaissances à long terme. En considérant que le processus de réintégration est à l'origine des effets de fréquence et de lexicalité, ce processus pourrait avoir masqué les effets liés à l'utilisation du rafraîchissement lors du maintien. Autrement dit, il est possible que les effets de fréquence et de lexicalité aient été affectés par l'impossibilité de mettre en œuvre le rafraîchissement, mais que ceci n'ait pas été répercuté sur les performances de rappel à cause du processus de réintégration. Il serait donc intéressant de répliquer nos études en trouvant un moyen d'empêcher la réintégration d'opérer.

Résumé

Dans le présent chapitre, nous nous sommes intéressés à la nature des représentations impliquées dans le maintien par répétition et par rafraîchissement chez de jeunes adultes. En accord avec la littérature (e.g., Baddeley, 1986), nos études ont mis en évidence que la répétition repose sur les représentations phonologiques des mots. En

effet, nous avons constaté que l'emploi de la répétition se traduisait systématiquement par l'apparition de l'effet de similarité phonologique, que ce soit lorsque les participants devaient utiliser spécifiquement la répétition ou que ce soit lorsque seule la répétition était disponible. Bien que la nature des représentations impliquées dans le maintien par répétition semble clairement identifiée, il n'en est pas de même pour le maintien par rafraîchissement. En effet, nous avons constaté que l'emploi du rafraîchissement ne laissait presque jamais apparaître l'effet de similarité phonologique. De plus, nous avons constaté que les effets de fréquence et de lexicalité, qui reposent sur les représentations à long terme des items à retenir, n'étaient pas affectés par la manipulation de l'utilisation du rafraîchissement. Ainsi, le rafraîchissement semble être indépendant des représentations phonologiques, comme le suggèrent plusieurs auteurs (e.g., Camos et al., 2009 ; Chen & Cowan, 2009), et semble également être indépendant des représentations à long terme, contrairement à l'idée émise par Camos et al. (2009). Toutefois, les études que nous avons réalisées demandent à être reproduites et développées avant d'en arriver à une conclusion aussi unanime que pour la répétition.

Chapitre 4.

Discussion Générale

Le présent travail visait à étudier les processus à l'œuvre dans le maintien de l'information verbale en MDT et la manière dont ils interagissent. Dans la littérature, deux mécanismes ont été identifiés comme intervenant dans le maintien d'items verbaux ; il s'agit de la répétition subvocale (Baddeley, 1986) et du rafraîchissement attentionnel (Barrouillet et al., 2007 ; Cowan, 1999 ; Johnson, 1992). D'après le modèle de la boucle phonologique de Baddeley (1986), la répétition subvocale est un mécanisme spécifique qui consiste à faire recirculer l'information verbale sous forme phonologique jusqu'à sa récupération. Autrement dit, des mots seraient retenus par répétition successive des phonèmes qui les composent. Ce mécanisme est classiquement mis en évidence dans des paradigmes de rappel immédiat par l'observation des effets de similarité phonologique, de longueur de mots ou de suppression articulatoire. Ces effets ont également été observés dans des tâches de MDT, notamment dans des paradigmes

d'empan complexe (e.g., Lobley et al., 2005 ; Tehan et al., 2001 ; Camos et al., 2009). Le rafraîchissement attentionnel est un mécanisme général décrit dans le modèle MEM de Johnson (1992) et dans le modèle TBRS de Barrouillet et al. (2007) comme permettant de rehausser le niveau d'activation des traces mémorielles par focalisation de l'attention. Ce mécanisme a été mis en évidence dans des paradigmes d'empan complexe (e.g., Barrouillet et al., 2004, 2007) à travers la réduction des performances de rappel lors de l'augmentation du coût attentionnel de la tâche de traitement concurrente.

L'implication à la fois de la répétition subvocale et du rafraîchissement attentionnel pour le maintien de l'information verbale étant suggérée par plusieurs auteurs (Baddeley, 2000 ; Cowan, 1999 ; Engle et al., 1999 ; Camos et al., 2009), restait à savoir comment ces deux mécanismes interagissaient au sein de la MDT. Lors de précédents travaux, Camos et al. (2009) se sont attelés à étudier cette interaction en manipulant orthogonalement la disponibilité de chacun des deux mécanismes. Les auteurs ont conclu de leurs études que la répétition et le rafraîchissement sont deux mécanismes indépendants et qu'ils peuvent être mis en jeu conjointement pour le maintien de lettres en MDT. Pour expliquer leurs résultats, Camos et al. (2009) ont proposé d'intégrer un mécanisme de maintien spécifique au mécanisme de maintien général déjà présent dans la version antérieure du modèle TBRS (Barrouillet et al., 2007). Ainsi, dans le modèle TBRS étendu de Camos et al. (2009), l'information verbale serait maintenue simultanément et de manière indépendante au niveau périphérique par répétition subvocale et au niveau central par rafraîchissement attentionnel. D'après les auteurs, le maintien au niveau périphérique opérerait sur les représentations phonologiques des items, alors que le maintien au niveau central opérerait sur des représentations moins superficielles que les représentations phonologiques (e.g., sémantiques).

Dans la lignée des études princeps de Camos et al. (2009) et dans l'optique d'étayer le modèle TBRS étendu, nous avons réalisé plusieurs études dont le but était de tester l'indépendance des deux niveaux de maintien postulée dans ce modèle, chez de jeunes adultes, ainsi que chez des enfants âgés de 7-8 ans. Plus précisément, les études réalisées visaient dans un premier temps à tester l'implication respective de la répétition subvocale et du rafraîchissement attentionnel, ainsi que l'interaction de ces deux mécanismes pour le maintien de mots en MDT. Dans un deuxième temps, les

études réalisées visaient à tester la nature et l'indépendance des représentations mises en jeu lors du maintien par répétition et par rafraîchissement.

Dans le présent chapitre, nous verrons comment le modèle TBRS étendu (Camos et al., 2009) s'accorde avec les données de nos études (les principaux résultats de nos études sont présentés en Annexe 4.1). Puis, nous verrons comment nos résultats peuvent être interprétés par les autres modèles de MDT. Enfin, nous essayerons de comprendre à partir des résultats de nos études de quelle manière les différents processus de maintien sont sélectionnés et mis en œuvre séparément ou conjointement pour la mémorisation de mots.

1 Deux niveaux de maintien en MDT : Le modèle TBRS étendu

1.1 Indépendance et complémentarité

L'implication respective de la répétition et du rafraîchissement, ainsi que leur interaction pour le maintien de mots ont été testées dans un premier temps en empêchant le fonctionnement de chacun des mécanismes au sein d'un paradigme d'empan complexe. Pour cela, nous avons utilisé une tâche de suppression articulatoire ou une tâche de capture attentionnelle comme traitement concurrent à la mémorisation des mots. Chacune de ces tâches avait respectivement pour objectif d'empêcher le fonctionnement de la répétition ou du rafraîchissement. Puis dans un deuxième temps, l'utilisation spécifique de chaque mécanisme a été testée en donnant aux participants l'instruction de retenir les mots en se les répétant silencieusement ou en y repensant. Les résultats de nos études rejoignent ceux de Camos et al. (2009) puisqu'ils ont montré que la répétition et le rafraîchissement étaient mis en jeu pour le maintien de mots, et qu'ils intervenaient indépendamment l'un de l'autre. En effet, réduire le fonctionnement de la répétition n'altérerait pas le fonctionnement du rafraîchissement et inversement, réduire le fonctionnement du rafraîchissement n'altérerait pas le fonctionnement de la répétition. Un argument supplémentaire en faveur de l'indépendance des deux mécanismes est apporté par le fait que les individus peuvent sélectionner de manière

spécifique l'un ou l'autre mécanisme suivant les instructions reçues. L'ensemble de ces études renforce donc l'idée de l'utilisation indépendante de la répétition et du rafraîchissement. Les études ont également révélé que les effets des deux mécanismes étaient additifs, c'est-à-dire qu'ils pouvaient être mis en œuvre conjointement. En effet, comme l'avaient observé Camos et al. (2009, Expérience 4), les performances de rappel étaient meilleures lorsque les deux mécanismes étaient disponibles que lorsque l'un des deux mécanismes était entravé, et le rappel était d'autant plus affecté que les deux mécanismes étaient entravés simultanément. Autrement dit, l'information verbale était maintenue par les deux mécanismes lorsque ceux-ci étaient disponibles.

L'ensemble des études réalisées auprès d'adultes semble donc aller dans le sens du modèle TBRS étendu de Camos et al. (2009) qui postule l'existence de deux niveaux de maintien indépendants et complémentaires. Les données récoltées chez l'enfant, laissent supposer que ces deux niveaux de maintien sont déjà présents dès l'âge de 7 ans, puisque le pattern de résultats était semblable à celui observé chez l'adulte (e.g., Expérience 5). Par contre, les résultats laissent penser que les enfants n'utilisent pas encore les deux mécanismes de maintien simultanément. Toutefois, ces résultats demandent à être reproduits en contrôlant un certain nombre de facteurs susceptibles d'avoir masqué l'utilisation conjointe des deux mécanismes par les enfants.

1.2 Des représentations distinctes

La distinction faite dans le modèle TBRS étendu entre les représentations impliquées dans le maintien au niveau central et au niveau périphérique est soutenue par les résultats de nos études. Au niveau périphérique, la répétition semble effectivement intervenir sur la base des représentations phonologiques des mots, alors qu'au niveau central, le rafraîchissement semble être indépendant de telles représentations. Un premier argument en faveur de cette conclusion est la disparition des effets phonologiques lorsque la répétition était entravée, alors que ces effets persistaient lorsque le rafraîchissement était entravé. En effet, les résultats ont montré que lorsque la répétition était accaparée par l'articulation de matériel non pertinent, le désavantage des mots similaires par rapport aux mots dissimilaires disparaissait. De la même manière, le désavantage pour les mots phonologiquement longs par rapport aux

mots phonologiquement courts disparaissait sous suppression articulatoire. Par contre, empêcher l'utilisation du rafraîchissement n'affectait en rien l'apparition des effets de similarité phonologique et de longueur de mots. Le second argument en faveur de la dépendance de la répétition à l'égard des représentations phonologiques provient du fait que l'effet de similarité phonologique était présent lorsqu'il était explicitement demandé aux participants d'utiliser la répétition pour maintenir les mots. Par contre, lorsque les participants recevaient pour consigne d'utiliser le rafraîchissement, le rappel n'était pas affecté par la similarité phonologique des mots.

Si les deux arguments fournis par nos différentes études semblent clairement indiquer que la répétition subvocale repose sur les représentations phonologiques des mots, alors que le rafraîchissement est indépendant de telles représentations, les études dans lesquelles nous avons fait varier la durée d'encodage sont moins univoques. En effet, pour une durée d'encodage de 2000 ms, l'effet de similarité phonologique n'était pas présent lorsque la répétition était disponible et pour un encodage de 5000 ms, l'effet de similarité phonologique apparaissait de la même manière que la répétition ou le rafraîchissement soit ou non entravés. De plus, dans les deux études, l'effet de similarité phonologique persistait sous suppression articulatoire. L'ensemble de ces résultats traduit la complexité des effets de l'encodage sur la nature des mécanismes de maintien mis en jeu et nécessiterait de plus amples investigations.

Etant donné que la majorité de nos résultats suggère que les représentations phonologiques des mots n'interviennent pas dans le maintien par rafraîchissement, nous avons testé l'idée évoquée dans le modèle TBRS étendu selon laquelle le rafraîchissement interviendrait sur les représentations à long terme des mots. Nous avons donc manipulé les représentations à long terme des items à travers la fréquence d'occurrence des mots ou à travers l'accès lexical des items à mémoriser. Il s'est avéré que l'avantage des mots de haute fréquence sur les mots de basse fréquence persistait lorsque le rafraîchissement était rendu inopérant par un traitement concurrent coûteux en attention. De la même manière, l'avantage des mots par rapport aux pseudo-mots, les premiers bénéficiant d'un accès aux représentations en MLT dont ne bénéficient pas les seconds, demeurait inchangé lorsque le rafraîchissement pouvait difficilement être utilisé. L'effet de lexicalité n'était pas non plus affecté par la suppression articulatoire, montrant ainsi que la répétition subvocale ne repose pas sur les représentations à long

terme. Au regard de ces résultats, il semble que le rafraîchissement, en plus d'être indépendant des représentations phonologiques, soit également indépendant des représentations à long terme des items à retenir. Il serait intéressant de tester si manipuler les connaissances à long terme associées aux mots de façon différente aboutirait aux mêmes patterns de résultats. Par exemple, nous pourrions tester le rappel de mots ayant différents degrés de concrétude ou de mots appartenant ou non à la même catégorie sémantique. Enfin, comme dans le modèle TBRS étendu il est proposé que les traces impliquées dans le rafraîchissement seraient multimodales, nous pourrions manipuler simultanément plusieurs propriétés à long terme des mots.

Les données de nos études convergent de manière générale vers le modèle TBRS étendu, puisque comme nous venons de le voir, elles ont mis en évidence l'indépendance et l'implication conjointe de deux niveaux de maintien, l'un reposant sur la répétition subvocale et les représentations phonologiques des items à mémoriser et l'autre reposant sur le rafraîchissement attentionnel et des représentation autre que phonologiques. L'idée de l'implication d'un niveau périphérique et d'un niveau central dans le maintien de l'information verbale en MDT telle qu'elle est formulée dans le modèle TBRS étendu semble assez vraisemblable. D'autres modèles, comme les modèles attentionnels (Cowan, 1999 ; Engle et al., 1999) ou le modèle à Composantes Multiples (Baddeley, 2000) peuvent également rendre compte des résultats de nos études.

2 Deux niveaux de maintien en MDT : Les autres modèles

2.1 Les modèles attentionnels

Le modèle de Processus Emboîtés de Cowan (1995, 1999) apporte essentiellement une description des processus attentionnels responsables du maintien de l'activation des traces mémorielles. Bien que Cowan (1999, 2001) fasse la distinction entre les mécanismes de focus attentionnel et de répétition subvocale, le premier étant général et limité en capacité de stockage, alors que le second est spécifique et limité en

durée de stockage, son modèle ne fait pas état de la relation qu'entretiennent ces deux mécanismes. Cowan (2001) suggère que les deux mécanismes peuvent travailler conjointement, notamment lorsque les capacités de stockage par répétition sont surchargées (i.e., pour retenir 8 items, 5 sont maintenus par répétition et les 3 autres sont sous le focus attentionnel). Chen et Cowan (2009) avancent l'idée d'une collaboration en parallèle des deux mécanismes de maintien, ce que semblent effectivement montrer nos études. En fait, bien que le modèle de Processus Emboîtés n'exclue pas la coopération des deux mécanismes de maintien, il manque de précisions quant à la relation entre le mécanisme de maintien spécifique et le mécanisme de maintien général.

Le modèle d'Attention Contrôlée de Engle et al. (1999) intègre quant à lui les deux mécanismes de maintien. En effet, dans ce modèle, une distinction est faite entre un processus d'activation général contrôlé par l'attention et des stratégies de maintien spécifiques dont la répétition subvocale fait partie. Cette distinction concorde avec l'indépendance de la répétition subvocale et du rafraîchissement attentionnel observée dans nos études. En effet, ceci explique pourquoi le rappel chutait de manière indépendante lorsque le processus attentionnel était capturé par la tâche concurrente et lorsque la stratégie de répétition était entravée par la suppression articulatoire. Par contre, d'après Engle et Kane (2004), l'attention contribuerait au maintien des traces mémorielles lorsque la répétition subvocale est rendue inopérante ou inefficace. Autrement dit, le mécanisme de rafraîchissement attentionnel n'opérerait que lorsque la répétition subvocale est entravée. Nos résultats semblent plutôt indiquer que le mécanisme de rafraîchissement attentionnel peut être mis en œuvre conjointement au mécanisme de répétition subvocale. Le modèle d'Attention Contrôlée s'accorde également avec le fait que les traces mémorielles sont maintenues sous forme de représentations phonologiques par répétition, alors que le rafraîchissement ne semble pas reposer sur un type de représentations spécifiques. Le modèle d'Attention Contrôlée de Engle et al. (1999) rend assez bien compte de nos données, au même titre que le modèle TBRS étendu, les deux modèles étant sensiblement analogues dans l'idée d'une dissociation entre le processus de maintien central et le processus de maintien périphérique.

2.2 Le(s) modèle(s) à Composantes Multiples

Le modèle à Composantes Multiples tel qu'il était initialement conçu, comportait deux systèmes de maintien spécifiques à la nature de l'information à mémoriser (i.e., verbale ou visuo-spatiale) et un administrateur central chargé de répartir les ressources attentionnelles entre les deux systèmes (Baddeley & Hitch, 1974 ; Baddeley, 1986). Ce modèle n'est pas en mesure d'expliquer les résultats de nos expériences, puisqu'il suppose que seule la boucle phonologique à travers la répétition subvocale est responsable du maintien de l'information verbale. Cette version du modèle pourrait néanmoins rendre compte de la mise en jeu de deux mécanismes de maintien distincts, si une fonction de stockage et un mécanisme de maintien étaient attribués à l'administrateur central. Baddeley (1996), puis Baddeley et Logie (1999) ont écarté l'idée d'attribuer une fonction de stockage à l'administrateur central et considèrent l'administrateur central comme un système purement attentionnel dédié au traitement. Il est alors concevable que l'administrateur central par l'intermédiaire de processus attentionnels soit directement impliqué dans le maintien de l'activation des traces mémorielles comme dans les modèles de Cowan (1999) ou de Engle et al. (1999). Ainsi, l'administrateur central pourrait directement agir sur les traces phonologiques stockées dans la boucle phonologique pour entretenir leur niveau d'activation. Un tel fonctionnement impliquerait que le processus attentionnel soit dépendant des représentations phonologiques, or nos études semblent indiquer que ce n'est pas le cas, puisqu'elles révèlent une dissociation entre le processus de maintien attentionnel et les traits phonologiques des items à retenir.

Par contre, le modèle à Composantes Multiples agrémenté d'un système de stockage multimodal contrôlé par l'administrateur central, le buffer épisodique (Baddeley, 2000), s'accorde assez bien avec nos données. En effet, d'après le modèle proposé en 2000 par Baddeley, l'information verbale serait maintenue sous forme phonologique dans la boucle phonologique grâce à la répétition subvocale et sous forme multimodale dans le buffer épisodique grâce à des processus attentionnels contrôlés par l'administrateur central. Cette conception permet non seulement de rendre compte de l'indépendance des deux mécanismes de maintien que sont la répétition subvocale et le rafraîchissement attentionnel, mais elle permet aussi de rendre compte de la

dépendance du premier à l'égard des traits phonologiques des items à retenir. De plus, les données de nos expériences apportent une précision au modèle, puisqu'elles indiquent que l'information peut être simultanément maintenue par la boucle phonologique et le buffer épisodique. Cependant, comme Camos et al. (2009) l'ont souligné, ce modèle manque de parcimonie, puisque pour expliquer l'utilisation conjointe de la répétition et du rafraîchissement, cela implique que l'information soit stockée à deux endroits distincts, dans la boucle phonologique et dans le buffer épisodique.

Nous avons vu que le modèle d'Attention Contrôlée (Engle et al., 1999) et le modèle à Composantes Multiples (Baddeley et al., 2000) peuvent, au même titre que le modèle TBRS étendu (Camos et al., 2009), rendre compte de la dissociation observée dans nos études entre le processus de maintien spécifique et le processus de maintien général. Nous allons maintenant voir comment ces deux processus peuvent être sélectionnés et mis en œuvre de manière adaptée.

3 Sélection et mise en œuvre du processus de maintien adapté

Dans la littérature, les études de Hanley et Bakopoulou (2003) et Campoy et Baddeley (2008) ont montré qu'il est possible d'orienter la stratégie d'encodage de l'information à mémoriser par la consigne donnée aux participants. Des effets phonologiques étaient observés lorsque les participants avaient pour consigne de se répéter silencieusement les items. Par contre, les effets phonologiques n'étaient pas observés lorsque les participants devaient former des phrases contenant des mots commençant par les lettres à mémoriser (Hanley & Bakopoulou, 2003) ou récupérer la signification des mots à mémoriser (Campoy & Baddeley, 2008). Dans ces études, les consignes données aux participants indiquaient la manière dont les items devaient être encodés. Par contre, elles ne permettaient pas de savoir si les effets observés étaient dus à la nature de l'encodage ou à la manière dont les items étaient maintenus. En effet, le paradigme de MCT employé dans ces études ne permet pas de faire la distinction entre l'encodage et le maintien, puisque le maintien des items précédemment encodés a lieu

en même temps que l'encodage de l'item présenté. Il n'est donc pas possible de savoir si les effets observés sont dus à la profondeur de l'encodage ou à l'emploi d'un mécanisme de maintien spécifique. Par exemple, il n'est pas possible de savoir si le rappel est affecté par l'encodage phonologique des items ou par le maintien des items par répétition. En revanche, les paradigmes de MDT, pour lesquels la phase d'encodage et la phase de maintien sont décalées permettent de dissocier ces deux phénomènes. Dans nos études réalisées avec un paradigme d'empan complexe (Expériences 8 et 9), nous avons montré qu'il est possible d'orienter la stratégie de maintien de l'information par la consigne donnée aux participants. Les résultats ont montré que les mots étaient maintenus sous forme phonologique lorsque les participants recevaient pour consigne d'utiliser la répétition, mais pas lorsqu'ils recevaient pour consigne d'utiliser le rafraîchissement. Il semble donc que lorsqu'une stratégie de maintien est imposée, cela induise un encodage spécifique associé à cette stratégie. La nature de l'encodage serait donc indissociable du mécanisme de maintien employé et réciproquement.

Il semblerait donc que les individus puissent utiliser une stratégie spécifique. Nous pourrions alors imaginer que les individus ne recevant aucune consigne spécifique quant à la manière d'encoder ou de retenir les mots soient capables de sélectionner la stratégie adaptée à la situation face à laquelle ils se trouvent. C'est effectivement ce que semblent indiquer les résultats de nos études, puisque lorsque la quantité de ressources attentionnelles disponibles diminuait, les participants optaient pour un encodage phonologique et un maintien par répétition, alors que lorsque les participants étaient dans une situation de suppression articulatoire, ils optaient pour un encodage non phonologique et un maintien par rafraîchissement (Expériences 3 et 4).

De plus, il semblerait que le choix de la stratégie mise en œuvre puisse également être influencé par le type de matériel à maintenir. En effet, dans l'Expérience 10, l'absence d'effet de similarité phonologique dans la condition de faible capture attentionnelle (i.e., tâche de détection) n'était pas reproduite avec des conditions de capture attentionnelle plus faibles (Expérience 3) ou plus élevées (Expérience 2). L'effet de similarité phonologique apparaissait dans l'Expérience 3 lorsqu'aucun traitement concurrent ne capturerait l'attention. Il apparaissait également dans l'Expérience 2, lorsque le rythme de la tâche de localisation était lent, c'est-à-dire lorsque l'attention était plus fortement capturée que dans l'Expérience 10. Le matériel employé pourrait

être à l'origine de la différence de résultats dans ces trois expériences. En effet, la similarité phonologique entre les mots était plus prononcée dans l'Expérience 10 que dans les deux autres expériences, puisque dans la première les mots à mémoriser partageaient en moyenne deux phonèmes, alors que dans les deux autres expériences, les mots n'avaient qu'un seul phonème en commun. Le degré de similarité phonologique plus saillant dans l'Expérience 10 aurait conduit les participants à opter pour la stratégie non phonologique plus efficace au regard du matériel, d'où l'absence d'effet de similarité phonologique. Par contre, dans les Expériences 2 et 3 comme la similarité phonologique était moins flagrante les participants auraient utilisé la stratégie phonologique, d'où la présence de l'effet de similarité.

Le nombre d'items à mémoriser peut également avoir une incidence sur la stratégie adoptée. Par exemple, l'utilisation de la stratégie phonologique tend à disparaître lors de l'augmentation du nombre d'items à mémoriser (Hall et al., 1983; Hanley & Broadbent, 1987; Jones, Hughes & Macken, 2006 ; Salamé & Baddeley, 1986). Dans l'étude de Salamé et Baddeley (1986), l'effet de similarité phonologique disparaissait pour des listes de huit lettres, alors que l'effet était présent pour des listes comportant un nombre de lettres moins important. Nous avons constaté le même phénomène dans notre Expérience 1, puisque l'effet de similarité était présent pour les listes de cinq ou six mots, mais pas pour les listes de sept mots. D'après Baddeley et Larsen (2007), la disparition des effets phonologiques avec l'augmentation du nombre d'items à mémoriser signerait l'abandon de la stratégie phonologique au profit d'une stratégie visuelle ou sémantique.

Au regard de l'ensemble de ces données, la plupart des auteurs s'accordent à dire qu'il est possible de sélectionner la stratégie d'encodage et de maintien adaptée à la situation, considérant ainsi que seule la stratégie estimée comme étant la plus efficace est mise en œuvre. Cependant, les données de Camos et al. (2009) ainsi que les résultats de nos travaux (e.g., Expérience 3) ont montré que lorsque les ressources attentionnelles étaient disponibles et en l'absence de suppression articulatoire, les mécanismes de répétition et de rafraîchissement étaient mis en œuvre conjointement. Les deux stratégies interviendraient donc de manière coordonnée dans la mémorisation de l'information verbale. Cette idée avait été proposée par Baddeley et Ecob (1970) qui avaient montré que pour un même matériel les performances de rappel immédiat

étaient affectées par la similarité phonologique et les performances de rappel différé étaient affectées par la similarité sémantique. Ces résultats étaient interprétés comme reflétant l'encodage simultané des traits phonologiques et sémantiques des items à mémoriser. D'après Campoy et Baddeley (2008), l'encodage sémantique et l'encodage phonologique pourraient être réalisés en parallèle. L'idée qu'un item puisse être encodé et maintenu à la fois phonologiquement et non phonologiquement explique pourquoi dans nos études les effets phonologiques apparaissaient lorsque les deux mécanismes de maintien étaient disponibles (Expériences 2, 3 et 4). Les mots étant encodés phonologiquement, il est normal que le rappel ait été affecté par les traits phonologiques des mots. Par contre, cela n'explique pas l'absence d'effet de similarité phonologique pour la condition de faible charge attentionnelle dans l'Expérience 10. Un moyen de s'accorder avec ce résultat serait de considérer que les deux stratégies sont mises en œuvre de manière séquentielle au cours d'un épisode de mémorisation. Comme l'avait suggéré Cowan (2001), la stratégie phonologique serait employée pour certains items et la stratégie non phonologique pour les items restants. Par exemple, nous pourrions imaginer que les premiers mots seraient mémorisés grâce au processus phonologique, puis une fois celui-ci surchargé le processus non phonologique prendrait le relais pour les items restants. Ainsi, la fluctuation de l'apparition de l'effet de similarité phonologique s'expliquerait par la prédominance d'une stratégie sur l'autre au sein d'une liste de mots à mémoriser. Dans l'Expérience 10, la forte ressemblance phonologique des mots suggérerait rapidement le passage au processus non phonologique, augmentant ainsi le nombre de mots retenus par ce processus, d'où la réduction de l'effet de similarité phonologique. Ainsi, bien que les processus phonologique et non phonologique soient utilisés conjointement le second serait prédominant. Si un tel fonctionnement est avéré, cela devrait se ressentir lors de l'analyse des courbes de positions sérielles, l'effet de similarité phonologique devrait apparaître pour les premières positions, mais pas pour les dernières, alors que l'effet du traitement attentionnel devrait se faire ressentir sur les dernières positions et pas sur les premières. L'analyse des courbes de positions sérielles dans l'Expérience 2 montre que ce n'est pas le cas (Annexe 3.6). En effet, bien que la capture des ressources attentionnelles par le traitement concurrent semble effectivement affecter les dernières positions (i.e., effet du rythme de la tâche de localisation significatif pour les positions 3,

4, 5 et 6 révélé par un test HSD de Tukey, $ps < .05$), l'effet de similarité phonologique apparaît pour les dernières positions ($ps < .001$), mais pas pour les deux premières ($ps < .32$). Le pattern de résultats était semblable pour l'Expérience 3 (voir Annexe 4.2). D'une manière générale, le maintien des deux premiers mots ne semble être affecté ni par le traitement concurrent, ni par la similarité phonologique. Ces résultats semblent plutôt indiquer que la répétition et le rafraîchissement sont mis en jeu en parallèle sur les mêmes items et non pas séquentiellement sur des items différents. Pour vérifier cela, des techniques d'imagerie cérébrale comme l'électroencéphalographie ou la magnétoencéphalographie pourraient être employées pour étudier le décours temporel de l'activité cérébrale. En effet, comme la répétition et le rafraîchissement semblent faire intervenir des zones cérébrales distinctes, respectivement le cortex dorso-latéral préfrontal et le cortex ventro-latéral préfrontal (Raye et al., 2002, 2007), l'utilisation des deux mécanismes dans le temps devrait pouvoir être mise en évidence. Ainsi, l'activation simultanée des deux aires cérébrales lors du maintien d'un mot montrerait que les deux mécanismes sont utilisés conjointement pour un même item. En revanche, si les deux mécanismes sont mis en œuvre de manière séquentielle, le cortex dorso-latéral préfrontal devrait s'activer lors du maintien de certains items et le cortex ventro-latéral préfrontal devrait s'activer lors du maintien des autres items.

4 Conclusion et perspectives

Un certain nombre de preuves en faveur d'une dissociation de l'implication d'un processus spécifique et d'un processus général dans le maintien de l'information verbale en MDT ont été apportées par nos travaux. Ainsi, il semble que des mots puissent être maintenus à la fois par répétition subvocale et par rafraîchissement attentionnel. Il reste cependant à déterminer la nature exacte de la collaboration entre ces deux mécanismes, pour savoir s'ils sont mis en œuvre en parallèle ou en alternance au cours d'un épisode de maintien. De plus, nos travaux ont montré que des représentations distinctes étaient impliquées dans le maintien par répétition et par rafraîchissement. La répétition semble assez clairement reposer sur les traits phonologiques des items à mémoriser. Par contre, bien que le maintien par rafraîchissement semble être indépendant des traits

phonologiques des mots, nos études n'ont pas permis de déterminer la nature des représentations impliquées dans le rafraîchissement. Les études futures doivent donc être orientées dans ce sens pour tester l'hypothèse selon laquelle le mécanisme de maintien attentionnel opèrerait sur des représentations multidimensionnelles, comme le suggèrent plusieurs auteurs (Baddeley, 2000 ; Camos et al., 2009 ; Engle et al., 1999). Enfin, il serait également intéressant d'étudier si le rafraîchissement attentionnel est à l'œuvre dans les paradigmes de MCT et s'il vient suppléer la répétition subvocale, de manière analogue à ce qui a été observé dans les paradigmes de MDT.

Bibliographie

- Anderson, J. R., Reder, L. M., & Lebiere, C. (1996). Working memory: activation limitations on retrieval. *Cognitive Psychology*, 30(3), 221-256.
- Baayen, R. H., Piepenbrock, R., & Gulikers, L. (1995). *The CELEX lexical database*. Philadelphia, PA: Linguistic Data Consortium.
- Baddeley, A. D. (1966). Short-term memory for word sequences as a function of acoustic, semantic and formal similarity. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 18(4), 362-365.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1990). *Human memory, theory and practice*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the Central Executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 49(1), 5 - 28.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A. D. (2002). The Psychology of Memory. In A. D. Baddeley, M. D. Kopeinian & B. A. Wilson (Eds.), *Handbook of Memory Disorders* (2nd ed., pp. 3-15). Hove: Psychology Press.

- Baddeley, A. D., Chincotta, D., Stafford, L., & Turk, D. (2002). Is the word length effect in STM entirely attributable to output delay? Evidence from serial recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, *55*(2), 353-369.
- Baddeley, A. D., & Ecob, J. R. (1970). Simultaneous acoustic and semantic coding in short-term memory. *Nature*, *227*(5255), 288-289.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. In G. A. Bower (Ed.), *Recent Advances in Learning and Motivation* (Vol. 8, pp. 47-90). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D., & Larsen, J. D. (2007). The phonological loop unmasked? A comment on the evidence for a perceptual-gestural alternative. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *60*(4), 497-504.
- Baddeley, A. D., Lewis, V., Eldridge, M., & Thomson, N. (1984). Attention and retrieval from long-term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, *113*(4), 518-540.
- Baddeley, A. D., Lewis, V., & Vallar, G. (1984). Exploring the articulatory loop. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, *36*(2), 233-252.
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. In A. Myake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 28-61). New York: Cambridge university press.
- Baddeley, A. D., Logie, R., Bressi, S., Della Sala, S., & Spinnler, H. (1986). Dementia and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, *38*(4), 603-618.
- Baddeley, A. D., & Scott, D. (1971). Word frequency and the unit sequence interference hypothesis in short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *10*(1), 35-40.
- Baddeley, A. D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *14*(6), 575-589.
- Barrouillet, P., Bernardin, S., & Camos, V. (2004). Time Constraints and Resource Sharing in Adults' Working Memory Spans. *Journal of Experimental Psychology: General*, *133*(1), 83-100.
- Barrouillet, P., Bernardin, S., Portrat, S., Vergauwe, E., & Camos, V. (2007). Time and Cognitive Load in Working Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *33*(3), 570-585.
-
-

-
-
- Barrouillet, P., & Camos, V. (2001). Developmental Increase in Working Memory Span: Resource Sharing or Temporal Decay? *Journal of Memory and Language*, 45(1), 1-20.
- Barrouillet, P., Gavens, N., Vergauwe, E., Gaillard, V., & Camos, V. (2009). Working memory span development: a time-based resource-sharing model account. *Developmental Psychology*, 45(2), 477-490.
- Bayliss, D. M., Jarrold, C., Baddeley, A. D., Gunn, D. M., & Leigh, E. (2005). Mapping the developmental constraints on working memory span performance. *Developmental psychology*, 41(4), 579-597.
- Bjork, R. A., & Whitten, W. B. (1974). Recency-sensitive retrieval processes in long-term free recall. *Cognitive Psychology*, 6(2), 173-189.
- Bridges, A. M., & Jones, D. (1996). Word Dose in the Disruption of Serial Recall by Irrelevant Speech: Phonological Confusions or Changing State? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 49(4), 919 - 939.
- Brown, G. D., Preece, T., & Hulme, C. (2000). Oscillator-based memory for serial order. *Psychol Rev*, 107(1), 127-181.
- Brown, G. D., & Hulme, C. (1995). Modeling Item Length Effects in Memory Span: No Rehearsal Needed? *Journal of Memory and Language*, 34(5), 594-621.
- Brown, J. (1958). Some tests of the decay theory of immediate memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 10(1), 12 - 21.
- Buchner, A., Irmen, L., & Erdfelder, E. (1996). On the Irrelevance of Semantic Information for the Irrelevant Speech Effect. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 49, 765-779.
- Burgess, N., & Hitch, G. J. (1999). Memory for Serial Order: A Network Model of the Phonological Loop and Its Timing. *Psychological Review*, 106(3), 551-581.
- Camos, V., Lagner, P., & Barrouillet, P. (2009). Two maintenance mechanisms of verbal information in working memory. *Journal of Memory and Language*, 61(3), 457-469.
- Campoy, G., & Baddeley, A. D. (2008). Phonological and semantic strategies in immediate serial recall. *Memory*, 16(4), 329-340.
- Cantor, J., Engle, R. W., & Hamilton, G. (1991). Short-term memory, working memory, and verbal abilities: How do they relate? *Intelligence*, 15(2), 229-246.
- Caplan, D., Rochon, E., & Waters, G. S. (1992). Articulatory and Phonological Determinants of Word Length Effects in Span Tasks. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 45(2), 177-192.
-
-

- Caplan, D., & Waters, G. S. (1995). On the Nature of the Phonological Output Planning Processes Involved in Verbal Rehearsal: Evidence from Aphasia. *Brain and Language*, 48(2), 191-220.
- Case, R. (1985). *Intellectual development : birth to adulthood*. Orlando: Academic press.
- Case, R., Kurland, D. M., & Goldberg, J. (1982). Operational efficiency and the growth of short-term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 33(3), 386-404.
- Chen, Z., & Cowan, N. (2009). Core verbal working-memory capacity: the limit in words retained without covert articulation. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(7), 1420-1429.
- Cocchini, G., Logie, R. H., Della Sala, S., MacPherson, S. E., & Baddeley, A. D. (2002). Concurrent performance of two memory tasks: evidence for domain-specific working memory systems. *Memory & Cognition*, 30(7), 1086-1095.
- Cohen, J. D., MacWhinney, B., Flatt, M., & Provost, J. (1993). PsyScope: A new graphic interactive environment for designing psychology experiments. *Behavioral Research Methods, Instruments, and Computers*, 25(2), 257-271.
- Colle, H. A., & Welsh, A. (1976). Acoustic masking in primary memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 15(1), 17-31.
- Colom, R., Rebollo, I., Abad, F. J., & Shih, P. C. (2006). Complex span tasks, simple span tasks, and cognitive abilities: a reanalysis of key studies. *Memory & Cognition*, 34(1), 158-171.
- Coltheart, V. (1993). Effects of phonological similarity and concurrent irrelevant articulation on short-term-memory recall of repeated and novel word lists. *Memory & Cognition*, 21(4), 539-545.
- Coltheart, V. (1999). Comparing Short-term Memory and Memory for Rapidly Presented Visual Stimuli. *International Journal of Psychology*, 34(5), 293 - 300.
- Conlin, J. A., & Gathercole, S. E. (2006). Lexicality and interference in working memory in children and in adults. *Journal of Memory and Language*, 55(3), 363-380.
- Conrad, R., & Hull, A. J. (1964). Information, Acoustic Confusion and Memory Span. *British Journal of Psychology*, 55(4), 429-432.
- Conway, A. R., Cowan, N., Bunting, M. F., Therriault, D. J., & Minkoff, S. R. B. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, 30, 163-183.
- Conway, A. R., & Engle, R. W. (1996). Individual differences in working memory capacity: more evidence for a general capacity theory. *Memory*, 4(6), 577-590.

-
-
- Conway, A. R., & Engle, R. W. (1994). Working Memory and Retrieval: A Resource-Dependent Inhibition Model. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123(4), 354-373.
- Copeland, D. E., & Radvansky, G. A. (2001). Phonological similarity in working memory. *Memory & Cognition*, 29, 774-776.
- Cowan, N. (1992). Verbal memory span and the timing of spoken recall. *Journal of Memory and Language*, 31(5), 668-684.
- Cowan, N. (1995). *Attention and memory: An integrated framework*. New York: Oxford University Press.
- Cowan, N. (1999). An embedded-processes model of working memory. In A. Myake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 62-101). New York: Cambridge university press.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: a reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), 87-114; discussion 114-185.
- Cowan, N., Day, L., Saults, J. S., Keller, T. A., Johnson, T., & Flores, L. (1992). The role of verbal output time in the effects of word length on immediate memory. *Journal of Memory and Language*, 31(1), 1-17.
- Cowan, N., Wood, N. L., & Borne, D. N. (1994). Reconfirmation of the short-term storage concept. *Psychological Science*, 5(2), 103-106.
- Craik, F. I. M. (1971). Primary memory. *British Medical Bulletin*, 27, 232-236.
- Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11(6), 671-684.
- Crowder, R. G. (1976). *Principles of learning and memory*: Oxford, England: Lawrence Erlbaum.
- Crowder, R. G. (1978). Memory for phonologically uniform lists. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17(1), 73-89.
- D'Esposito, M., Detre, J. A., Alsop, D. C., Shin, R. K., Atlas, S., & Grossman, M. (1995). The neural basis of the central executive system of working memory. *Nature*, 378(6554), 279-281.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19(4), 450-466.
- Daneman, M., & Merikle, P. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3(4), 422-433.
- Dixon, P., LeFevre, J.-A., & Twilley, L. C. (1988). Word Knowledge and Working Memory as Predictors of Reading Skill. *Journal of Educational Psychology*, 80(4), 465-472.
-
-

- Dosher, B. A., & Ma, J. J. (1998). Output loss or rehearsal loop? Output-time versus pronunciation-time limits in immediate recall for forgetting-matched materials. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24(2), 316-335.
- Duff, S. C., & Logie, R. H. (2001). Processing and storage in working memory span. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 54(1), 31-48.
- Engle, R. W., & Kane, M. J. (2004). Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control. In B. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 44, pp. 145-199). New York: Elsevier.
- Engle, R. W., Kane, M. J., & Tuholski, S. W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the prefrontal cortex. In A. Myake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 102-134). New York: Cambridge University Press; US.
- Engle, R. W., Nations, J. K., & Cantor, J. (1990). Is "Working Memory Capacity" Just Another Name for Word Knowledge? *Journal of Educational Psychology*, 82(4), 799-804.
- Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E., & Conway, A. R. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: a latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128(3), 309-331.
- Fallon, A. B., Groves, K., & Tehan, G. (1999). Phonological Similarity and Trace Degradation in the Serial Recall Task: When CAT helps RAT, but not MAN. *International Journal of Psychology*, 34, 301-307.
- Farmer, E. W., Berman, J. V. F., & Fletcher, Y. L. (1986). Evidence for a visuo-spatial scratch-pad in working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 38(4), 675 - 688.
- Fournet, N., Juphard, A., Monnier, C., & Roulin, J.-L. (2003). Phonological similarity in free and serial recall: The effect of increasing retention intervals. *International Journal of Psychology Vol 38(6) Dec 2003*, 384-389.
- Garavan, H. (1998). Serial attention within working memory. *Memory & Cognition*, 26(2), 263-276.
- Gathercole, S. E. (1999). Cognitive approaches to the development of short-term memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(11), 410-419.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993). *Working memory and language*: Hillsdale, NJ, England: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

-
-
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Hall, M., & Peaker, S. M. (2001). Dissociable lexical and phonological influences on serial recognition and serial recall. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, *54*(1), 1-30.
- Gavens, N., & Barrouillet, P. (2004). Delays of retention, processing efficiency, and attentional resources in working memory span development. *Journal of Memory and Language*, *51*(4), 644-657.
- Gregg, V. H., Freedman, C. M., & Smith, D. K. (1989). Word frequency, articulatory suppression and memory span. *British Journal of Psychology*, *80*(3), 363.
- Gregg, V. H., Montgomery, D. C., & Castano, D. (1980). Recall of common and uncommon words from pure and mixed lists. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *19*(2), 240-245.
- Gupta, P., Lipinski, J., & Aktunc, E. (2005). Reexamining the phonological similarity effect in immediate serial recall: the roles of type of similarity, category cuing, and item recall. *Memory & Cognition*, *33*(6), 1001-1016.
- Hall, J. W., Wilson, K. P., Humphreys, M. S., Tinzmann, M. B., & Bowyer, P. M. (1983). Phonemic-similarity effects in good vs. poor readers. *Memory & Cognition*, *11*(5), 520-527.
- Hanley, J. R. (1997). Does articulatory suppression remove the irrelevant speech effect? *Memory*, *5*(3), 423-431.
- Hanley, J. R., & Bakopoulou, E. (2003). Irrelevant speech, articulatory suppression, and phonological similarity: A test of the phonological loop model and the feature model. *Psychonomic Bulletin & Review*, *10*, 435-444.
- Hanley, J. R., & Broadbent, C. (1987). The effect of unattended speech on serial recall following auditory presentation. *British Journal of Psychology*, *78*(3), 287.
- Hasselhorn, M., & Grube, D. (2003). The phonological similarity effect on memory span in children: Does it depend on age, speech rate, and articulatory suppression? *International Journal of Behavioral Development*, *27*(2), 145-152.
- Hitch, G. J., Halliday, M. S., & Littler, J. E. (1989). Item identification time and rehearsal rate as predictors of memory span in children. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, *41*(2), 321 - 337.
- Hitch, G. J., Halliday, M. S., & Littler, J. E. (1993). *Development of memory span for spoken words: the role of rehearsal and item identification processes* (Vol. 11). Leicester, Royaume-Uni: British Psychological Society.
- Hudjetz, A., & Oberauer, K. (2007). The effects of processing time and processing rate on forgetting in working memory: Testing four models of the complex span paradigm. *Memory & Cognition*, *35*, 1675-1684.
-
-

- Hulme, C., Maughan, S., & Brown, G. D. (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(6), 685-701.
- Hulme, C., Roodenrys, S., Brown, G. D., & Mercer, R. (1995). *The role of long-term memory mechanisms in memory span* (Vol. 86). Leicester, Royaume-Uni: British Psychological Society.
- Hulme, C., Roodenrys, S., Schweickert, R., Brown, G. D., Martin, S., & 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(5), 1217-1232.
- Hulme, C., Suprenant, A. M., Bireta, T. J., Stuart, G., & Neath, I. (2004). Abolishing the word-length effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30(1), 98-106.
- Hulme, C., Thomson, N., Muir, C., & Lawrence, A. (1984). Speech rate and the development of short-term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 38(2), 241-253.
- Hutton, U. M., & Towse, J. N. (2001). Short-term memory and working memory as indices of children's cognitive skills. *Memory*, 9(4), 383-394.
- Johnson, M. (1992). Mem: Mechanisms of recollection. *J. Cognitive Neuroscience*, 4(3), 268-280.
- Johnson, M. K., Raye, C. L., Mitchell, K. J., Greene, E. J., Cunningham, W. A., & Sanislow, C. A. (2005). Using fMRI to investigate a component process of reflection: prefrontal correlates of refreshing a just-activated representation. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 5(3), 339-361.
- Jones, D. M., Hughes, R. W., & Macken, W. J. (2006). Perceptual organization masquerading as phonological storage: Further support for a perceptual-gestural view of short-term memory. *Journal of Memory and Language*, 54(2), 265-281.
- Jones, D. M., & Macken, W. J. (1993). Irrelevant Tones Produce an Irrelevant Speech Effect: Implications for Phonological Coding in Working Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19(2), 369-381.
- Jones, D. M., & Macken, W. J. (1995). Organizational factors in the effect of irrelevant speech: the role of spatial location and timing. *Memory & Cognition*, 23(2), 192-200.
- Jones, D. M., Macken, W. J., & Nicholls, A. P. (2004). The phonological store of working memory: is it phonological and is it a store? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30(3), 656-674.
-
-

-
-
- Jones, D.M., Madden, C., & Miles, C. (1992). Privileged access by irrelevant speech to short-term memory: the role of changing state. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 44(4), 645-669.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99(1), 122-149.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Kail, R., & Hall, L. K. (2001). Distinguishing short-term memory from working memory. *Memory & Cognition*, 29(1), 1-9.
- Kane, M. J., Bleckley, M. K., Conway, A. R., & Engle, R. W. (2001). A controlled-attention view of working-memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 169-183.
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., & Engle, R. W. (2004). The generality of working memory capacity: a latent-variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(2), 189-217.
- La Pointe, L. B., & Engle, R. W. (1990). Simple and Complex Word Spans as Measures of Working Memory Capacity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 16(6), 1118-1133.
- Larsen, J. D., & Baddeley, A. D. (2003). Disruption of verbal STM by irrelevant speech, articulatory suppression, and manual tapping: Do they have a common source? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 56, 1249-1268.
- Larsen, J. D., Baddeley, A. D., & Andrade, J. (2000). Phonological similarity and the irrelevant speech effect: Implications for models of short-term verbal memory. *Memory*, 8(3), 145-157.
- LeCompte, D. C., & Shaibe, D. M. (1997). On the irrelevance of phonological similarity to the irrelevant speech effect. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 50(1), 100-118.
- Lepine, R., Bernardin, S., & Barrouillet, P. (2005). Attention switching and working memory spans. *The European Journal of Cognitive Psychology*, 17, 329-345.
- Lewandowsky, S., & Farrell, S. (2000). A reintegration account of the effects of speech rate, lexicality, and word frequency in immediate serial recall. *Psychological Research*, 63(2), 163-173.
- Lewandowsky, S., Geiger, S. M., Morrell, D. B., & Oberauer, K. (2010). Turning simple span into complex span: Time for decay or interference from distractors? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36(4), 958-978.
-
-

- Lewandowsky, S., & Murdock, J. B. B. (1989). Memory for Serial Order. *Psychological Review*, 96(1), 25-57.
- Lobley, K. J., Baddeley, A. D., & Gathercole, S. E. (2005). Phonological similarity effects in verbal complex span. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 58(8), 1462-1478.
- Logie, R. H., Della Sala, S., Laiacona, M., Chalmers, P., & Wynn, V. (1996). Group aggregates and individual reliability: the case of verbal short-term memory. *Memory & Cognition*, 24(3), 305-321.
- Logie, R. H., Zucco, G. M., & Baddeley, A. D. (1990). Interference with visual short-term memory. *Acta Psychologica*, 75(1), 55-74.
- Longoni, A. M., Richardson, J. T., & Aiello, A. (1993). Articulatory rehearsal and phonological storage in working memory. *Memory & Cognition*, 21(1), 11-22.
- Lovatt, P., Avons, S. E., & Masterson, J. (2000). The word-length effect and disyllabic words. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 53(1), 1-22.
- Masson, M. E., & Miller, J. A. (1983). Working memory and individual differences in comprehension and memory of text. *Journal of Educational Psychology*, 75(2), 314-318.
- Meiser, T, Klauer, & K, C. (1999). *Working memory and changing-state hypothesis* (Vol. 25). Washington, DC, Etats-Unis: American Psychological Association.
- Miles, C., Jones, D. M., & Madden, C. A. (1991). Locus of the Irrelevant Speech Effect in Short-Term Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17(3), 578-584.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81-97.
- Miller, G. A., Galanter, E., & Pribram, K. H. (1960). *Plans and the structure of behavior*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Morris, N., & Jones, D. M. (1987). Reporting words from the eye or the ear: to write or to speak? *Ergonomics*, 30(4), 665-674.
- Morton, J. (1979). Word recognition. In J. Morton & J. C. Marshall (Eds.), *Psycholinguistics Volume 2 - Structures and Processes*. London: Paul Elek.
- Mueller, S. T., Seymour, T. L., Kieras, D. E., & Meyer, D. E. (2003). Theoretical Implications of Articulatory Duration, Phonological Similarity, and Phonological Complexity in Verbal Working Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(6), 1353-1380.

-
-
- Mukunda, K. V., & Hall, V. C. (1992). Does performance on memory for order correlate with performance on standardized measures of ability? A meta-analysis. *Intelligence, 16*(1), 81-97.
- Murray, D. J. (1967). The role of speech responses in short-term memory. *Canadian Journal of Experimental Psychology, 21*(3), 263-276.
- Murray, D. J. (1968). Articulation and acoustic confusability in short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: General, 78*(4, Pt. 2), 679-684.
- Nairne, J. S. (1990). A feature model of immediate memory. *Memory & Cognition, 18*(3), 251-269.
- Nairne, J. S., & Kelley, M. R. (2004). Separating item and order information through process dissociation. *Journal of Memory and Language, 50*(2), 113-133.
- Neath, I. (1993). Contextual and Distinctive Processes and the Serial Position Function. *Journal of Memory and Language, 32*(6), 820-840.
- Neath, I. (2000). Modeling the effects of irrelevant speech on memory. *Psychonomic Bulletin & Review, 7*(3), 403-423.
- Neath, I., Bireta, T. J., & Surprenant, A. M. (2003). The time-based word length effect and stimulus set specificity. *Psychonomic Bulletin & Review, 10*(2), 430-434.
- New, B., Pallier, C., Ferrand, L., & Matos, R. (2001). Une base de données lexicales du français contemporain sur internet: LEXIQUE. *L'Année Psychologique, 101*, 447-462.
- Nimmo, L. M., & Roodenrys, S. (2004). Investigating the phonological similarity effect: Syllable structure and the position of common phonemes. *Journal of Memory and Language, 50*(3), 245-258.
- Oberauer, K. (2002). Access to information in working memory: exploring the focus of attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 28*(3), 411-421.
- Oberauer, K., & Kliegl, R. (2006). A formal model of capacity limits in working memory. *Journal of Memory and Language, 55*(4), 601-626.
- Oberauer, K., Lange, E., & Engle, R. W. (2004). Working memory capacity and resistance to interference. *Journal of Memory and Language, 51*(1), 80-96.
- Oberauer, K., & Lewandowsky, S. (2008). Forgetting in immediate serial recall: decay, temporal distinctiveness, or interference? *Psychological Review, 115*(3), 544-576.
- Page, M. P., & Norris, D. (1998). The primacy model: A new model of immediate serial recall. *Psychological Review Vol 105*(4) Oct 1998, 761-781.
- Pascual-Leone, J. (1970). A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages. *Acta Psychologica, 32*, 301-345.
-
-

- Pashler, H. (1998). *The Psychology of Attention*. Cambridge MA: MIT Press.
- Peereman, R., Lété, B., & Sprenger-Charolles, L. (2007). Manulex-Infra: Distributional characteristics of grapheme-phoneme mappings, infra-lexical and lexical units in child-directed written material. *Behavior Research Methods*, *39*, 579-589.
- Peterson, L. R., & Peterson, M. J. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, *58*, 193-198.
- Poirier, M., & Saint-Aubin, J. (1996). Immediate serial recall, word frequency, item identity and item position. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *50*(4), 408-412.
- Portrat, S., Barrouillet, P., & Camos, V. (2008). Time-Related Decay or Interference-Based Forgetting in Working Memory? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, *34*(6), 1561-1564.
- Raye, C. L., Johnson, M. K., Mitchell, K. J., Greene, E. J., & Johnson, M. R. (2007). Refreshing: a minimal executive function. *Cortex*, *43*(1), 135-145.
- Raye, C. L., Johnson, M. K., Mitchell, K. J., Reeder, J. A., & Greene, E. J. (2002). Neuroimaging a single thought: dorsolateral PFC activity associated with refreshing just-activated information. *NeuroImage*, *15*(2), 447-453.
- Roodenrys, S., Hulme, C., Alban, J., Ellis, A. W., & Brown, G. D. (1994). Effects of word frequency and age of acquisition on short-term memory span. *Memory & Cognition*, *22*(6), 695-701.
- Roodenrys, S., & Quinlan, P. T. (2000). The effects of stimulus set size and word frequency on verbal serial recall. *Memory*, *8*(2), 71-78.
- Saint-Aubin, J., & Poirier, M. (2000). Immediate serial recall of words and nonwords: tests of the retrieval-based hypothesis. *Psychonomic Bulletin & Review*, *7*(2), 332-340.
- Saito, S., & Miyake, A. (2004). On the nature of forgetting and the processing-storage relationship in reading span performance. *Journal of Memory and Language*, *50*(4), 425-443.
- Salame, P., & Baddeley, A. D. (1982). Disruption of short-term memory by unattended speech: Implications for the structure of working memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *21*(2), 150-164.
- Schweickert, R. (1993). A multinomial processing tree model for degradation and reintegration in immediate recall. *Memory & Cognition*, *21*(2), 168-175.
- Service, E. (1998). The Effect of Word Length on Immediate Serial Recall Depends on Phonological Complexity, Not Articulatory Duration. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, *51*(2), 283 - 304.

-
-
- Shah, P., & Miyake, A. (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: an individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, *125*(1), 4-27.
- Shaughnessy, J. J. (1981). Memory monitoring accuracy and modification of rehearsal strategies. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *20*(2), 216-230.
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1997). Working Memory: A View from Neuroimaging. *Cognitive Psychology*, *33*(1), 5-42.
- Tam, H., Jarrold, C., Baddeley, A. D., & Sabatos-DeVito, M. (2010). The development of memory maintenance: Children's use of phonological rehearsal and attentional refreshment in working memory tasks. *Journal of Experimental Child Psychology*, *107*(3), 306-324.
- Tehan, G., Hendry, L., & Kocinski, D. (2001). Word length and phonological similarity effects in simple, complex, and delayed serial recall tasks: Implications for working memory. *Memory*, *9*(4), 333-348.
- 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.
- Tehan, G., & Humphreys, M. S. (1995). Transient phonemic codes and immunity to proactive interference. *Memory & Cognition*, *23*(2), 181-191.
- Tolan, G. A., & Tehan, G. (2002). Testing Feature Interaction: Between-Stream Irrelevant Speech Effects in Immediate Recall. *Journal of Memory and Language*, *46*(3), 562-585.
- Tolan, G. A., & Tehan, G. (2005). Is spoken duration a sufficient explanation of the word length effect? *Memory*, *13*(3-4), 372-379.
- Towse, J. N., & Hitch, G. J. (1995). Is there a Relationship between Task Demand and Storage Space in Tests of Working Memory Capacity? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, *48*(1), 108 - 124.
- Towse, J. N., Hitch, G. J., & Hutton, U. (1998). A Reevaluation of Working Memory Capacity in Children. *Journal of Memory and Language*, *39*(2), 195-217.
- Towse, J. N., Hitch, G. J., & Hutton, U. (2000). On the interpretation of working memory span in adults. *Memory & Cognition*, *28*(3), 341-348.
- Towse, J. N., & Houston-Price, C. M. T. (2001). Reflections on the concept of the central executive. In *Working memory in perspective*. (pp. 240-260): New York, NY, US: Psychology Press.
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, *28*(2), 127-154.
-
-

- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2006). Simple and complex memory spans and their relation to fluid abilities: Evidence from list-length effects. *Journal of Memory and Language*, 54(1), 68-80.
- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2007). On the Division of Short-Term and Working Memory: An Examination of Simple and Complex Span and Their Relation to Higher Order Abilities. *Psychological Bulletin*, 133(6), 1038-1066.
- Vallar, G., & Baddeley, A. D. (1982). Short-term forgetting and the articulatory loop. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology*, 34A(1), 53-60.
- Vallar, G., & Papagno, C. (2002). Neuropsychological impairments of verbal short-term memory. In A. D. Baddeley, M. D. Kopelman & B. A. Wilson (Eds.), *Handbook of memory disorders* (2nd ed., pp. 249-270). Chichester: Wiley.
- Vergauwe, E., Barrouillet, P., & Camos, V. (2010). Do mental processes share a domain-general resource? *Psychological Science*, 21(3), 384-390.
- Watkins, M. J., & Watkins, O. C. (1973). The postcategorical status of the modality effect in serial recall. *Journal of Experimental Psychology: General*, 99(2), 226-230.
- 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(4), 430-447.
- Watkins, O. C., & Watkins, M. J. (1977). Serial recall and the modality effect: Effects of word frequency. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 3(6), pp.
- Wickelgren, W. A. (1965). Acoustic Similarity and Intrusion Errors in Short-Term Memory. *Journal of Experimental Psychology*, 70, 102-108.
- Wright, C. E. (1979). Duration differences between rare and common words and their implications for the interpretation of word frequency effects. *Memory & Cognition*, 7(6), 411-419.

Annexes

Table des Annexes

Annexe 1.1 : Recensement des études ayant testées l'effet de similarité phonologique dans des paradigmes d'empan complexe.	191
Annexe 1.2 : Recensement des études ayant testées l'effet de longueur de mots dans des paradigmes d'empan complexe.	192
Annexe 2.1 : Listes de mots similaires et dissimilaires employées dans l'Expérience 1.....	193
Annexe 2.2 : Listes de mots similaires et dissimilaires employées dans l'Expérience 2.....	197
Annexe 2.3 : Listes de mots similaires et dissimilaires employées dans les Expériences 3, 11 et 12	199
Annexe 2.4 : Performances de rappel et analyses statistiques pour les scores <i>position correcte</i> , <i>mot correct</i> et <i>ordre correct</i> dans les Expériences 3, 11 et 12	201
Annexe 2.5 : Listes des mots courts et longs employées dans l'Expérience 4	204
Annexe 2.6 : Performances de rappel et analyses statistiques pour les scores <i>position correcte</i> , <i>mot correct</i> et <i>ordre correct</i> dans l'Expérience 4.....	205
Annexe 2.7 : Listes de mots similaires et dissimilaires employées dans l'Expérience 5.....	206
Annexe 2.8 : Performances de rappel et analyses statistiques pour les scores <i>position correcte</i> et <i>mot correct</i> dans l'Expérience 5.....	207
Annexe 2.9 : Listes des mots courts et longs employées dans l'Expérience 6	208
Annexe 2.10 : Performances de rappel et analyses statistiques pour les scores <i>position correcte</i> et <i>mot correct</i> dans l'Expérience 6.....	209
Annexe 2.11 : Listes de rimes et de mots dissimilaires employées dans l'Expérience 7	210
Annexe 2.12 : Performances de rappel et analyses statistiques pour les scores <i>position correcte</i> et <i>mot correct</i> dans l'Expérience 7.....	211
Annexe 3.1 : Listes de mots employées dans les Expériences 8, 9 et 10	212
Annexe 3.2 : Performances de rappel et analyses statistiques pour les scores <i>position correcte</i> et <i>mot correct</i> dans les Expériences 8, 9 et 10	213
Annexe 3.3 : Listes de mots de hautes et de basses fréquences employées dans l'Expérience 13	214
Annexe 3.4 : Listes des mots et des pseudo-mots correspondants employées dans l'Expériences 14.....	215
Annexe 3.5 : Performances de rappel et analyses statistiques pour les scores <i>position correcte</i> , <i>mot correct</i> et <i>ordre correct</i> dans l'Expérience 14	216
Annexe 4.1 : Récapitulatif des principaux résultats de nos expériences	217
Annexe 4.2 : Courbes de positions sérielles pour les Expériences 2 et 3.....	218

Annexe 2.1 : Listes de mots similaires et dissimilaires employées dans l'Expérience 1

Listes de mots similaires

Longueur de liste	Liste 1			Liste 2			Liste 3			Liste 4			Liste 5			Liste 6		
	Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences
3 mots	cire	sIR	15,41	Zit	mEs	32,7	fil	fil	75,95	lampe	@p	70,88	date	dat	36,62			
	pipe	pip	25,74	fis	SEl	31,01	tic	tit	4,86	fente	@t	10,54	base	baz	31,96			
	mine	min	48,18	vid	pER	75,74	paire	tIR	9,32	lance	l@s	9,46	barre	baR	23,18			
		2,00	2,00	2,00	2,67	30,20	2,67	30,04	3,50	2,67	30,29	3,50	30,29	2,67	30,59			
4 mots	chaise	SEZ	86,35	scène	bEt	63,18	bonne	bon	43,99	roc	Rok	7,5	bande	b@d	52,36			
	gel	ZEI	6,22	guêpe	SEn	43,24	pote	pot	22,97	torT	toR	51,55	danse	d@s	29,19			
	veine	VEEn	15,27	chèque	tEK	6,01	rock	Rok	19,59	folle	fol	14,05	banque	b@k	25,54			
	mER	13,11	selle	SEl	16,08	fesse	gOs	6,42	pomme	poM	46,08	vente	v@t	12,97				
	3,00	3,50	3,50	3,50	3,50	30,15	3,00	30,17	3,50	3,50	29,80	4,00	4,00	30,02				
5 mots	port	poR	64,86	boule	bul	38,31	bar	baR	52,57	nappe	nap	18,18	rôle	ROI	88,51			
	vol	voL	41,22	coupe	kup	33,58	cage	kaZ	34,86	tache	taS	33,92	paume	pOm	22,57			
	roche	RoS	14,12	four	fuR	25,07	vache	vaS	26,08	rage	RaZ	44,12	rose	ROZ	30,34			
	Rom	12,7	goutte	gut	30,34	vase	vaz	26,76	race	Ras	28,72	saucé	fOn	5,95				
	loZ	18,11	mousse	muS	23,04	rade	Rad	9,26	canne	kan	26,62	dose	tOp	2,84				
	5,60	30,20	4,00	4,00	30,07	4,80	4,80	29,91	4,80	4,80	30,31	4,80	4,80	30,08				
6 mots	chance	S@s	114,05	somme	soM	72,7	gare	gaR	78,58	quart	kaR	57,36	masse	mas	60,54			
	menthe	m@t	9,39	note	not	39,32	cave	kav	42,09	chasse	Sas	53,38	page	paZ	55,88			
	rampe	R@p	18,18	code	kod	13,58	patte	pat	21,28	lame	lam	25,81	vague	vag	38,18			
	g@ng	3,04	fosse	fos	10,74	dalle	dal	13,38	gaffe	gaf	17,57	bâche	baS	10,07				
	t@nk	1,89	colle	kol	7,43	cape	kap	10,34	panne	pan	10,81	mare	maR	10				
	m@S	35,41	choc	SoK	37,57	bac	bak	13,99	cap	kap	15,68	rame	Ram	5,74				
	6,00	30,33	6,33	6,33	30,22	6,33	6,33	29,94	5,67	5,67	30,10	6,33	6,33	30,07				
7 mots	rite	RIR	112,57	poché	poS	101,82	feuille	fuL	101,62	lune	lyn	63,24	dame	dam	106,15			
	pile	piL	21,62	mode	mod	46,96	soupe	sup	35,74	nuque	nyk	48,51	lac	lak	32,84			
	digue	diG	7,97	coq	kok	15,68	pouce	pus	29,86	chute	Syt	35,27	tasse	tas	25,07			
	Riv	35,14	bol	bol	20,07	douche	duS	20,27	juge	ZvZ	29,8	bague	bag	16,08				
	gid	16,69	gomme	gom	9,26	court	kuR	7,3	ruise	Ryz	13,31	phare	faR	10,68				
	biche	biS	7,3	bosse	boS	6,82	bouc	buk	8,92	tube	tyb	11,35	case	kaz	9,46			
	bise	biz	8,11	botte	bot	8,51	touffe	tuf	6,69	cure	kyR	8,18	chièle	Sal	9,32			
	7,43	29,91	7,14	7,14	29,87	7,14	7,14	30,06	7,14	7,14	29,95	6,57	6,57	29,94				

Pour chaque liste, le nombre en italique correspond au nombre moyen de phonèmes partagés par les mots au sein d'une liste. Le nombre en gras correspond à la fréquence moyenne des mots au sein d'une liste (fréquence d'occurrence dans le corpus de livres de la base de données *Lexique 3*).

Annexe 2.1 : Listes de mots similaires et dissimilaires employées dans l'Expérience 1

Listes de mots dissimilaires

Longueur de liste	Liste 1			Liste 2			Liste 3			Liste 4			Liste 5			Liste 6		
	Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences
3 mots	bande	b@d	52,36	vache	vaS	26,08	juge	ZyZ	29,8	dose	dOZ	9,32	somme	som	72,7	mine	min	48,18
	tire	tIR	9,32	note	not	39,32	rhum	Rom	12,7	bonne	bon	43,99	bâche	baS	10,07	dalle	dal	13,38
	pouce	pus	29,86	four	fuR	25,07	nuque	nyk	48,51	soupe	sup	35,74	colle	kol	7,43	paire	pER	26,89
		0		0	30,51		0	30,34		0	29,68		0,67	30,05		0	29,48	
4 mots	lance	l@s	9,46	tache	taS	33,92	cap	kap	15,68	rame	Ram	5,74	mèche	mES	19,12	bête	bEt	63,18
	cire	sIR	15,41	base	baz	31,96	date	dat	36,62	lampe	l@p	70,88	vague	vag	38,18	pêche	pES	26,76
	lune	lyn	63,24	zone	zOn	34,39	bague	bag	16,08	manche	m@S	35,41	page	paZ	55,88	phare	faR	10,68
	lac	lak	32,84	pile	pil	21,62	toit	toR	51,55	fesse	fES	6,42	sève	sEV	7,03	loge	loZ	18,11
		2,00	30,24		1,00	30,47		2,00	29,98		1,00	29,61		1,50	30,05		0,50	29,68
5 mots	guide	gid	16,69	fiche	fiS	7,57	gêne	ZEn	26,96	mare	maR	10	douche	duS	20,27	rire	RiR	112,57
	gang	g@g	3,04	réve	REv	80,2	patte	pat	21,28	mousse	mus	23,04	bar	baR	52,57	gaffe	gaf	17,57
	menthe	m@t	9,39	sel	sEI	31,01	gare	gaR	78,58	faute	foT	81,08	masse	mas	60,54	biche	bIS	7,3
	chance	S@s	114,05	guêpe	gEP	2,84	fosse	fos	10,74	bol	bol	20,07	rade	Rad	9,26	tank	t@k	1,89
	châle	Sal	9,32	goutte	gut	30,34	thème	tEm	10,54	nappe	nap	18,18	fente	f@t	10,54	thèse	tEZ	7,77
		2,40	30,50		1,60	30,39		1,20	29,62		0,8	30,47		2,00	30,64		0,80	29,42
6 mots	roche	RoS	14,12	rôle	ROI	88,51	sauce	sOS	11,76	rock	Rok	19,59	faune	fOn	5,95	boule	bul	38,31
	court	kuR	7,3	chute	Syt	35,27	gel	ZEI	6,22	cape	kap	10,34	bouc	buk	8,92	banque	b@k	25,54
	botte	bot	8,51	case	kaz	9,46	choc	Sok	37,57	poche	poS	101,82	mode	mod	46,96	gîte	ZIt	5,81
	rose	ROZ	30,34	bosse	bos	6,82	vente	v@t	12,97	danse	d@s	29,19	cave	kav	42,09	ruse	RvZ	13,31
	dame	dam	106,15	canne	kan	26,62	fer	fER	106,28	gomme	gom	9,26	port	poR	64,86	vide	vid	75,74
pelle	pEI	11,35	coq	kok	15,68	taupe	tOp	2,84	folle	fol	14,05	bise	biz	8,11	barre	baR	23,18	
	1,33	29,63		2,33	30,39		1,00	29,61		2,67	30,71		1,00	29,48		1,67	30,32	
7 mots	bec	bEk	23,31	maire	mER	13,11	digue	dig	7,97	cage	kaZ	34,86	paume	pOm	22,57	zèle	zEI	10,61
	pote	pot	22,97	fil	fil	75,95	chaîne	sEn	43,24	vase	vaZ	26,76	taule	toi	13,85	cerf	seR	20,27
	messe	mES	32,7	rage	RaZ	44,12	race	Ras	28,72	gosse	gos	34,12	coupe	kup	33,58	rampe	R@p	18,18
	tourffe	tuf	6,69	quête	kEt	13,92	quart	kaR	57,36	pomme	pom	46,08	selle	sEI	16,08	chasse	Sas	53,38
	code	kod	13,58	laine	lEn	34,86	pipe	pip	25,74	bac	bak	13,99	tasse	tas	25,07	chaise	SEZ	86,35
	feuille	ful	101,62	lame	lam	25,81	tube	tyb	11,35	panne	pan	10,81	scène	sEn	95,27	veine	vEn	15,27
	cure	kyR	8,18	roc	Rok	7,5	rive	Riv	35,14	vol	vol	41,22	tic	tik	4,86	chèque	SEk	6,01
	2,29	29,86		3,43	30,75		2,00	29,93		3,43	29,69		3,14	30,18		4,57	30,01	

Pour chaque liste, le nombre en italique correspond au nombre moyen de phonèmes partagés par les mots au sein d'une liste. Le nombre en gras correspond à la fréquence moyenne des mots au sein d'une liste (fréquence d'occurrence dans le corpus de données *Lexique 3*).

Listes de mots utilisées pour l'entraînement

Longueur de liste	Liste 1		Liste 2	
	Mots	Fréquences	Mots	Fréquences
3 mots	monde	732,43	tante	110,95
	pince	7,64	tir	16,01
	sac	125,47	neige	74,93
4 mots	pompe	18,45	sens	217,5
	dinde	1,69	balle	44,73
	peur	307,23	guerre	338,65
	chef	172,57	tombe	24,19
5 mots	bombe	15	pente	39,19
	singe	15	salle	197,64
	beurre	27,5	terre	420,88
	langue	103,78	chose	695,2
6 mots	tête	861,49	coude	33,24
	tong	0,07	gueule	100,14
	linge	44,53	verre	175,2
	coeur	380,07	mouche	18,72
	ville	311,69	jupe	34,05
	robe	111,96	sainte	11,89
7 mots	route	251,35	face	262,16
	jambe	49,93	fête	70,41
	femme	680,2	type	145,95
	mer	246,55	soeur	116,55
	sol	148,31	cause	188,04
	bouche	267,64	col	51,82
	peine	388,24	cube	5,74
côte	90,74	couche	22,77	

Annexe 2.3 : Listes de mots similaires et dissimilaires employées dans les Expériences 3, 11 et 12

Listes de mots similaires

Listes de mots similaires S1						Listes de mots similaires S2					
Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences
comte	kšt	51,42	vide	vid	75,74	rage	RaZ	44,12	fil	fil	75,95
ronde	Ršd	17,97	cire	siR	15,41	patte	pat	21,28	tir	tiR	16,01
songe	sšZ	10,68	tige	tiZ	11,15	lame	lam	25,81	guise	giz	20,61
pompe	pšp	18,45	rite	Rit	8,45	gaffe	gaf	17,57	pic	pik	10,34
bombe	bšb	15,00	pif	pif	7,23	bâche	baS	10,07	biche	biS	7,30
gong	gšg	3,51	niche	niS	6,35	phase	faz	6,76	gîte	Zit	5,81
	<i>5,00</i>	19,51		<i>6,00</i>	20,72		<i>5,67</i>	20,94		<i>5,67</i>	22,67
lampe	l@p	70,88	digue	dig	7,97	pente	p@t	39,19	pipe	pip	25,74
change	S@Z	9,26	pile	pil	21,55	manche	m@S	35,41	guide	gid	16,69
manque	m@k	36,28	vice	vis	13,45	rampe	R@p	18,18	vigne	viN	10,61
danse	d@s	29,19	bide	bid	8,38	lance	l@s	9,32	bise	biz	8,11
tente	t@t	19,12	fiche	fiS	7,57	banque	b@k	25,54	rive	Riv	35,14
bande	b@d	52,36	mine	min	48,18	jambe	Z@b	49,93	mythe	mit	5,61
	<i>5,67</i>	36,18		<i>5,67</i>	17,85		<i>6,00</i>	29,60		<i>5,33</i>	16,98
gare	gaR	78,58	port	poR	64,86	masse	mas	60,54	mode	mod	46,96
cage	kaZ	34,86	gosse	gos	34,12	chatte	Sat	29,12	bonne	bon	43,99
vase	vaz	26,76	bol	bol	20,07	canne	kan	26,62	pote	pot	22,97
bac	bak	13,99	code	kod	13,58	bague	bag	16,08	folle	fol	14,05
panne	pan	10,81	roc	Rok	7,50	phare	faR	10,68	noce	nos	6,55
nage	naZ	6,22	somme	som	72,70	pape	pap	14,59	choc	Sok	37,57
	<i>6,67</i>	28,54		<i>6,00</i>	35,47		<i>5,33</i>	26,27		<i>5,67</i>	28,68
page	paZ	55,88	col	kol	51,82	chasse	Sas	53,38	pomme	pom	46,08
base	baz	31,96	note	not	39,32	lac	lak	32,84	vol	vol	41,22
vache	vaS	26,08	roche	RoS	14,12	barre	baR	23,18	coq	kok	15,68
lard	laR	11,01	gomme	gom	9,26	dalle	dal	13,38	fort	foR	8,99
malle	mal	10,27	toque	tok	6,55	case	kaz	9,46	botte	bot	8,51
rame	Ram	5,74	bosse	bos	6,82	gamme	gam	5,74	loge	loZ	18,11
	<i>6,33</i>	23,49		<i>6,00</i>	21,32		<i>5,67</i>	23,00		<i>5,33</i>	23,10
race	Ras	28,72	taule	tOl	13,85	cave	kav	42,09	faute	fOt	81,08
tache	taS	33,92	zone	zOn	34,39	date	dat	36,62	dose	dOz	9,32
vague	vag	38,18	môme	mOm	37,03	bal	bal	18,31	rôle	ROI	88,51
cape	kap	10,34	rose	ROz	30,34	nappe	nap	18,18	sauce	sOs	11,76
mare	maR	9,86	fauve	fOv	7,77	tasse	tas	25,07	chauve	SOv	5,14
châle	Sal	9,32	côte	kOt	90,74	char	SaR	7,91	paume	pOm	22,57
	<i>6,33</i>	21,72		<i>5,67</i>	35,69		<i>5,67</i>	24,70		<i>5,67</i>	36,40
scène	sEn	95,27	boule	bul	38,31	neige	nEZ	74,93	coupe	kup	33,58
messe	mEs	32,70	four	fuR	25,07	bête	bEt	63,18	goutte	gut	30,34
ver	vER	5,61	mousse	mus	23,04	gêne	ZEn	26,96	mouche	muS	18,72
règne	REN	12,57	couche	kuS	22,77	cerf	sER	20,27	bourg	buR	13,85
pelle	pEl	11,35	touffe	tuf	6,69	peigne	pEN	8,85	pouce	pus	29,86
chèque	SEk	6,01	voûte	vut	18,85	laisse	lEs	18,85	fougue	fug	5,07
	<i>6,67</i>	27,25		<i>6,00</i>	22,46		<i>6,67</i>	35,51		<i>6,00</i>	21,90
chair	SER	90,81	soupe	sup	35,74	rêve	REv	80,20	sud	syd	28,38
laine	lEn	34,86	coude	kud	33,24	chaîne	SEn	43,24	duc	dyk	14,80
sel	sEl	31,01	douche	duS	20,27	paire	pER	26,89	pull	pyl	7,03
quête	kEt	13,92	bouc	buk	8,92	mèche	mES	19,12	jupe	Zyp	34,05
thème	tEm	10,54	poule	pul	16,69	thèse	tEz	7,77	butte	byt	5,34
fesse	fEs	6,42	foot	fut	5,54	gel	ZEl	6,22	russe	Rys	15,54
	<i>6,67</i>	31,26		<i>6,33</i>	20,07		<i>6,00</i>	30,57		<i>6,00</i>	17,52
chaise	SEz	86,35	lune	lyn	63,24	fête	fEt	70,41	nuque	nyk	48,51
mec	mEk	50,41	chute	Syt	35,27	caisse	kEs	51,01	lutte	lyt	37,36
pêche	pES	26,76	cure	kyR	8,18	reine	REn	30,00	juge	ZyZ	29,80
veine	vEn	15,27	tube	tyb	11,35	bec	bEk	23,31	ruse	Ryz	13,31
zèle	zEl	10,61	bulle	byl	6,62	maire	mER	13,11	cube	kyb	5,74
dette	dEt	5,14	fugue	fyg	5,68	sève	sEv	7,03	bûche	byS	5,14
	<i>5,67</i>	32,42		<i>6,00</i>	21,72		<i>6,00</i>	32,48		<i>6,33</i>	23,31

Pour chaque liste, le nombre en italique correspond au nombre moyen de phonèmes partagés par les mots au sein d'une liste. Le nombre en gras correspond à la fréquence moyenne des mots au sein d'une liste (fréquence d'occurrence dans le corpus de livres de la base de données *Lexique 3*).

Annexe 2.3 : Listes de mots similaires et dissimilaires employées dans les Expériences 3, 11 et 12

Listes de mots dissimilaires

Listes de mots dissimilaires D1						Listes de mots dissimilaires D2					
Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences
niche	niS	6,35	tige	tiZ	11,15	vigne	viN	10,61	mèche	mES	19,12
port	poR	64,86	gong	gŞg	3,51	ruse	Ryz	13,31	loge	loZ	18,11
boule	bul	38,31	tache	taS	33,92	reine	REn	30,00	guise	giz	20,61
chèque	SEk	6,01	four	fuR	25,07	barre	baR	23,18	patte	pat	21,28
panne	pan	10,81	bol	bol	20,07	chauve	SOv	5,14	russe	Rys	15,54
tube	tyb	11,35	pêche	pES	26,76	date	dat	36,62	faute	fOt	81,08
	<i>1,33</i>	22,95		<i>0,67</i>	20,08		<i>2,00</i>	19,81		<i>0,33</i>	29,29
nage	naZ	6,22	soupe	sup	35,74	rôle	ROI	88,51	pomme	pom	46,08
bosse	bos	6,82	change	S@Z	9,26	neige	nEZ	74,93	pouce	pus	29,86
mec	mEk	50,41	malle	mal	10,27	pape	pap	14,59	sauce	sOS	11,76
chute	Syt	33,27	code	kod	13,58	cube	kyb	5,74	bûche	baS	10,07
ronde	RŞd	17,97	côte	kOt	90,74	mythe	mit	5,61	guide	gid	16,69
couche	kuS	22,77	thème	tEm	10,54	canne	kan	26,62	gêne	ZEn	26,96
	<i>0,67</i>	23,24		<i>1,00</i>	28,36		<i>1,00</i>	36,00		<i>1,00</i>	23,57
zone	zOn	34,39	lampe	l@p	70,88	maire	mER	13,11	char	SaR	7,91
mare	maR	9,86	quête	kEt	13,92	tasse	tas	25,07	nappe	nap	18,18
pompe	pŞp	18,45	rite	Rit	8,45	jambe	Z@b	49,93	bûche	byS	5,14
coude	kud	33,24	mousse	mus	23,04	pipe	pip	25,74	fil	fil	75,95
chair	SER	90,81	songe	sŞZ	10,68	gamme	gam	5,74	thèse	tEZ	7,77
digue	dig	7,97	châle	Sal	9,32	bourg	buR	13,85	bonne	bon	43,99
	<i>0,67</i>	32,45		<i>1,00</i>	22,72		<i>1,33</i>	22,24		<i>1,33</i>	26,49
pelle	pEl	11,35	cire	siR	15,41	rive	Riv	35,14	noce	nos	6,55
toque	tok	6,55	bac	bak	13,99	duc	dyk	14,80	banque	b@k	25,54
page	paZ	55,88	messe	mEs	32,70	bête	bEt	63,18	phase	faz	6,76
bande	b@d	52,36	lune	lyn	63,24	pote	pot	22,97	rêve	REv	80,20
douche	duS	20,27	col	kol	51,82	coupe	kup	33,58	lutte	lyt	37,36
mine	min	48,18	vase	vaz	26,76	phare	faR	10,68	gaffe	gaf	17,57
	<i>0,67</i>	32,43		<i>1,33</i>	33,99		<i>1,33</i>	30,06		<i>0,67</i>	29,00
roche	RoS	14,12	gare	gaR	78,58	fougue	fug	5,07	dose	dOz	9,32
base	baz	31,96	bulle	byl	6,62	chasse	Sas	53,38	pull	pyl	7,03
fiche	fiS	7,57	somme	som	72,70	bal	bal	18,31	choc	Sok	37,57
scène	sEn	95,27	foot	fut	5,54	nuque	nyk	48,51	fête	fEt	70,41
cure	kyR	8,18	môme	mOm	37,03	manche	m@S	35,41	bise	biz	8,11
tente	t@t	19,12	veine	vEn	15,27	cerf	sER	20,27	lame	lam	25,81
	<i>0,67</i>	29,37		<i>0,67</i>	35,96		<i>1,00</i>	30,16		<i>0,67</i>	26,38
rose	ROz	30,34	lard	laR	11,01	coq	kok	15,68	caisse	kEs	51,01
laine	lEn	34,86	fesse	fEs	6,42	tir	tiR	16,01	botte	bot	8,51
vache	vaS	26,08	voûte	vut	18,85	chatte	Sat	29,12	cave	kav	42,09
gomme	gom	9,26	pile	pil	21,55	bague	bag	16,08	pic	pik	10,34
bouc	buk	8,92	note	not	39,32	sève	sEv	7,03	lance	l@s	9,32
bide	bid	8,38	cage	kaZ	34,86	jupe	Zyp	34,05	sud	syd	28,38
	<i>0,33</i>	19,64		<i>1,00</i>	22,00		<i>0,67</i>	19,66		<i>2,00</i>	24,94
touffe	tuf	6,69	ver	vER	5,61	juge	ZyZ	29,80	fort	foR	8,99
règne	REN	12,57	sel	sEl	31,01	mouche	muS	18,72	masse	mas	60,54
gosse	gos	34,12	danse	d@s	29,19	folle	fol	14,05	gel	ZEl	6,22
vague	vag	38,18	comte	kŞt	51,42	dalle	dal	13,38	pente	p@t	39,19
pif	pif	7,23	cape	kap	10,34	bec	bEk	23,31	biche	biS	7,30
manque	m@k	36,28	fauve	fOv	7,77	laisse	lES	18,85	butte	byt	5,34
	<i>0,67</i>	22,51		<i>1,33</i>	22,56		<i>1,33</i>	19,69		<i>0,67</i>	21,26
rame	Ram	5,74	poule	pul	16,69	paire	pER	26,89	lac	lak	32,84
vice	vis	13,45	vide	vid	75,74	chaîne	SEn	43,24	goutte	gut	30,34
chaise	SEz	86,35	race	Ras	28,72	gîte	Zit	5,81	rampe	R@p	18,18
taule	tOl	13,85	fugue	fyg	5,68	vol	vol	41,22	peigne	pEN	8,85
roc	Rok	7,50	dette	dEt	5,14	case	kaz	9,46	rage	RaZ	44,12
bombe	bŞb	15,00	zèle	zEl	10,61	paume	pOm	22,57	mode	mod	46,96
	<i>0,33</i>	23,65		<i>1,00</i>	23,76		<i>0,67</i>	24,87		<i>1,00</i>	30,22

Pour chaque liste, le nombre en italique correspond au nombre moyen de phonèmes partagés par les mots au sein d'une liste. Le nombre en gras correspond à la fréquence moyenne des mots au sein d'une liste (fréquence d'occurrence dans le corpus de livres de la base de données *Lexique 3*).

Annexe 2.4 : Performances de rappel et analyses statistiques pour les scores *position correcte*, *mot correct* et *ordre correct* dans les Expériences 3, 11 et 12

Expérience 3 : Présentation des mots à mémoriser pendant 1000 ms

	Position correcte				Mot correct				Ordre correct			
	Moyennes (Ecart-types)		Tests statistiques		Moyennes (Ecart-types)		Tests statistiques		Moyennes (Ecart-types)		Tests statistiques	
	Dissimilaire	Similaire	F	p	Dissimilaire	Similaire	F	p	Dissimilaire	Similaire	F	p
D	79 (14)	67 (15)	12.57	.002	83 (11)	74 (11)	15.53	.001	94 (7)	89 (11)	2.86	.103
SA	58 (21)	54 (14)	1.66	.210	64 (19)	61 (11)	1.46	.238	89 (10)	88 (13)	0.22	.641
T	63 (19)	50 (14)	15.88	.001	71 (16)	63 (13)	8.58	.007	88 (13)	78 (13)	9.37	.005
SAT	44 (15)	46 (20)	0.38	.543	52 (16)	54 (19)	0.09	.763	82 (13)	81 (15)	0.07	.795
Similarité	61 (17)	54 (16)	12.41	.002	68 (16)	63 (13)	13.00	.001	88 (10)	84 (13)	5.25	.031
Attention	65 (16)	50 (17)	71.94	<.001	71 (13)	60 (16)	68.54	<.001	90 (10)	83 (13)	25.69	<.001
Suppression articulatoire	65 (16)	50 (18)	35.70	<.001	73 (13)	58 (16)	43.69	<.001	87 (11)	85 (13)	1.52	.229
Similarité x Attention			0.33	.568			0.72	.404			0.46	.506
Similarité x Suppression Articulatoire			14.40	.001			8.08	.009			8.78	.007
Attention x Suppression Articulatoire			1.01	.325			0.19	.666			0.30	.589
Similarité x Attention x Suppression Articulatoire			1.81	.191			0.58	.453			1.67	.208

Pour chacun des trois scores les moyennes (écart-types) sont reportées pour chaque condition (D correspond à la condition ne comportant aucune tâche concurrente ; SA correspond à la condition avec suppression articulatoire ; T correspond à la condition avec traitement attentionnel ; SAT correspond à la condition avec suppression articulatoire et traitement attentionnel) et pour chaque type de listes (Dissimilaire et Similaire). Pour les analyses statistiques les valeurs des *F* et des probabilités associées (*p*) sont reportées. Les résultats significatifs apparaissent en gras.

Annexe 2.4 : Performances de rappel et analyses statistiques pour les scores *position correcte*, *mot correct* et *ordre correct* dans les Expériences 3, 11 et 12

Expérience 11 : Présentation des mots à mémoriser pendant 2000 ms

	Position correcte				Mot correct				Ordre correct			
	Moyennes (Ecart-types)		Tests statistiques		Moyennes (Ecart-types)		Tests statistiques		Moyennes (Ecart-types)		Tests statistiques	
	Dissimilaire	Similaire	F	p	Dissimilaire	Similaire	F	p	Dissimilaire	Similaire	F	p
D	85 (10)	78 (19)	2.25	.161	89 (7)	85 (12)	1.57	.236	95 (5)	90 (15)	1.81	.206
SA	70 (15)	59 (22)	6.91	.023	77 (12)	69 (17)	5.68	.036	91 (10)	84 (15)	3.72	.080
T	70 (20)	60 (20)	1.89	.197	80 (14)	71 (15)	3.03	.110	86 (13)	84 (18)	0.05	.824
SAT	52 (17)	54 (20)	0.00	.962	64 (13)	62 (17)	0.92	.358	80 (15)	85 (17)	1.62	.229
Similarité	69 (15)	63 (20)	5.10	.045	77 (12)	72 (15)	6.49	.027	88 (11)	86 (16)	0.91	.360
Attention	73 (17)	59 (19)	10.45	.008	80 (12)	69 (15)	10.05	.009	90 (11)	84 (16)	4.64	.054
Suppression articulatoire	73 (17)	59 (19)	28.89	<.001	81 (12)	68 (15)	46.94	<.001	89 (13)	85 (14)	3.64	.083
Similarité x Attention			1.36	.268			0.00	.956			5.71	.036
Similarité x Suppression Articulatoire			0.20	.664			0.00	.969			0.16	.701
Attention x Suppression Articulatoire			1.15	.306			0.38	.548			0.58	.462
Similarité x Attention x Suppression Articulatoire			3.53	.087			2.27	.160			0.94	.352

Pour chacun des trois scores les moyennes (écart-types) sont reportées pour chaque condition (D correspond à la condition ne comportant aucune tâche concurrente ; SA correspond à la condition avec suppression articulatoire ; T correspond à la condition avec traitement attentionnel ; SAT correspond à la condition avec suppression articulatoire et traitement attentionnel) et pour chaque type de listes (Dissimilaire et Similaire). Pour les analyses statistiques les valeurs des *F* et des probabilités associées (*p*) sont reportées. Les résultats significatifs apparaissent en gras.

Annexe 2.4 : Performances de rappel et analyses statistiques pour les scores *position correcte*, *mot correct* et *ordre correct* dans les Expériences 3, 11 et 12

Expérience 12 : Présentation des mots à mémoriser pendant 5000 ms

	Position correcte				Mot correct				Ordre correct			
	Moyennes (Ecart-types)		Tests statistiques		Moyennes (Ecart-types)		Tests statistiques		Moyennes (Ecart-types)		Tests statistiques	
	Dissimilaire	Similaire	F	p	Dissimilaire	Similaire	F	p	Dissimilaire	Similaire	F	p
D	85 (15)	78 (19)	4.84	.042	87 (14)	82 (17)	4.29	.054	98 (6)	96 (8)	3.00	.101
SA	72 (17)	63 (21)	10.93	.004	77 (14)	71 (18)	8.27	.010	93 (7)	87 (15)	2.15	.161
T	82 (17)	67 (22)	18.96	<.001	86 (14)	77 (18)	15.94	.001	94 (9)	87 (15)	5.96	.026
SAT	76 (17)	61 (19)	12.42	.003	79 (14)	70 (17)	5.00	.039	95 (7)	87 (15)	6.41	.022
Similarité	79 (16)	67 (20)	27.52	<.001	82 (14)	75 (17)	15.65	.001	95 (7)	89 (13)	10.32	.005
Attention	75 (18)	71 (19)	2.74	.116	79 (16)	78 (16)	0.95	.344	93 (9)	91 (12)	5.28	.035
Suppression articulatoire	78 (18)	68 (19)	23.06	<.001	83 (15)	74 (16)	22.14	<.001	94 (9)	90 (11)	7.49	.014
Similarité x Attention			3.30	.087			2.42	.138			3.82	.067
Similarité x Suppression Articulatoire			0.16	.696			0.01	.934			0.53	.476
Attention x Suppression Articulatoire			3.21	.091			1.28	.273			3.21	.091
Similarité x Attention x Suppression Articulatoire			0.14	.711			0.01	.908			0.06	.807

Pour chacun des trois scores les moyennes (écart-types) sont reportées pour chaque condition (D correspond à la condition ne comportant aucune tâche concurrente ; SA correspond à la condition avec suppression articulatoire ; T correspond à la condition avec traitement attentionnel ; SAT correspond à la condition avec suppression articulatoire et traitement attentionnel) et pour chaque type de listes (Dissimilaire et Similaire). Pour les analyses statistiques les valeurs des *F* et des probabilités associées (*p*) sont reportées. Les résultats significatifs apparaissent en gras.

Annexe 2.5 : Listes des mots courts et longs employés dans l'Expérience 4

Mots courts (1 syllabe, 3 phonèmes, 4 lettres)				Mots longs (2 syllabes, 5 phonèmes, 6 lettres)			
Mots	Fréquences	Mots	Fréquences	Mots	Fréquences	Mots	Fréquences
dieu	368,51	base	31,96	regard	354,93	patrie	28,65
peur	307,23	rose	30,34	soleil	328,78	témoin	28,38
tour	280,27	juge	29,80	milieu	246,69	navire	28,04
face	262,16	race	28,72	garçon	186,96	palier	27,91
pied	248,18	gêne	26,96	esprit	182,84	modèle	27,5
sens	217,50	vase	26,76	jardin	148,72	reflet	27,36
lieu	213,38	lame	25,81	papier	144,59	rumeur	27,03
bord	197,36	pipe	25,74	espèce	127,23	emploi	26,42
chef	172,57	four	25,07	église	123,58	réveil	26,22
coin	167,09	pote	22,97	départ	116,96	malade	26,15
type	145,95	pile	21,55	avenir	113,18	menace	26,01
joie	134,12	file	21,49	cheval	110,27	cabane	25,68
rire	112,57	cerf	20,27	patron	93,85	statue	25,54
robe	111,96	lion	20,14	nature	93,45	crayon	25,47
dame	106,15	rock	19,53	parole	81,82	carnet	24,66
côte	90,74	pâte	18,45	police	81,69	panier	24,39
rôle	88,51	lien	18,18	espace	78,58	garage	22,23
rêve	80,20	loge	18,11	figure	77,70	éclair	21,08
gare	78,58	ours	17,36	métier	75,54	pudeur	19,32
trou	76,08	zinc	16,49	action	72,91	vapeur	19,12
fête	70,41	foin	16,01	secret	70,81	signal	18,72
plan	67,84	foie	15,47	prison	64,66	salive	18,51
port	64,86	cire	15,41	destin	62,77	cigare	17,7
lune	63,24	pape	14,59	soirée	58,24	crédit	17,57
bête	63,18	brin	13,99	marché	57,36	rebord	17,3
sort	57,50	code	13,58	parfum	52,36	climat	17,16
page	55,88	clan	13,51	valise	47,43	refuge	16,89
toit	54,59	vice	13,45	soldat	46,22	détour	16,76
voie	53,58	ruse	13,31	moteur	41,28	canard	16,15
soie	50,00	buée	13,11	valeur	40,74	acteur	15,47
mine	48,18	tôle	12,50	projet	39,86	salade	15,41
mode	46,96	tube	11,35	alcool	39,73	veston	15,27
soin	45,41	tige	11,15	misère	39,46	bêtise	14,73
plat	44,26	lard	11,01	région	39,05	trajet	14,66
rage	44,12	zèle	10,61	détail	37,97	légion	13,65
cave	42,09	trot	10,41	séjour	36,82	farine	13,51
note	39,32	cape	10,34	régime	36,69	manège	13,51
choc	37,57	clou	10,20	carton	34,80	fumier	13,11
arme	37,09	mare	9,86	vision	33,78	copine	12,57
môme	37,03	case	9,46	balcon	32,97	rivage	12,36
date	36,62	dose	9,32	nation	31,96	tunnel	12,3
acte	35,88	tire	9,32	camion	30,27	tricot	11,96
clef	35,61	rade	9,26	cabine	29,86	flacon	11,82
rive	35,14	bouc	8,92	étoile	29,80	berger	11,15
cage	34,86	rite	8,45	façade	29,66	voleur	11,15
zone	34,39	bide	8,38	ménage	29,26	racine	11,01
jupe	34,05	cure	8,18	voisin	28,85	gibier	10,88
drap	33,18	bise	8,11	client	28,78	adulte	10,41

Annexe 2.6 : Performances de rappel et analyses statistiques pour les scores *position correcte*, *mot correct* et *ordre correct* dans l'Expérience 4

	Position correcte				Mot correct				Ordre correct			
	Moyennes (Ecart-types)		Tests statistiques		Moyennes (Ecart-types)		Tests statistiques		Moyennes (Ecart-types)		Tests statistiques	
	Court	Long	F	p	Court	Long	F	p	Court	Long	F	p
D	82 (12)	75 (13)	6.50	.015	86 (9)	82 (11)	4.12	.050	95 (7)	91 (8)	4.65	.038
SA	59 (20)	58 (18)	0.41	.528	67 (16)	68 (14)	0.11	.743	86 (18)	84 (15)	0.90	.350
T	71 (17)	63 (16)	8.98	.005	78 (14)	75 (13)	1.60	.215	91 (11)	83 (14)	10.80	.002
SAT	48 (21)	46 (20)	0.68	.414	60 (18)	59 (18)	0.37	.548	78 (20)	76 (22)	0.47	.496
Longueur	65 (17)	61 (17)	0.00	<.001	73 (14)	71 (14)	0.00	<.001	88 (14)	84 (15)	0.00	<.001
Attention	69 (16)	57 (18)	0.02	.882	76 (12)	68 (16)	0.08	.786	89 (12)	82 (16)	0.55	.462
Suppression articulatoire	73 (14)	53 (20)	0.00	<.001	80 (12)	63 (16)	0.00	<.001	90 (10)	81 (19)	0.00	<.001
Longueur x Attention			0.19	.664			0.04	.840			0.60	.442
Longueur x Suppression Articulatoire			5.98	.020			2.22	.145			2.08	.158
Attention x Suppression Articulatoire			0.02	.882			0.08	.786			0.55	.462
Longueur x Attention x Suppression Articulatoire			0.04	.850			0.53	.473			0.74	.395

Pour chacun des trois scores les moyennes (écart-types) sont reportées pour chaque condition (D correspond à la condition ne comportant aucune tâche concurrente ; SA correspond à la condition avec suppression articulatoire ; T correspond à la condition avec traitement attentionnel ; SAT correspond à la condition avec suppression articulatoire et traitement attentionnel) et pour chaque type de mots (Court et Long). Pour les analyses statistiques les valeurs des *F* et des probabilités associées (*p*) sont reportées. Les résultats significatifs apparaissent en gras.

Annexe 2.7 : Listes de mots similaires et dissimilaires employées dans l'Expérience 5

Similaire						Dissimilaire					
S1			S2			D1			D2		
Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences
tante	t@t	131,07	langue	l@g	155,91	fête	fEt	172,76	chef	SEf	153,72
lampe	l@p	57,25	manche	m@S	45,15	digue	dig	7,31	vis	vis	5,28
jambe	Z@b	32,95	danse	d@s	36,22	taupe	tOp	13,61	paume	pOm	10,01
banque	b@k	22,42	fente	f@t	6,73	nuque	nyk	11,66	soupe	sup	61,70
chance	S@s	87,26	genre	Z@R	99,34	chance	S@s	87,26	case	kAz	46,38
		66,19			68,67			58,52			55,42
salle	sal	186,68	sac	sak	170,13	scène	sEn	161,12	bête	bEt	128,72
cage	kaZ	65,54	gare	gaR	70,41	tige	tiZ	11,55	quille	kij	7,71
paille	pAj	44,98	case	kAz	46,38	pôle	pOl	11,38	sauce	sOs	14,10
chatte	Sat	31,56	vache	vaS	46,31	rhume	Rym	14,50	foule	ful	87,51
mare	maR	29,70	rage	RaZ	40,86	jambe	Z@b	32,95	gare	gaR	70,41
		71,69			74,82			46,30			61,69
scène	sEn	161,12	bête	bEt	128,72	bec	bEk	76,03	pêche	pES	101,24
chaise	SEz	69,35	pêche	pES	101,24	niche	niS	12,32	gîte	Zit	9,19
caisse	kES	57,84	chêne	SEn	56,29	zone	zOn	21,01	fauve	fOV	17,45
rêve	REv	50,30	sel	sEl	72,28	coupe	kup	23,71	cour	kuR	126,81
guêpe	gEp	10,30	thème	tEm	10,93	tante	t@t	131,07	rage	RaZ	40,86
		69,78			73,89			52,83			59,11
fête	fEt	172,76	chef	SEf	153,72	chaise	SEz	69,35	guerre	gER	88,49
bec	bEk	76,03	guerre	gER	88,49	pile	pil	17,50	vigne	viN	11,29
chair	SER	31,84	reine	REn	56,63	faute	fOt	52,68	rôle	ROI	73,75
pelle	pEl	17,34	peigne	pEN	9,93	dune	dyn	9,29	goutte	gut	27,65
laine	lEn	44,20	gel	ZEl	12,67	mare	maR	29,70	manche	m@S	45,15
		68,43			64,29			35,70			49,27
signe	siN	101,98	ligne	liN	198,44	caisse	kES	57,84	sel	sEl	72,28
fiche	fiS	36,47	quille	kij	7,71	bille	bij	21,11	guide	gid	12,18
pile	pil	17,50	pipe	pip	17,34	pomme	pom	112,45	côte	kOt	82,47
tige	tiZ	11,55	gîte	Zit	9,19	touffe	tuf	14,62	jupe	Zyp	15,22
rive	Riv	34,24	vis	vis	5,28	salle	sal	186,68	vache	vaS	46,31
		40,35			47,59			78,54			45,69
fil	fil	89,67	rire	RiR	68,10	rêve	REv	50,30	reine	REn	56,63
mine	min	35,37	type	tip	45,85	mine	min	35,37	pipe	pip	17,34
bille	bij	21,11	biche	biS	29,29	note	not	83,25	mode	mod	71,89
niche	niS	12,32	guide	gid	12,18	poule	pul	79,93	bus	bys	23,15
digue	dig	7,31	vigne	viN	11,29	banque	b@k	22,42	sac	sak	170,13
		33,16			33,34			54,25			67,83
pomme	pom	112,45	poche	poS	105,86	laine	lEn	44,20	chêne	SEn	56,29
note	not	83,25	robe	Rob	93,04	rive	Riv	34,24	biche	biS	29,29
vol	vol	75,13	mode	mod	71,89	cause	kOz	138,84	robe	Rob	93,04
code	kod	42,89	coq	kok	55,60	bulle	byl	33,22	mousse	mus	45,17
choc	Sok	32,51	bol	bol	26,45	paille	pAj	44,98	fente	f@t	6,73
		69,25			70,57			59,10			46,10
cause	kOz	138,84	côte	kOt	82,47	chair	SER	31,84	gel	ZEl	12,67
faute	fOt	52,68	rôle	ROI	73,75	fil	fil	89,67	type	tip	45,85
zone	zOn	21,01	fauve	fOV	17,45	code	kod	42,89	poche	poS	105,86
taupe	tOp	13,61	sauce	sOs	14,10	bouche	buS	161,36	lune	lyn	144,31
pôle	pOl	11,38	paume	pOm	10,01	lampe	l@p	57,25	danse	d@s	36,22
		47,50			39,56			76,60			68,98
bouche	buS	161,36	cour	kuR	126,81	pelle	pEl	17,34	thème	tEm	10,93
poule	pul	79,93	foule	ful	87,51	fiche	fiS	36,47	ligne	liN	198,44
four	fuR	64,28	soupe	sup	61,70	choc	Sok	32,51	coq	kok	55,60
coupe	kup	23,71	mousse	mus	45,17	mur	myR	163,74	mule	myl	14,39
touffe	tuf	14,62	goutte	gut	27,65	cage	kaZ	65,54	genre	Z@R	99,34
		68,78			69,77			63,12			75,74
mur	myR	163,74	lune	lyn	144,31	guêpe	gEp	10,30	peigne	pEN	9,93
bulle	byl	33,22	bus	bys	23,15	signe	siN	101,98	rire	RiR	68,10
nuque	nyk	11,66	tube	tyb	18,24	vol	vol	75,13	bol	bol	26,45
rhume	Rym	14,50	mule	myl	14,39	four	fuR	64,28	tube	tyb	18,24
dune	dyn	9,29	jupe	Zyp	15,22	chatte	Sat	31,56	langue	l@g	155,91
		46,48			43,06			56,65			55,72

Pour chaque liste, le nombre en gras correspond à la fréquence moyenne des mots au sein d'une liste (fréquence d'occurrence dans les manuels scolaires d'après la base de données *Manulex-Infra*).

Annexe 2.8 : Performances de rappel et analyses statistiques pour les scores *position correcte* et *mot correct* dans l'Expérience 5

	Position correcte						Mot correct					
	Moyennes (Ecart-types)			Tests statistiques			Moyennes (Ecart-types)			Tests statistiques		
	Dissimilaire	Similaire	F	p		Dissimilaire	Similaire	F	p			
Simple	27 (21)	12 (13)	12.65	.002		52 (18)	42 (16)	7.89	.011			
D	41 (25)	20 (17)	10.96	.003		55 (18)	45 (12)	5.13	.034			
SA	13 (12)	7 (9)	4.10	.056		34 (14)	35 (15)	0.01	.919			
T	27 (30)	11 (13)	9.87	.005		48 (22)	38 (21)	4.08	.056			
SAT	8 (13)	3 (6)	2.31	.144		36 (15)	27 (15)	5.85	.025			
Similarité	22 (20)	10 (11)	19.51	<.001		43 (17)	36 (16)	10.56	0.004			
Attention	20 (16)	12 (15)	32.62	<.001		42 (15)	37 (18)	7.13	0.014			
Suppression articulatoire	25 (21)	8 (10)	45.74	<.001		47 (18)	33 (15)	32.06	0.000			
Similarité x Attention			0.48	.496				1.27	0.273			
Similarité x Suppression Articulatoire			10.47	.004				2.03	0.168			
Attention x Suppression Articulatoire			2.44	.133				0.67	0.421			
Similarité x Attention x Suppression Articulatoire			0.46	.503				1.21	0.283			

Pour chacun des trois scores les moyennes (écart-types) sont reportées pour chaque condition (*Simple* correspond à la tâche d'empan simple ; *D* correspond à la condition ne comportant aucune tâche concurrente ; *SA* correspond à la condition avec suppression articulatoire ; *T* correspond à la condition avec traitement attentionnel ; *SAT* correspond à la condition avec suppression articulatoire et traitement attentionnel) et pour chaque type de listes (*Dissimilaire* et *Similaire*). Pour les analyses statistiques les valeurs des *F* et des probabilités associées (*p*) sont reportées. Les résultats significatifs apparaissent en gras.

Annexe 2.9 : Listes des mots courts et longs employés dans l'Expérience 6

Mots courts (1 syllabe, 3 phonèmes)		Mots longs (2 syllabes, 5 phonèmes)	
Mots	Fréquences	Mots	Fréquences
terre	680,84	verbe	689,91
peur	464,76	soleil	452,37
roi	347,81	cheval	353,91
route	324,38	livre	337,62
train	304,62	maître	307,24
page	290,13	table	281,73
femme	255,48	arbre	257,02
coeur	246,35	forme	250,18
neige	237,95	chambre	233,70
sol	208,22	papier	212,53
ours	205,19	journée	205,70
fête	172,76	montagne	176,94
sac	170,13	musique	175,10
mur	163,74	vitesse	158,29
bouche	161,36	départ	158,19
chef	153,72	course	152,48
joie	150,40	passage	150,72
soeur	147,43	poisson	146,63
lune	144,31	carte	144,98
lion	135,83	sable	142,01
trou	134,33	force	130,99
bête	128,72	ventre	123,78
conte	123,99	espace	121,17
pomme	112,45	renard	108,55
poche	105,86	morceau	105,32
signe	101,98	campagne	99,52
pêche	101,24	cirque	99,13
balle	95,96	navire	95,56
port	95,45	action	95,12
robe	93,04	nature	93,56
plan	92,72	machine	93,39
doigt	91,45	région	93,21
fil	89,67	serpent	89,42
guerre	88,49	police	87,83
note	83,25	métier	85,19
côte	82,47	chasseur	82,23
poule	79,93	sucre	81,32
patte	78,47	cabane	80,27
boule	77,77	chaleur	77,45
lac	77,02	étoile	77,44
bec	76,03	visite	76,38
rôle	73,75	chèvre	73,83
sel	72,28	bouteille	72,67
mode	71,89	courage	70,00
gare	70,41	piste	69,60
chaise	69,35	figure	69,33
blé	68,89	tempête	68,88
rire	68,10	parole	68,32
cage	65,54	barque	64,59
four	64,28	chemise	64,11

Fréquence d'occurrence dans les manuels scolaires d'après la base de données *Manulex-Infra*.

Annexe 2.10 : Performances de rappel et analyses statistiques pour les scores *position* correcte et mot correct dans l'Expérience 6

	Position correcte				Mot correct			
	Moyennes (Ecart-types)		Tests statistiques		Moyennes (Ecart-types)		Tests statistiques	
	Court	Long	F	p	Court	Long	F	p
Simple	38 (22)	31 (26)	1.68	.208	64 (18)	67 (17)	0.69	.416
D	39 (28)	27 (19)	4.31	.050	62 (17)	57 (12)	1.30	.267
SA	14 (13)	14 (16)	0.00	1.000	41 (15)	44 (17)	0.54	.470
T	25 (21)	18 (21)	5.48	.029	55 (17)	53 (18)	0.52	.479
SAT	7 (7)	10 (14)	1.00	.328	39 (14)	43 (13)	1.03	.320
Longueur	21 (17)	17 (18)	4.24	.051	49 (16)	49 (15)	0.00	0.965
Attention	23 (19)	15 (16)	12.82	.002	51 (15)	47 (16)	5.81	0.025
Suppression articulatoire	27 (22)	11 (13)	23.50	<.001	57 (16)	42 (15)	60.87	0.000
Longueur x Attention			0.54	.470			0.11	0.748
Longueur x Suppression Articulatoire			10.37	.004			3.27	0.084
Attention x Suppression Articulatoire			1.14	.296			1.22	0.281
Longueur x Attention x Suppression Articulatoire			0.11	.740			0.06	0.811

Pour chacun des trois scores les moyennes (écart-types) sont reportées pour chaque condition (*Simple* correspond à la tâche d'empan simple ; *D* correspond à la condition ne comportant aucune tâche concurrente ; *SA* correspond à la condition avec suppression articulatoire ; *T* correspond à la condition avec traitement attentionnel ; *SAT* correspond à la condition avec suppression articulatoire et traitement attentionnel) et pour chaque type de mots (Court et Long). Pour les analyses statistiques les valeurs des *F* et des probabilités associées (*p*) sont reportées. Les résultats significatifs apparaissent en gras.

Annexe 2.11 : Listes de rimes et de mots dissimilaires employées dans l'Expérience 7

Rime			Dissimilaire		
Mots	Phonétique	Fréquences	Mots	Phonétique	Fréquences
point	pw5	291,87	coin	kw5	273,05
coin	kw5	273,05	bol	bol	123,06
soin	sw5	106,90	soeur	s9R	277,64
foin	fw5	49,75	paille	pAj	82,51
		180,39			189,06
roi	Rwa	359,81	point	pw5	291,87
joie	Zwa	205,37	sol	sol	186,65
doigt	dwa	71,97	coeur	k9R	236,09
pois	pwa	79,14	maille	mAj	13,80
		179,00			182,10
paille	pAj	82,51	vol	vol	16,20
taille	tAj	50,31	beurre	b9R	122,36
rail	RAj	8,25	scène	sEn	10,80
maille	mAj	13,80	rage	RaZ	3,85
		38,71			38,30
ville	vil	411,38	roi	Rwa	359,81
fil	fil	259,56	fil	fil	259,56
pile	pil	88,02	cage	kaZ	154,77
cil	sil	19,75	pause	pOz	7,44
		194,68			195,40
laine	lEn	160,91	doigt	dwa	71,97
reine	REn	160,61	chose	SOz	202,75
scène	sEn	10,80	mouche	muS	32,52
chaîne	SEn	8,36	rail	RAj	8,25
		85,17			79,00
peur	p9R	612,08	peur	p9R	612,08
soeur	s9R	277,64	ville	vil	411,38
coeur	k9R	236,09	bouche	buS	173,57
beurre	b9R	122,36	rose	ROz	83,51
		312,04			320,13
bouche	buS	173,57	foin	fw5	49,75
douche	duS	46,70	cil	sil	19,75
mouche	muS	32,52	page	paZ	140,13
couche	kuS	6,47	couche	kuS	6,47
		64,81			54,02
cage	kaZ	154,77	pois	pwa	79,14
page	paZ	140,13	reine	REn	160,61
rage	RaZ	3,85	douche	duS	46,70
gage	gaZ	0,61	gage	gaZ	0,61
		74,84			71,76
chose	SOz	202,75	soin	sw5	106,90
cause	kOz	88,68	colle	kol	81,11
rose	ROz	83,51	laine	lEn	160,91
pause	pOz	7,44	taille	tAj	50,31
		95,60			99,81
sol	sol	186,65	joie	Zwa	205,37
bol	bol	123,06	pile	pil	88,02
colle	kol	81,11	cause	kOz	88,68
vol	vol	16,20	chaîne	SEn	8,36
		101,75			97,61

Pour chaque liste, le nombre en gras correspond à la fréquence moyenne des mots au sein d'une liste (fréquence d'occurrence dans les manuels scolaires d'après la base de données *Manulex-Infra*).

Annexe 2.12 : Performances de rappel et analyses statistiques pour les scores *position correcte* et *mot correct* dans l'Expérience 7

	Position correcte				Mot correct			
	Moyennes (Ecart-types)		Tests statistiques		Moyennes (Ecart-types)		Tests statistiques	
	Dissimilaire	Rime	F	p	Dissimilaire	Similaire	F	p
Simple	61 (35)	35 (26)	11.33	.005	63 (25)	66 (17)	0.45	.507
D	54 (34)	46 (32)	1.83	.186	67 (22)	72 (20)	1.17	.288
SA	23 (25)	27 (23)	1.20	.282	42 (24)	54 (21)	5.58	.024
T	25 (26)	22 (18)	0.65	.426	47 (23)	53 (15)	1.59	.217
SAT	21 (21)	19 (22)	0.21	.651	36 (17)	47 (19)	7.28	.011
Rime	31 (27)	28 (24)	1.17	.288	48 (21)	56 (19)	13.85	.001
Attention	37 (28)	22 (22)	35.70	<.001	59 (22)	46 (19)	48.74	<.001
Suppression articulatoire	37 (28)	22 (23)	19.74	<.001	60 (20)	45 (20)	41.47	<.001
Rime x Attention			0.03	.874			0.00	.996
Rime x Suppression Articulatoire			2.30	.139			1.92	.175
Attention x Suppression Articulatoire			12.73	.001			9.62	.004
Rime x Attention x Suppression Articulatoire			1.56	.221			0.04	.845

Pour chacun des trois scores les moyennes (écart-types) sont reportées pour chaque condition (*Simple* correspond à la tâche d'empan simple ; *D* correspond à la condition ne comportant aucune tâche concurrente ; *SA* correspond à la condition avec suppression articulatoire ; *T* correspond à la condition avec traitement attentionnel ; *SAT* correspond à la condition avec suppression articulatoire et traitement attentionnel) et pour chaque type de listes (*Dissimilaire* et *Rime*). Pour les analyses statistiques les valeurs des *F* et des probabilités associées (*p*) sont reportées. Les résultats significatifs apparaissent en gras.

Annexe 3.1 : Listes de mots employées dans les Expériences 8, 9 et 10

Type de liste	Voisins phonologiques	Recouvrement Phonologique	Mots						
Haute Similarité (HS)	2.00	7.33	ban	man	mass	gas	bag	match	
	2.00	9.67	twin	tin	town	tone	stone	phone	
	2.00	11.33	hind	hand	mind	land	wind	wine	
	2.00	10.33	sneer	sphere	spear	peer	year	pair	
	2.33	8.67	slide	side	size	sight	night	light	
	2.00	6.33	coal	role	road	rule	room	hole	
	2.00	13.33	bream	dream	cream	crime	creek	crack	
	2.33	7.00	thumb	sum	son	sun	scene	sea	
	2.00	6.00	charm	arm	art	part	heart	heat	
	2.00	6.67	toe	tea	team	time	type	term	
	2.00	7.00	hawk	hall	wall	war	door	ball	
	2.00	5.67	meal	male	meat	seat	suit	beat	
	2.00	9.33	corpse	course	court	horse	house	source	
	2.33	13.67	draught	craft	draft	raft	shaft	grub	
	2.00	7.33	date	day	gate	game	name	gain	
	2.00	5.33	hay	bay	boy	base	face	race	
	2.00	7.00	mole	soul	soil	oil	cell	bell	
	2.00	10.67	cramp	camp	cap	cup	cash	cat	
	2.67	13.00	hump	jump	pump	lump	lamp	lamb	
	2.00	9.33	drug	rug	drum	jug	judge	mug	
	2.33	8.33	phrase	phase	faith	fate	foot	fight	
	2.00	9.33	toil	tail	sale	scale	school	skill	
	2.67	11.33	root	fruit	roof	route	proof	boot	
	2.00	10.67	bunk	bank	rank	bulk	tank	rack	
	Grand Recouvrement (GR)	0.00	5.00	fight	ball	stone	male	side	term
		0.00	6.00	sea	course	wall	phone	hawk	camp
		0.00	5.33	seat	thumb	town	source	sneer	rack
		0.00	6.00	gain	bream	charm	crime	art	slide
		0.00	5.00	twin	light	cream	rule	hall	meal
		0.00	6.00	cash	cup	hand	wind	hind	night
		0.00	6.67	date	tin	room	crack	creek	wine
		0.00	5.00	sight	tone	name	time	meat	tea
		0.00	7.33	bulk	day	sun	door	root	drug
0.00		5.33	bank	gas	craft	shaft	boot	cell	
0.00		5.33	mug	part	heat	toe	type	team	
0.00		5.33	soil	sphere	dream	draft	face	phrase	
0.00		5.67	year	role	bag	grub	draught	rug	
0.00		5.00	boy	horse	base	land	oil	bunk	
0.00		5.00	rank	heart	house	beat	gate	cat	
0.00		4.00	toil	hole	bay	fate	scale	route	
0.00		4.00	phase	mass	peer	sale	school	cramp	
0.00		5.67	tail	size	coal	game	mole	corpse	
0.00		4.33	bell	match	hump	sum	drum	tank	
0.00		4.33	court	scene	jump	lamp	ban	proof	
0.00		4.00	judge	spear	pair	war	pump	mind	
0.00		3.33	skill	jug	suit	soul	race	fruit	
0.00		3.00	hay	road	raft	faith	roof	foot	
0.00		2.33	son	man	lamb	lump	cap	arm	
Petit Recouvrement (PR)		0.00	0.00	seat	match	date	role	bunk	rack
		0.00	0.00	roof	man	mole	slide	lamp	lump
		0.00	0.00	dream	gas	twin	soul	thumb	foot
		0.00	0.00	scene	bag	pair	light	road	charm
		0.00	0.00	court	crack	tin	hole	art	jug
		0.00	0.00	mass	town	rule	door	boy	cup
		0.00	0.00	sight	phone	peer	hall	cap	boot
		0.00	1.00	hump	tone	sphere	creek	wall	bay
		0.00	0.00	face	hind	bream	part	oil	cash
	0.00	0.00	time	hand	sea	ball	rug	phase	
	0.00	0.67	course	mind	heart	grub	faith	tank	
	0.00	0.00	heat	land	size	arm	bulk	proof	
	0.00	1.67	craft	ban	room	toe	judge	rank	
	0.00	1.33	sale	wind	cream	tea	bell	draft	
	0.00	1.00	wine	sneer	meal	drug	coal	bank	
	1.00	4.00	soil	stone	game	year	fruit	root	
	1.00	5.33	type	team	gain	route	scale	tail	
	0.33	3.00	school	night	camp	skill	war	day	
	0.00	2.00	phrase	name	beat	fate	mug	drum	
	0.67	4.67	source	side	spear	toil	fight	base	
	0.33	5.00	gate	crime	sum	jump	cat	cramp	
	0.67	4.00	suit	term	pump	lamb	race	hawk	
	0.67	6.33	sun	male	cell	shaft	raft	hay	
	0.00	3.33	house	son	draught	horse	corpse	meat	
	Entraînement			world	life	place	thing	fact	home
				head	child	love	group	state	play
				car	girl	book	week	form	god
				front	food	street	air	age	bed
				job	voice	death	view	word	line
				class	wife	lord	hair	hope	ground
				fish	friend	sound	law	trade	floor
				church	earth	blood	stage	mouth	field

La colonne "voisins phonologiques" indique le nombre moyen de voisins phonologiques que chaque mot a parmi les autres mots de la liste. La colonne "Recouvrement phonologique" indique le nombre moyen de phonèmes partagés par les mots d'une liste.

Annexe 3.2 : Performances de rappel et analyses statistiques pour les scores *position correcte* et *mot correct* dans les Expériences 8, 9 et 10

Score	Détection				Localisation				Tests statistiques : F (p)		
	Haute Similarité	Grand Recouvrement	Petit Recouvrement	Haute Similarité	Grand Recouvrement	Petit Recouvrement	Traitement	Similarité	Traitement x Similarité		
<i>Expérience 8 : Répétition</i>											
Position correcte	65 (19)	77 (12)	83 (11)	55 (15)	67 (18)	70 (14)	27.35 (<.001)	31.99 (<.001)	0.30 (.739)		
	20.79 (<.001)	6.64 (.018)	<	29.08 (<.001)	=	0.53 (.477)					
Mot correct	77 (13)	83 (11)	88 (10)	70 (12)	76 (15)	78 (12)	35.49 (<.001)	13.84 (<.001)	0.61 (.549)		
	16.91 (<.001)	6.69 (.018)	<	8.01 (.011)	=	0.51 (.484)					
Ordre correct	83 (17)	92 (7)	94 (6)	79 (13)	87 (10)	90 (8)	9.31 (.007)	19.78 (<.001)	0.05 (.995)		
	8.98 (.007)	2.91 (.104)	=	21.09 (<.001)	=	0.63 (.437)					
<i>Expérience 9 : Rafraîchissement</i>											
Position correcte	82 (17)	85 (12)	88 (12)	70 (17)	75 (18)	70 (15)	25.54 (<.001)	1.59 (.216)	1.51 (.233)		
	2.32 (.144)	0.90 (.355)	=	0.76 (.395)	=	2.34 (.143)					
Mot correct	89 (9)	90 (8)	92 (7)	81 (11)	84 (14)	82 (12)	19.77 (<.001)	0.69 (.507)	1.18 (.317)		
	1.23 (.281)	1.09 (.309)	=	0.46 (.508)	=	0.91 (.351)					
Ordre correct	91 (11)	94 (8)	95 (7)	85 (11)	89 (11)	86 (9)	19.27 (<.001)	1.83 (.174)	0.86 (.430)		
	2.94 (.103)	0.39 (.538)	=	0.63 (.435)	=	1.44 (.245)					
<i>Expérience 10 : Aucune consigne</i>											
Position correcte	81 (12)	83 (13)	81 (17)	59 (19)	71 (17)	74 (15)	28.28 (<.001)	3.99 (.028)	3.42 (.045)		
	0.16 (.694)	0.30 (.589)	=	15.12 (.001)	=	0.22 (.645)					
Mot correct	86 (10)	88 (9)	86 (13)	71 (16)	78 (17)	81 (12)	15.68 (.001)	2.97 (.066)	3.26 (.052)		
	0.12 (.733)	0.55 (.467)	=	12.84 (.002)	=	0.51 (.483)					
Ordre correct	94 (6)	94 (7)	93 (10)	82 (13)	91 (8)	90 (9)	20.19 (<.001)	3.05 (.061)	2.36 (.111)		
	0.01 (.911)	0.06 (.811)	=	5.84 (.028)	=	0.04 (.836)					

Pour chacun des trois scores les moyennes (écart-types) sont reportées pour chaque tâche (Détection et Localisation) et pour chaque type de listes (Haute Similarité, Grand Recouvrement et Petit Recouvrement). Pour les analyses statistiques les valeurs des *F* et des probabilités associées (*p*) sont reportées. Les résultats significatifs apparaissent en gras.

Annexe 3.3 : Listes de mots de hautes et de basses fréquences employées dans l'Expérience 13

Haute Fréquence				Basse Fréquence			
Mots	Fréquences	Mots	Fréquences	Mots	Fréquences	Mots	Fréquences
zeste	0,74	skieur	0,61	vide	75,74	somme	72,70
tueuse	0,27	lotte	0,07	rôle	88,51	foule	101,62
ranch	0,61	vulve	0,95	chair	90,81	garde	89,86
pore	0,47	bourde	0,54	compte	187,23	droit	138,72
liant	0,34	gond	0,14	face	262,16	mot	260,47
fiasque	0,27	chappe	0,20	nuit	672,36	père	708,11
	0,45		0,42		229,47		228,58
sacre	0,61	prisme	0,88	pont	74,59	groupe	85,88
quiche	0,41	surf	0,34	toile	81,35	classe	90,74
moufle	0,34	jante	0,47	soeur	116,55	oncle	121,96
teigne	0,95	croche	0,34	coin	167,09	verre	175,20
volte	0,74	guêtre	0,41	lieu	213,38	dieu	368,51
geai	0,81	bonde	0,54	monde	732,43	porte	536,96
	0,64		0,50		230,90		229,88
chlore	0,81	sonde	0,81	fil	75,95	mère	737,09
nouille	0,47	calque	0,41	gorge	82,64	force	218,38
brasse	0,81	glaire	0,34	chien	117,64	sol	148,31
jatte	0,41	plie	0,41	geste	172,03	cou	112,70
bègue	0,41	trolle	0,07	point	272,57	phrase	86,76
fiord	0,07	bugne	0,07	air	661,01	lampe	70,88
	0,50		0,35		230,31		229,02
morse	0,88	tourte	0,54	glace	76,01	chose	695,20
celte	0,20	mangue	0,74	veille	87,36	bruit	223,18
plouc	0,47	pionne	0,14	faute	81,08	front	152,57
chine	0,54	elfe	0,54	ombre	190,61	robe	111,96
pinte	0,34	strie	0,07	ciel	301,76	tante	110,95
hydre	0,34	cosse	0,20	coup	641,55	île	83,58
	0,46		0,37		229,73		229,57
rime	0,95	barge	0,41	heure	439,86	place	437,97
jauge	0,47	soude	0,88	nom	326,89	lit	315,74
gousse	0,81	mime	0,88	suite	270,88	ordre	179,26
loir	0,74	houille	0,81	mal	185,14	souffle	93,18
seiche	0,61	lest	0,68	chaise	86,35	oeil	278,51
dock	0,81	vielle	0,47	froid	71,96	neige	74,93
	0,73		0,69		230,18		229,93
brève	0,68	valve	0,47	femme	680,20	homme	852,23
glande	0,34	soute	0,95	pied	248,18	vue	136,01
daube	0,54	brie	0,74	cour	150,14	sac	125,47
lymphe	0,41	gale	0,47	chance	114,05	côte	90,74
yak	0,41	if	0,81	vin	99,93	foi	76,49
tiare	0,81	congre	0,14	centre	80,00	ligne	101,01
	0,53		0,60		228,75		230,33
orque	0,07	gène	0,20	soir	527,23	vie	835,47
tong	0,07	fourbe	0,61	doute	341,35	mur	172,57
schème	0,07	batte	0,27	âge	205,27	goût	124,80
kyste	0,07	strophe	0,81	jeu	130,68	peuple	89,39
fane	0,07	coing	0,41	poche	101,82	fête	70,41
huppe	0,34	grive	0,74	rêve	80,20	roi	85,95
	0,12		0,51		231,09		229,77
muse	0,81	badge	0,74	rue	449,53	jour	826,55
renne	0,47	zoom	0,34	pas	334,19	chef	172,57
blatte	0,14	loueuse	0,07	bouche	267,64	signe	119,19
plot	0,54	dièse	0,14	frère	142,36	doigt	80,34
gond	0,14	rift	0,20	langue	103,78	faim	74,93
nimbe	0,81	mole	0,41	honte	82,64	pluie	111,76
	0,49		0,32		230,02		230,86
score	0,61	fève	0,61	tête	861,49	main	788,72
goinfre	0,34	clip	0,61	forme	137,91	bord	197,36
clone	0,07	basque	0,47	rire	112,57	type	145,95
rouage	0,47	scieur	0,47	pain	99,32	scène	95,27
anche	0,27	douve	0,34	cri	71,55	gare	78,58
erre	0,74	houppe	0,54	gueule	100,14	plage	72,03
	0,42		0,51		230,50		229,65
douille	0,81	diète	0,54	terre	420,88	filie	417,03
mûre	0,27	suisse	0,95	ville	311,69	train	271,28
tique	0,54	courge	0,61	sens	217,50	vent	207,64
gaufre	0,68	tomme	0,07	joie	134,12	peur	307,23
barde	0,41	graal	0,34	cause	188,04	boîte	94,32
plèvre	0,07	bisque	0,54	dame	106,15	herbe	86,08
	0,46		0,51		229,73		230,60

Pour chaque liste, le nombre en gras correspond à la fréquence moyenne des mots au sein d'une liste (fréquence d'occurrence dans le corpus de livres de la base de données *Lexique 3*).

Annexe 3.4 : Listes des mots et des pseudo-mots correspondants employés dans l'Expériences 14

Mots	Pseudo-mots	Mots	Pseudo-mots	Mots	Pseudo-mots	Mots	Pseudo-mots
base	lase	dôme	dôte	mère	mève	rêve	rêle
bave	jave	dose	dyse	mime	mipe	ride	pide
bête	bêve	dune	duse	mine	mune	rime	rine
bide	bade	face	jace	mire	mide	rire	rige
bise	bime	fard	faud	mite	mive	rite	rode
bord	boid	fête	fêle	mode	mone	rive	ripe
bouc	beuc	fève	fème	môme	mume	robe	rone
buse	bupe	file	fide	mule	vule	rock	reck
cage	cade	four	feur	muse	myse	rôle	rile
cale	cabe	gage	gade	nerf	nenf	rose	rore
cane	cate	gale	gabe	noce	loce	ruse	rise
cape	vape	gang	ging	note	nole	sage	sade
case	cupe	gare	gane	page	pase	sens	senl
cave	fave	gêne	gêve	pape	pone	sève	sove
cèpe	cope	gîte	gîne	pâte	pyte	site	lite
cerf	cenf	gong	mong	père	pève	sole	soge
char	chor	jour	joir	peur	mour	tête	têne
chef	chif	judge	jume	pile	pibe	tige	cige
choc	chol	jupe	lupe	pine	pive	toge	tode
cime	cume	lame	vame	pipe	sipe	tôle	tôte
cire	cide	lard	laud	pôle	pôte	tome	tume
code	coge	lave	tave	port	pout	tour	toul
cône	cyne	lime	pime	pote	pobe	tube	tabe
côte	cyte	lobe	lome	pouf	pauf	type	tupe
cour	coir	loge	lige	puce	pume	vase	vave
cube	jube	luge	muge	pull	puil	veuf	vauf
cure	cude	lune	fune	race	dace	vice	vace
cuve	cule	mage	mige	rage	roge	zèle	zème
dame	dave	mâle	mâpe	rame	mame	zinc	zint
date	sate	mare	sare	râpe	rupe	zone	zore

Annexe 3.5 : Performances de rappel et analyses statistiques pour les scores *position correcte*, *mot correct* et *ordre correct* dans l'Expérience 14

	Position correcte						Mot correct						Mot correct					
	Moyennes (Ecart-types)			Tests statistiques			Moyennes (Ecart-types)			Tests statistiques			Moyennes (Ecart-types)			Tests statistiques		
	Mots	Pseudo-mots	F	p			Mots	Pseudo-mots	F	p			Mots	Pseudo-mots	F	p		
Simple	49 (21)	22 (11)	47.95	<.001			57 (18)	29 (11)	84.41	<.001			83 (17)	76 (22)	2.23	.150		
D	70 (18)	43 (20)	74.79	<.001			77 (17)	47 (18)	81.22	<.001			91 (10)	90 (14)	0.29	.593		
SA	49 (26)	21 (15)	70.50	<.001			58 (24)	28 (17)	111.56	<.001			81 (13)	74 (22)	2.13	.159		
T	60 (22)	26 (17)	92.75	<.001			70 (17)	34 (16)	121.17	<.001			83 (18)	76 (22)	1.82	.192		
SAT	41 (29)	14 (16)	29.16	<.001			50 (26)	23 (17)	41.60	<.001			77 (23)	54 (35)	10.36	.004		
Longueur	55 (24)	26 (17)	120.93	<.001			64 (21)	33 (17)	178.88	<.001			83 (16)	73 (23)	10.55	.004		
Attention	46 (20)	35 (21)	18.50	<.001			52 (19)	44 (19)	0.00	.436			84 (15)	72 (25)	22.51	<.001		
Suppression articulatoire	50 (19)	31 (22)	84.76	<.001			57 (17)	40 (21)	0.00	.717			85 (16)	71 (23)	18.35	<.001		
Longueur x Attention			0.46	.503					0.59	.013					5.02	.186		
Longueur x Suppression Articulatoire			1.23	.279					0.10	.117					4.50	.170		
Attention x Suppression Articulatoire			2.74	.112					0.16	.086					0.10	.004		
Longueur x Attention x Suppression Articulatoire			1.89	.183					0.06	.147					1.74	.073		

Pour chacun des trois scores les moyennes (écart-types) sont reportées pour chaque condition (*Simple* correspond à la tâche d'empan simple ; *D* correspond à la condition comportant aucune tâche concurrente ; *SA* correspond à la condition avec suppression articulatoire ; *T* correspond à la condition avec traitement attentionnel ; *SAT* correspond à la condition avec suppression articulatoire et traitement attentionnel) et pour chaque type d'items (Mots et Pseudo-mots). Pour les analyses statistiques les valeurs des *F* et des probabilités associées (*p*) sont reportées. Les résultats significatifs apparaissent en gras.

Annexe 4.1 : Récapitulatif des principaux résultats de nos expériences

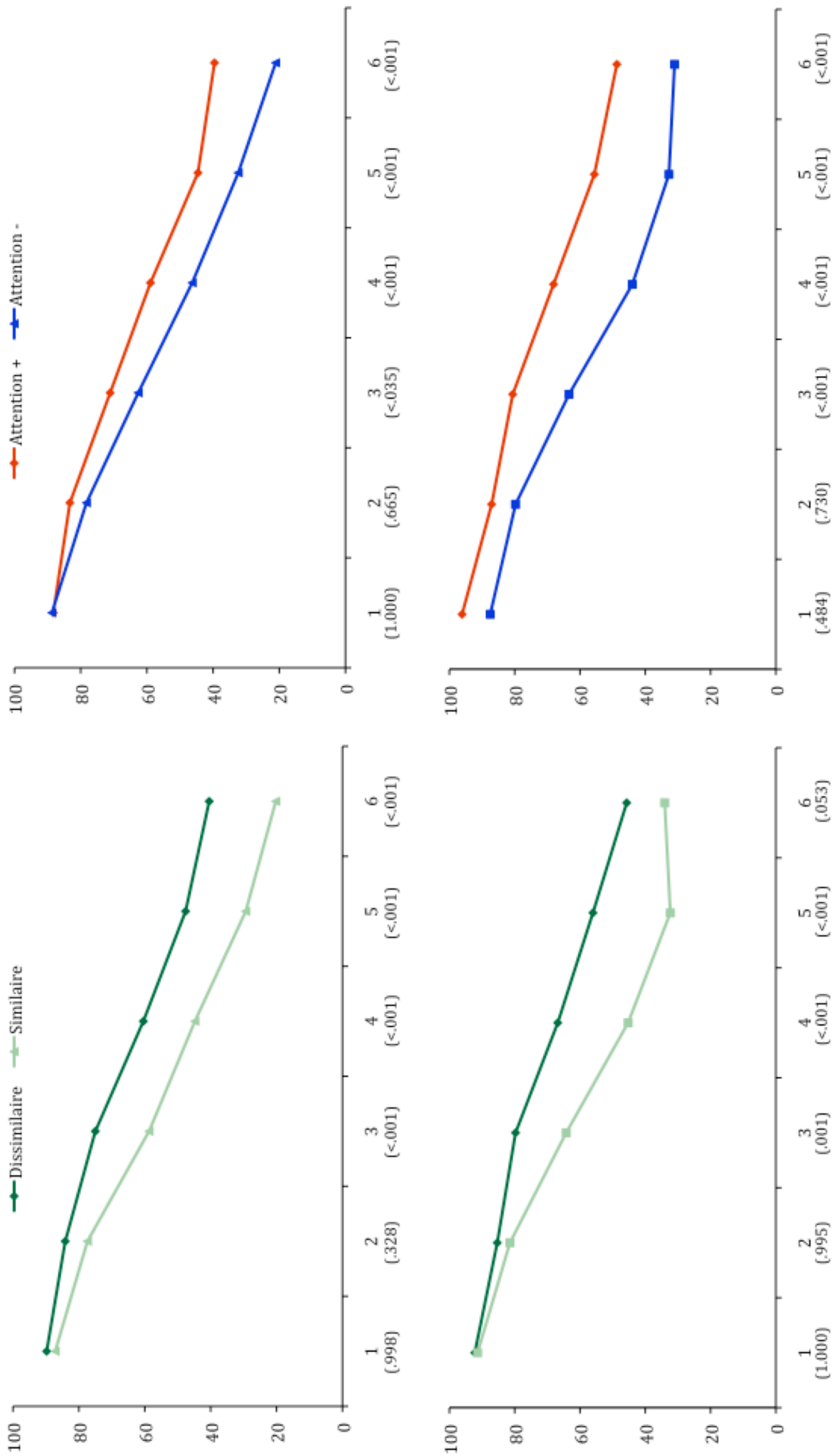
Exp. Pop.	Manipulations			Principaux résultats		
	Traitement	Items à mémoriser	nb d'items	Indépendance	Utilisation conjointe	Représentations
1 Adulte	Localisation Rythme rapide / lent	Similarité (inter-sujet) Similaire / Dissimilaire	3 à 7	pas ESP x Rythme		
2 Adulte	Localisation Rythme rapide / lent	Similarité (inter-sujet) Similaire / Dissimilaire	6	pas ESP x Rythme		
3 Adulte	Suppression Articulaire et/ou Localisation	Similarité Similaire / Dissimilaire	6	pas SA x T	SAT < SA ou T	1. ESP x SA 2. pas ESP x T
4 Adulte	Suppression Articulaire et/ou Localisation	Longueur 3 phonèmes / 5 phonèmes	6	pas SA x T	SAT < SA ou T	1. ELM x SA 2. ELM x T
5* 8 ans	Suppression Articulaire et/ou Localisation	Similarité Similaire / Dissimilaire	5	pas SA x T	SAT = SA < T	1. pas ESP x SA 2. pas ESP x T
6* 8 ans	Suppression Articulaire et/ou Localisation	Longueur 3 phonèmes / 5 phonèmes	5	pas SA x T	SAT = SA < T	1. pas ELM x SA 2. pas ELM x T
7* 7 ans	Suppression Articulaire et/ou Localisation	Similarité Rime / Dissimilaire	4	pas SA x T	SAT = SA = T	1. pas ER x SA 2. ER x T
8 Adulte	Détection / Localisation Consigne : <u>Répétition</u>	Similarité Similaire / Recouvrement / Dissimilaire	6			1. ESP 2. pas ESP x T
9 Adulte	Détection / Localisation Consigne : <u>Rafraichissement</u>	Similarité Similaire / Recouvrement / Dissimilaire	6			1. pas ESP 2. pas ESP x T
10 Adulte	Détection / Localisation	Similarité Similaire / Recouvrement / Dissimilaire	6			1. ESP en Détection 2. pas d'ESP en Localisation
11 Adulte	Suppression Articulaire et/ou Localisation	Similarité (2000 ms) Similaire / Dissimilaire	6	pas SA x T	SAT < SA ou T	ESP (mais que dans condition SA)
12 Adulte	Suppression Articulaire et/ou Localisation	Similarité (5000 ms) Similaire / Dissimilaire	6	pas SA x T	SAT = SA = T	ESP (interagit pas avec SA et T)
13 Adulte	Localisation Rythme rapide / lent	Fréquence Fréquent / Peu fréquent	6			pas EF x T
14 Adulte	Suppression Articulaire et/ou Localisation	Lexicalité Mot / Pseudo-mot	6	pas SA x T		1. pas EL x T 2. pas EL x SA

Chapitre 2 : Quelle relation entre la répétition et le rafraichissement ?

Chapitre 3 : Quelles représentations ?

Manipulations et principaux résultats pour le score position correcte dans nos différentes expériences (Exp. = numéro de l'expérience ; Pop. = population testée ; ESP = Effet de Similarité Phonologique ; SA = Suppression Articulaire ; T = Traitement attentionnel ; ELM = Effet de Longueur de Mots ; EF = Effet de Fréquence ; EL = Effet de Lexicalité). * Les résultats reportés correspondent au score mot correct.

Annexe 4.2 : Courbes de positions sérielles pour les Expériences 2 et 3



Pourcentages de mots rappelés en fonction des positions sérielles et du type de liste de mots (Dissimilaire ou Similaire) ou de la capture attentionnelle ("Attention +" correspond à la condition de rythme lent dans l'Expérience 2 et à la condition D dans l'Expérience 3 ; "Attention -" correspond à la condition de rythme rapide dans l'Expérience 2 et à la condition T dans l'Expérience 3).

Résumé

La mémoire de travail est un système permettant de retenir des informations tout en réalisant simultanément un traitement. La répétition subvocale (Baddeley, 1986) et le rafraîchissement attentionnel (Barrouillet et al., 2007) sont deux mécanismes ayant été identifiés comme jouant un rôle dans le maintien de l'information verbale en mémoire de travail. Cependant, la nature exacte de la relation qu'entretiennent ces deux mécanismes a peu été étudiée et reste incertaine. Pour cette raison, le but de notre travail était dans un premier temps d'étudier la relation entre la répétition et le rafraîchissement. Dans plusieurs études réalisées chez le jeune adulte, l'utilisation de la répétition et l'utilisation du rafraîchissement ont été respectivement manipulées à travers la suppression articulaire et la demande attentionnelle du traitement concurrent. Dans la continuité des travaux précédents de Camos, Lagner et Barrouillet (2009), les données de nos études permettent de conclure que les deux mécanismes sont indépendants et qu'ils peuvent être utilisés conjointement pour le maintien de mots. Des études supplémentaires suggèrent que la répétition et le rafraîchissement sont également indépendants chez l'enfant de 7-8 ans, mais qu'ils ne sont pas utilisés conjointement. Le second but visé par nos travaux était de tester la nature des représentations impliquées dans le maintien par répétition et par rafraîchissement. Pour cela, les propriétés phonologiques des mots à mémoriser ont été manipulées à travers la similarité phonologique et la longueur des mots, tandis que la mise en œuvre de la répétition et du rafraîchissement variait. Les données ont révélé que la répétition reposait sur les représentations phonologiques, alors que le rafraîchissement était indépendant de telles représentations. Les résultats de deux expériences exploratoires ont montré que le rafraîchissement ne reposait pas sur les connaissances à long terme (telles que la fréquence et la lexicalité) et laissent ouverte la question des représentations impliquées par ce mécanisme. Les données de nos recherches apportent des arguments en faveur des modèles de mémoire de travail qui supposent l'implication à la fois d'un mécanisme général et d'un mécanisme spécifique pour le maintien de l'information verbale.

Mots-clés : mémoire de travail, mécanismes de maintien, répétition subvocale, rafraîchissement attentionnel, représentations phonologiques

Abstract

Working memory is a system that allows to maintain information, while performing a concurrent processing. The subvocal rehearsal (Baddeley, 1986) and the attentional refreshing (Barrouillet et al., 2007) are two mechanisms identified as playing a role in maintenance of verbal information within working memory. However, the exact nature of the interplay of these two mechanisms was little studied and remains unclear. Therefore, the purpose of our work was first to investigate the interplay of rehearsal and refreshing. In several experiments performed with young adults, the use of rehearsal and refreshing were respectively manipulated through articulatory suppression and attentional demand of the concurrent processing. In line with previous works from Camos, Lagner and Barrouillet (2009), data from our studies allows to conclude that the two mechanisms are independent and could be used jointly to maintain words. Further studies indicated that rehearsal and refreshing were independent as well for 7-8 years old children, but were not used jointly. The second purpose addressed in our work was to investigate the nature of representations involved in maintenance by rehearsal and refreshing. Therefore, the phonological properties of words to remember were manipulated through phonological similarity and words' length, while rehearsal and refreshing involvement varied. Data revealed that rehearsal relied on phonological representations, while refreshing was independent of such representations. Results from two explorative experiments revealed that refreshing did not rely on long-term knowledge (as frequency and lexicality) and leave open the question of the representations involved by this mechanism. The data from our research bring some arguments to models of working memory assuming the involvement of both general and specific mechanisms to maintain verbal information.

Keywords: working memory, maintenance mechanisms, subvocal rehearsal, attentional refreshing, phonological representations