
Etude de l'efficacité de différentes stratégies de mémoire à court terme verbale chez des enfants de 4 ans et 6 ans

Auteur : Lapan, Marie

Promoteur(s) : Attout, Lucie

Faculté : Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Éducation

Diplôme : Master en logopédie, à finalité spécialisée en communication et handicap

Année académique : 2019-2020

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/9344>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

*Etude de l'efficacité de différentes stratégies de
mémoire à court terme verbale chez des enfants
de 4 ans et 6 ans*

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de master en Logopédie

Présenté par : Lapan Marie

Sous la direction de : Attout Lucie

Année universitaire 2019-2020

Remerciements

Dans un premier temps, je tiens à remercier ma promotrice, Madame Lucie Attout. Je vous remercie pour votre accompagnement et vos précieux conseils durant ces deux années qui me permettent aujourd'hui de présenter ce projet. Je vous remercie également pour votre confiance et votre disponibilité qui, dans cette période particulière, m'ont grandement aidée pour aboutir à ce travail.

Je remercie également les personnes ayant accepté de faire partie de mon jury, Madame Dauvister Estelle et Madame Gillet Sophie.

J'adresse aussi un grand merci à l'ensemble des participants et leurs parents pour avoir accepté de participer à cette étude. Je remercie également les corps enseignants des différentes écoles pour leur temps et leur confiance. Par ailleurs, je suis reconnaissante envers les étudiantes de bac 3, Marion, Jade et Morgane, pour leur contribution à l'étude et j'adresse un remerciement tout particulier à Claire avec qui les échanges et réflexions étaient toujours constructifs et agréables. Cette étude, au-delà du cadre académique, restera une belle expérience humaine.

Mes relectrices Audrey, Nicole et Gaëlle ont contribué à l'aboutissement de cet écrit et je les remercie également sincèrement. Un grand merci à Maelle pour ses conseils et son soutien.

Enfin, merci à Amar, je ne te dis rien mais tu sais déjà tout.

Table des matières

| | |
|--|----|
| Revue de la littérature..... | 1 |
| Introduction..... | 1 |
| Partie 1 : MCT verbale et apprentissages..... | 3 |
| Partie 2 : Les modèles théoriques de la mémoire à court terme verbale..... | 5 |
| I. Le modèle à composantes multiples de Baddeley (2000) | 5 |
| II. Le modèle A-O-STM de Majerus (2008)..... | 7 |
| III. Importance des capacités attentionnelles..... | 11 |
| Partie 3 : Les stratégies de maintien en MCT verbale | 13 |
| I. Utilisation des stratégies de maintien chez l'adulte | 13 |
| II. Développement des stratégies de MCT verbale chez l'enfant | 14 |
| III. Facteurs influençant l'utilisation des stratégies chez l'enfant..... | 18 |
| Synthèse de la revue de la littérature | 22 |
| Questions de recherche et hypothèses..... | 23 |
| Question 1 : Comparaison de l'efficacité des stratégies entrainées | 24 |
| Question 2 : Comparaison de l'efficacité de chaque stratégie entrainée sur différentes tâches..... | 25 |
| Question 3 : Comparaison de l'efficacité des stratégies entrainées sur le type de maintien..... | 26 |
| Question 4 : impact du niveau initial des aptitudes mnésiques sur l'efficacité des stratégies..... | 27 |
| Méthodologie | 28 |
| Participants..... | 28 |
| Description des groupes | 28 |
| Conception et procédure | 30 |
| Procédure générale | 30 |
| Implémentation de la stratégie (phase d'entraînement)..... | 31 |
| Description des tâches | 31 |
| Choix et construction des listes de mots..... | 34 |
| Résultats..... | 36 |
| Question 1 : Comparaison de l'efficacité des stratégies entrainées | 37 |
| Différence du nombre de mots correctement rappelés entre T1 et T2..... | 37 |
| Différence du nombre d'erreurs commises entre T1 et T2..... | 40 |
| Différence du nombre de non-réponses présentes entre T1 et T2 | 42 |
| Question 2 : Comparaison de l'efficacité de chaque stratégie entrainée sur différentes tâches..... | 43 |
| Question 3 : Comparaison de l'efficacité des stratégies entrainées sur le type de maintien..... | 45 |

| | |
|--|----|
| Traitement de l'ordre | 46 |
| Traitement de l'item..... | 50 |
| Question 4 : impact du niveau initial des aptitudes mnésiques sur l'efficacité des stratégies..... | 53 |
| Discussion..... | 55 |
| Question 1 : Comparaison de l'efficacité des stratégies entraînées..... | 56 |
| Concernant les enfants de 4 ans | 56 |
| Concernant les enfants de 6 ans | 59 |
| Question 2 : Comparaison de l'efficacité de chaque stratégie entraînée sur différentes tâches..... | 61 |
| Question 3 : Comparaison de l'efficacité des stratégies entraînées sur le type de maintien..... | 64 |
| Concernant le traitement de l'information ordre | 64 |
| Concernant le traitement de l'item..... | 66 |
| Question 4 : impact du niveau initial des aptitudes mnésiques sur l'efficacité des stratégies..... | 67 |
| Conclusion générale et perspectives futures | 69 |
| Bibliographie..... | 71 |
| Annexes | 78 |

Abréviations utilisées dans ce mémoire

MT : Mémoire de travail

MCT : Mémoire à court terme

MLT : Mémoire à long terme

Stratégies de répétition implémentées :

N : naming, dénomination ou étiquetage

RC : répétition cumulative ou répétition multiple

Groupes de testing:

N : groupe d'enfants entraînés au naming

N4 : groupe d'enfants de 4 ans entraînés au naming

N6 : groupe d'enfants de 6 ans entraînés au naming

RC : groupe d'enfants entraînés à la répétition cumulative

RC4 : groupe d'enfants de 4 ans entraînés à la répétition cumulative

RC6 : groupe d'enfants de 6 ans entraînés à la répétition cumulative

C : groupe d'enfants n'ayant été entraînés à aucune stratégie de répétition

C4 : groupe d'enfants de 4 ans n'ayant été entraînés à aucune stratégie de répétition

C6 : groupe d'enfants de 6 ans n'ayant été entraînés à aucune stratégie de répétition

Tâches :

RSI pré : tâche de rappel sériel immédiat ayant eu lieu avant l'entraînement avec, par liste, un nombre de mots dépassant de 1 l'empan de base de l'enfant

RSI post : tâche de rappel sériel immédiat ayant eu lieu après l'entraînement avec, par liste, un nombre de mots dépassant de 1 l'empan de base de l'enfant

Reci : tâche de reconnaissance des items

Reco : tâche de reconnaissance de l'ordre

Revue de la littérature

Introduction

Aparté :

Avant toute chose, il convient de préciser que, dans ce mémoire, les termes « mémoire de travail » (MT) et « mémoire à court terme » (MCT) seront utilisés indifféremment. Ce parti pris a été décidé car ces deux concepts se situeraient sur un continuum, la frontière entre les deux étant imprécise et les bases empiriques appuyant la distinction MCT et MT étant largement discutables (Aben, Stapert, & Blokland, 2012; Cowan, 2008; Unsworth & Engle, 2007). Ces deux notions font référence à des systèmes cognitifs à capacité de stockage limitée dans le temps et dans le nombre d'items. La MT permettrait la manipulation des informations et est parfois envisagée comme un recours à l'attention pour traiter les informations en MCT (MT envisagée donc comme caractéristiques fonctionnelles) (Cowan, 2008), tandis que la MCT serait davantage un processus passif.

La mémoire à court terme (MCT) verbale est considérée comme l'une des fonctions cognitives clés lors de l'acquisition de nouvelles connaissances et des apprentissages scolaires. Elle est impliquée dans l'ensemble des tâches cognitives complexes telles que la résolution de problèmes, la planification d'une série d'actions ou encore la compréhension et la production du langage parlé ou écrit. Comment, par exemple, prononcer un discours sans avoir réfléchi au message et l'avoir stocké temporairement jusqu'au moment de sa réalisation ? Le locuteur doit effectivement prévoir ce qui va être dit et exécuter ce qu'il a planifié au préalable. Il doit également pouvoir maintenir la cohérence de ses idées tout en écoutant ses interlocuteurs et en faisant face aux interruptions. Cette coordination entre fonctions de traitement et de stockage dépend en grande partie de la mémoire à court terme (Bourdin, 1999).

Malgré l'importance de la MCT verbale dans les apprentissages et plus généralement au quotidien, la littérature scientifique reste relativement peu fournie concernant les capacités mnésiques des jeunes enfants, principalement pour ce qui est de leurs capacités à tirer bénéfice des stratégies de maintien en MCT. Ces stratégies mnésiques sont des facteurs qui interviennent sur le traitement de l'information et peuvent en favoriser le maintien (Oberauer, 2019). Les auteurs s'accordent pour dire que les enfants peuvent recourir à différentes stratégies de MCT verbale présentes chez l'adulte, mais le débat portant sur l'âge auquel ces stratégies pourraient être fonctionnelles si elles étaient apprises et entraînées reste néanmoins ouvert. La plupart des recherches étudiant la question concluent que la répétition cumulative n'est utilisée spontanément qu'à partir de 6-7 ans (Flavell, Beach, & Chinsky, 1966, cités par Jarrold & Hall, 2013; Palmer, 2000, cité par Attout, 2014; Gathercole, 1998). Cependant, les enfants de moins de 7 ans possèdent déjà des capacités de maintien en MCT ; Comment font-ils alors pour maintenir les informations temporairement ? Utilisent-ils des stratégies de maintien spécifiques ? De nombreuses études récentes ont tenté de répondre à cette question mais avec des méthodologies pour la plupart indirectes et relativement subjectives. Pourtant, cette question est essentielle à la fois dans la compréhension des mécanismes de maintien de l'information chez des enfants plus jeunes, chez qui ce composant est déjà essentiel dans une série de fonctions de haut niveau comme le langage, mais aussi dans une perspective de prise en charge de ce composant chez des enfants présentant des faiblesses, fragilités dans ce composant crucial du développement cognitif.

L'objectif de ce mémoire est donc d'étudier dans quelle mesure les stratégies de MCT verbale soutiennent les capacités de stockage chez les jeunes enfants. Dans un premier temps, je vais approfondir l'intérêt d'étudier la MCT dans le développement et évoquer les grands modèles de la MCT, le développement des stratégies mnésiques ainsi que les facteurs influençant leur utilisation et efficacité chez les enfants. Ensuite, je présenterai mes questions de recherche plus précises, la méthodologie utilisée pour y répondre et les résultats obtenus. Enfin, je discuterai les résultats obtenus par rapport à la littérature et l'apport de ceux-ci.

Partie 1 : MCT verbale et apprentissages

Chez les enfants, de nombreuses études indiquent que les apprentissages scolaires sont en partie tributaires de capacités en MCT (Barrouillet, Camos, Morlaix, & Suchaut, 2008, cités par Camos & Barrouillet, 2014; Lépine, Barrouillet, & Camos, 2005, cités par Camos & Barrouillet, 2014; Gathercole & Alloway, 2008). Les performances lors d'un test de MCT seraient même l'un des meilleurs prédicteurs de la réussite scolaire et seraient également en lien avec les comportements en classe et les capacités intellectuelles (Gathercole et al., 2006, cités par Miller, McCulloch & Jarrold, 2015; Kane & Engle, 2003, cités par Miller, McCulloch & Jarrold, 2015).

Tout au long du développement des capacités langagières et communicationnelles, l'élaboration du langage oral et le développement de la MCT verbale se révèlent être corrélés. Ainsi, les capacités de MCT verbale s'avèrent être dépendantes du niveau langagier, le traitement et la mémorisation étant plus complexes si les informations ne sont pas comprises car pas connues du sujet. Mais cette notion de corrélation indique également que les capacités mnésiques à court terme impactent à leur tour différents domaines langagiers. Par exemple, les capacités de compréhension, où il faut mémoriser l'ensemble des éléments de la phrase pour réussir à inférer le sens global, ou les capacités de production dépendent de la MCT verbale. L'acquisition de nouveaux mots est elle aussi fortement en lien avec la MCT verbale. Le niveau de vocabulaire chez les enfants de 4-5 ans serait même surtout corrélé avec les capacités des sujets à rappeler les mots dans le bon ordre plutôt que les mots en tant que tel (Majerus et al., 2006; Leclercq & Majerus, 2010). Majerus, Poncelet et leurs collaborateurs (2006) expliquent en effet que le maintien temporaire de l'ordre des phonèmes d'un mot permet de le réactiver au sein du système linguistique et participe ainsi à sa mémorisation à long terme.

Lorsque l'enfant rentre dans des apprentissages plus scolaires, les capacités mnésiques verbales à court terme tiennent également un rôle très important. Pour ce qui est des compétences arithmétiques, Noël (2009, cité par Attout, 2014) démontre que chez les enfants de 4-5 ans, la MCT verbale est fortement sollicitée lors du comptage et des premières additions. Par ailleurs, cette auteure met également en avant que l'acquisition de la chaîne numérique verbale est tributaire des capacités de MCT de l'enfant. Les exercices de calcul mental font également appel aux capacités de MCT verbale, la résolution du problème

dépendant à la fois des capacités de calcul et de la bonne mémorisation de tous les éléments de l'énoncé ainsi que des résultats intermédiaires (Attout, 2014).

Par la suite, au moment de l'acquisition de la lecture, la MCT verbale est là encore fortement sollicitée, intervenant par exemple dans l'apprentissage du nom des lettres ou lors de la correspondance grapho-phonétique (Demont & Botzung, 2003, cités par Bussy, 2014). En 2012, Martinez-Perez et ses collaborateurs ont réalisé une étude longitudinale sur un an, suivant des enfants de la dernière année maternelle à la première année primaire, année d'apprentissage de la lecture. Leurs résultats affirment, après contrôle des habiletés phonologiques, que la capacité à rappeler les items dans le bon ordre en fin de maternelle permet de prédire la performance en lecture un an plus tard. Par ailleurs, la littérature s'accorde pour dire que la MCT est indispensable pour la bonne compréhension de ce qui vient d'être lu (Demont & Botzung, 2003, cités par Bussy, 2014; De Jong, 2006, cité par Bussy, 2014). En effet, la MCT contribue au maintien des différents éléments de la phrase en mémoire tout en poursuivant la lecture ; Il faut effectivement se souvenir du début de la phrase lorsque nous arrivons aux derniers mots de celle-ci pour la comprendre. De plus, le lien entre les différents mots décodés de la phrase et leur signification stockée en mémoire à long terme (MLT) est fait grâce à la MCT.

Enfin au cours de l'adolescence, moment où les demandes scolaires sont de plus en plus exigeantes, les capacités de MCT interviennent également. En 1996, Kellogg démontre entre autres l'intervention de la MCT lors des productions écrites, que ce soit dans les phases de planification des idées, de rédaction ou de révision de ce qui a été écrit.

Il est donc évident que ce système cognitif intervient durant tout le développement, et des déficits en MCT se retrouvent chez nombre d'enfants en difficultés d'apprentissage (Barrouillet & Camos, 2007).

Au cours du développement, la MCT verbale intervient donc dans bon nombre d'apprentissages ; L'enrichissement lexical, la compréhension de consignes, et plus tard l'acquisition du langage écrit ou encore le développement des capacités arithmétiques faisant tous appel aux capacités mnésiques à court terme. Différentes études mentionnent plus spécifiquement l'importance de l'ordre des informations à traiter. L'évaluation de cette fonction face à un enfant avec difficultés d'apprentissage paraît donc pertinente et même indispensable pour préciser les déficits qui sous-tendent les difficultés.

Dans la suite de ce mémoire, nous allons mettre en lumière les différents éléments qui semblent soutenir les capacités de stockage mais avant toute chose, il convient de donner au lecteur une idée précise de ce qu'est la MCT et les étapes de son développement.

Partie 2 : Les modèles théoriques de la mémoire à court terme verbale

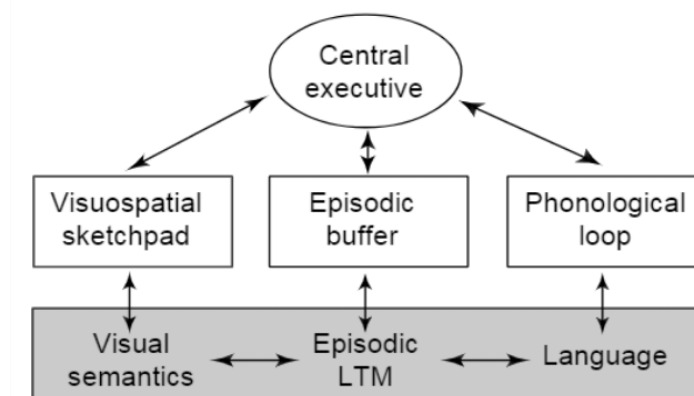
Pour définir cette MCT verbale, nous allons commencer par décrire brièvement l'un des premiers modèles théoriques influent, le modèle d'Alan Baddeley, puis nous expliquerons plus en détails le modèle de Steve Majerus et l'importance des capacités attentionnelles pour le maintien de l'information à court terme.

I. Le modèle à composantes multiples de Baddeley (2000)

La MCT peut se définir comme un système à capacité limitée, variant selon les auteurs de trois - quatre items (Cowan, 2001, cité par Cowan, 2008) à sept plus ou moins deux éléments (Miller, 1956, cité par Cowan, 2008). Elle permet le maintien, le traitement et la manipulation des informations temporairement, de l'ordre de quelques secondes (Baddeley, 2000). Lors de différentes tâches cognitives qui nécessitent l'utilisation immédiate de l'information, la MCT permet d'établir un lien entre la perception, la mémoire à long terme (MLT) et l'action. L'un des modèles théoriques le plus répandu pour rendre compte du fonctionnement de la MCT est le modèle de Baddeley (Baddeley & Hitch, 1974). Dans ce modèle, la MCT, appelé mémoire de travail (MT) par Baddeley, est un système hiérarchisé, avec une capacité de traitement limitée. L'administrateur central, ou centre exécutif, supervise le fonctionnement de la MCT. En effet, il assure la gestion des ressources attentionnelles tout en combinant les informations provenant de différentes sources ou activités mentales réalisées simultanément. L'administrateur central supervise et coordonne également deux sous-systèmes: le calepin visuo-spatial et la boucle phonologique. Tandis que ce premier traite les informations visuo-spatiales et les images mentales, la boucle phonologique maintient et traite les informations verbales entendues ou lues via deux processus ; le stock phonologique, qui maintient passivement l'information verbale soumise au déclin, et la boucle de récapitulation articulatoire (répétition subvocale) qui permet la réactivation de l'information via la répétition et contre ainsi cette dégradation (Baddeley, 2000 ; Campoy & Baddeley, 2008). L'existence de cette boucle phonologique a été mise en

évidence grâce à plusieurs effets (Baddeley, 2000) : (1) L'effet de similarité phonologique, qui explique que des items qui se ressemblent phonologiquement sont moins bien rappelés que des items qui ne sont pas similaires, (2) L'effet de longueur des mots, à savoir le fait de se rappeler davantage des mots courts que des mots longs, (3) L'effet de suppression articulatoire qui indique qu'une personne se rappellera de moins de mots si elle ne peut pas les répéter (au moment du maintien, articulation déjà occupée à dire un mot/une syllabe cible par exemple),(4) L'effet des sons distracteurs, décrivant que le maintien en MCT verbale est perturbé par l'écoute d'un discours, même si celui-ci est dans une langue étrangère et/ou que la personne ne l'écoute pas attentivement.

Quelques années plus tard, une nouvelle structure, le buffer épisodique, a été ajoutée au modèle. Ce composant intègre les informations issues de différentes sources en une seule représentation cohérente et multimodale et en assure le stockage temporaire (Baddeley, 2000). L'AC peut contrôler le contenu du buffer en focalisant l'attention sur une certaine source d'informations.



Version actuelle du modèle en multi-composants de Baddeley (2000)

Le buffer épisodique fournit ainsi une interface temporaire entre les sous-systèmes (la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial) et la MLT. L'influence des connaissances langagières à long terme (et donc de la MLT) sur les capacités en MCT est inévitable et peut être mise en avant via l'étude des effets psycholinguistiques notamment (Majerus, 2008). Dans une revue de la littérature, Majerus (2008) fait une synthèse de l'impact de ces effets sur la capacité du rappel à court terme. Le meilleur rappel des mots que des non-mots, phénomène appelé effet de lexicalité, est certainement l'exemple le plus probant. Un effet de fréquence lexicale est également attesté, les mots souvent rencontrés dans la langue

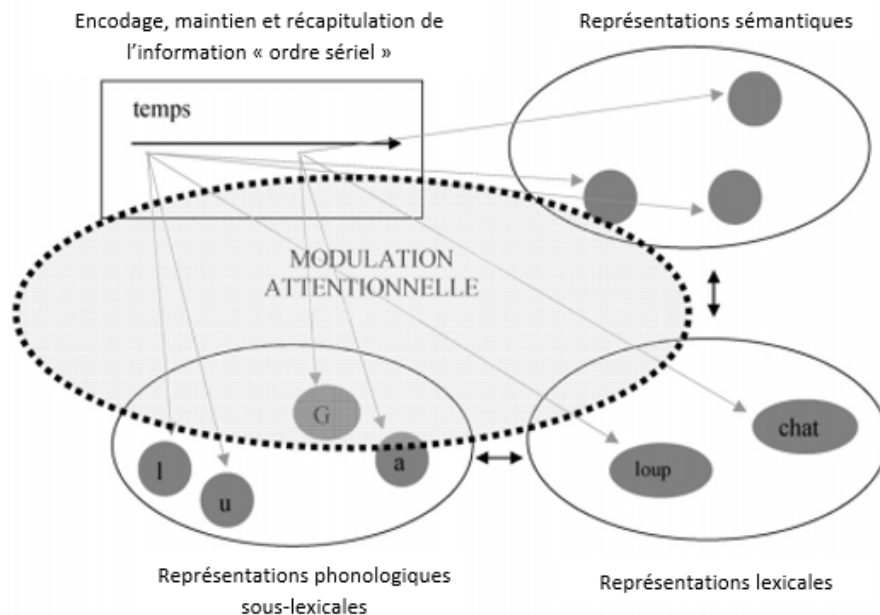
étant mieux rappelés que les mots peu fréquents. Le caractère concret des mots, c'est-à-dire leur degré d'imagerie, a lui aussi un impact sur le rappel. Certains auteurs (Gathercole, Frankish, Pickering, & Peaker, 1999, cités par Majerus, 2008 ; Thorn & Frankish, 2005, cité par Majerus, 2008) ont également montré que des non-mots combinant des phonèmes souvent associés dans le langage parlé (fréquence phonotactique élevée) sont mieux rappelés que des non-mots composés de combinaisons de phonèmes moins fréquentes. Ce lien entre connaissances en MLT et performances lors d'une tâche de MCT apparaît relativement tôt dans le développement. Par exemple, les effets de lexicalité ou de degrés d'imagerie sont présents dès 4ans lors de tâches de MCT (Majerus, 2010).

Bien qu'il soit admis que la MCT et les connaissances langagières soient étroitement liées, le modèle de Baddeley ne différencie pas les types d'informations qui peuvent être stockées en MCT, et n'explique donc pas comment l'ordre de présentation des items peut être maintenu et rappelé (information « ordre sériel »). De plus, ce modèle ne permet d'expliquer que partiellement les différences interindividuelles et l'augmentation importante des capacités de MCT verbale au cours du développement. En effet, selon Baddeley, l'amélioration de l'empan (nombre d'items rappelés) avec l'âge est liée au développement de la boucle phonologique et à l'augmentation de la vitesse de répétition. Certes, ces deux facteurs jouent un rôle dans l'amélioration des capacités mnésiques, mais ils ne peuvent à eux seuls expliquer la progression de l'empan. Plus récemment, Majerus (2008) a proposé un modèle de la MCT qui explique l'étroite relation entre les représentations langagières, le processus attentionnel et le système de traitement sériel au cours du stockage et du traitement de l'information.

II. Le modèle A-O-STM de Majerus (2008)

Dans ce modèle, le système langagier est symbolisé via différents niveaux linguistiques (représentations sémantiques, lexicales et sous-lexicales) qui permettent un bon traitement de l'information « item » en MCT verbale. L'encodage, le maintien et la récupération de l'information « ordre » sont eux assurés par un système spécialisé distinct et amodal. Ainsi, la rétention de l'information « item », c'est-à-dire de l'ensemble des cibles, ne dépend pas des mêmes processus que celle de l'information « ordre » qui fait référence à la mémorisation de l'ordre de présentation des items. Un modulateur attentionnel permet

d'orienter de façon flexible les ressources attentionnelles vers le système qui est le plus sollicité (système langagier ou système sériel) en fonction des exigences de la tâche (traitement de l'item et/ou de l'ordre) (Majerus, 2008).



Représentation schématique du modèle A-O-STM de la MCT verbale de Majerus (2008)

Ce modèle A-O-STM (« attention, order, short-term memory ») présenté par Majerus en 2008 dissocie donc les capacités de traitement à court terme des informations « item » et « ordre ». Plusieurs arguments viennent appuyer cette distinction.

Dans un premier temps, les caractéristiques des stimuli n'influencent pas de la même manière le maintien de l'ordre et celui de l'item. Les effets psycholinguistiques précédemment cités à savoir les effets de lexicalité, de fréquence et de degré d'imagerie ainsi que la valence émotionnelle des mots (connotation émotionnelle vs. neutre) semblent impacter le rappel de l'information « item » (Poirier & Saint-Aubin, 1996; Poirier & Saint-Aubin, 1999; Majerus & D'Argembeau, 2011; Monnier & Syssau, 2008; Roche, Tolan & Tehan, 2011; Miller & Roodenry, 2009), mais le rappel de l'information « ordre » ne serait lui seulement influencé que par l'effet de lexicalité (Saint-Aubin et Poirier, 1999). Ces résultats corroborent l'idée que l'information « item » est principalement stockée via l'activation temporaire des représentations langagières. Il est aussi mis en avant dans la littérature que la relation entre les stimuli impacte de manière différente la rétention des items ou et celle de l'ordre. Ainsi, le rappel de l'information « item » est impacté par la présence d'un lien

sémantique entre les cibles appelé, effet de similarité sémantique (Saint-Aubin et Poirier, 1999). Cet effet n'aurait cependant pas d'impact sur le rappel de l'ordre. L'effet de similarité phonologique des mots n'a lui pas ou peu d'impact sur le rappel de l'information « item » mais influence négativement le rappel de l'information « ordre » (Nairne & Kelley, 2004 ; Majerus, 2008). Les différences de longueur des mots n'influencent pas non plus de la même manière le rappel. Il existerait un avantage des mots courts pour le rappel de l'ordre et un avantage des mots plus longs pour celui de l'item (Roche, Tolan & Tehan, 2011).

Deuxièmement, les performances lors d'une tâche de rappel « information item » ou « information ordre » ne sont pas influencées de la même façon par les conditions de passation. Majerus (2008) cite comme exemple la suppression articulatoire et la présence de paroles non pertinentes pendant la tâche qui impacteraient principalement le rappel de l'information ordre.

D'autre part, diverses études en neuroimagerie fonctionnelle mettent en avant une distinction pour ce qui est de l'activité cérébrale si l'on se trouve dans une tâche de MCT verbale nécessitant le maintien de l'ordre ou celui de l'item (Majerus, Poncelet, Van der Linden, et al., 2006, Majerus, Salmon, & Attout, 2013, cités par Attout, 2014). Les régions du langage telles que le gyrus temporal supérieur et les gyrus temporaux moyen et inférieur, liés respectivement aux représentations phonologiques et aux représentations lexico-sémantiques, sont activées principalement lors du traitement de l'information item. L'encodage, le maintien et le rappel des informations ordres animent quant à eux de façon plus importante le réseau fronto-pariéto-cérébelleux centré autour du sillon intrapariétal droit. Ces études précisent que le sillon intrapariétal droit est activé lors de la rétention de l'ordre et ce durant une tâche verbale ou visuelle. Cela appuie l'idée que le traitement de l'information ordre est amodal. Les traitements des informations item ou ordre ne semblent donc pas sous-tendus par les mêmes réseaux neuronaux.

Pour finir, toujours dans l'optique de différencier le traitement de l'ordre et celui de l'item, Mc Cormack et ses collaborateurs (2000) analysent à travers différents âges (enfants de 7, 9 ou 11 ans et adultes) les différentes erreurs commises lors d'une tâche de rappel sériel immédiat (RSI). Dans cette étude, les erreurs d'items sont mises en avant via les omissions et intrusions, tandis que les erreurs d'ordre sont représentées par les erreurs de transposition. Ces auteurs concluent qu'en plus des changements au niveau des performances globales de rappel, il existe des différences développementales concernant la

nature et la distribution des erreurs. En effet, avec l'âge, il y a une diminution du nombre d'erreurs « item » impliquant une proportion plus importante du nombre d'erreurs « ordre ». Chez les plus jeunes, au cours de l'épreuve, on retrouve de plus en plus d'erreurs d'omission. De plus, au travers des âges, la nature des erreurs de transposition évolue ; Les enfants plus âgés ont tendance à déplacer la cible de sa bonne position d'une seule place (gradient de transposition faible), tandis que les plus jeunes ont un gradient de transposition plus grand. Cela traduit donc une amélioration significative dans la précision du traitement de l'ordre avec l'âge.

D'un point de vue développemental, on retrouve dans la littérature l'idée que les capacités de maintien de l'information « item » connaissent peu d'évolution chez les enfants en bas âge et augmentent de façon importante entre 5 et 6 ans, âge d'apprentissage de la lecture, alors que les capacités de maintien de l'information « ordre » se développent graduellement dès 4 ans (Leclercq & Majerus, 2010 ; Majerus, Poncelet, Greffe, & Van der Linden, 2006). Par ailleurs, ces deux traitements ne semblent pas impacter de la même manière le développement des enfants. Dans une étude longitudinale, Attout et ses collaborateurs (Attout, Noël & Majerus, 2014) ont étudié le lien entre MCT et performances ultérieures en calcul, et plus spécifiquement le lien entre le traitement de l'ordre en MCT et le développement des compétences en calcul chez de jeunes enfants. Ces auteurs ont mis en avant que seules les capacités de MCT « ordre » sont des prédicteurs fiables des performances en calcul futures. En effet, parallèlement aux capacités de traitement de l'ordre sériel qui s'avèrent donc augurer de manière sûre et robuste le développement arithmétique futur, les capacités de MCT « item » ne semblent pas prédire ce développement. D'autres auteurs ont également étudié la distinction entre traitement de l'ordre et celui de l'item lors de leurs études abordant l'impact de la MCT sur les apprentissages et le développement. Ainsi, en 2018, Ordonez Magro et ses collaborateurs concluent à une corrélation entre le traitement de l'ordre sériel en MCT et l'apprentissage de nouveaux mots, mais ce lien ne se retrouve pas lorsqu'on s'intéresse au traitement de l'item. Cela suggère que la MCT, et plus précisément sa capacité à maintenir des informations dans le bon ordre, soutient le développement lexical (Majerus & Boukebza, 2013; Attout, Ordonez Magro, Szmalec, & Majerus, 2019; Romani, Tsouknida, & Olson, 2015; Leclercq & Majerus 2010).

La MCT est donc une fonction cognitive qui est en interaction avec la MLT, l'attention, ainsi qu'avec un système incluant une représentation de l'ordre d'apparition des informations (Majerus, 2008). Le traitement de l'information item et celui de l'information ordre semblent différents au vu des arguments suivants : impact différentiel des effets psycholinguistiques et des conditions de passation lors des tâches de rappel, implication de réseaux neuronaux distincts et répercussions différentes de ces deux traitements au cours du développement chez l'enfant. Nous allons maintenant nous intéresser à l'importance des capacités attentionnelles pour le maintien de l'information verbale à court terme.

III. Importance des capacités attentionnelles

L'ensemble des modèles présentant le fonctionnement de la MCT s'accordent pour dire que les capacités attentionnelles jouent un rôle primordial dans les tâches de MCT verbales. Cependant, le focus attentionnel ne pouvant être qu'à un seul endroit à la fois lors d'une tâche de MCT, l'attention doit être partagée et déplacée en permanence entre maintien et traitement de l'information. Ce mécanisme, qui permet le rafraichissement d'un élément verbal ou non-verbal pendant une phase de traitement, est appelé « alternance attentionnelle ». Camos et Barrouillet (2014) développent l'idée que ce mécanisme de switching entre traitement et rafraichissement apparaît entre 5 et 7 ans. Ainsi, avant 5 ans, les performances de rappel dépendraient en grande partie de la durée écoulée entre la présentation des items et leur rappel (phénomène de déclin temporel). En revanche, à partir de 6-7 ans, l'une des prédictions importantes de ces auteurs est que plus les ressources cognitives requises par le traitement sont élevées, moins la capacité de stockage en MCT est bonne. En effet, le temps disponible pour la réactivation des traces mnésiques diminuerait lors d'un traitement complexe car celui-ci nécessiterait davantage de ressources attentionnelles. La qualité du rafraichissement dépendrait ainsi du temps alloué à celui-ci. Ce phénomène de switching se développerait ensuite de façon quantitative pendant l'enfance, les enfants plus âgés étant capables d'alterner plus rapidement entre maintien et traitement. Les auteurs démontrent que lorsqu'ils disposent d'assez de temps pour réactiver les traces mnésiques, les enfants de 9 ans obtiennent un empan similaire à ceux de 11 ans.

Ce mécanisme de rafraichissement des traces en mémoire fonctionnerait indépendamment de la récapitulation articulatoire. Camos et ses collaborateurs (2009) ont en effet cherché à mettre en avant dans quelle mesure ces deux mécanismes de maintien

interagissaient et coopéraient. Dans une première expérience, les participants devaient retenir des séries de lettres et soit, entre chaque série, lire à voix haute des calculs, soit résoudre à voix haute ces calculs (contrôle de la demande attentionnelle). Dans une seconde expérience, les participants devaient retenir des séries de lettres tout en émettant un jugement sur la parité de chiffres, leur réponse étant orale ou manuelle (contrôle de la disponibilité de la récapitulation articulatoire). Il ressort de leur étude que la demande attentionnelle et la disponibilité de la récapitulation articulatoire n'affectent pas de la même manière le maintien en MCT ; Le rafraichissement en mémoire des informations ne dépendrait pas de la répétition articulatoire mais bien des capacités attentionnelles. Cela dit, leurs utilisations conjointes permettraient d'optimiser le maintien des traces verbales.

L'amélioration des performances dans des tâches de MCT verbale au cours du développement peut donc aussi s'expliquer par l'accroissement des capacités attentionnelles, le mécanisme d'alternance attentionnelle étant de plus en plus efficace avec l'âge (Cowan, Nugent, Elliot, & Saults, 2000, cités par Camos & Barrouillet, 2014).

La MCT peut donc être définie comme un système qui permet le maintien et le traitement d'une quantité limitée d'informations. Ce système est également limité dans le temps et pour pallier cette dégradation temporelle, la boucle de récapitulation articulatoire permettrait de réactiver l'information pendant le traitement via la répétition subvocale. Le développement de ce sous-système avec l'âge améliore les capacités des individus à rappeler un nombre croissant d'items. De plus, le mécanisme d'alternance attentionnelle entre maintien et traitement qui permet le rafraichissement d'un élément au cours du traitement se développerait à partir de 5-6 ans et participerait lui aussi à l'amélioration des capacités mnésiques. Depuis quelques années, l'idée qu'il existerait deux sortes de traitement de l'information est appuyée par plusieurs auteurs. Ainsi, l'encodage, le maintien et la récupération de l'information « items » et ceux de l'information « ordre » seraient deux traitements différents, respectivement dépendants du système langagier (connaissances à long terme) et d'un système spécialisé distinct.

Le développement de la boucle de récapitulation articulatoire ainsi que les capacités attentionnelles avec l'âge apparaissent donc comme deux facteurs influençant les capacités de MCT verbale. Cela dit, nous allons aborder dans la partie suivante d'autres éléments impactant eux-aussi les performances de rappel à savoir les stratégies de maintien.

Partie 3 : Les stratégies de maintien en MCT verbale

Une stratégie de MCT verbale peut se définir comme un processus de maintien qui permet de réexaminer les informations actives de la MCT. L'objectif d'une stratégie de MCT est de maintenir ou d'améliorer la mémorisation des stimuli (Oberauer, 2019). Il existe différentes stratégies comme par exemple le regroupement des items en comptine, la représentation visuelle des éléments verbaux ou encore l'association des stimuli en fonction de leur sens, mais la stratégie préférentiellement utilisée lors de la mémorisation d'un matériel verbal serait la répétition (Oberauer, 2019; Morrison et al., 2016). En 2018, Oftung et Camos développent en effet l'idée que la répétition est peu coûteuse sur le plan cognitif. D'après le modèle de Baddeley (2000) cité précédemment, la répétition permet effectivement « d'actualiser et de maintenir l'information en mémoire en la réintroduisant dans le stock phonologique, ce qui contrecarre le déclin temporel des représentations verbales en MCT » (Souza et Oberauer, 2018).

I. Utilisation des stratégies de maintien chez l'adulte

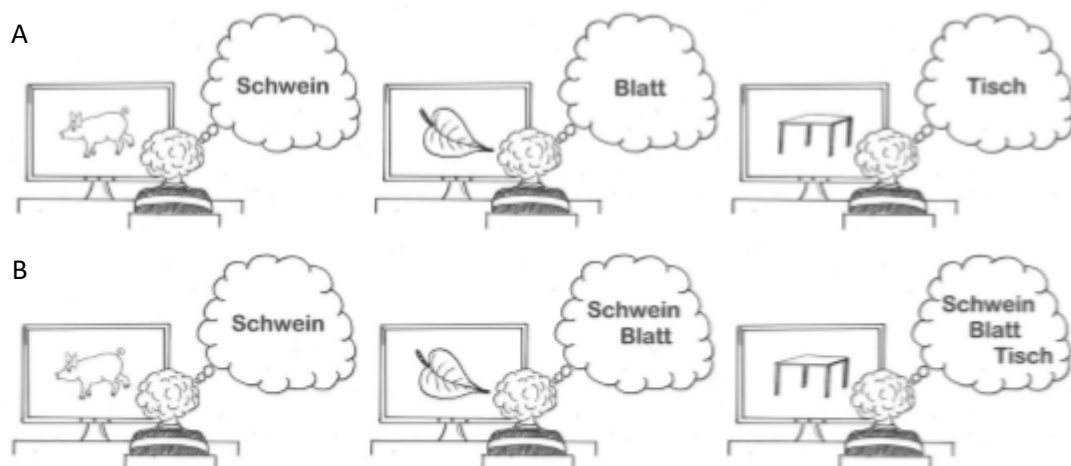
Concernant les stratégies mises en place dans les tâches de MCT verbale chez les adultes, les données dans la littérature sont nombreuses. Dans une étude de 2016, Morrison, Rosenbaum, Fair et Chein mettent en avant de quelle manière l'utilisation de la stratégie varie en fonction des demandes de la tâche chez des participants de 17 à 56 ans (moyenne d'âge : 21 ans). Pour ce faire, leur étude comprenait 7 tâches de rappel à court terme différentes : un rappel sériel immédiat, un rappel sériel différé, un rappel libre, une reconnaissance des items, une tâche d'empan complexe, une tâche item manquant (complétion de la liste avec le chiffre de 0 à 9 manquant) et une tâche durant laquelle une liste de 12 à 20 items était présentée aux participants qui ne devaient rappeler que les 4 derniers éléments. Les participants devaient après chaque tâche rapporter quelle(s) stratégie(s) ils avaient utilisée(s) en choisissant parmi une liste de 10 stratégies possibles. Les résultats témoignent des variations interindividuelles dans l'utilisation des stratégies pour chaque type de tâche, ainsi que des changements stratégiques intra-individuels au cours d'une même tâche. Cette étude démontre que le choix stratégique dépend à la fois de la tâche (informations à traiter, exigences et mode de rappel) et des capacités individuelles. Morrison et ses collaborateurs concluent donc que certaines particularités de la tâche

comme le type de rappel (respect de l'ordre de présentation des items ou non), la modalité de réponse (rappel ou reconnaissance), les besoins de mise à jour (actualisation des informations en MCT) et les distracteurs influencent la stratégie mise en place chez l'adulte.

Pour évaluer la stratégie utilisée, Morrison et ses collaborateurs (2016) se sont donc appuyés sur les stratégies rapportées par les participants, leurs auto-déclarations, via des questionnaires. Cela dit, ces auteurs et d'autres (Poloczek, Henry, Messer, & Büttner, 2019) précisent également que d'autres approches peuvent être utilisées pour investiguer la(les) stratégie(s) utilisée(s) lors d'une tâche de MCT verbale. Ainsi, il est possible de s'appuyer sur l'effet de longueur des mots pour mettre en avant l'utilisation de la répétition, les images représentant des mots plus longs devant prendre plus de temps à être rappelées. Laisser les participants contrôler eux-mêmes le rythme de présentation des items imagés peut également être utilisé. Dans ce cas, plus le rythme de rappel auto-rythmé est lent, plus le sujet aura tendance à répéter les mots lors du maintien. Il est également rapporté dans la littérature qu'il est possible de contrôler les items de manière à induire une stratégie cible (association sémantique par exemple). Certains auteurs (Lehmann & Hasselhorn, 2007) enregistrent également les comportements verbaux durant le traitement des informations, comportements par la suite évalués. Toutes ces méthodes restent cependant très subjectives. La dernière approche pour investiguer la(les) stratégie(s) utilisée(s) citée par Morrison et ses collaborateurs (2016) est d'imposer une stratégie de maintien cible.

II. Développement des stratégies de MCT verbale chez l'enfant

Chez les enfants, deux stratégies de répétition seraient préférentiellement utilisées pour faciliter le rappel verbal (Henry et al., 2000, cités par Poloczek, Henry, Messer, & Büttner, 2019; Oberauer, 2019). La première, appelée étiquetage, dénomination ou encore « naming » (N), consiste à ne répéter qu'uniquement le dernier item présenté au cours de l'intervalle interstimulus. La deuxième stratégie est plus élaborée et consiste à répéter de façon délibérée au moins deux éléments dans un schéma cumulatif (selon Guttentag et al., 1987, cités par Monnier & Demassiet, unpublished). On parle dans ce cas de répétition multiple ou cumulative (RC).



Séquences d'images pour expliquer (A) le naming et (B) la répétition cumulative, extrait de Poloczec et al., 2019

Des liens entre la qualité de la RC et les performances de rappel à court terme chez les enfants plus âgés et les adultes ont été établis et témoignent de l'efficacité de cette stratégie plus élaborée (Henry et al., 2000, cités par Poloczec, Henry, Messer, & Büttner, 2019). Cependant, la recherche actuelle manque toujours d'informations sur le développement précoce et l'efficacité des répétitions chez les plus jeunes.

1. Développement qualitatif : lié à l'âge

La plupart des études publiées dans le cadre du développement de la répétition concluent que les enfants sont capables de rappeler de plus en plus d'items vers l'âge de 7 ans. Selon Henry et ses collaborateurs (2000, cités par Poloczec, Henry, Messer, & Büttner, 2019), les enfants utiliseraient le N avant 7 ans, et c'est seulement vers l'âge de 10 ans que la RC deviendrait la stratégie privilégiée lors d'une tâche de MCT verbale. L'idée que la RC n'est pas utilisée avant 10 ans suppose que la nature de la répétition change qualitativement (Gathercole & Hitch, 1993, cités par Monnier & Demassiet, unpublished). La stratégie de RC serait alors acquise après l'étape préliminaire du N. Un changement qualitatif impliquerait également que le N ne serait pas présent avant un certain âge, de sorte que les jeunes enfants (6 ans ou moins) n'utiliseraient pas cette stratégie pour se rappeler (Flavell, Beach, & Chinsky, 1966, cités par Jarrold & Hall, 2013). Cependant, un certain nombre de critiques ont été émises quant aux arguments qui soutiennent un développement qualitatif, et donc uniquement lié à l'âge, de la répétition. D'après Jarrold et Hall (2013), les différences

observées entre les enfants d'âge différent pourraient être dues à un manque de fiabilité des mesures chez les plus jeunes. L'utilisation de la répétition chez les enfants d'âge préscolaire est souvent évaluée via les effets de similarité phonologique et de longueur des mots. Or, ces effets sont proportionnels à l'empan ce qui explique des impacts moindres chez les jeunes enfants. Les études devraient alors avoir un échantillon important pour détecter les effets, ce qui n'est pas le cas dans la plupart des études. Ces auteurs critiquent également le taux de présentation des mots trop important (souvent un item par seconde) ou le nombre d'items dans les tâches proposées aux plus jeunes enfants qui ne leur laisse pas la possibilité d'utiliser la répétition (l'effet de récence suffirait).

2. Développement quantitatif : utilisation des stratégies de façon adaptative

Une partie des recherches actuelles indiquent que les deux stratégies (N et RC) sont régulièrement utilisées de façon adaptative (Lehmann & Hasselhorn, 2007; Miller, McCulloch, & Jarrold, 2015), ce qui penche en faveur d'un développement davantage quantitatif de la nature de la répétition. Lors d'une tâche d'empan effectuée auprès d'enfants de primaire (6 à 10 ans), Poloczek, Henry, Messer et Büttner (2019) établissent que la majorité des enfants ont recours à au moins deux stratégies. Ces résultats concordent avec ceux d'autres études de réflexion à voix haute qui rapportent une variabilité intra-individuelle dans l'utilisation des stratégies de MCT verbale d'une tâche à l'autre ou au sein d'une même tâche. L'étude longitudinale de Lehmann et Hasselhorn (2007) réalisée auprès d'enfants de 8 à 10 ans dans le cadre d'une tâche de rappel libre met en avant cette adaptation stratégique. Leurs résultats témoignent de la coexistence de plusieurs stratégies chez les enfants de primaire avec un passage progressif du N à la RC. Au sein de la tâche de rappel libre, ces auteurs mettent en avant que, même si la RC est adoptée pour les éléments initiaux, une utilisation préférentielle du N pour les derniers items de la liste est présente. L'emploi de cette stratégie moins élaborée et moins coûteuse cognitivement serait donc un choix stratégique favorable lors d'un rappel imminent. Lehmann et Hasselhorn (2007) précisent également que le N n'est utilisé que chez très peu de sujets. Ces auteurs concluent que les enfants deviennent de plus en plus sensibles quant aux moments où l'utilisation de l'une ou l'autre stratégie est recommandée, ce qui révèle un choix stratégique adaptatif plus efficace avec l'âge.

La théorie de Siegler (Siegler, 1996, cité par Siegler, 2016) rend compte de cette variabilité dans l'utilisation des différentes formes de répétition chez l'enfant. Selon cette théorie, l'enfant peut résoudre une tâche présentée à deux reprises grâce à différentes stratégies (McGilly & Siegler, 1989, cités par Lehmann & Hasselhorn, 2007) et il peut également utiliser plusieurs stratégies au cours d'une seule tâche (Coyle & Bjorklund, 1997, cités par Lehmann & Hasselhorn, 2007). Ainsi, cette théorie des « vagues superposées » que Siegler développe depuis une vingtaine d'années s'oppose aux modèles qui considèrent que le développement se fait par pallier. A tout âge, plusieurs stratégies seraient disponibles, les stratégies les moins efficaces seraient progressivement abandonnées au profit des plus efficaces et l'enfant deviendrait de plus en plus expert dans l'utilisation de ces stratégies plus complexes. La fréquence d'utilisation des stratégies de répétition évoluerait donc avec l'âge et la sensibilité de l'enfant à choisir la stratégie la plus pertinente s'améliorerait également avec son développement et sa familiarité avec l'épreuve.

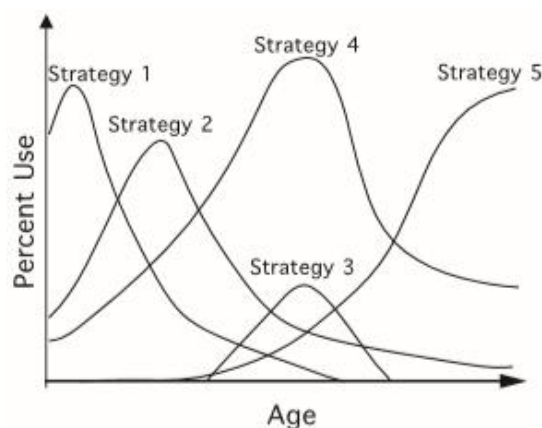


Illustration de la théorie « des vagues qui se chevauchent » par Siegler (2016)

Le choix adaptatif de l'utilisation des formes de répétitions s'explique également par le phénomène de déficience d'utilisation (Miller, 1990, cité par Lehmann & Hasselhorn, 2007). La déficience d'utilisation fait référence à une étape de transition durant laquelle les enfants n'ont pas d'avantages à choisir une stratégie plus complexe par rapport à une stratégie moins élaborée. Ce phénomène explique aussi qu'une stratégie s'avérant efficace chez les enfants plus âgés n'améliore pas les performances des plus jeunes. Plusieurs facteurs semblent expliquer le phénomène de déficience d'utilisation comme les connaissances sur la stratégie, les différentes expériences individuelles avec la tâche et les

capacités de MCT. De ce fait, l'utilisation de telle ou telle stratégie de MCT est tributaire des capacités de l'individu à mettre en place efficacement les stratégies.

Les stratégies privilégiées dans les tâches de MCT verbale chez les enfants semblent donc être le N et la RC. Par ailleurs, l'utilisation des stratégies de maintien à court terme chez les enfants connaîtrait des variabilités intra et interindividuelles et en grandissant, les choix adaptatifs deviendraient de plus en plus pertinents. Ces observations confortent la vision d'un développement davantage quantitatif, la RC devenant la stratégie principalement utilisée vers 9-10 ans. Cependant, différents facteurs sont recensés dans la littérature comme interagissant avec l'utilisation et l'efficacité des stratégies de MCT verbale, facteurs qui vont maintenant être abordés.

III. Facteurs influençant l'utilisation des stratégies chez l'enfant

Dans la littérature, plusieurs éléments sont rapportés comme étant susceptibles d'impacter l'utilisation du N ou de la RC. Nous partons ici du postulat qu'une stratégie est utilisée et donc privilégiée car elle s'avère être la plus efficace.

Dans un premier temps, l'utilisation préférentielle de telle ou telle stratégie apparaît évidemment liée à l'âge (Henry et al., 2000, cités par Poloczek, Henry, Messer, & Büttner, 2019). Les jeunes enfants de 5 ans ne citent que rarement le N comme stratégie utilisée dans une tâche de MCT verbale mais cette forme de répétition devient couramment utilisée à 7 ans d'après Monnier et Demassiet (unpublished). Concernant la RC, ces mêmes auteurs démontrent que dans les tâches de RSI, aucun enfant de 5 ans n'a recours à cette stratégie. La RC est en revanche utilisée spontanément par une minorité d'enfants âgés de 7 ans et devient la stratégie privilégiée à partir de 9 ans (Henry et al., 2000, cités par Poloczek, Henry, Messer, & Büttner, 2019).

Deuxièmement, il existe une relation entre l'utilisation de la RC et l'augmentation de l'empan et donc des capacités mnésiques (Lehmann & Hasselhorn, 2007). Certains auteurs tels que Guttentag et ses collaborateurs (1987, cité par Monnier & Demassiet, unpublished) développent en effet l'idée que la qualité des RC, c'est-à-dire le nombre d'items présents dans chaque répétition, est liée à la disponibilité des items, elle-même en lien avec la MCT. Dans leur étude, Lehmann et Hasselhorn (2007) établissent un lien entre les capacités de MCT et l'utilisation de la RC à partir de la troisième année de primaire. Durant cette période,

la MCT verbale se développe fortement, ce qui explique en partie pourquoi seuls les enfants plus âgés utiliseraient la RC. Il est important de souligner que l'utilisation de la RC améliore à son tour l'empan, les deux notions étant corrélées.

Le troisième élément susceptible d'impacter le choix de la stratégie s'avère être les caractéristiques de la tâche. Dans leur étude, Oftinger et Camos (2018) démontrent que les stratégies de répétition sont privilégiées chez les jeunes enfants dans un contexte de disponibilité des processus articulatoires. En effet, leurs résultats indiquent que lorsque la disponibilité du processus articulatoire est altérée (en demandant aux participants de dire « oui » au moment de la rétention par exemple), les jeunes sujets passent de manière adaptative au rafraîchissement. Par ailleurs, dans des tâches complexes, la RC est la stratégie préférentiellement choisie car elle s'avèrerait être la plus efficace (Lehmann & Hasselhorn, 2007). Par exemple, Monnier et Demassiet (unpublished) démontrent que dans un RSI, tâche plus complexe qu'une tâche d'empan car proposant dès le départ un item supplémentaire par rapport à la taille de l'empan, les enfants auront tendance à utiliser plus précocement la RC. Le fait que les performances aient tendance à stagner dans les tâches d'empan entre 7 et 9 ans mais qu'elles semblent augmenter dans les tâches de RSI toujours selon cette tranche d'âge suggère aussi que le choix stratégique dépend des contraintes de la tâche. En effet, on peut imaginer que le N qui s'avère efficace pour les essais faciles dans les tâches d'empan a été renforcé et que les enfants persévèrent dans l'utilisation de cette stratégie même si elle se montre moins efficace dans les essais plus exigeants. L'impact des exigences de la tâche sur le choix de la stratégie utilisée est lui moins évident. Peu d'articles dans la littérature évaluent chez l'enfant le lien entre type de rappel et stratégie. Dans leur étude de 2018, Souza et Oberauer ont cherché à mettre en avant la relation entre le type de répétition et les performances de rappel de l'information ordre. Pour ce faire, ils ont entraîné une partie de leurs participants à la RC, les autres sujets pouvant mémoriser les mots comme ils le voulaient. Leurs conclusions indiquent que la RC n'améliorerait pas les performances pour le rappel de l'information ordre, et qu'elle impacte la fréquence de répétition des mots. Selon eux, la RC conduirait à répéter davantage des items initiaux de la liste, ce qui interférerait avec la récupération des items suivants. Ici, l'avantage global de la RC sur la rétention de l'ensemble des items n'est peu ou pas présent. Ainsi, la conclusion de ces auteurs va à l'encontre de ce qui a pu être expliqué sur l'avantage de la RC dans une tâche de rappel

sériel, ce qui démontre bien le manque actuel de consensus autour de l'efficacité de la RC pour le maintien de l'information ordre.

Pour finir, l'augmentation de la vitesse articulatoire avec l'âge semble également pouvoir influencer l'efficacité des stratégies de répétition. Certaines études suggèrent en effet une corrélation entre l'empan et le taux d'articulation (Baddeley et al., 1975, cités par Jarrold & Hall, 2013; Scweirckert & Boruff, 1986, cités par Jarrold & Hall, 2013) en expliquant que l'augmentation du taux d'articulation permet une meilleure récapitulation des items et limite la dégradation de l'information maintenue en mémoire. Mais ce facteur explicatif est particulièrement sujet à la critique. Certaines études concluent à une absence de corrélation entre le débit et l'empan, et ceci notamment pour les jeunes enfants (Monnier & Demassiet, unpublished). Le taux d'articulation ne serait pas une estimation de l'efficacité de la répétition mais plutôt une indication de la vitesse de sortie (Henry et al., 2000, cité par Monnier & Demassiet, unpublished).

La plupart des facteurs qui impactent le choix de la stratégie mise en place dans les tâches de MCT verbale sont approfondis dans l'étude faite auprès d'enfant de 6 à 10 ans de Poloczek, Henry, Messer et Büttner (2019). Leur hypothèse de départ était que la forme de répétition serait dépendante de l'âge, de l'empan et de la difficulté de la tâche. Ces auteurs ont ainsi eu recours à une approche multi-méthodes pour évaluer le type de stratégie utilisée chez les jeunes enfants, utilisant à la fois le rappel auto-rythmé, l'effet de longueur des mots ainsi que les auto-déclarations. Comme l'âge et l'empan étaient corrélés (0.33), ces auteurs ont examiné séparément les effets de l'âge et ceux de l'empan. Leurs analyses confirment que la probabilité d'utiliser une stratégie plus élaborée telle que la RC est liée à l'âge. Ainsi, même en contrôlant le niveau d'empan, les participants plus âgés ont utilisé davantage la RC. De plus, ils confirment aussi que l'emploi de la RC est lié aux capacités mnésiques des enfants, ceux ayant un grand empan (> ou = à 4) ayant davantage recours à la stratégie plus élaborée que les enfants du même âge avec un empan faible ou moyen (2-3). Le contrôle de la difficulté de la tâche a aussi montré un effet significatif sur l'utilisation des stratégies. Dans la tâche où la liste initiale contenait un item supplémentaire par rapport au niveau de l'enfant (difficulté accrue), les enfants ont en plus en grand nombre utilisé la RC.

L'utilisation des stratégies chez les enfants s'avère donc dépendre de plusieurs facteurs, et il n'est pas aisé de mettre en avant à partir de quel âge les enfants utilisent de

façon fonctionnelle les stratégies de maintien à court terme. Ainsi, Loomes et ses collaborateurs (2008) ont essayé de démontrer si la répétition pouvait être utilisée chez des enfants de 4 ans après les avoir entraînés à son utilisation. Leur population cible était des enfants de 4,2 ans de moyenne avec syndrome d'alcoolisation foétale, sujets chez qui les difficultés mnésiques à court terme sont particulièrement présentes. Ces chercheurs ont implémenté la répétition chez leurs sujets en leur expliquant, en parallèle des entraînements, que cette stratégie est souvent utilisée, qu'elle fonctionne très bien et qu'ils devraient eux-aussi essayer de l'utiliser. Leurs résultats suggèrent que l'entraînement à la répétition peut être bénéfique, même chez des jeunes enfants de 4 ans.

Les stratégies privilégiées dans les tâches de MCT verbale chez les enfants semblent donc être le naming et la répétition cumulative.

Tout comme chez l'adulte, population dans laquelle des variabilités intra et interindividuelles dans l'utilisation des stratégies existent, la variabilité dans l'utilisation des formes de répétition chez l'enfant serait la règle et non l'exception, ceux-ci pouvant faire des choix adaptatifs de plus en plus pertinents avec l'âge. Ces observations confortent la vision d'un développement davantage quantitatif des stratégies de MCT verbale, la RC devenant la stratégie majoritairement utilisée vers 9 ans.

Par ailleurs, l'utilisation du N ou de la RC est influencée par différents facteurs à savoir l'âge des sujets, ses capacités mnésiques (empan) ainsi que par la complexité de la tâche, la RC étant principalement utilisées chez les sujets plus âgés, avec de bonnes capacités mnésiques ou lors de tâches plus complexes.

Peu d'études ont étudié l'utilisation de ces stratégies chez les enfants à la suite de l'implémentation. Cela dit, certaines recherches ayant étudié l'efficacité de l'implémentation de la répétition chez les jeunes laissent penser que dès 4 ans, l'apprentissage et l'entraînement aux stratégies de MCT verbale pourraient être pertinents car conduisant à une amélioration des performances.

Synthèse de la revue de la littérature

Actuellement, la MCT verbale peut se définir comme un système de stockage à capacités limitées dans le nombre d'items et dans le temps. Ce maintien à court terme est en interaction avec les représentations langagières, c'est-à-dire avec la MLT, les capacités attentionnelles ainsi qu'avec un système incluant une représentation de l'ordre d'apparition des informations. Cette fonction cognitive interviendrait tout au long du développement de l'enfant, la MCT verbale soutenant l'ensemble des apprentissages scolaires.

Plusieurs facteurs sont cités comme influençant les capacités de MCT verbale au cours du développement, et il ressort de la littérature qu'avant 5-6 ans, les performances de rappel dépendraient en grande partie de la durée écoulée entre la présentation des items et leur rappel, le mécanisme d'alternance attentionnelle entre traitement et maintien n'étant pas efficient avant cet âge. Pour pallier la dégradation temporelle des informations lors du traitement, des stratégies de maintien peuvent être mises en place afin de réactiver les éléments actuels de la MCT. Plusieurs stratégies de MCT verbale sont rapportées dans la littérature et leur utilisation semble être influencée par l'âge et les capacités mnésiques des individus ainsi que par les caractéristiques, et plus précisément la complexité, de la tâche.

Chez les jeunes enfants, le N et la RC, respectivement la répétition du dernier élément présenté ou la répétition d'au moins deux éléments dans un schéma cumulatif lors des intervalles inter-stimuli, semblent être les stratégies de maintien efficaces. La plupart des auteurs penchent actuellement en faveur d'un développement adaptatif de l'utilisation de ces stratégies. Plusieurs études s'appuyant sur des recueils de stratégies auto-rapportées ont démontré que le N deviendrait la stratégie la plus couramment utilisée à 7 ans. Ultérieurement, les stratégies de répétition se développeraient sur plusieurs années et aux alentours de 9-10 ans, la RC deviendrait la stratégie privilégiée dans les tâches de MCT verbale. Cependant, ces stratégies pourraient soutenir incidemment les performances en MCT et ce chez des enfants plus jeunes que ceux évalués jusqu'ici. Pour tenter à la fois de pallier aux limites des méthodes « subjectives » et d'investiguer l'utilisation de deux stratégies majoritairement rapportées chez l'enfant au travers du développement, nous proposons ici d'implémenter le N ou la RC chez de jeunes enfants. Cette méthode, qui consiste à apprendre et entraîner les sujets à la stratégie souhaitée, a déjà été appliquée chez l'adulte et l'enfant et a permis de montrer son efficacité.

Questions de recherche et hypothèses

Comme développé dans la revue de la littérature présentée précédemment, la MCT verbale a donc un rôle central lors du développement langagier et dans bons nombres d'apprentissages (Majerus et al., 2006; Leclercq & Majerus, 2010; Bussy, 2014; Attout, 2014). Ces capacités mnésiques sont limitées mais peuvent varier en fonction des stratégies de maintien mises en place. Chez les enfants, l'ensemble de la littérature conclut que ces stratégies ne sont pas utilisées spontanément avant un certain âge. Cela dit, les études s'intéressant aux stratégies de MCT verbale chez l'enfant s'appuient principalement sur des recueils de données auto-rapportées ou des rappels auto-rythmés. Dans une méta-analyse, Morrison et ses collaborateurs (2016) expliquent qu'il est difficile d'interpréter les résultats d'études se basant sur ces procédés car rien ne garantit ni l'utilisation unique d'une seule stratégie, ni que les plus jeunes ont réellement conscience de la stratégie qu'ils emploient. Ainsi, dans le cadre de ce mémoire, un entraînement aux stratégies sera réalisé afin d'objectiver directement l'efficacité de celles-ci et d'en contrôler la mise en place.

La présente étude a donc pour objectif d'examiner si l'apprentissage et l'entraînement à une stratégie de maintien spécifique (RC ou N) peuvent améliorer les capacités des enfants de 4 ans et/ou de 6 ans lors de différentes tâches de MCT verbale.

Dans ce mémoire, nous émettons l'hypothèse que les jeunes enfants seraient susceptibles, après enseignement et entraînement, de mettre en place et de tirer profit de la RC et/ou du N, à défaut de la mettre en place spontanément ou de la rapporter, plus précocement que ce qui est habituellement rapporté dans la littérature. Cette hypothèse se base sur le succès de certaines études (Campoy & Baddeley, 2008; Loomes et al., 2008) qui

mettent en place une méthodologie permettant de contrôler et de manipuler l'utilisation des stratégies via l'entraînement. Il ne s'agit donc pas dans ce projet d'étudier l'âge auquel les stratégies sont mises en place spontanément, mais bien d'investiguer à partir de quel âge l'utilisation d'une stratégie peut être bénéfique et soutenir les performances en MCT (utilisation fonctionnelle de la stratégie).

Pour ce faire, nous entraînerons des enfants issus de deux groupes d'âges différents à l'utilisation soit du N, soit de la RC. De plus, un sous-groupe contrôle sera présent pour chaque tranche d'âge. Ainsi, si les enfants tirent bénéfice de l'implémentation d'une stratégie, nous nous attendons à de meilleures performances pour ceux qui auront été entraînés au N et/ou à la RC par rapport aux enfants du même âge n'ayant été sensibilisés à aucune stratégie.

De ce questionnement découlent plusieurs questions de recherche précises:

Question 1 : Comparaison de l'efficacité des stratégies entraînées

- ***1. A 4 ans/ à 6 ans, est-ce que les enfants tirent bénéfice de l'implémentation du N et de la RC ? L'une des deux stratégies est-elle davantage efficace ?***

Dans un premier temps, il s'agira de mettre en avant si l'implémentation d'une des stratégies de MCT verbale est efficace à 4 ans et à 6 ans? En effet, dans la littérature, beaucoup d'études postulent, mais ne montrent pas nécessairement, qu'il n'y a pas d'utilisation spontanée de la RC avant 6,7 ans. L'efficacité de l'entraînement sera mesurée en comparant l'évolution des performances des enfants ayant été entraînés à l'une des stratégies de maintien dans le temps. La spécificité de cette efficacité sera également étudiée via la comparaison des performances de ces enfants avec les résultats d'enfants non entraînés dans une tâche de rappel sériel immédiat mesurant les capacités de MCT verbale. L'essence même d'une stratégie de MCT verbale étant d'aider au maintien de l'information (Oberauer, 2019), nous émettons l'hypothèse que l'implémentation au N ou à la RC améliorera les capacités des sujets dans une tâche de MCT verbale. De plus, une comparaison entre l'efficacité des deux stratégies sera aussi réalisée afin d'identifier si l'une des deux stratégies s'avère être plus efficace chez les participants de 4 ans et ceux de 6 ans. Il s'agit donc pour cette seconde question de comparer les résultats des enfants entraînés au N et ceux du même âge entraînés à la RC. Chez les adultes et enfants plus âgés, la RC, bien

que plus complexe, semble être la stratégie la plus efficace (Henry et al., 2000, cités par Poloczek, Henry, Messer, & Büttner, 2019). Cependant, d'après le phénomène de déficience d'utilisation, certaines stratégies efficaces chez les plus âgés ne le sont pas nécessairement chez les plus jeunes (Miller, 1990, cité par Lehmann & Hasselhorn, 2007). Ceux-ci adoptent en effet des stratégies plus simples car ils ne tirent aucun avantage à mettre en place des stratégies plus complexes, probablement plus coûteuses en termes de charge cognitive. Cette déficience d'utilisation peut en partie s'expliquer par les capacités de MCT plus faibles chez les jeunes enfants. Majerus (2010) affirme que l'empan de mots chez les enfants de 4 ans serait de 2. Ainsi, il est possible qu'au sein du groupe des enfants de 4 ans, l'entraînement au N conduise à de meilleures performances que la RC. Pour ce qui est du groupe de participants de 6 ans, nous émettons l'hypothèse que ces enfants tireront davantage de bénéfices de l'entraînement à la RC qu'au N.

Question 2 : Comparaison de l'efficacité de chaque stratégie entraînée sur différentes tâches

➤ *Est-ce que l'efficacité de l'entraînement est influencée par la tâche ?*

Cette deuxième question de recherche permettra de préciser si l'efficacité de la stratégie diffère en fonction de la tâche. En effet, Morrison et ses collaborateurs (2016) expliquent que l'emploi des stratégies dépend des capacités individuelles mais aussi de la tâche. Les variations intra-individuelles dans l'utilisation des stratégies liées à la tâche témoignent de l'importance de prendre en compte le type et la modalité de réponse. Les épreuves de RSI, plus complexes que les tâches d'empan (restitution de l'information), elles-mêmes moins faciles que les tâches de reconnaissance (comparaison entre deux présentations des items), sont propices à l'utilisation de stratégies plus élaborées telles que la RC (Lehmann & Hasselhorn, 2007). Ainsi, nous supposons que dans nos deux tranches d'âge, la RC entraînera de meilleures performances dans une tâche de RSI que dans une tâche de reconnaissance. Concernant le N, nous émettons l'hypothèse que l'efficacité de cette stratégie devrait entraîner de meilleures performances dans des tâches moins complexes, comme une tâche de reconnaissance, par rapport à une tâche plus complexe comme le RSI.

Question 3 : Comparaison de l'efficacité des stratégies entraînées sur le type de maintien

- *Au sein des deux tranches d'âge, le traitement de l'ordre/ le traitement de l'item est-t-il plus sensible à l'une des stratégies de MCT verbal ?*

Comme abordé dans la précédente revue de la littérature, le traitement de l'information item et celui de l'information ordre ne dépendaient pas des mêmes processus (Majerus, 2008). Les preuves expérimentales soutiennent les effets positifs de la répétition sur le rappel de l'information items mais l'impact de la répétition sur le rappel de l'information ordre est lui plus ambigu. Intuitivement, nous pourrions penser que la RC serait la stratégie préférentielle pour le rappel de l'information ordre, tandis que le maintien de l'item devrait être favorisé par une stratégie mettant l'accent sur le mot en tant que tel comme le N. Cependant, une étude récente (Souza & Oberauer, 2018) montre une absence d'amélioration dans capacités de rappel de l'ordre suite à l'utilisation de la RC. Les données de la littérature concernant l'influence des stratégies sur le type de maintien étant limitées en nombre et divergentes, nous allons explorer l'impact de chaque stratégie de maintien sur la rétention d'un certain type d'information. Ici, nous comparerons donc les performances des sujets entraînés à la RC, au N ou n'ayant pas été sensibilisé à une stratégie de maintien via des tâches de reconnaissance étudiant spécifiquement l'un des deux traitements. De plus, nous réaliserons une analyse séparée des erreurs de type ordre et item dans la tâche de RSI. Nous pourrons ainsi discuter de l'efficacité de l'entraînement aux répétitions sur les différents maintiens de l'information à 4 ou à 6 ans. A priori, si l'hypothèse de la RC comme stratégie préférentielle pour le rappel de l'information « ordre » est à valider, il devrait y avoir de meilleurs résultats dans la tâche de Reco des enfants utilisant la RC par rapport aux enfants entraînés au N ou n'ayant pas été sensibilisés à une stratégie de maintien. Par ailleurs, il sera également intéressant d'étudier dans quelle mesure le N influence lui aussi le rappel de l'information ordre. Nous émettons l'hypothèse que l'entraînement au rappel unique du dernier item présenté conduira à de meilleures performances pour le rappel de l'information ordre que l'absence de stratégies de maintien, ou que tout du moins il ne l'impactera pas négativement. Cette question de recherche permettra également de clarifier si l'une des stratégies a une efficacité plus importante que l'autre sur le traitement de l'information item ? Nous supposons que la RC améliorera davantage le traitement de l'item

que le N, qui à son tour conduira à de meilleurs résultats que l'absence d'implémentation d'une stratégie de MCT verbale.

Question 4 : impact du niveau initial des aptitudes mnésiques sur l'efficacité des stratégies

- ***L'efficacité de la stratégie apprise dépend-elle du nombre de mots initialement rappelés par l'enfant ? Si oui, ces observations sont-elles présentes dans les deux tranches d'âge ?***

Comme abordé dans la première partie de ce mémoire, l'utilisation des stratégies de MCT verbale serait corrélée avec les capacités mnésiques des individus (Lehmann & Hasselhorn, 2007; Guttentag et al., 1987, cités par Monnier & Demassiet, unpublished). De plus, la qualité de la RC serait liée aux capacités de MCT. Cette question de recherche permettra ainsi de mettre en avant si les bénéfices de l'entraînement à une stratégie de MCT verbale sont impactés par les capacités mnésiques de base de l'enfant. A priori dans les deux tranches d'âge, les enfants ayant rappelé correctement un nombre de mots plus important avant entraînement devraient tirer davantage profit des stratégies implémentées, hypothèse d'autant plus vraie pour la RC.

Méthodologie

Participants

Pour cette étude, 22 enfants de 2^{ème} maternelle âgés de 49 à 60 mois (M= 55; ET= 3,52¹) et 30 enfants de 1^{ère} primaire âgés de 72 à 83 mois (M= 79,93; ET=3,38) ont été recrutés. Plusieurs critères d'inclusion ont été pris en compte au moment de recruter les participants. Ainsi, seuls les enfants tout-venants, sans trouble de l'apprentissage ou de déficience rapportée par les parents, ont été inclus. La langue maternelle des enfants devait être le français, afin de s'assurer qu'ils aient les connaissances lexicales attendues pour leur âge.

Après avoir reçu l'approbation du comité d'éthique de la Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Education (FPLSE) de l'ULiège, le recrutement a pu commencer. Celui-ci a eu lieu dans la région de Liège, auprès d'écoles maternelles et primaires, ainsi qu'auprès de quelques enfants habitant en France.

Description des groupes

Au total, 52² volontaires ont donc participé à l'étude, une partie correspondant à des enfants de 2^{ème} maternelle et l'autre comprenant des sujets de 1^{ère} primaire. Dans ces 2 groupes d'âge, 3 conditions d'entraînement possible était présentes ; 1/3 des enfants a été entraîné au naming (groupe N), 1/3 à la répétition cumulative (groupe RC) et le dernier tiers n'a été familiarisé à aucune des stratégies de MCT verbale. Ces derniers faisaient partie des

¹Les lettres M et ET désignent respectivement la moyenne et l'écart-type des valeurs de la variable étudiée.

²Initialement, 120 participants devaient intégrer l'étude (dont 40 que j'aurais testés) et chacun des groupes devaient contenir 20 sujets. Cette taille d'échantillon avait été calculée à priori par l'intermédiaire du logiciel Gpower. Cependant, la conjoncture actuelle (fermeture des écoles suite aux mesures de confinement du COVID 19) fait que les testings ont dû être arrêtés avant le recueil de l'intégralité des données, engendrant l'impossibilité d'homogénéiser les groupes et d'avoir un nombre suffisant de données pour atteindre la puissance statistique souhaitée.

groupes contrôles (groupe C), groupes proposés afin de contrôler la spécificité de l'efficacité des deux autres stratégies. Plus précisément, parmi les 22 participants de 2^{ème} maternelle, 8 ont été entraînés à utiliser la stratégie naming (groupe N4), 7 à la stratégie RC (groupe RC4) et les 7 derniers enfants ont réalisé les différentes tâches sans entraînement ni consigne (groupe C4). Les 30 enfants scolarisés en 1^{ère} primaire ont été répartis aléatoirement de la même façon. Ainsi, 7 faisaient partie du groupe naming (groupe N6), 12 du groupe chez qui la stratégie RC était implantée (groupe RC6) et le reste des enfants de 6 ans, à savoir 11 jeunes, n'ont reçu aucune consigne pour la suite du testing (groupe C6).

A noter que par niveau scolaire, les trois groupes d'enfants créés aléatoirement étaient homogènes pour ce qui était du niveau d'empan puisque les analyses de variances (ANOVA) réalisées ne font état d'aucune différence significative entre ces groupes. Chez les sujets de 4 ans, le niveau de raisonnement non-verbal était également identique au sein des trois groupes d'entraînement. En revanche chez les enfants de 6 ans, les performances concernant le niveau de raisonnement non-verbal n'était pas identiques dans l'ensemble de nos trois groupes (tableau 1). L'environnement socio-économique des enfants a également été pris en compte. En effet, pour réduire l'influence de l'école et du milieu familial, une répartition équitable entre les trois conditions d'entraînement des enfants provenant d'une même école a eu lieu.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif reprenant les caractéristiques des sujets de notre étude répartis en fonction de leur âge et de la stratégie implémentée.

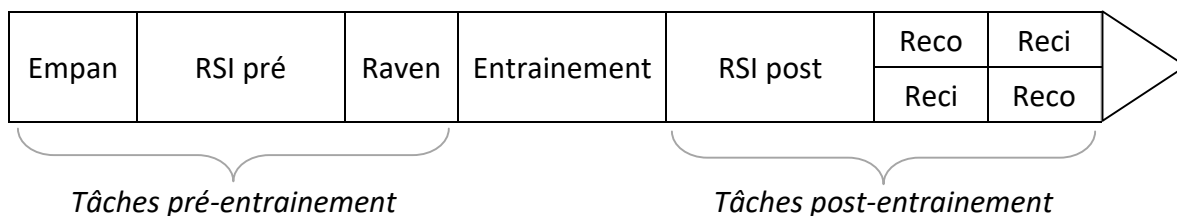
| | Groupe N4 | Groupe RC4 | Groupe C4 | Différences entre les groupes |
|-------|------------------|-------------------|------------------|-------------------------------|
| | n = 8 | n = 7 | n = 7 | |
| | M (ET) | M (ET) | M (ET) | |
| Empan | 2,25 (0,46) | 2,43 (0,53) | 2,29 (0,49) | F (0,27) = 0,77, <i>ns</i> |
| Raven | 14,25 (3,45) | 16,29 (2,50) | 13,57 (2,37) | F (1,73) = 0,20, <i>ns</i> |
| | Groupe N6 | Groupe RC6 | Groupe C6 | |
| | n = 7 | n = 12 | n = 11 | |
| Empan | 3,14 (0,38) | 3,08 (0,51) | 3 (0) | F (0,332) = 0,72, <i>ns</i> |
| Raven | 20 (4,20) | 26,08 (3,12) | 21,55 (4,27) | F (6,84) = 0,004, <i>s</i> |

Conception et procédure

Procédure générale

Une étude transversale a donc été réalisée pour ce mémoire. Il s’agissait en effet de collecter des données à un moment déterminé chez des enfants de différents niveaux scolaires, et donc d’âge différent. Pour chaque participant, l’évaluation correspondait à une session de 50 minutes, réalisée au calme, souvent à l’école. Cette session commençait par une épreuve d’empan suivi d’une tâche de rappel sériel immédiat (RSI). Par la suite, les compétences non-verbales étaient évaluées et la phase d’entraînement avait lieu. Enfin, le testing se finissait par l’ensemble des tâches post-entraînement à savoir le RSI post et les deux tâches de reconnaissance. A noter que tous les participants n’ont pas passé les tâches de reconnaissance dans le même ordre afin de contrebalancer la fatigabilité et le manque d’attrait pour l’exercice à la fin du testing. Chaque session s’est terminée en félicitant les participants pour leurs efforts et en leur offrant un petit autocollant.

Schéma 1 : Ligne du temps illustrant le déroulement d’une séance de testing.



Concernant les groupes qui ont été entraînés à l’une des deux stratégies de rappel, il était demandé aux participants de répéter les mots à haute voix afin de s’assurer de l’utilisation de la stratégie apprise. Régulièrement, un rappel de l’utilisation de la stratégie était fait et un feedback positif était donné afin de motiver les enfants à continuer la tâche avec la stratégie implémentée.

Une trame sous forme de jeu « aider coco le perroquet et la capitaine pirate » a été maintenue tout au long du testing pour que le contexte lors de la passation des différentes tâches soit le même, ceci dans l’optique de ne pas fournir trop d’informations aux participants.

Implémentation de la stratégie (phase d'entraînement)

Dans cette étude, nous avons pris le parti d'implémenter une stratégie aux participants. Effectivement, il s'agissait dans ce mémoire de déterminer l'âge auquel les différentes stratégies de MCT verbale efficaces chez l'adulte l'étaient aussi chez des enfants en bas âge après entraînement. Par ailleurs, cet entraînement à la stratégie souhaitée nous a permis de nous assurer de l'utilisation de celle-ci. En effet, comme citée précédemment (Morrison, 2016), l'évaluation de l'utilisation des stratégies via d'autres méthodologies plus subjectives n'est pas complètement fiable.

Ainsi, une phase de mise en place et d'entraînement à l'une des deux stratégies (N ou RC) était envisagée. Pour proposer aux enfants un entraînement facile, ludique mais efficace, la méthodologie de Loomes et ses collaborateurs (2008) a été adaptée à nos deux stratégies de répétition. Par conséquent, au moment de l'implémentation de la stratégie, il était précisé aux participants que le N/ la RC est une stratégie qui fonctionne bien et qu'elle est souvent utilisée. Pour accompagner les consignes, des images illustrant la stratégie utilisée ont aussi été présentées aux enfants (annexe 1a pour le N et 1b pour la RC). Par la suite, une première phase d'entraînement à la stratégie était réalisée avec un adulte, au départ composée d'une liste de mots de taille « empan -1 », puis de taille correspondant à l'empan de l'enfant, puis de plusieurs entraînements avec des listes de taille « empan+1 ». Une seconde phase d'entraînement était ensuite proposée, cette fois-ci via un enregistrement sur ordinateur mais toujours en suivant la même progression, afin d'être dans des conditions similaires à celles du RSI post.

Dans chaque groupe d'âge, les enfants faisant partie du groupe contrôle n'ont pas été entraînés à utiliser une stratégie de répétition. Aucune instruction ou feed-back n'a été donné à ces enfants sur leur façon de se souvenir des mots mais la mise en contexte était similaire aux deux autres groupes.

Description des tâches

Chaque tâche était précédée de consignes claires et d'une phase d'entraînement.

- Empan

La tâche d'empan, qui permet d'évaluer le niveau de base de l'enfant, était constituée de plusieurs séries. Chaque série était composée de 3 listes comprenant le même nombre de mots, et un mot était rajouté avec passage à la série supérieure. Il était demandé à l'enfant d'écouter puis de répéter l'ensemble des mots de la liste dans le bon ordre. A partir du moment où l'enfant ne parvenait plus à répéter correctement 2 listes sur 3, la tâche était arrêtée. Au niveau de la notation, plusieurs types d'erreurs ont été prises en compte : un mot cible répété mais à la mauvaise place dans la série conduisait à une erreur d'ordre et une production n'appartenant pas à la liste de mots cibles était considérée comme une erreur d'item (Mc Cormack et al., 2000). Ces 2 types d'erreurs, ainsi que la non production de réponse, conduisaient à l'échec de la répétition du mot.

A la suite de la tâche d'empan, l'enfant devait rapporter parmi plusieurs propositions (dessin issu de Poloczek et al., 2019) la stratégie qu'il pensait avoir utilisée. Cette mesure contrôle permet par la suite de pouvoir étudier la relation entre la stratégie initialement rapportée et les capacités de l'enfant à utiliser la stratégie apprise.

- RSI pré

Suite à la tâche d'empan, 2 listes dépassant d'un item l'empan des participants ont été présentées. Ainsi, avant entraînement, l'enfant avait réalisé 5 listes de longueur « empan +1 » correspondant aux 3 dernières listes de la tâche d'empan et aux 2 listes supplémentaires³. Cela permet une comparaison avec la tâche de RSI réalisée après entraînement, et donc de mettre en avant l'efficacité de la stratégie à travers le temps (comparaison pré et post entraînement).

Les mêmes critères de notation que la tâche d'empan ont été utilisés pour cette épreuve.

- Raisonnement non verbal (Matrices progressives de Raven colorées)

Les matrices de Raven (Raven et al., 1998) permettent d'évaluer les capacités d'observation immédiate et de raisonnement et ce, dès 4 ans. Cette évaluation a été réalisée afin de contrôler l'homogénéité du niveau de raisonnement dans les différents groupes du

³ L'ensemble de ces 5 listes sera appelé RSI pré dans la suite de ce rapport

même âge. Cette épreuve se présente donc sous la forme de matrices incomplètes que l'enfant doit terminer en choisissant l'élément correct. Pour cette étude, 3 séries (A, AB et B) de 12 items de difficulté croissante ont été présentées aux enfants conduisant à un score maximal de 36 et le temps de passation a également été mesuré. Concernant la cotation à cette épreuve, après l'identification correcte de l'élément manquant, un point était attribué au sujet. Une réponse erronée ou l'absence de réponse après deux minutes de présentation conduisait à l'échec à l'item. Un score inférieur au percentile 5 excluait la participation du sujet.

- RSI post

Dans la tâche de RSI post, les participants devaient rappeler 5 listes d'items de façon ordonnée, chaque liste ayant un nombre de mots dépassant d'un item l'empan de l'enfant. Jarrold et Hall (2013) abordent dans leur discussion le fait que les enfants de 4 ans n'utilisent pas la répétition en partie parce que, souvent, les listes de mots à cet âge-là sont plus courtes et donc que l'effet de récence suffirait. Ainsi, cette tâche de RSI post « empan +1 » permet d'augmenter la longueur des listes, ce qui conduit à surpasser légèrement les capacités mnésiques des participants et donc d'augmenter nos chances d'observer l'utilisation de la stratégie implémentée. A noter que dans cette tâche, il était indiqué le nombre de mots à rappeler, c'est-à-dire que les participants pouvaient au moment du rappel s'appuyer sur des carrés qui symbolisaient la position des mots au sein de la liste (Turner et al., 2000). Les conditions de cotation étaient les mêmes que celles de la tâche RSI pré.

- Tâches de reconnaissance (Rec)

Tandis que le rappel nécessite une restitution du matériel présenté, la reconnaissance demande une comparaison entre deux présentations des items, ceux-ci pouvant différer ou non (Morrison et al., 2016). Ce dernier processus est donc plus simple, raison pour laquelle les deux tâches de reconnaissance de cette étude étaient constituées de listes plus longues d'un item par rapport à l'empan de l'enfant (comme le RSI). De plus, il y avait 10 listes de mots dans ces épreuves. Concernant la tâche de reconnaissance des items (Reci), entre la première et la deuxième écoute, 5 listes de mots étaient identiques et 5 listes de mots différaient d'un item. En effet, à 5 reprises, un mot de la liste a été remplacé lors de la deuxième présentation par un mot ne différant que par un phonème (paires minimales),

recrutant ainsi l'information « item » concernant un des mots de la liste. La tâche de reconnaissance de l'ordre (Reco) a été construite de la même manière, à savoir 5 listes ne différant pas de la 1^{ère} et à 2^{ème} présentation et 5 listes pour lesquelles l'ordre des mots a été inversé. Il s'agissait en réalité d'une inversion de deux mots adjacents. Les mots inversés pour la 2^{ème} présentation n'étaient pas les mots de début ou de fin de liste. En effet, chez l'enfant comme chez l'adulte, des effets de primauté et de récence sont remarqués dans des tâches de MCT verbale (McCormark et al., 2000). Ces effets de position auraient possiblement pu intervenir dans la meilleure identification des deux présentations de liste distinctes si la différence s'était faite sur les items initiaux ou finaux. Concernant la tâche de Reco chez les enfants avec un empan de 2, ces effets n'ont pas pu être contrôlés car les listes n'étaient composées que de 3 items. L'inversion des items a donc été faite entre les 1^{er} et 2^{ème} mots sur 2 listes et entre les 2^{ème} et 3^{ème} sur 3 listes. Pour la tâche Reciprocal (Reci), les mots remplacés par leur paire minimale lors de la 2^{ème} écoute n'étaient pas les mots en position initiale ou finale pour les raisons précédemment citées.

Choix et construction des listes de mots

Pour cette étude, nous avons construit une base de données de 120 mots en contrôlant certains effets psycholinguistique (Majerus, 2008) ; Les mots choisis étaient bisyllabiques, concrets avec un degré d'imagerie élevé et relativement simples (absence de graphies et de combinaisons trop complexes et/ou peu fréquentes). Ces items ont été sélectionnés via les bases de données suivantes : « Kuperman et al., 2012 » avec un critère d'âge d'acquisition des mots (AoA) inférieur à 4 ans, « Łuniewska et al., 2019 » avec un critère d'AoA inférieur à 4 ans, « Alario & Ferrand , 1999 » avec critère d'AoA inférieur à 2,4 points et « Bonin et al., 2003 », avec également un critère d'AoA inférieur à 2 points. Certaines bases de données étant en anglais, la fréquence des mots à également été prise en compte via Manulex (Lété, Sprenger-Charolles, & Colé, 2004) (avec les normes de CP, Index de Fréquence standard) afin de s'assurer de l'homogénéité des fréquences des items (M=59,64 ; ET=5,54) (annexe 2a).

Afin de construire la tâche Reciprocal (Reci), 5 paires minimales ont du être choisies. L'opposition phonologique de ces mots devait se faire sur la consonne initiale de la deuxième syllabe des mots. Ainsi, en essayant au maximum de respecter le critère de l'âge d'acquisition, 5 mots

des paires minimales ont été inclus dans les 120 mots totaux, les 5 autres mots n'apparaissant que dans la tâche Recipro (annexe 2b).

Les mots sélectionnés ont ensuite été enregistrés dans une pièce insonorisée avec une voix féminine et découpé (de sorte à ne durer qu'une seconde) sur le logiciel Audacity.

Les effets de similarités phonologiques ou sémantiques (Saint-Aubin & Poirier, 1999) ont été contrôlés en supprimant tous les mots phonologiquement ou sémantiquement similaires à l'intérieur d'une même liste mais aussi au sein d'une tâche. Par ailleurs, aucun mot n'était redondant au sein d'une même tâche, et au travers des différentes tâches, nous avons essayé de ne pas trop souvent utiliser les mêmes items afin d'éviter une trop grande familiarité et donc de favoriser le rappel pour certains items (mots utilisés deux fois maximum, et dans deux tâches ne se suivant pas).

En prenant en compte les remarques de Jarrold et Hall (2013) qui informent que les jeunes enfants seraient d'autant plus susceptibles d'utiliser une répétition sous-vocale lorsque le temps de présentation des items sont lents, une pause de deux secondes entre chaque item a été faite dans l'ensemble des tâches post entraînement pour permettre aux enfants d'utiliser la stratégie entraînée.

Résultats

Le quatrième chapitre de ce travail vise à décrire les différents résultats obtenus. Afin de répondre au mieux aux différentes questions de recherche formulées dans la seconde partie de ce travail, l'ensemble des données seront étudiées grâce à des analyses de variances (ANOVAs). Ces traitements statistiques permettront de répondre à la question de l'efficacité de l'entraînement du N ou de la RC chez les enfants de 4 et 6 ans dans des tâches de MCT verbale, mais ils laisseront aussi la possibilité d'interpréter la spécificité des bénéfiques des entraînements, via la comparaison avec les performances des groupes C.

Les ANOVAs, analyses statistiques dites paramétriques, ont été choisies pour cette étude car ces tests statistiques sont plus puissants que les tests non-paramétriques. Cependant, au vu des faibles nombres de participants dans chacun des groupes, nous ne pouvons considérer l'échantillon comme tiré d'une population suivant une distribution normale. Les résultats ont donc aussi été analysés via des tests non-paramétriques. Ces tests sont moins sensibles aux valeurs extrêmes et ne dépendent pas de la distribution normale de l'échantillon. De ce fait, si ces deux types de traitements statistiques n'aboutissent pas aux mêmes conclusions, les deux résultats seront détaillés. Cependant, si les résultats aux tests non-paramétriques mettent en avant les mêmes effets que les résultats des tests paramétriques, seuls les résultats de ces derniers, plus sévères, seront rapportés et les résultats des tests non paramétriques figureront en annexe (annexe 3a, 3b, 3c, 3d), ceci pour une facilité de lecture et d'interprétation des résultats. Les ANOVAs à mesures répétées de cette étude seront confirmées via des tests de Wilcoxon sur échantillons appariés, tandis que les autres ANOVAs seront corroborées par des tests de Kruskal-Wallis. Par ailleurs, comme constaté dans le tableau 1, le niveau de raisonnement non-verbal (Raven) chez les enfants de 6 ans n'était pas homogène. Ainsi, une analyse de covariances (ANCOVA) a été faite pour cette tranche d'âge afin d'examiner si les effets sont toujours présents en contrôlant les résultats à la matrice de Raven. Les résultats de l'ANCOVA n'étant pas

différents de l'ANOVA, ils ne seront pas détaillés mais restent disponibles en annexe (annexe 4a, 4b, 4c, 4d). Précisons que pour toutes les analyses, le seuil de signification α est de 5%. Pour l'ensemble des traitements statistiques, les variables « âge : 4 vs. 6 ans » et « entraînement : N vs. RC vs. C » seront des facteurs inter-sujets et le « temps » ou la « tâche » seront considérés comme variables intra-sujet. En effet, le temps, comprenant deux mesures réalisées en RSI pré (T1) et en RSI post (T2), ou la tâche, comprenant trois mesures réalisées sur trois tâches de MCT différentes (RSI post, Reco et Recu) seront des variables répétées.

Il convient également de préciser dans cette introduction aux résultats que pour les différentes ANOVAs à mesures répétées de cette étude, aucune différence significative de performance n'est présente, au sein de chaque groupe d'âge, pour ce qui est des différentes conditions d'entraînement au temps T1. Ainsi, les groupes N4, RC4 et C4 sont homogènes par rapport aux performances initiales à la tâche de RSI pré, et il en est de même pour les groupes N6, RC6 et C6, corroborant les résultats observés au niveau de l'empan présentés précédemment. L'ensemble des statistiques descriptives des différentes évaluations sont présentées dans le tableau 2 (annexe 5).

Question 1 : Comparaison de l'efficacité des stratégies entraînées

- ***1. A 4 ans/ à 6 ans, est-ce que les enfants tirent bénéfice de l'implémentation du N et de la RC ? L'une des deux stratégies est-elle davantage efficace ?***

Pour répondre à cette question de recherche, une ANOVA suivant le schéma 2 (âge) x 3 (entraînement) x 2 (temps) à mesures répétées sur les performances aux tâches de RSI a été faite. Comme plusieurs variables dépendantes ont été étudiées pour cette question, cette ANOVA a été réalisée plusieurs fois en faisant varier à chaque fois la variable dépendante. Ainsi, cette question sera abordée grâce à l'étude du nombre de mots correctement rappelés, du nombre d'erreurs commises et du nombre de non-réponses présentes au cours des tâches de RSI.

Différence du nombre de mots correctement rappelés entre T1 et T2

Pour cette ANOVA, la variable dépendante est donc le nombre de mots correctement rapportés aux tâches de RSI pré (T1) et RSI post (T2).

Cette ANOVA met en avant un effet principal de l'âge ($F(1,52)=14.94, p<.001$) et de l'entraînement ($F(2,52)=8.27, p<.001$) et les comparaisons planifiées précisent de meilleures performances pour le premier effet chez les enfants de 6 ans ($t= 3.87, p<.001$) et pour le second effet chez les enfants entraînés à la RC (RC vs. C : $t=3.96, p<.001$, RC vs. N : $t=2.71, p<.05$). L'ANOVA informe également que l'effet d'interaction entre les variables « temps » et « entraînement » ($F(2,52)=9.24, p<.001$) est significatif. Ainsi, toujours après analyse des comparaisons planifiées, l'ensemble des sujets entraînés à la RC obtient de meilleures performances au T2 par rapport au T1 ($t=4.52, <.001$), mais les deux autres entraînements ne conduisent pas à une amélioration des performances dans le temps (C : $t=0.53, p=1.00$; N : $t=1.04, p=1.00$). La figure 1 illustre les différents résultats de nos participants.

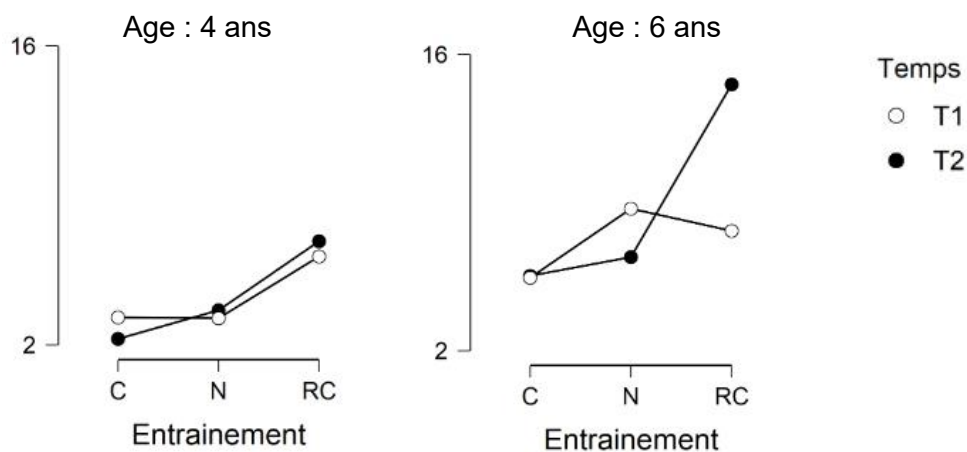


Figure 1 : Evolution du nombre de mots correctement rappelés au cours des tâches de RSI chez les enfants de 4 ans et de 6 ans en fonction de la condition d'entraînement.

L'effet d'interaction au sein de la triple interaction des variables « temps », « âge » et « entraînement » est également significatif ($F(2,52)=6.42, p<.01$). Plus spécifiquement, les comparaisons planifiées au sein des enfants de 4 ans ne font état d'aucune différence significative de progression dans les différents groupes d'entraînement. Ainsi, dans chaque condition d'entraînement, les performances réalisées en T1 ne sont pas significativement différentes des résultats en T2 (N4 pré – post : $t=0.30, p=1.00$; RC4 pré – post : $t=0.53, p=1.00$). Par conséquent, en T2 chez les enfants 4 ans, une absence de différence de résultats significative est présente entre les enfants des groupes N4 et ceux du groupe C4 ($t=0.66, p=1.00$) et il en est de même pour les enfants des groupes RC4 et C4 ($t=2.19, p=1.00$). Une analyse plus qualitative relève toutefois que dans le groupe N4, 62.50% des sujets ont des résultats en T2 inférieurs à ceux en T1. Ainsi, à 4 ans, l'entraînement au N

semble conduire chez la majorité des sujets à une diminution du nombre de mots correctement rappelés.

Chez les enfants de 6 ans en revanche, les comparaisons planifiées mettent en avant que les enfants faisant parti du groupe RC6 ont significativement progressé dans le temps ($t=6.74$, $p<.001$). Par ailleurs, ces mêmes enfants obtiennent des résultats en T2 significativement meilleurs que les enfants du groupe N6 ($t=4.39$, $p<.01$) ou que les enfants du groupe C6 ($t=5.54$, $p<.001$). Concernant les enfants du groupe N6, aucune amélioration significative avec le temps n'est présente ($t=1.70$, $p>1.00$), et ces enfants n'obtiennent pas des résultats significativement meilleurs en T2 comparativement aux enfants du groupe C6 ($t=0.47$, $p>1.00$). Une analyse qualitative indique que 57.14% des participants du groupe N6 ont des performances au temps T2 inférieures à celle au temps T1, et l'un de nos participants qui avait rappelé 7 mots au T1 ne rappelle aucun mot correctement en T2.

Cette analyse statistique révèle donc que les enfants de 4 ans ne tirent pas d'avantage de l'entraînement à l'une des deux stratégies de maintien pour ce qui est du nombre de mots correctement rappelés.

Chez les enfants de 6 ans, seul l'entraînement à la RC conduit à une amélioration des performances au cours des deux tâches de RSI.

L'une des stratégies de maintien améliorant le nombre de mots rappelés à 6 ans, nous avons voulu approfondir l'analyse de l'efficacité des stratégies chez nos sujets plus âgés en étudiant également le nombre de séries correctement rappelées. Le rappel de la série est plus exigeant car l'ensemble des items doivent être dits à la bonne place pour valider le rappel. Pour mettre en lumière l'efficacité des stratégies de MCT verbale sur le rappel de séries complètes, une ANOVA3 (entraînement) x 2 (temps) à mesure répétée avec comme variable dépendante le nombre de séries rappelées durant les tâches de RSI a été réalisée. Ici, seules les données des enfants de 6 ans ont été examinées.

Cette ANOVA montre les effets principaux significatifs des variables « temps » ($F(1,30)=6.33$, $p<.05$) et « entraînement » ($F(2,30)=7.88$, $p<0.01$), et les comparaisons planifiées précisent une amélioration avec le temps des résultats (T1-T2 : $t=-2.33$, $p<.05$) ainsi que des performances globales meilleures chez les sujets entraînés à la RC par rapport aux sujets contrôle ($t=3.95$, $p<.01$). De plus, l'interaction entre les variables « temps » et

« entrainement » est aussi significative ($F(2,30)=13.07, p<.001$). Concernant les enfants du groupes RC6, les comparaisons planifiées indiquent qu'il y a une amélioration significative du nombre de séries rappelées en T2 par rapport au T1 ($t=5.93, p<.001$). Par ailleurs, les enfants entraînés à la RC ont des résultats significativement meilleurs en T2 que les enfants du groupe C6 ($t=5.71, p<.001$) ou que ceux du groupe N6 ($t=3.42, p<.01$). Pour ce qui est des enfants du groupe N6, aucune amélioration significative n'est relevée entre le T1 et le T2 ($t=-5.08^{e-15}, p>1.00$). De plus, les enfants entraînés au N n'obtiennent pas des performances significativement meilleures en T2 par rapport aux enfants du groupe C ($t=1.57, p>1.00$). L'ensemble de ces conclusions est illustré dans la figure 2.

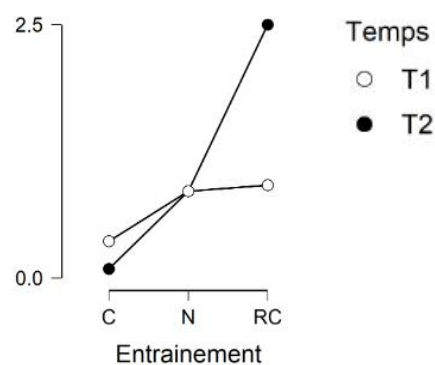


Figure 2 : Evolution du nombre de séries correctement rappelées au cours des tâches de RSI chez les enfants de 6 ans en fonction de la condition d'entraînement.

Ainsi, cette analyse statistique permet de conclure dans un premier temps que les enfants du groupe RC6 rappellent après entrainement plus de séries correctes que ce qu'ils n'étaient capables de faire avant entrainement. Par ailleurs, ces sujets rappellent également après entrainement davantage de séries complètes que les enfants des groupes N6 et C6.

Différence du nombre d'erreurs commises entre T1 et T2

Après avoir examiné l'influence des différentes conditions d'entraînement sur la différence de nombre de mots et de séries correctement rappelés au cours des deux tâches de RSI, il paraît également pertinent d'évaluer l'impact de cette influence sur l'évolution du nombre d'erreurs. Pour ce faire, la même ANOVA 2 (âge) x 3 (entraînement) x 2 (temps) à mesures répétées a été faite mais avec comme variable dépendante ici le nombre d'erreurs commises dans les tâches de RSI. Précisons que pour cette analyse, aucune différenciation

du type d'erreur n'a été faite. De ce fait, cette mesure regroupe les erreurs d'ordre et les erreurs d'items.

Cette ANOVA permet de mettre en avant un effet principal significatif de l'entraînement ($F(2,52)=6.32, p<.01$) et les comparaisons planifiées précisent que les enfants du groupe RC commettent moins d'erreurs que les deux autres conditions (RC-C : $t=-3.22, p<.01$; RC-N : $t=-2.85, p<0.5$). Cependant ici, l'effet de l'âge n'est pas significatif ($F(1,52)=1.29, p=0.26$). Cela indique que les enfants plus âgés n'ont pas fait un nombre d'erreurs significativement différent par rapport aux participants plus jeunes. Cette analyse statistique révèle également un effet d'interaction entre les variables « temps » et « entraînement » ($F(2,52)=7.99, p<.001$) ainsi qu'un effet d'interaction significatif entre les variables « temps », « entraînement » et « âge » ($F(2,52)=3.87, p=0.028, s$). L'évolution du nombre d'erreurs en fonction de l'entraînement et de l'âge est présentée dans la figure 3.

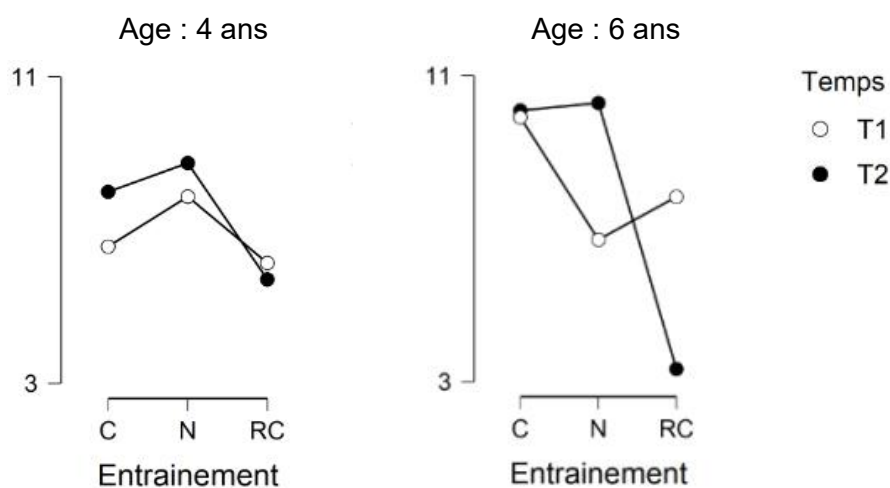


Figure 3 : Evolution du nombre d'erreurs commises au cours des tâches de RSI chez les enfants de 4 ans et de 6 ans en fonction de la condition d'entraînement.

Chez les enfants de 4 ans, aucune différence significative avec le temps n'est mise en avant grâce aux comparaisons planifiées pour ce qui est du nombre d'erreurs, et ce quel que soit l'entraînement (N4 : $t=-0.71, p=1.00$; RC4 : $t=0.33, p=1.00$). Par ailleurs, en T2, les trois groupes d'entraînements obtiennent des résultats identiques (N4 – C4 : $t=0.46, p=1.00$; RC4 – C4 : $t=-1.35, p=1.00$; N4 – RC4 : $t=1.86, p=1.00$).

Concernant nos participants âgés de 6 ans, les comparaisons planifiées montrent que l'entraînement à la RC s'avère efficace pour ce qui est de la diminution de nombre

d'erreurs entre T1 et T2 ($t=4.50$, $p<.01$). Par ailleurs, les enfants du groupe RC6 font dans la tâche de RSI post significativement moins d'erreurs que les enfants du groupe C6 ($t=-5.12$, $p<.001$) ou que ceux du groupe N6 ($t=-4.62$, $p<.001$). L'efficacité du N n'est quant à elle pas significative lorsqu'on regarde la différence d'erreurs entre les deux RSI ($t=-2.73$, $p=0.60$). Les enfants de groupe N6 ont des résultats similaires aux enfants du groupe C6 au T2 ($t=0.13$, $p=1.00$).

Cette analyse statistique met en avant qu'aucune des stratégies de MCT verbale ne réduit le nombre d'erreurs commises par les enfants de 4 ans.

En revanche, les enfants de 6 ans tirent bénéfice de la RC, seule stratégie qui diminue le nombre d'erreurs des participants avec le temps. Ainsi, le groupe RC6 commet moins d'erreurs dans la tâche de RSI post par rapport aux groupes C6 ou N6.

Différence du nombre de non-réponses présentes entre T1 et T2

Pour finir l'analyse de cette première question de recherche, l'influence des différents entraînements sur l'évolution du nombre de non-réponses présentes va être détaillée. Pour ce faire, une ANOVA 2 (âge) x 3 (entraînement) x 2 (temps) à mesures répétées a été faite et la variable dépendante était ici le nombre de non-réponses présentes dans les tâches de RSI. Ainsi, l'ANOVA indique que seule un effet principal significatif est présent, à savoir l'effet de la variable « temps » ($F(52,1)=8.88$, $p<.01$). Les comparaisons planifiées indiquent qu'avec le temps, l'ensemble des sujets de notre étude font en moyenne moins de non-réponses ($t=3.27$; $p<.01$). Plus précisément, chez les plus jeunes sujets de 4 ans, les comparaisons planifiées indiquent qu'aucune condition d'entraînement n'a influencée la différence de non-réponses présentes entre le T1 et le T2 (N4 : $t=1.51$, $p=1.00$; RC4 : $t=0.32$, $p=1.00$). Les mêmes observations peuvent être faites chez nos sujets plus âgés (N6 : $t=1.46$, $p=1.00$; RC6 : $t=3.58$, $p=0.54$). A noter cependant que pour le groupe RC6, la diminution du nombre de non-réponses entre T1 et T2 n'est pas significative mais s'en rapproche tout de même et que le test de Wilcoxon sur échantillons appariés, moins sévère, identifie une différence significative ($F(12,11)=55.00$, $p<.01$; annexe 3a). Ces différentes conclusions sont illustrées via la figure 4.

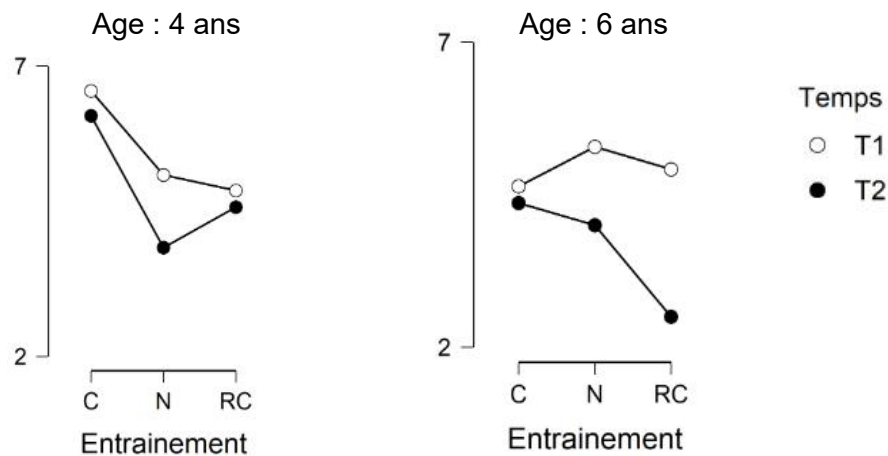


Figure 4 : Evolution du nombre de non-réponses présentes au cours des tâches de RSI chez les enfants de 4 ans et de 6 ans en fonction de la condition d'entraînement.

En conclusion pour cette première question de recherche, les différentes analyses statistiques indiquent que l'apprentissage et l'entraînement du N ou de la RC chez les enfants de 4 ans n'influence pas les performances au cours des tâches de RSI, que ce soit pour le nombre de mots correctement rappelés, le nombre d'erreurs commises ou le nombre de non-réponses produites.

Ces conclusions sont également valables pour le groupe N6. En revanche, grâce à l'implémentation de la RC chez les sujets de 6 ans, le nombre d'erreurs diminue au profil d'un nombre de mots correctement rappelés croissant. L'influence de la RC sur le nombre de non-réponses présentes à 6 ans est-elle moins évidente.

Question 2 : Comparaison de l'efficacité de chaque stratégie entraînée sur différentes tâches

➤ Est-ce que l'efficacité de l'entraînement est influencée par la tâche ?

Pour répondre à cette question de recherche qui porte sur l'influence de la tâche pour les différentes conditions d'entraînement, une ANOVA 2 (âge) x 3 (entraînement) x 3 (tâches) à mesure répétée sur les tâches a été faite. La variable dépendante était ici le pourcentage de bonnes réponses aux différentes tâches réalisées après entraînement, et précisons que pour la tâche de RSI post il s'agissait du nombre de mots correctement rappelés. Cette analyse statistique révèle un effet principal significatif des trois variables

(« âge », $F(1,52)=4.56$, $p<.05$, « entraînement », $F(2,52)=9.47$, $p<0.001$ et « tâches », $F(2,52)=79.73$, $p<.001$). Les comparaisons planifiées permettent de clarifier ces effets. Ainsi, les participants de 6 ans réussissent mieux l'ensemble des tâches comparativement aux enfants de 4 ans ($t=2.14$, $p<.05$). Les participants entraînés à la RC ont de meilleures performances que ceux des deux autres conditions (RC-C : $t=4.09$, $p<.001$; RC-N : $t=3.22$, $p<.01$). Enfin, pour l'ensemble des sujets, les deux reconnaissances sont mieux réussies que la tâche de RSI (Reco - RSI : $t=7.89$, $p<.001$; Recipro - RSI : $t=9.18$, $p<.001$) et il n'y a pas de différences significatives de résultats entre les deux types de reconnaissance (Recipro - Reco : $t=1.65$, $p=0.31$). De plus, l'ANOVA permet de mettre en évidence un effet d'interaction significatif entre les variables « âge » et « tâches » ($F(2,52)=3.23$, $p=0.044$). Grâce aux différentes comparaisons planifiées, nous pouvons affirmer que les enfants de 6 ans réussissent davantage par rapport aux enfants de 4 ans la tâche de RSI post ($t=3.28$, $p=0.021$, s) mais pas les tâches de reconnaissances (Reco : $t=0.59$, $p=1.00$; Recipro : $t=0.91$, $p=1.00$). L'effet d'interaction entre les variables « entraînement » et « tâches » est lui aussi significatif ($F(4,52)=5.03$, $p=0.001$). Afin de pouvoir répondre précisément à la question de recherche, des comparaisons planifiées détaillant davantage cette dernière interaction ont été réalisées. Dans la condition d'entraînement C, les deux tâches de reconnaissance ont été davantage réussies que la tâche de RSI (Recipro - RSI : $t=8.72$, $p<.001$; Reco - RSI : $t=8.40$, $p<.001$), et entre elles, les reconnaissances n'ont pas débouché sur des résultats différents (Recipro - Reco : $t=0.32$, $p=1.00$). Des résultats identiques se retrouvent pour les enfants entraînés au N (Recipro - Reco : $t=-0.15$, $p=1.00$; Reco - RSI : $t=6.64$, $p<.001$; Recipro - RSI : $t=7.90$, $p<.001$). Chez les sujets entraînés à la RC, les deux tâches de reconnaissance conduisent, via l'ANOVA à des résultats similaires (Reco - Recipro : $t=-2.02$, $p=1.00$), mais le test de Wilcoxon sur échantillons appariés indique lui une différence significative (annexe 3c : $W=20.50$, $p<.05$). De plus dans l'ANOVA, toujours dans la condition RC, seule la Recipro est mieux réussie en comparaison avec le RSI (Recipro - RSI : $t=4.69$, $p<.001$; Reco - RSI : $t=2.67$, $p=0.32$). La figure 5 permet d'illustrer l'interaction double de l'efficacité de l'entraînement sur le type de tâches.

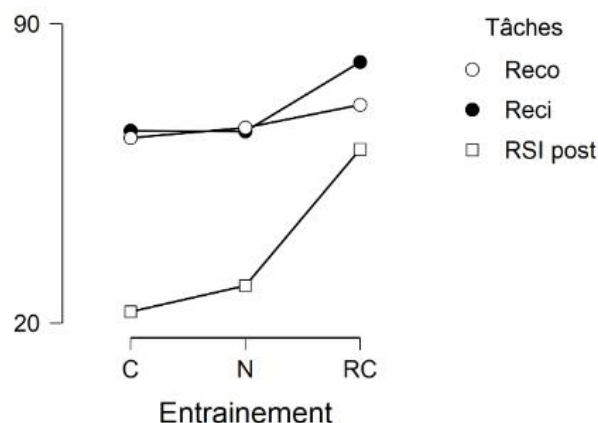


Figure 5 : Comparaison du pourcentage de bonne réponse dans chacune des trois tâches de MCT verbale en fonction de la condition d'entraînement.

L'ensemble de ces résultats indique que chez nos participants, l'entraînement au N ne conduit pas à des performances différentes par rapport au groupe C pour ce qui est du pourcentage de bonne réponse dans nos trois tâches. Ainsi, pour les enfants des conditions d'entraînement C et N, les deux tâches de reconnaissances (conduisant à un pourcentage de réussite identique) sont significativement mieux réussies que la tâche de RSI post.

Concernant la RC, l'efficacité de son implémentation en fonction de la complexité de la tâche s'avère différente. Dans cette condition d'entraînement, les sujets n'obtiennent pas un meilleur pourcentage de réussite dans la Reco par rapport à la tâche de RSI post. De plus, bien que l'ANOVA ne révèle aucune différence de performance dans les deux tâches de reconnaissance, un test moins sévère indique que la Reciprocity est mieux réussie que la Reco après implémentation de la RC.

Question 3 : Comparaison de l'efficacité des stratégies entraînées sur le type de maintien

- *Au sein des deux tranches d'âge, le traitement de l'ordre/ le traitement de l'item est-t-il plus sensible à l'une des stratégies de MCT verbale ?*

Dans l'optique de pouvoir mettre en avant si le traitement de l'ordre mais également le traitement de l'item sont plus sensibles à l'une ou l'autre stratégie de MCT verbale, deux

ANOVAs pour chacun des types d'information, item et ordre, ont été réalisées. Premièrement, une ANOVA 2 (âge) x 3 (entraînement) avec comme variable dépendante les résultats des participants à la tâche de reconnaissance étudiée. Deuxièmement, une ANOVA 2(âge) x 3 (entraînement) avec comme variable dépendante le nombre d'erreurs typiques commises au cours de la tâche de RSI post. Pour ces deux ANOVAs, un effet d'interaction significatif traduirait des performances différenciées entre les conditions d'entraînement en fonction de l'âge.

Traitement de l'ordre

Dans un premier temps, une ANOVA avec comme variable dépendante les résultats des participants à la tâche de Reco a été réalisée. Aucun effet significatif n'est présent, ce qui indique que les enfants plus âgés n'ont pas mieux réussi la tâche, et que la condition d'entraînement n'engendre pas de différences significatives de résultats. La figure 6 permet d'illustrer les performances des sujets de 4 et 6 ans en fonction de l'entraînement.

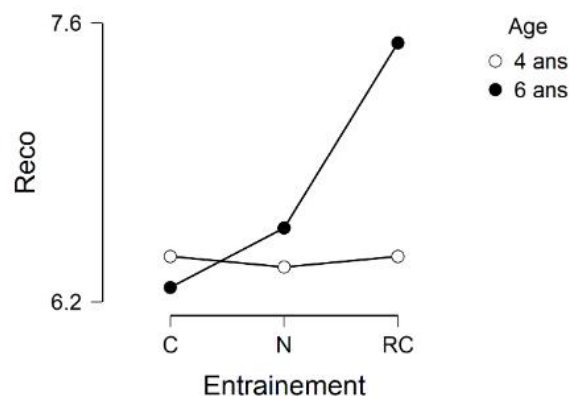


Figure 6 : Performances à la tâche de reconnaissance de l'ordre des enfants de 4 ans et de 6 ans en fonction de la condition d'entraînement.

Ainsi, dans nos deux tranches d'âge, l'entraînement à l'une des stratégies de MCT verbale n'améliore pas les performances de nos sujets concernant la tâche de Reco (C4 – N4 : $t=0.097$, $p=1.00$; C4 – RC4 : $t=3.21 \cdot 10^{-16}$, $p=1.00$; C6 - N6 : $t=-0.40$, $p=1.00$; C6 – RC6 : $t=-1.92$, $p=0.92$).

Après cette première analyse, la seconde ANOVA ayant comme variable dépendante le nombre d'erreurs d'ordre commises au RSI post a été réalisée. Il convient ici de préciser que pour cette étude, deux types d'erreurs lors de rappel étaient distinguées, les erreurs

d'items et les erreurs d'ordre. Concernant ces dernières, il s'agissait d'erreurs de position d'un item, c'est-à-dire qu'un mot cible n'était pas mentionné à sa place lors du rappel. Dans cette ANOVA, l'effet principal de l'âge ($F(1, 52) = 0.26, p=0.61$) ou l'effet d'interaction des variables « âge » et « entraînement » ($F(2, 52) = 1.95, p=0.16$) ne sont pas significatifs, mais un effet principal significatif de l'entraînement ($F(2, 52) = 9.44, p<.001$) est présent. Les comparaisons planifiées confirment la présence d'un nombre d'erreurs ordres significativement inférieur chez les enfants du groupe RC par rapport aux enfants du groupe C ($t = -3.19, p<.01$) mais également par rapport aux sujets du groupes N ($t= -4.11, p<.001$). Plus précisément, cette réduction significative du nombre d'erreurs ordres se retrouve seulement chez les enfants de 6 ans entre les groupes RC6 et C6 ($t=-3.96, p<.01$) et entre les groupes RC6 et N6 ($t= -4.29, p=0.001$). En effet, chez les enfants plus jeunes de 4 ans, cette même réduction n'est pas significative (RC4 - C4 : $t= - 0.95, p=1.00$; RC4 - N4 : $t= -1.64, p=1.00$). Dans les deux tranches d'âge, le N n'impacte pas les performances par rapport aux groupes C (N4 -C4 : $t=0.66, p=1.00$; N6 - C6 : $t=0.80, p=1.00$). L'ensemble de ces remarques sont visibles dans la figure 7.

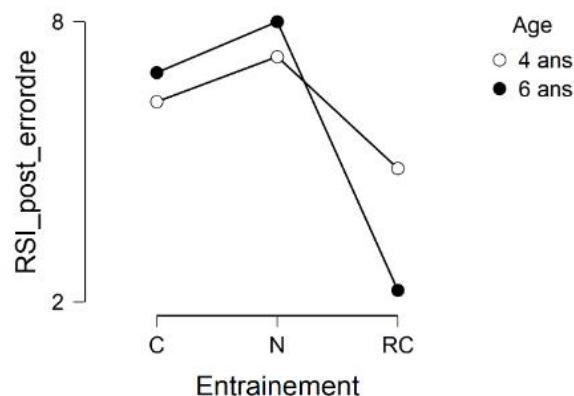


Figure 7 : Comparaison du nombre d'erreurs « ordres » commises dans la tâche de RSI post chez les enfants de 4 ans et de 6 ans en fonction de la condition d'entraînement.

De ce fait, chez les enfants de 4 ans, aucune des deux stratégies de maintien n'impacte le nombre d'erreurs d'ordre commises lors de la tâche de RSI post. Ces résultats coïncident bien avec les conclusions précédentes qui indiquaient, chez les enfants de 4 ans, l'absence d'effet des différentes conditions d'entraînement sur l'amélioration des performances pour la reconnaissance de l'ordre.

En revanche, l'entraînement à la RC chez les enfants de 6 ans réduit significativement le nombre d'erreurs ordres dans la tâche de RSI post par rapport à l'absence d'entraînement à

une stratégie de maintien et par rapport à l'entraînement au N. Ces résultats ne vont pas dans le sens des conclusions de la question précédente qui précisait qu'aucune des deux stratégies de maintien n'améliore les performances des participants de 6 ans dans une tâche de Reco. Cependant, en regardant les moyennes des différents groupes à la tâche de Reco (RC6=7.5 mots, N6=6.57 mots et C6=6.27 mots), il ressort que les enfants de groupe RC6 ont, même si la différence n'est pas significative, de meilleurs résultats que les deux autres groupes. L'entraînement au N n'aurait lui aucun impact sur les performances aux différentes tâches évaluant le maintien de l'ordre.

Une analyse plus fine des erreurs d'ordre a par la suite été réalisée, analyse dans laquelle le gradient de transposition des erreurs a été évalué. Le gradient de transposition correspond au nombre de positions qui sépare la réponse de l'enfant de l'emplacement correct des mots. Un gradient de 1 signifie que le sujet a rappelé le mot cible soit juste avant, soit juste après l'emplacement juste, un gradient de 2 correspond à deux déplacements, avant ou après, par rapport à l'emplacement cible et ainsi de suite. Précisons que Mc Cormack et ses collaborateurs (2000) explique que plus le gradient de transposition est petit, plus la représentation de l'ordre sériel est fine et précise. Les pourcentages d'erreurs d'ordre chez les enfants de 4 et de 6 ans sont présentés dans le tableau 3 ci – dessous.

Tableau 3 : Pourcentage de sujets ayant commis des erreurs d'ordre dans la tâche de RSI post en fonction du gradient de transposition

| | | Gradient de transposition | | |
|--------------|----|---------------------------|------|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 ou plus * |
| 4 ans | C | 50 % | 34 % | 16 % |
| | N | 71 % | 29 % | 0 % |
| | RC | 71 % | 26 % | 3 % |
| 6 ans | C | 54 % | 25 % | 21 % |
| | N | 61 % | 27 % | 12 % |
| | RC | 70 % | 19 % | 11 % |

* aucun enfant de 4 ans n'a déplacé avec un gradient de 4 sa production par rapport à la position cible attendue et seulement un sujet de 6 ans a déplacé à deux reprises avec un gradient de 4 ses productions par rapport aux positions cibles attendues.

Dans les deux tranches d'âge, le gradient de transposition de 1 équivaut à 70 % des erreurs dans la condition d'entraînement RC. Ainsi, après entraînement à cette stratégie, les erreurs d'ordre de l'ensemble des sujets ont davantage tendance à être proches de la position attendue. Cette remarque est aussi valable pour les sujets du groupe N4, ceux-ci faisant la plupart des erreurs d'ordre avec un gradient de transposition de 1. En revanche, le pourcentage d'enfants du groupe N6 ayant un gradient de transposition de 1 est plus faible que le gradient des sujets du groupe RC6. Ainsi, chez les jeunes sujets (N4 et RC4), les 2 stratégies de maintien semblent conduire à des erreurs d'ordre plus ou moins similaires, conduisant à davantage d'erreurs d'ordre avec un gradient de 1 que dans la condition C4. A contrario, chez les participants de 6 ans (N6 et RC6), bien que les deux stratégies de MCT verbale semblent diminuer le gradient de transposition par rapport au groupe C6, un avantage pour la RC est remarqué.

Ainsi donc, chez les sujets de 4 ans, l'ensemble de nos analyses statistiques ne font état d'aucune différence de l'efficacité de la RC ou du N concernant le traitement de l'ordre. L'analyse qualitative de la position des erreurs par rapport à leur emplacement cible semble cependant préciser que les deux stratégies de maintien conduiraient à des erreurs s'éloignant moins de l'emplacement attendu et donc à des réponses plus précises que la condition C.

Concernant les sujets de 6 ans, l'interprétation des résultats quantitatifs doit se faire avec prudence concernant la RC. En effet, bien que le groupe RC6 semble avoir de meilleures performances dans la tâche de Reco que les deux autres conditions, cette distinction de performances n'est pas significative. En revanche, l'analyse du nombre d'erreurs d'ordre au sein de la tâche de RSI indique que les enfants du groupe RC6 ont commis significativement moins d'erreurs que ceux des deux autres conditions. Pour ce qui est du N, cette stratégie n'influence pas les performances du traitement ordre de nos sujets de 6 ans. L'analyse qualitative semble identifier un avantage de l'entraînement à une stratégie de MCT verbale pour ce qui est de la précision des réponses, avantage d'autant plus vrai pour la RC.

Traitement de l'item

Dans l'optique d'examiner si l'une de nos stratégies de maintien s'avère être plus sensible pour le maintien de l'information item, les mêmes analyses que présentées ci-dessus pour le traitement de l'ordre ont été réalisées. Ici, la première ANOVA avait comme variable dépendante les résultats des participants à la tâche de Reciprocity et le second traitement statistique avait comme variable dépendante le nombre d'erreurs « item » commises au cours de la tâche de RSI post.

Concernant le premier traitement statistique s'arrêtant sur les résultats des participants à la tâche de Reciprocity, nous ne relevons pas d'effet principal significatif de l'âge ($F(1, 52) = 0.12, p=0.73$) ni d'effet d'interaction significatif ($F(1,52) = 1.78, p=0.18$). Un effet principal significatif de l'entraînement est par contre présent ($F(2,52)=5.76, p<.01$). Les comparaisons planifiées révèlent que les enfants des groupes RC ont davantage identifié les reconnaissances correctes ou erronées par rapport aux enfants des groupes C ($t=3.34, p<.01$). En regardant de plus près les résultats dans nos deux tranches d'âge, nous nous apercevons que ces données ne sont significatives que chez les enfants de 6 ans ($t=3.82, p<.01$), les performances dans la tâche de Reciprocity des enfants des groupes RC4 et C4 n'étant pas significativement différentes ($t=1.25, p=1.00$). La figure 8 permet d'illustrer ces comparaisons.

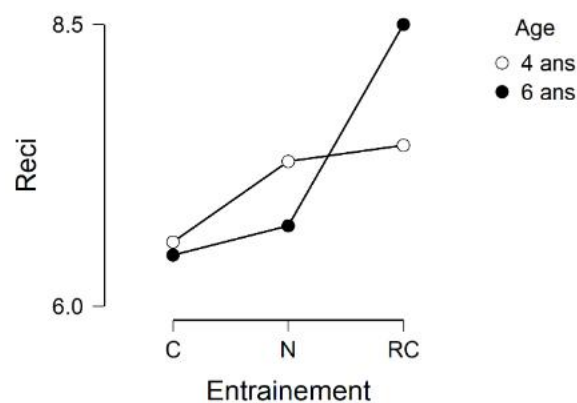


Figure 8 : Performances à la tâche de reconnaissance de l'item des enfants de 4 ans et de 6 ans en fonction de la condition d'entraînement.

Toujours en lien avec cette question de recherche, une ANOVA portant sur le nombre d'erreurs d'item dans la tâche de RSI post a également été réalisée. En effet, les erreurs des enfants dans la tâche RSI post ont soit été interprétées comme des erreurs d'ordre détaillées

précédemment, soit comme des erreurs d'item, c'est-à-dire des productions ne faisant pas partie de la liste cible présentée. Le traitement statistique met en avant un effet principal significatif pour l'entraînement ($F(2,52)=3.71, p<0.05$), mais les effets de l'âge $F(1,52)=3.23, p=0.079$ et d'interaction ($F(2,52)=1.68, p=0.53$) ne sont eux pas significatifs. La figure 9 permet de visualiser ces comparaisons.

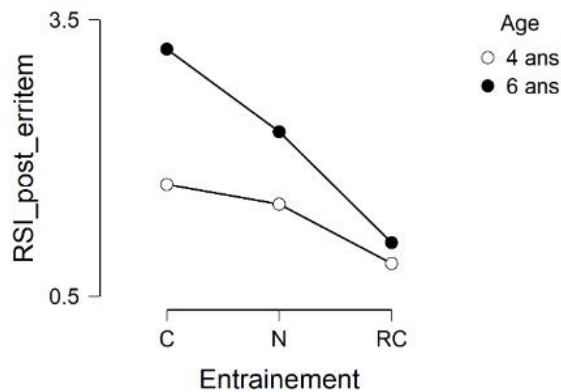


Figure 9 : Comparaison du nombre d'erreurs « items » commises dans la tâche de RSI post chez les enfants de 4 ans et de 6 ans en fonction de la condition d'entraînement.

Afin de déterminer entre quels groupes d'entraînement les différences significatives s'observent, les comparaisons planifiées ont été faites. Celles-ci mettent en avant une différence significative seulement entre les groupes RC et C ($t=2.70, p<0.05$). Cela dit, ces résultats ne sont significativement valables que pour les enfants de 6 ans (RC6 - C6 : $t=3.11, p<.05$), la différence de résultats entre les enfants des groupe RC4 et C4 n'étant pas significative ($t=0.99, p=1.00$). Concernant les groupes N, les différences de performances ne sont pas significatives ni entre les groupes N4 et C4 ($t=0.26, p=1.00$) ni entre les groupes N6 et C6 ($t=1.15, p=1.00$).

Tout comme pour les erreurs d'ordre, une analyse qualitative des erreurs d'item a été réalisée (tableau 4). Au sein des erreurs d'item, différentes erreurs étaient représentées ; les erreurs sémantiques comprenaient des mots appartenant au même champ lexical que l'item cible, les erreurs phonologiques représentaient des mots proches de la cible d'un point de vue phonologique, les erreurs « non-mots » étaient relevées lorsque la production de l'enfant ne faisait pas partie de la langue française, les erreurs d'intrusion faisait référence à des mots ne faisant pas partie de la liste cible présentée mais de listes présentées précédemment au sein de la tâche et enfin les erreurs « autre » faisaient

référence à toute autre erreur de l'enfant ne correspondant pas à l'une des erreurs items précédemment citées.

Tableau 4 : Pourcentage de sujets ayant commis des erreurs d'item dans la tâche de RSI post en fonction du type d'erreur.

| | | Type d'erreurs d'item | | | | |
|--------------|----|-----------------------|--------------|----------|-----------|-------|
| | | sémantique | phonologique | Non mots | intrusion | autre |
| 4 ans | C | 0 % | 8 % | 8 % | 9 % | 75 % |
| | N | 8 % | 8 % | 0 % | 25 % | 59 % |
| | RC | 0 % | 17 % | 17 % | 35 % | 31 % |
| 6 ans | C | 6 % | 11 % | 6 % | 43 % | 34 % |
| | N | 6 % | 0 % | 6 % | 32 % | 56 % |
| | RC | 23 % | 23 % | 0 % | 8 % | 46 % |

Chez les enfants de 4 ans, l'entraînement à une stratégie de maintien conduirait à davantage d'erreurs d'intrusion comparativement à la condition C. Ces remarques ne se retrouvent pas chez les enfants de 6 ans chez qui les deux stratégies de maintien amènent principalement à des erreurs « autres », tandis que les enfants du groupe C6 commettent principalement des erreurs d'intrusion.

Ainsi donc, chez les sujets de 4 ans, l'ensemble de nos analyses statistiques indique que ni le N, ni la RC n'améliore les performances concernant le traitement de l'item. L'analyse qualitative des différents types d'erreur met en avant que le patron des erreurs items change entre la condition C et l'entraînement à une stratégie de maintien, l'utilisation du N et surtout de la RC conduisant davantage à des erreurs d'intrusion.

Chez les sujets de 6 ans, l'entraînement au N n'impacte pas les performances concernant le traitement de l'item. Parallèlement, l'entraînement à la RC améliore significativement les performances des enfants pour ce qui est du traitement de l'item par rapport aux enfants sans stratégie. L'analyse qualitative faite chez les enfants plus âgés semble identifier que contrairement au groupe C6 qui commet principalement des erreurs d'intrusion, l'entraînement à l'une des deux stratégies de MCT verbale induit principalement des erreurs qualifiées « d'autre ».

Question 4 : impact du niveau initial des aptitudes mnésiques sur l'efficacité des stratégies

- *L'efficacité de la stratégie apprise dépend-elle du nombre de mots initialement rappelés par l'enfant ? Si oui, ces observations sont-elles présentes dans les deux tranches d'âge ?*

Initialement, des ANOVAs (ANOVA 2 (niveau initial : faible vs. fort) x 3 (entraînement : N vs. RC vs. C) x 2 (temps T1 vs. T2) à mesures répétées sur le nombre de mots correctement rappelés aux tâches de RSI devaient être réalisées au sein de nos deux tranches d'âge. Ces ANOVAs devaient permettre d'analyser l'influence de l'entraînement sur le score de différence pré – post chez les sujets avec un nombre de mots rappelés initialement à la tâche de RSI pré important (groupe fort) par rapport au enfants plus faibles, n'ayant rappelé que peu de mots à la tâche de RSI pré (groupe faible). Cependant, au vu du faible nombre de participant dans chacun des groupes entrainements, l'analyse via une ANOVA ne serait que peu pertinente. Ainsi donc, nous ne ferons ici qu'une analyse qualitative (tableau 5), en comparant dans chacune des conditions d'entraînement les résultats à la tâche de RSI post des deux meilleurs et des deux moins bons enfants, et ce chez les sujets de 4 et 6 ans.

Tableau 5 : Scores de différences entre les tâches de RSI des sujets en fonction de leur entraînement et de leur niveau initial, et ce dans nos deux tranches d'âge.

| | | Niveau de base | |
|--------------|----------|----------------|----------|
| | | Faible* | Fort** |
| 4 ans | N (n=4) | -2, 9 | - 2, -1 |
| | RC (n=4) | 0, 1 | -2, -3 |
| 6 ans | N (n=4) | - 4, 2 | - 7, - 4 |
| | RC (n=4) | 4, 8 | 2, 3 |

*A 4 ans, les sujets avaient rappelé 2 mots ou moins en RSI pré ; A 6 ans, les sujets avaient rappelé 5 mots ou moins en RSI pré.

**A 4 ans, les sujets avaient rappelé 4 mots ou plus en RSI pré ; A 6 ans, les sujets avaient rappelé 9 mots ou plus en RSI pré.

Concernant le groupe N4, la stratégie entraînée a été bénéfique pour l'un des enfants faibles, mais n'a pas amélioré les résultats en RSI post pour le second. Les enfants du groupe N4 forts ont eux des performances en RSI post inférieures à celles en RSI pré. Dans le groupe

RC4, les performances de deux enfants les plus faibles indiquent que la stratégie entraînée n'a pas ou très peu amélioré les résultats de ces deux sujets. Chez les sujets forts du groupe RC4, l'entraînement à la RC conduit dans les deux cas à un rappel moins bon dans la tâche de RSI post.

Pour le groupe N6, chez les deux enfants les plus faibles, la stratégie entraînée a été bénéfique pour l'un des enfants, mais a conduit à une diminution des performances en RSI post pour le second. Chez les deux enfants, toujours du groupe N6, ayant cette fois-ci rappelé un nombre de mots dans la tâche de RSI pré important, l'entraînement au N conduit à un rappel moins bon dans la tâche de RSI post. Dans le groupe RC6, que les sujets aient répété peu ou beaucoup de mots en RSI post, la stratégie RC améliore les performances.

Ainsi, ces résultats pourraient laisser penser que l'apprentissage et l'entraînement au N ou à la RC chez les enfants de 4 ans aident davantage les enfants avec initialement de faibles capacités mnésiques par rapport aux sujets ayant de meilleures performances. En effet, il s'avère que ces stratégies ont dans le cas présent amélioré les performances des enfants faibles mais pas celles des enfants forts.

Chez les enfants de 6 ans, ces résultats laissent imaginer que l'entraînement au N aide davantage les enfants avec de base de moins bonnes performances mnésiques. Concernant la RC, bien qu'améliorant les résultats en RSI post des deux enfants forts, il semble dans le cas présent que ce sont les enfants plus faibles qui aient tiré davantage bénéfice de l'entraînement. L'ensemble de ces résultats est bien sûr à interpréter avec prudence.

Discussion

La MCT verbale est donc un processus aux capacités limitées dans le temps et dans le nombre d'items. Chez les enfants de 4 ans, le nombre d'éléments pouvant être stocké et traité en MCT verbale est de 2 (Majerus, 2010). Ces capacités mnésiques s'amélioreraient par la suite tout au long du développement pour atteindre à l'âge adulte un empan d'en moyenne 7 items (Miller, 1956, cité par Cowan, 2008). Les stratégies de maintien, qui permettent de réexaminer les informations actives en MCT, participent à l'amélioration de la mémorisation des stimuli (Oberauer, 2019). La littérature s'accorde pour dire que ces stratégies ne seraient pas utilisées spontanément avant un certain âge. Cela dit, l'efficacité de l'utilisation de ces stratégies sur le maintien des éléments en MCT verbale chez les enfants d'âge scolaire, chez les adolescents et chez les adultes nous a conduits à nous questionner sur la pertinence d'entraîner des jeunes enfants à certaines stratégies de MCT verbale. Dans des tâches de MCT verbale, la stratégie préférentiellement utilisée est la répétition (Henry et al., 2000, cités par Poloczek, Henry, Messer, & Büttner, 2019; Oberauer, 2019). Pour cette étude, nous avons distingué deux sortes de répétition : le naming dans lequel sujet ne répète qu'uniquement le dernier item présenté au cours de l'intervalle interstimulus, et la répétition cumulative qui consiste à répéter de façon délibérée au moins deux éléments dans un schéma cumulatif (Guttentag et al., 1987, cités par Monnier & Demassiet, unpublished).

Notre étude a été menée dans ce contexte. L'objectif principal était **d'examiner si l'apprentissage et l'entraînement à une stratégie de maintien spécifique (RC ou N) peuvent améliorer les capacités des enfants de 4 ans et/ou de 6 ans lors de différentes tâches de MCT verbale**. Ce questionnement se veut dans un premier temps d'apporter des précisions quant aux choix des tâches à administrer dans l'évaluation de la mémoire en clinique. En effet, toutes les tâches de MCT verbales ne sont pas équivalentes et ne feraient donc pas appel aux mêmes mécanismes de maintenance. Ainsi, clarifier le lien entre l'utilisation

fonctionnelle des stratégies en fonction de l'âge permettra d'aider à choisir des épreuves de mémoire plus adaptées aux dimensions investiguées. Outre le fait de s'avérer utiles pour l'évaluation, ces données seront également à réinvestir dans la prise en charge. En cas de déficit en MCT, l'apprentissage des stratégies semble être l'approche la plus efficace. Cette étude se veut d'apporter des données quant aux stratégies les plus pertinentes à implémenter en fonction de l'âge et du niveau de l'empan de l'enfant.

Nous discuterons dans cette cinquième partie des résultats obtenus à nos différentes questions de recherche et nous ferons le lien avec ce qui est actuellement décrit dans la littérature. Cela dit, il convient de rappeler qu'à cause de la conjoncture actuelle, le nombre de participants à cette étude est nettement inférieur à ce qui avait été calculé à priori et que la puissance statistique est donc faible. Ainsi, l'ensemble des données de cette étude sont à interpréter avec prudence et la généralisation de ces résultats ne serait que peu pertinente.

Question 1 : Comparaison de l'efficacité des stratégies entraînées

- ***1. A 4 ans/ à 6 ans, est-ce que les enfants tirent bénéfice de l'implémentation du N et de la RC ? L'une des deux stratégies est-elle davantage efficace ?***

Concernant les enfants de 4 ans

Notre première question de recherche nous a permis de mettre en avant les bénéfices de l'implémentation du N et de la RC chez de jeunes enfants. Nos résultats indiquent que l'apprentissage et l'entraînement à une stratégie de MCT verbale chez les sujets de 4 ans n'améliore pas les performances des sujets au cours des tâches de RSI. Ainsi, l'ensemble de nos sujets de 4 ans, peu importe la condition d'entraînement, obtient des résultats similaires et ce, que l'on s'attarde sur le nombre de mots correctement rappelés, le nombre d'erreurs commises ou le nombre de non-réponses présentes.

Dans la seconde partie de ce rapport, nous émettions l'hypothèse que l'entraînement au N devrait conduire à de meilleurs résultats que les deux autres conditions d'entraînement chez nos sujets de 4 ans. Or, il s'avère que l'entraînement au N n'améliore pas les capacités mnésiques des jeunes sujets et conduit même chez la majorité des sujets (62.50%) de cette tranche d'âge à rappeler moins de mots après entraînement.

Ces résultats pourraient s'expliquer de la façon suivante : les enfants de 4 ans utiliseraient déjà en partie le N, et les entrainer à cette stratégie n'améliorerait pas leur performance car elle serait déjà plus ou moins mise en place. Cependant, à 4 ans, 68 % des enfants ont indiqué ne pas utiliser de stratégies de maintien avant entraînement, rapportant écouter passivement les listes de mots. Moins de 18% d'entre eux ont indiqué utiliser le N avant entraînement, et parmi ces 18%, les examinateurs n'ont relevé qu'à de très rares moments l'utilisation apparente de cette stratégie au moment du RSI pré. De plus, cette affirmation ne corroborerait pas avec les résultats d'études présentés précédemment qui indiquent que le N est utilisé efficacement aux alentours de 6 ans (Flavell, Beach, & Chinsky, 1966, cités par Jarrold & Hall, 2013; Henry et al., 2000, cités par Poloczec, Henry, Messer, & Büttner, 2019; Monnier & Demassiet, unpublished). **Il ne paraît donc pas pertinent d'expliquer l'absence d'efficacité de l'entraînement au N à 4 ans par le fait que cette stratégie serait déjà utilisée et efficace à cet âge.**

Il pourrait être envisageable de penser que la méthodologie de notre étude pourrait avoir contribué à l'absence d'efficacité de l'implémentation du N à 4 ans. En effet, il se pourrait que la phase d'entraînement n'ait pas été assez longue, n'ait pas proposé assez d'essais pour bien entraîner nos sujets à la stratégie. Jaeggi et ses collaborateurs (2008, cités par Corbin & Camos, 2013) mettent en évidence dans leur étude que les performances de leurs participants s'améliorent avec l'augmentation de la durée de l'entraînement. Bien que ces auteurs se concentrent surtout sur l'amélioration des performances concernant le raisonnement de leurs sujets, cette courbe « dose-réponse » pourrait expliquer en partie l'absence de résultat de notre étude chez les sujets de 4 ans. **Cependant lors du RSI post entraînement, les examinateurs ont relevé que souvent, les enfants de 4 ans utilisaient correctement le N, répétant au moins une fois chaque item après présentation.**

Ainsi, il semble que l'absence d'amélioration des performances après entraînement au N chez nos sujets 4 ans s'explique par une utilisation trop passive de la stratégie. Celle-ci était en effet correctement mise en place, mais il s'avère que les enfants de 4 ans ne répétaient que passivement l'item entendu, sans tirer profit de la stratégie. Chez les enfants de 4 ans, le N ne permettrait pas de réexaminer les informations actives en MCT et donc d'améliorer les performances dans une tâche de RSI car cette stratégie serait utilisée de façon passive. Dans son étude de 2014, Bertrand conclut aux mêmes résultats pour les enfants de cette tranche d'âge. Cet auteur affirme que « les enfants [de 4 ans] ne réussissent

pas à mettre en œuvre une stratégie efficace de maintien de l'information » et que « le maintien à court terme des informations est passif » chez les jeunes enfants (Bertrand, 2014).

Toujours chez les sujets de 4 ans, l'implémentation de la RC a elle aussi conduit à une absence d'amélioration des performances. Concernant l'apprentissage et l'entraînement de cette stratégie chez nos plus jeunes sujets, il convient de préciser dans un premier temps que très peu d'enfants ont réussi à mettre en place la RC correctement après entraînement. **La plupart des sujets du groupe RC4 utilisaient en effet principalement le N, ou tout du moins ne répétaient à voix haute que le dernier item présenté.** Cette observation pourrait en partie s'expliquer par une vitesse articulatoire qui n'est pas assez importante à 4 ans. Jarrold et Hall (2013) précisent en effet que la vitesse à laquelle les mots sont répétés influence la qualité de la répétition. **Il est possible que nous ayons sous-estimé l'influence du taux articulatoire des jeunes enfants dans leur capacité à mettre en place la RC.**

De plus, l'absence de mise en œuvre de la RC à 4 ans pourrait aussi être due au manque de compréhension de nos jeunes sujets par rapport à cette stratégie. Pour cette étude, nous avons pris le parti d'entraîner et de tester la stratégie de maintien durant la même séance. Il est possible que la phase d'entraînement n'ait pas été assez poussée et que les enfants n'aient pas eu le temps de bien saisir le processus de cette stratégie. Cette hypothèse est à mettre en lien avec les possibles défauts méthodologiques de notre étude déjà cités ci-dessus, à savoir que l'entraînement n'a peut-être pas été assez étalé dans le temps.

Pour ce qui est des enfants de 4 ans qui réussissaient plus ou moins à mettre en œuvre la RC, l'absence d'efficacité de cette stratégie pourrait s'expliquer par le phénomène de déficience d'utilisation (Miller, 1990 cité par Lehmann & Hasselhorn, 2007) décrit précédemment. Ce phénomène fait référence à une étape de transition durant laquelle l'utilisation de stratégies connues pour améliorer les capacités de MCT chez les plus âgés n'améliore pas les capacités mnésiques des plus jeunes. La déficience d'utilisation s'explique par les connaissances des sujets par rapport à la tâche mais également par leurs capacités de MCT. **Ainsi, il semble que les enfants de 4 ans n'aient pas les ressources mnésiques nécessaires pour mettre en place de manière efficace le RC.**

Finalement, il paraît pertinent d'expliquer les difficultés de mise en œuvre d'une stratégie de maintien et/ou l'absence d'efficacité de cette stratégie par les faibles capacités

attentionnelles de nos sujets de 4 ans. Comme expliqué dans la première partie de ce présent rapport, pour l'ensemble des modèles influents de la MCT, la capacité de ressources attentionnelles est un élément clé. La littérature s'accorde pour dire qu'une amélioration importante du contrôle attentionnel aurait lieu entre 2 et 6 ans (Camos & Barrouillet, 2014; Bertrand, 2014). **Cependant, il semble que cette augmentation des ressources attentionnelles ne soit toutefois pas suffisante pour permettre aux enfants de 4 ans d'utiliser de manière efficiente une stratégie de MCT verbale telle que le N ou pour mettre en œuvre des stratégies plus complexes telles que la RC.**

Concernant les enfants de 6 ans

A propos de l'efficacité de l'implémentation d'une des deux stratégies de maintien cible au cours des tâches de RSI chez les enfants de 6 ans, notre étude met en avant l'amélioration du rappel avec le temps seulement chez les participants entraînés à la RC. Ces résultats appuient notre hypothèse initiale qui était que les enfants de 6 ans tireraient davantage bénéfices de l'entraînement à la RC.

L'apprentissage et l'entraînement au N n'ont pas conduit à une différence de performances par rapport aux enfants du groupe contrôle. Les enfants du groupe N6 n'ont pas amélioré leurs performances suite à l'entraînement pour ce qui est du nombre de mots ou du nombre de séries correctement rappelés dans la tâche de RSI. Le nombre de non-réponses ou d'erreurs n'a lui aussi pas évolué au cours du temps pour ces enfants.

Une explication de ces résultats pourrait être de penser que les enfants de 6 ans mettent en place adéquatement le N mais n'en tirent pas profit. Il se pourrait que les enfants utilisent de manière trop passive la stratégie et que celle-ci ne permette pas de réactualiser les informations présentées précédemment. Cependant la littérature s'accorde pour dire qu'aux alentours de 6 ans, les enfants commencent à utiliser spontanément et efficacement le N (Flavell, Beach, & Chinsky, 1966 cités par Jarrold & Hall, 2013 ; Henry et al., 2000 cités par Poloczec, Henry, Messer, & Büttner, 2019 ; Monnier & Demassiet, unpublished). **L'absence d'efficacité du N chez les sujets de 6 ans pourrait donc s'expliquer par une utilisation trop passive de la stratégie, mais cette explication n'est pas la plus pertinente.**

Chez les participants 6 ans, la question de savoir si le N était déjà utilisé avant entraînement est en revanche plus intéressante. En effet, l'utilisation efficace de cette stratégie apparaîtrait autour de 6 ans et lorsque nous avons demandé aux participants de

cette tranche d'âge quelle stratégie ils avaient utilisée pendant la tâche de RSI pré, la moitié des enfants (47%) ont rapporté utiliser le N. **Il est donc possible qu'une partie des enfants de 6 ans utilisaient déjà efficacement le N avant entraînement.** Par ailleurs, les examinateurs ont parfois relevé que certains enfants du groupe C6 utilisaient spontanément le N dans certaines séries du RSI. **Ainsi, il se peut que les sujets du groupe C6, pourtant non entraînés à une stratégie de maintien, aient utilisé le N au cours des tâches de RSI.**

Concernant les enfants de 6 ans faisant partie du groupe RC, notre étude laisse penser que les participants tirent bénéfice de cet entraînement. Après implémentation de cette stratégie, les enfants rappellent plus de mots dans la tâche de RSI. Cette amélioration est spécifique à la RC car seuls les enfants du groupe RC6 ont amélioré leurs performances entre les deux tâches de RSI. De cette amélioration des compétences pour le rappel de mots découle un meilleur rappel des séries. Ainsi, les sujets du groupe RC6 sont passés à moins d'une série correctement rappelée à la tâche de RSI pré ($X = 0.92$) à la moitié des séries correctement rappelées en RSI post ($X = 2.50$). La RC est également la seule condition d'entraînement qui diminue le nombre d'erreurs des participants avec le temps. L'équilibre entre nombre d'erreurs et nombre de bonnes réponses évolue grâce à la RC. L'influence de la stratégie sur le nombre de non-réponses est elle moins évidente. Bien que la RC semble diminuer le nombre de non-réponses, seul le test non-paramétrique identifie ce changement comme significatif. Il semble donc que l'augmentation du nombre de réponses correctes s'explique principalement par une diminution du nombre d'erreurs. **L'apprentissage et l'entraînement de la RC à 6 ans semble donc efficace afin d'améliorer les capacités mnésiques des enfants.** Cette affirmation va à l'encontre de ce qui a été démontré dans certaines études. Par exemple, Bertrand (2014) affirme que les enfants de 6 ans ne seraient pas capables de tirer profit des stratégies de maintien car, comme expliqué précédemment pour les enfants de 4 ans, les ressources attentionnelles de seraient pas assez développées. Notre étude semble contredire ces affirmations. Ainsi, après implémentation, la RC, bien que plus complexe que le N, semble être une stratégie efficace chez les enfants de 6 ans. Cette conclusion se retrouve chez les enfants plus âgés et chez les adultes (Henry et al., 2000, cités par Poloczek, Henry, Messer, & Büttner, 2019). Précisons toutefois que la plupart des enfants utilisaient correctement la RC pour les premiers items des séries, mais que les éléments finaux semblaient être principalement réactivés en MCT par l'utilisation du N. Ces observations sont aussi décrites par Lehmann et Hasselhorn (2007) qui précisent, dans leur

étude, que les derniers items faisaient souvent l'objet d'une seule répétition unique. Ainsi, bien qu'entraîné à la RC, nos sujets ont montré une variabilité dans l'utilisation des stratégies au sein même des séries. Cette variabilité intra-tâche penchant pour une utilisation du N pour les éléments finaux de la liste pourrait être attribuée au rappel imminent de ces derniers items. Les participants sachant le nombre d'items présentés à chaque essai, il se peut qu'ils aient privilégié une stratégie moins coûteuse cognitivement pour les derniers items, s'appuyant davantage sur l'effet de récence (Howard & Kahana, 1999, cités par Lehmann & Hasselhorn, 2007). En parallèle, cette adaptation de l'utilisation d'une stratégie plus simple en fin de liste pourrait aussi être due aux capacités mnésiques des enfants. Il se peut que les enfants de 6 ans n'aient pas de ressources mnésiques suffisantes pour mettre en place la RC sur l'ensemble des items.

D'après cette étude, l'apprentissage et l'entraînement d'une stratégie de MCT verbale chez nos participants de 4 ne sont pas efficaces pour améliorer leurs performances de rappel. Il semble que les jeunes enfants n'aient pas les ressources cognitives suffisantes pour utiliser efficacement le N, la mise en œuvre de cette stratégie restant passive malgré implémentation. Il se peut cependant que notre méthodologie n'ait pas proposé des conditions d'entraînement optimales pour réellement mettre en avant l'efficacité de l'implémentation du N à 4 ans.

En revanche, cette étude laisse penser que l'apprentissage et l'entraînement de la RC à 6 ans seraient pertinents pour augmenter les performances des enfants lors d'un RSI. L'implémentation de cette stratégie conduit en effet à une diminution du nombre d'erreurs au bénéfice d'un nombre de bonnes réponses plus important.

Question 2 : Comparaison de l'efficacité de chaque stratégie entraînée sur différentes tâches

➤ *Est-ce que l'efficacité de l'entraînement est influencée par la tâche ?*

Cette deuxième question de recherche avait pour objectif de mettre en avant si l'efficacité de l'entraînement à une stratégie de MCT verbale est influencée par les différents types de tâches. Il est instinctif de penser que les tâches de reconnaissance sont plus simples

que les tâches de rappel et la littérature confirme ce ressenti (Morrison et al., 2016). Tandis que le rappel exige d'accéder à un contenu mental, la reconnaissance nécessite de comparer deux stimuli (Besson, Ceccaldi, & Barbeau, 2012). Pour rappel, dans notre étude, les enfants devaient au cours des tâches de reconnaissance dire si oui ou non les deux listes de mots présentées étaient identiques. L'une des hypothèses de départ était que le N devrait entraîner de meilleures performances dans des tâches plus simples, comme une tâche de reconnaissance, par rapport à une tâche plus complexe comme le RSI.

Nos résultats mettent en avant que les enfants des groupes C et N obtiennent des résultats similaires. Premièrement, dans ces conditions d'entraînement, les deux tâches de reconnaissances sont mieux réussies que la tâche de RSI. Ces résultats sont en accord avec l'étude de Morrison et ses collaborateurs (2016) qui démontre que les tâches de reconnaissances plus simples conduisent à de meilleures performances que la tâche de RSI, plus complexe. Secondement, la différence de performance entre la tâche de RSI et les tâches de reconnaissances est la même chez les enfants entraînés au N et chez les enfants à qui aucune stratégie n'a été implémentée. Ce résultat est plus interpellant et indique qu'il ne semble pas y avoir d'effet du type de tâche pour l'entraînement au N. Le N n'améliore donc pas davantage, par rapport au groupe C, les performances des sujets dans les tâches simples.

Cette absence d'amélioration des résultats suite à l'entraînement au N sur les tâches de reconnaissance pourrait en parti s'expliquer par la méthodologie de notre étude.

Il pourrait être envisageable de penser que nos tâches de reconnaissance aient été trop faciles. La présence d'un effet plafond expliquerait ainsi que l'entraînement au N n'ait pas pu améliorer les performances. Cette hypothèse est cependant remise en cause par les analyses qualitatives qui indiquent que les reconnaissances sont réussies en moyenne à 6,5 et 6,37 sur 10, respectivement par les groupes C4 et C6. En revanche, nos tâches de reconnaissance comprenant 10 séries, il est possible que nous n'ayons pas prévu assez d'items afin de proposer des conditions de testing qui soient suffisamment sensibles. Par ailleurs, nous ne pouvons pas affirmer que nos participants, surtout les plus jeunes, aient réellement compris ce qu'était l'ordre. Ainsi, il se peut que l'absence de progrès dans la tâche Reco suite à l'implémentation d'une des deux stratégies de maintien soit due en partie au manque de compréhension de la consigne. Il aurait été judicieux de s'assurer de la capacité des sujets à classer des items dans l'ordre avant de leur proposer la tâche de Reco.

Par ailleurs, comme décrit précédemment, le N n'a pas amélioré les performances de nos sujets au cours des tâches de RSI. Cette absence d'efficacité de la stratégie pourrait également se retrouver dans les tâches plus simples, les sujets de 4 et 6 ans ne tirant pas bénéfices du N même dans des tâches simples, et ce pour les diverses raisons déjà discutées.

En revanche, l'implémentation de la RC conduit à des écarts différents entre les tâches. Après entraînement à la RC, les enfants obtiennent des performances à la tâche de RSI similaires à celles de la Reco. Ainsi, les reconnaissances qui étaient largement mieux réussies dans les conditions C et N ne le sont plus autant suite à l'entraînement à la RC. **La RC favorise dans notre étude les capacités des enfants en RSI.** Ces résultats confirment notre hypothèse initiale à savoir que la RC est préférable dans des tâches plus complexes (Morrison et al., 2016; Lehmann & Hasselhorn, 2007). Lors de l'utilisation de la RC, le sujet ne doit pas répéter passivement les items. Cette stratégie nécessite un travail de fond et permet un maintien en profondeur de l'information. Spontanément, la RC est favorisée à partir de 9-10 ans et ce jusqu'à l'âge adulte dans les tâches plus complexes. Notre étude laisse penser que chez les plus jeunes qui n'utilisent pas spontanément cette stratégie, l'entraînement de la RC serait d'autant plus pertinent pour améliorer leurs performances dans des tâches complexes.

Cependant, nous devons rester prudents quant à l'interprétation de ces résultats. Les possibles défauts méthodologiques cités précédemment pour expliquer l'absence d'amélioration des performances dans des tâches de reconnaissance chez nos sujets entraînés au N pourraient également impacter les résultats de nos participants des groupes RC. Qui plus est, la triple interaction « tâches », « entraînement » et « âge » n'étant pas significative, nous ne pouvons affirmer que cet avantage de la RC pour la tâche plus complexe soit présent dans nos deux tranches d'âge. Une révision de ces résultats après complément de l'échantillon paraît indispensable afin d'affiner ces résultats.

L'implémentation du N n'améliore pas davantage des performances de nos sujets dans les tâches simples par rapport à celles des enfants non entraînés à une stratégie de maintien. La différence de performances entre les tâches de reconnaissance et la tâche de RSI est identique dans ces deux groupes. En parallèle, l'entraînement à la RC semble favoriser les capacités des enfants dans la tâche de RSI. L'entraînement à la RC serait efficace dans les tâches complexes.

Question 3 : Comparaison de l'efficacité des stratégies entraînées sur le type de maintien

- *Au sein des deux tranches d'âge, le traitement de l'ordre/ le traitement de l'item est-t-il plus sensible à l'une des stratégies de MCT verbal ?*

Comme abordé dans la précédente revue de la littérature, le traitement de l'information item et celui de l'information ordre ne dépendaient pas des mêmes processus (Majerus, 2008). Il s'agissait ici de mettre en avant si ces deux traitements s'avéraient être plus sensibles à l'une des stratégies de MCT verbale.

Concernant le traitement de l'information ordre

Nous avons évalué dans notre étude l'impact des stratégies implémentées sur le traitement de l'ordre grâce à deux analyses statistiques ; Une première portant sur les résultats de nos sujets à la tâche de reconnaissance de l'ordre et une seconde portant sur le nombre d'erreurs ordres commises au cours de la tâche de RSI post.

Chez nos participants de 4 ans, aucune des analyses ne révèle des différences de performances au sein des trois conditions d'entraînement concernant le nombre de séries correctement reconnues ou le nombre d'erreurs ordres commises. **Les deux stratégies de MCT verbale implémentées à savoir la RC ou le N n'influencent pas les performances de nos plus jeunes sujets par rapport au groupe C pour ce qui est du traitement de l'ordre.** Ces résultats pourraient s'expliquer par les conclusions faites précédemment. Notre première question de recherche laisse effectivement penser que nos plus jeunes sujets ne tirent pas bénéfice de l'entraînement au N et ne réussissent pas à mettre en œuvre la RC. Cette absence d'utilisation efficace des stratégies de maintien ne nous permet donc pas de conclure que, chez les enfants de 4 ans, le traitement de l'ordre est ou n'est pas davantage sensible à l'une des stratégies de maintien.

Par ailleurs, l'analyse qualitative des erreurs d'ordre lors de la tâche de RSI post laisse penser que répéter le dernier item présenté, c'est-à-dire utiliser le N, augmente la précision des réponses de nos sujets de 4 ans. Nous parlons ici de la répétition du dernier item présenté car, comme expliqué précédemment, les enfants du groupe RC4 mettaient principalement en œuvre le N. **Il semble donc que chez les enfants de 4 ans l'entraînement et l'utilisation du N, bien que n'impactant pas les résultats globaux des sujets, participent à**

améliorer la précision du rappel. Cela pourrait être le signe que les enfants sont dans une période de transition et que l'utilisation fonctionnelle de la stratégie pourrait être présente peu de temps après. Ce raisonnement n'invalide pas l'une de nos hypothèses émises lors de la question 1 à savoir que les enfants de 4 ans utiliseraient le N de manière trop passive. Ainsi, il se peut : (1) que ces résultats soient dus à notre méthodologie. Peut-être qu'une phase d'entraînement plus longue et davantage élaborée aurait permis de mettre en avant une utilisation efficace du N à 4 ans ; (2) que les capacités cognitives des enfants de 4 ans soient effectivement trop faibles. Dans ce cas-là, il pourrait être judicieux d'étudier l'efficacité de l'entraînement au N chez des enfants de 5 ans pour mettre en avant si dans cette population l'implémentation serait efficace.

L'étude de l'influence de la stratégie entraînée sur le maintien de l'ordre chez les enfants de 6 ans semble être davantage pertinente. Bien que les enfants du groupe RC6 n'obtiennent pas de performances significativement meilleures au cours de la tâche de Reco, ces mêmes participants commettent moins d'erreurs ordres dans la tâche de RSI post par rapport au deux autres conditions d'entraînement. **L'absence d'efficacité de la RC sur le traitement de l'ordre au cours de la tâche de reconnaissance pourrait s'expliquer par le faible nombre de sujets dans chaque groupe ou par la méthodologie de notre étude.** En effet, comme émis précédemment, la tâche de Reco pourrait manquer de sensibilité. **Ce contraste entre absence d'efficacité de la RC dans la tâche de Reco mais diminution des erreurs ordres dans la tâche de RSI post chez les enfants du groupe RC6 pourrait aussi s'expliquer par les tâches.** Comme discuté dans la question 2, la RC serait efficace dans les tâches complexes.

Les traitements statistiques mettent également en avant que l'entraînement au N chez les sujets de 6 ans ne semble pas influencer le traitement de l'information ordre.

L'analyse qualitative des erreurs d'ordre indique que les deux stratégies de maintien augmentent cela dit la précision des réponses. Le gradient de transposition est en effet plus petit chez nos participants de 6 ans entraînés à une stratégie de MCT verbale, surtout lorsqu'il s'agit de la RC. **Cela appuie l'hypothèse que l'entraînement à la RC est efficace pour le traitement de l'ordre chez une partie de nos sujets de 6 ans et que pour les autres participants, il pourrait s'agir d'une période de transition dans la mise en œuvre efficace de la stratégie.** Ces conclusions vont à l'encontre de ce qui avait été avancé par Souza et Oberauer (2018). Ces auteurs ont démontré dans leur étude une absence d'amélioration des

capacités de rappel de l'ordre suite à l'utilisation de la RC. **Concernant le N, l'analyse qualitative du gradient de transposition des erreurs d'ordre semble confirmer que l'entraînement à cette stratégie de MCT verbale est moins pertinent à 6 ans, sans doute car les enfants utilisent déjà en partie cette stratégie comme discuté dans la première question.**

Concernant le traitement de l'item

Concernant le traitement de l'item chez les enfants de 4 ans, aucune des deux stratégies de maintien n'améliore les performances des sujets dans la tâche de Recit ou n'a diminué le nombre d'erreurs items dans la tâche de RSI post. **Ces résultats coïncident avec ce qui a été discuté précédemment, à savoir que l'entraînement à une stratégie de maintien à 4 ans n'améliore pas les performances globales de nos participants dans les conditions proposées par notre étude.** Une stratégie mettant l'accent sur le mot en tant que tel comme le N n'influence donc pas les capacités des sujets de 4 ans à traiter l'item. L'analyse qualitative indique que chez nos plus jeunes sujets, l'entraînement à une stratégie de maintien semble changer sensiblement le patron d'erreur des enfants. Les enfants utilisant le N et/ou partiellement la RC commettent davantage d'intrusions au profil d'un nombre d'erreurs « autre » moins important que dans la condition C. Ainsi, **les enfants de 4 ans qui répètent le dernier item présenté semblent plus susceptibles d'inclure dans leur production des mots ayant déjà fait l'objet de répétition.** Cette conclusion pourrait refléter des difficultés d'interférence accrues suite à l'entraînement à la répétition. **Il est possible que les enfants de 4 ans soient trop sensibles aux interférences et que les entrainer à la répétition ne soit pas pertinent.**

Chez nos participants plus âgés, seule la RC a amélioré les performances dans la tâche de Recit et a diminué le nombre d'erreurs d'item dans la tâche de RSI post. Ainsi, seulement une partie de notre hypothèse initiale est confirmée, à savoir que le RC améliore les performances des sujets pour le traitement de l'item. L'analyse qualitative indique que les sujets du groupe RC6 commettent moins d'intrusions que les deux autres conditions d'entraînement. Cette stratégie ne semble donc pas augmenter les difficultés d'inférence à 6 ans. Le patron d'erreur entre les conditions C et N à 6 ans ne semble pas différer. Ces analyses de l'efficacité de l'entraînement au N sur le traitement de l'item confirment ce qui

ressort depuis le début de cette discussion : l'implémentation du N à 6 ans n'améliore pas les capacités de nos sujets et ne semble pas pertinente, sans doute en partie parce que les enfants utilisent déjà cette stratégie de MCT verbale.

Chez nos participants de 4 ans, aucune des deux stratégies de maintien n'améliorent les performances globales de nos sujets. Les analyses qualitatives laissent cependant envisager que l'entraînement au N améliore la précision des réponses concernant l'ordre des items mais augmente également le nombre d'erreurs d'intrusion. Il semble que les enfants de 4 ans soient dans une période de transition concernant la mise en place du N mais que ces sujets sont, entre autres, encore trop sensibles aux interférences pour tirer bénéfices de l'entraînement à la stratégie.

Concernant nos participants de 6 ans, les résultats de cette question de recherche approuvent ce qui à déjà été avancé ; Seul l'entraînement à la RC serait efficace dans cette tranche d'âge. L'utilisation de cette stratégie améliore les performances des sujets pour ce qui est du traitement de l'ordre ou celui de l'item et ce, d'autant plus dans les tâches complexes.

Question 4 : impact du niveau initial des aptitudes mnésiques sur l'efficacité des stratégies

- *L'efficacité de la stratégie apprise dépend-elle du nombre de mots initialement rappelés par l'enfant ? Si oui, ces observations sont-elles présentes dans les deux tranches d'âge ?*

Cette question de recherche avait pour objectif d'identifier si l'efficacité des stratégies apprises et entraînées dépendait des capacités mnésiques des individus. Chez les enfants de 4 ans, il s'avère que les sujets avec de base un bon empan n'ont pas tiré bénéfice de l'entraînement à une stratégie de maintien. En parallèle, au sein de cette tranche d'âge, l'entraînement à une stratégie de maintien chez les participants avec un empan faible a davantage aidé les participants à améliorer leur performance au cours des tâches de RSI. Le N permet par exemple à un enfant faible de rappeler 9 mots supplémentaires. Chez les

sujets de 6 ans, l'entraînement au N ou à la RC semble également davantage bénéfique pour les enfants les plus faibles par rapport aux enfants les plus forts.

Cela va à l'encontre de notre hypothèse initiale qui était que les enfants ayant rappelé correctement un nombre de mots plus important avant entraînement devraient tirer davantage profit des stratégies implémentées, et ce d'autant plus avec la RC. Cette hypothèse s'était appuyée sur plusieurs études qui concluent que la mise en œuvre correcte et l'utilisation efficace des stratégies de MCT verbale serait corrélée avec les capacités mnésiques des individus, les enfants ayant un meilleur empan étant davantage susceptibles de tirer profit des stratégies de maintien (Lehmann & Hasselhorn, 2007; Guttentag et al., 1987, cités par Monnier & Demassiet, unpublished).

Dans notre étude, il semble donc qu'entraîner les enfants ayant de moins bonnes capacités mnésiques de base à une stratégie de maintien soit davantage pertinent. **Une explication pourrait être de penser que les participants avec de base un meilleur empan utilisaient préalablement une stratégie de maintien.** Les entraîner à une nouvelle stratégie ne serait donc pas pertinent car ces enfants utiliseraient déjà une stratégie de maintien efficace pour eux. Cette hypothèse serait d'autant plus pertinente pour les enfants de 6 ans car nous savons qu'à cet âge, certains enfants commencent à mettre en place spontanément des stratégies de MCT verbale efficaces. **A contrario, les enfants plus faibles (moins bon empan initial) n'utiliseraient pas de stratégie de maintien, ou la stratégie qu'ils utiliseraient ne serait pas la plus efficace pour eux.** Cependant ces conclusions sont à interpréter avec grande prudence car nous ne nous sommes appuyés que sur les résultats de très peu de sujets (2 sujets par groupe) pour cette question de recherche traitée grâce à une analyse qualitative. Par ailleurs, comme expliqué précédemment, bons nombres d'études issues de la littérature concluent à des résultats inverses (Lehmann & Hasselhorn, 2007; Guttentag et al., 1987, cités par Monnier & Demassiet, unpublished ; Bertrand, 2014). **Une étude plus approfondie comprenant davantage de sujets est indispensable afin de pouvoir discuter de l'influence du niveau initial des aptitudes mnésiques sur la capacité des enfants de 4 et 6 ans à mettre en œuvre efficace une stratégie de MCT verbale.**

Conclusion générale et perspectives futures

Concernant la présente étude, le lecteur retiendra que l'objectif était **d'examiner si l'apprentissage et l'entraînement à une stratégie de maintien spécifique (RC ou N) peuvent améliorer les capacités des enfants de 4 ans et/ou de 6 ans lors de différentes tâches de MCT verbale.**

D'une manière générale, il apparait que les enfants de 4 ans ne tirent pas bénéfice de l'implémentation d'une stratégie de MCT verbale. La répétition cumulative semble être une stratégie trop complexe, les jeunes enfants n'ayant très certainement pas les capacités cognitives ou la vitesse articuloire nécessaires pour mettre en œuvre cette stratégie. Pour ce qui est de l'efficacité de l'entraînement au naming, c'est-à-dire la répétition du dernier item présenté, notre étude laisse penser que les enfants de 4 ans utiliseraient la stratégie de manière passive et que la mise en place de cette stratégie augmenterait les difficultés d'interférences de nos plus jeunes participants. Cependant, bien que n'améliorant pas les performances globales de nos sujets, l'utilisation du naming affine tout de même le rappel de nos participants. Des études futures proposant, par exemple, une phase d'entraînement à la stratégie plus importante ou encore s'assurant de la bonne compréhension des consignes seraient pertinentes afin de rejeter avec certitude l'hypothèse selon laquelle l'entraînement au naming n'améliore pas les performances des enfants de 4 ans.

Notre étude laisse en revanche penser que l'implémentation, selon les conditions méthodologiques de notre étude, de la répétition cumulative est pertinente à 6 ans. En effet, seule cette stratégie améliore les performances de nos sujets plus âgés concernant la tâche complexe qu'est le rappel sériel immédiat. Par ailleurs, l'apprentissage et

l'entraînement de la RC semblent améliorer les capacités de nos participants de 6 ans dans des tâches faisant appel au traitement de l'information item mais également dans celles faisant appel au traitement de l'information ordre. Cette dernière remarque est particulièrement importante car il s'avère que les capacités d'apprentissage seraient principalement en lien avec les capacités à traiter l'information ordre en MCT verbale.

Ainsi, l'une des conclusions majeures de ce travail est que l'apprentissage et l'entraînement à la répétition cumulative sont faisables chez les enfants de 6 ans et peuvent aider à améliorer leurs performances dans des tâches de MCT verbale. Cette conclusion pourrait s'avérer très utile pour les professionnels de la santé. En effet, des difficultés en MCT verbale sont régulièrement présentes chez les enfants avec troubles des apprentissages. Cette étude encourage à l'optimisme pour ce qui est de l'implémentation de la RC comme intervention pour l'amélioration des capacités mnésiques des enfants à partir de 6 ans. En 2010, St Clair-Thompson et ses collaborateurs concluaient eux-aussi que les performances dans des tâches de MCT peuvent être améliorées par l'apprentissage et l'entraînement de stratégies chez des enfants à partir de 6 ans.

Cependant, à cause de la conjoncture actuelle, nous n'avons pas pu étudier comme nous l'aurions voulu l'influence des capacités mnésiques de base sur l'efficacité de la stratégie implémentée. Il sera d'un grand intérêt d'approfondir dans les études futures comment l'amélioration des performances des enfants de 6 ans après entraînement à la RC est médiatisée par le niveau d'empan initial. De plus, la littérature indique que d'autres différences interindividuelles comme par exemple les capacités méta-mnésiques (Bebko et al., 2014; Bebko et al., 2015 ; Rondier, 2004), à savoir les connaissances, les croyances qu'ont les enfants sur leurs propres capacités mnésiques, pourraient influencer l'efficacité de l'utilisation d'une stratégie de MCT verbale. Il sera donc intéressant de préciser dans quelle mesure les différences interindividuelles prédisent l'efficacité de l'implémentation d'une stratégie de maintien. Mieux appréhender qui tire profit de quelle type d'entraînement pourra aider les professionnels pour le développement de futures interventions adaptées et spécifiques aux capacités individuelles des patients.

Bibliographie

- Aben, B., Stapert, S., & Blokland, A. (2012). About the distinction between working memory and short-term memory. *Frontiers in psychology*, 3, 301.
- Alario, F. X., & Ferrand, L. (1999). A set of 400 pictures standardized for French: Norms for name agreement, image agreement, familiarity, visual complexity, image variability, and age of acquisition. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 31(3), 531-552.
- Attout, L. (2014). Étude des relations entre mémoire à court terme verbale pour l'ordre sériel et traitement numérique: approche développementale et par neuroimagerie fonctionnelle.
- Attout, L., Noël, M. P., & Majerus, S. (2014). The relationship between working memory for serial order and numerical development: A longitudinal study. *Developmental psychology*, 50(6), 1667.
- Attout, L., Ordonez Magro, L., Szmalec, A., & Majerus, S. (2019). The developmental neural substrates of item and serial order components of verbal working memory. *Human brain mapping*, 40(5), 1541-1553.
- Baddeley, A. (1986). Oxford psychology series, No.11. Working memory. New York, NY, US: Clarendon Press/Oxford University Press.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer : a new component of working memory ? *Trends in cognitive sciences*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A. D., Hitch, G. J. (1974). Working memory. In Bower, G. (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp. 47-90). San Diego, CA: Academic Press.

- Barrouillet, P., & Camos, V. (2007). Le développement de la mémoire de travail. *Psychologie du développement et de l'éducation*, 51-86.
- Bebko, J. M., McMorris, C. A., Metcalfe, A., Ricciuti, C., & Goldstein, G. (2014). Language proficiency and metacognition as predictors of spontaneous rehearsal in children. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 68(1), 46.
- Bebko, J. M., Rhee, T., McMorris, C. A., & Ncube, B. L. (2015). Spontaneous strategy use in children with autism spectrum disorder: the roles of metamemory and language skills. *Frontiers in psychology*, 6, 182.
- Besson, G., Ceccaldi, M., & Barbeau, E. J. (2012). L'évaluation des processus de la mémoire de reconnaissance. *Revue de neuropsychologie*, 4(4), 242-254.
- Bertrand, R. (2014). Maintien à court terme de l'information chez l'enfant de 2 à 6 ans: oubli temporel et aide au maintien du but (Doctoral dissertation).
- Bonin, P., Peerean, R., Malardier, N., Méot, A., & Chalard, M. (2003). A new set of 299 pictures for psycholinguistic studies: French norms for name agreement, image agreement, conceptual familiarity, visual complexity, image variability, age of acquisition, and Naming latencies. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 35(1), 158-167.
- Bourdin, B. (1999). Mémoire de travail et production langagière: Comparaison de l'oral et de l'écrit chez les adultes et les enfants. *L'année psychologique*, 99(1), 123-148.
- Bussy, G. (2014). La mémoire de travail à l'école. *ANAE*.
- Camos, V., & Barrouillet, P. (2014). Le développement de la mémoire de travail : perspectives dans le cadre du modèle de partage temporel des ressources. *Psychologie française*, 59(1), 21-39.
- 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.

- Camos, V., Lagner, P., & Loaiza, V. M. (2017). Maintenance of item and order information in verbal working memory. *Memory*, 25(8), 953-968.
- Campoy, G., & Baddeley, A. (2008). Phonological and semantic strategies in immediate serial recall. *Memory*, 16(4), 329-340.
- Corbin, L., & Camos, V. (2013). L'entraînement de la mémoire de travail et les apprentissages scolaires. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 123(25), 113-119.
- Corbin, L., Moissenet, A., & Camos, V. (2012). Fonctionnement de la mémoire de travail chez des enfants présentant des difficultés scolaires. *Développements*, (2), 5-12.
- Cowan, N. (2008). What are the differences between long-term, short-term, and working memory ?. *Progress in brain research*, 169, 323-338.
- Devillers, L., Renard, M. (2012). Le développement lexical des enfants bilingues français-portugais entre 24 et 36 mois. Université de Lorraine.
- Gathercole, S. E. (1998). The development of memory. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 39(1), 3-27.
- Gathercole, S., & Alloway, T. P. (2008). Working memory and learning: A practical guide for teachers. Sage.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993) Working memory and language.
- Henry, L. A., Messer, D., Luger-Klein, S., & Crane, L. (2012). Phonological, visual, and semantic coding strategies and children's short-term picture memory span. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(10), 2033-2053.
- Jarrold, C., & Hall, D. (2013). The development of rehearsal in verbal short-term memory. *Child Development Perspectives*, 7(3), 182-186.
- Kellogg, R. T. (1996). A model of working memory in writing. In L. W. Gregg, & E. R. Steinberg (Eds.), *The science of writing* (pp. 57–71). Mahwah, New Jersey: Erlbaum.

- Kuperman, V., Stadthagen-Gonzalez, H., & Brysbaert, M. (2012). Age-of-acquisition ratings for 30,000 English words. *Behavior research methods*, 44(4), 978-990.
- Leclercq, A. L., & Majerus, S. (2010). Serial-order short-term memory predicts vocabulary development: Evidence from a longitudinal study. *Developmental psychology*, 46(2), 417-427.
- Lété, B., Sprenger-Charolles, L., & Colé, P. (2004). MANULEX: A grade-level lexical database from French elementary school readers. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36(1), 156-166.
- Lehmann, M., & Hasselhorn, M. (2007). Variable memory strategy use in children's adaptive intratask learning behavior: Developmental changes and working memory influences in free recall. *Child Development*, 78(4), 1068-1082.
- Loomes, C., Rasmussen, C., Pei, J., Manji, S., & Andrew, G. (2008). The effect of rehearsal training on working memory span of children with fetal alcohol spectrum disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 29(2), 113-124.
- Łuniewska, M., Wodniecka, Z., Miller, C. A., Smolík, F., Butcher, M., Chondrogianni, V., & Yap, N. T. (2019). Age of acquisition of 299 words in seven languages: American English, Czech, Gaelic, Lebanese Arabic, Malay, Persian and Western Armenian. *PloS one*, 14(8).
- Majerus, S. (2008). La mémoire verbale à court terme: un simple produit des interactions entre systèmes langagiers, attentionnels et de traitement de l'ordre sériel. *Psychologie française*, 53(3), 327-341.
- Majerus, S. (2010). Les multiples déterminants de la mémoire à court terme verbal : Implications théoriques et évaluatives. *Développements*, (1), 5-15.
- Majerus, S., & Boukebza, C. (2013). Short-term memory for serial order supports vocabulary development: New evidence from a novel word learning paradigm. *Journal of experimental child psychology*, 116(4), 811-828.
- Majerus, S., & D'Argembeau, A. (2011). Verbal short-term memory reflects the organization of long-term memory: Further evidence from short-term memory for emotional words. *Journal of Memory and Language*, 64(2), 181-197.

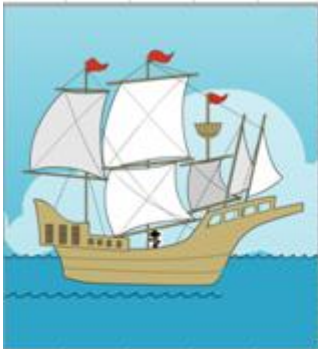
- Majerus, S., Poncelet, M., Greffe, C., & Van der Linden, M. (2006). Relations between vocabulary development and verbal short-term memory: The relative importance of short-term memory for serial order and item information. *Journal of Experimental Child Psychology, 93*(2), 95-119.
- Martinez Perez, T., Majerus, S., & Poncelet, M. (2012). The contribution of short-term memory for serial order to early reading acquisition: Evidence from a longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology, 111*(4), 708-723.
- McCormack, T., Brown, G. D., Vousden, J. I., & Henson, R. N. (2000). Children's serial recall errors: Implications for theories of short-term memory development. *Journal of experimental child psychology, 76*(3), 222-252.
- Miller, S., McCulloch, S., & Jarrold, C. (2015). The development of memory maintenance strategies: Training cumulative rehearsal and interactive imagery in children aged between 5 and 9. *Frontiers in psychology, 6*, 524.
- Miller, L. M., & Roodenrys, S. (2009). The interaction of word frequency and concreteness in immediate serial recall. *Memory & Cognition, 37*(6), 850-865.
- Monnier, C., & Demassiet, I. (unpublished). Spontaneous Verbal Rehearsal Development in Two Short-Term Verbal Memory Tasks.
- Monnier, C., & Syssau, A. (2008). Semantic contribution to verbal short-term memory: Are pleasant words easier to remember than neutral words in serial recall and serial recognition ?. *Memory & Cognition, 36*(1), 35-42.
- Morrison, A. B., Rosenbaum, G. M., Fair, D., & Chein, J. M. (2016). Variation in strategy use across measures of verbal working memory. *Memory & cognition, 44*(6), 922-936.
- Nairne, J. S., & Kelley, M. R. (2004). Separating item and order information through process dissociation. *Journal of Memory and Language, 50*(2), 113-133.
- Oberauer, K. (2019). Is Rehearsal an Effective Maintenance Strategy for Working Memory?. *Trends in cognitive sciences*.

- Oftinger, A. L., & Camos, V. (2018). Developmental improvement in strategies to maintain verbal information in working memory. *International Journal of Behavioral Development, 42*(2), 182-191.
- Ordóñez Magro, L., Attout, L., Majerus, S., & Szmalec, A. (2018). Short-and long-term memory determinants of novel word form learning. *Cognitive Development, 47*, 146–157.
- Poirier, M., & Saint-Aubin, J. (1996). Immediate serial recall, word frequency, item identity and item position. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale, 50*(4), 408.
- Poirier, M., Saint-Aubin, J., Mair, A., Tehan, G., & Tolan, A. (2015). Order recall in verbal short-term memory: The role of semantic networks. *Memory & Cognition, 43*(3), 489-499.
- Poloczek, S., Henry, L. A., Messer, D. J., & Büttner, G. (2019). Do children use different forms of verbal rehearsal in serial picture recall tasks? A multi-method study. *Memory, 27*(6), 758-771.
- Raven, J., Court, J. H., & Raven, J. (1998). *Progressive matrices couleur*. Oxford, UK: Oxford Psychologists Press.
- Roche, J., Tolan, G. A., & Tehan, G. (2011). Concreteness effects in short-term memory: A test of the item-order hypothesis. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale, 65*(4), 245.
- Romani, C., Tsouknida, E., & Olson, A. (2015). Encoding order and developmental dyslexia: A family of skills predicting different orthographic components. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 68*(1), 99-128.
- Rondier, M. (2004). A. Bandura. Auto-efficacité. Le sentiment d'efficacité personnelle. Paris: Éditions De Boeck Université, 2003. *L'orientation scolaire et professionnelle, 33*(3), 475-476.

- Saint-Aubin, J., & Poirier, M. (1999). The influence of long-term memory factors on immediate serial recall: An item and order analysis. *International Journal of Psychology, 34*(5-6), 347-352.
- Siegler, R. S. (2016). Continuity and change in the field of cognitive development and in the perspectives of one cognitive developmentalist. *Child Development Perspectives, 10*(2), 128-133.
- Souza, A. S., & Oberauer, K. (2018). Does articulatory rehearsal help immediate serial recall ?. *Cognitive psychology, 107*, 1-21.
- St Clair-Thompson, H., Stevens, R., Hunt, A., & Bolder, E. (2010). Improving children's working memory and classroom performance. *Educational Psychology, 30*(2), 203-219.
- Turner, J. E., Henry, L. A., & Smith, P. T. (2000). The development of the use of long-term knowledge to assist short-term recall. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A, 53*(2), 457-478.
- 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.

Annexes

Annexe 1 a: Consignes et images pour l'entraînement à la stratégie naming



C'est parti pour l'aventure !
La capitaine, Coco et toi partez en
mer à la quête du
trésor.



Tout d'abord, pour être bien
préparée à son voyage,
la capitaine pirate a besoin de
rassembler plusieurs objets.



Heureusement, elle peut compter
sur son fidèle
compagnon Coco le perroquet pour
l'aider à trouver
tout ce dont elle a besoin.



Si la capitaine pirate a besoin de
son épée,
Coco s'envole et va lui
chercher sur-le-champ !



La capitaine pirate est toujours très étonnée car Coco n'oublie jamais ce qu'il doit rapporter.



Mais Coco est malin. Il a un petit secret pour se souvenir de tout ce que la capitaine pirate lui demande. Est-ce que tu veux savoir ce que c'est?



D'accord, mais ne le répète à personne! Pour se souvenir de tout ce que lui demande la capitaine, Coco répète en chuchotant le nom des objets encore et encore.



Par exemple, aujourd'hui, la capitaine pirate a besoin d'une fleur, d'un dé et d'une montre.



Elle commence donc par demander
à Coco
d'aller chercher une fleur.



Pour s'en souvenir Coco
chuchotte...
« fleur, fleur, fleur ».



Mais, en plus de la fleur, la
capitaine pirate
a aussi besoin d'un dé.



Alors Coco chuchotte ...
« dé, dé, dé ... ».



Mais la capitaine avait oublié! En plus de la fleur, et du dé, elle a aussi besoin d'une montre!



Alors Coco chuchotte «montre, montre, montre ...»



Maintenant que Coco a répété tous les objets plusieurs fois, il va vite les chercher et les ramène à la capitaine !

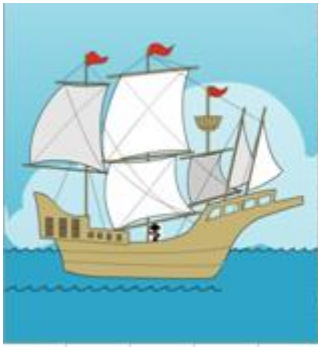


Super ! Grâce à son secret, il a réussi à tout rapporter.



Maintenant, la capitaine pirate a besoin de toi ! Est-ce que tu es prêt/e à l'aider dans son aventure ?

Annexe 1 b: Consignes et images pour l'entraînement à la stratégie répétition cumulative



C'est parti pour l'aventure !
La capitaine, Coco et toi partez en
mer à la quête du
trésor.



Tout d'abord, pour être bien
préparée à son voyage,
la capitaine pirate a besoin de
rassembler plusieurs objets.



Heureusement, elle peut compter
sur son fidèle
compagnon Coco le perroquet pour
l'aider à trouver
tout ce dont elle a besoin.



Si la capitaine pirate a besoin de
son épée,
Coco s'envole et va lui
chercher sur-le-champ !



La capitaine pirate est toujours très
étonnée car
Coco n'oublie jamais ce qu'il doit
rapporter.



Mais Coco est malin.
Il a un petit secret pour se souvenir
de tout ce que
la capitaine pirate lui demande.
Est-ce que tu veux savoir ce que
c'est?



D'accord, mais ne le répète à personne!
Pour se souvenir de tout ce que lui
demande la
capitaine, Coco répète en
chuchotant le
nom des objets encore et encore.



Par exemple, aujourd'hui, la
capitaine pirate a besoin
d'une fleur, d'un dé et d'une montre.



Elle commence donc par demander
à Coco
d'aller chercher une fleur.



Pour s'en souvenir Coco
chuchotte...
« fleur, fleur, fleur ».



Mais, en plus de la fleur, la capitaine pirate a aussi besoin d'un dé.



Alors Coco chuchotte ...
« fleur, dé, fleur, dé, fleur, dé, ... ».



Mais la capitaine avait oublié! En plus de la fleur, et du dé, elle a aussi besoin d'une montre!



Alors Coco chuchotte
«fleur, dé, montre, fleur, dé, montre, ...»



Maintenant que Coco a répété tous les objets plusieurs fois, il va vite les chercher et les ramène à la capitaine !



Super ! Grâce à son secret, il a réussi à tout rapporter.



Maintenant, la capitaine pirate a besoin de toi !
Est-ce que tu es prêt/e à l'aider dans son aventure ?

Annexe 2

- a. Liste des mots utilisés pour ce mémoire, avec fréquence Manulex, âge d'acquisition des mots et base de données desquelles sont issus les mots.

| Mot | Fréquence (Manulex) | AoA | Origine mot |
|-----------|---------------------|--------|----------------|
| abeille | 57.68 | <2 | Alario Ferrand |
| ami | 67.33 | <4 ans | Kuperman |
| anneau | 56,76 | 4,53 | Kuperman |
| avion | 63.71 | <2 | Alario Ferrand |
| baignoire | 56.65 | <2 | Bonin |
| balai | 60.34 | <2 | Alario Ferrand |
| ballon | 63,36 | <2 | Alario Ferrand |
| banane | 59.86 | <2 | Alario Ferrand |
| Bateau | 62.80 | <2 | Bonin |
| Bébé | 65.79 | <2 | Bonin |
| bisou | 51.03 | <4 ans | Kuperman |
| Bonbon | 55.77 | <2 | Bonin |
| Bonnet | 51.03 | <2 | Bonin |
| bougie | 57.67 | <2 | Alario Ferrand |
| bouteille | 58.88 | <2 | Alario Ferrand |
| bouton | 57,23 | <2 | Alario Ferrand |
| Cadeau | 62.78 | <2 | Bonin |
| café | 60.87 | 4.94 | Kuperman |

| | | | |
|------------|-------|--------|----------------|
| Cahier | 61.37 | <2 | Bonin |
| câlin | 45.89 | <4 ans | Kuperman |
| camion | 62.07 | <2 | Alario Ferrand |
| canard | 61.74 | <2 | Alario Ferrand |
| carotte | 45.71 | <2 | Alario Ferrand |
| casquette | 58.87 | 3.74 | Luniewska |
| cerise | 55.50 | <2,31 | Alario Ferrand |
| chapeau | 65,45 | <2 | Alario Ferrand |
| chaton | 55.76 | <4 ans | Kuperman |
| chaussette | 45.86 | <2 | Alario Ferrand |
| chaussure | 53.88 | <2 | Alario Ferrand |
| chemise | 62.44 | 3.64 | Luniewska |
| cheval | 64.67 | <2 | Alario Ferrand |
| cheveux | 65.03 | <2 | Alario Ferrand |
| ciseaux | 58.70 | 3.88 | Luniewska |
| citron | 61.01 | <2 | Alario Ferrand |
| collier | 55.29 | <2 | Alario Ferrand |
| colline | 52.16 | <4 ans | Kuperman |
| couleur | 64.00 | <4 ans | Kuperman |
| couronne | 56.48 | <2,38 | Alario Ferrand |
| couteau | 59.06 | <2 | Alario Ferrand |
| crayon | 60.36 | <4 ans | Kuperman |
| cuillère | 56.41 | <2 | Alario Ferrand |
| cuisine | 63.67 | <4 ans | Kuperman |
| dragon | 54.96 | 2,05 | Bonin |
| écharpe | 55.50 | 3.69 | Luniewska |
| école | 70.32 | <4 ans | Kuperman |
| enfant | 65.35 | <4 ans | Kuperman |
| été | 63.39 | 4,33 | Kuperman |
| étoile | 62.37 | <2 | Alario Ferrand |
| facteur | 59.17 | 3.81 | Luniewska |
| famille | 63.74 | <4 ans | Kuperman |
| fenêtre | 65.54 | <2 | Alario Ferrand |
| fourchette | 55.13 | <2 | Alario Ferrand |
| fourmi | 58.10 | <2 | Alario Ferrand |
| fromage | 64.66 | <2 | Alario Ferrand |
| fumée | 59.43 | 4 | Kuperman |
| Garçon | 67.28 | <2 | Bonin |
| gâteau | 64.35 | <2 | Alario Ferrand |
| girafe | 59.93 | 3.89 | Luniewska |
| grenouille | 61.11 | <2 | Alario Ferrand |
| hibou | 59.30 | 3.48 | Luniewska |
| horloge | 57.64 | 3.29 | Luniewska |
| Jambon | 60.30 | <2 | Bonin |
| Lacet | 45.84 | <2 | Bonin |

| | | | |
|-----------|-------|--------|----------------|
| lapin | 65.87 | <2 | Alario Ferrand |
| lunettes | 60.09 | 3.81 | Luniewska |
| maison | 71.65 | <2 | Alario Ferrand |
| maman | 73.68 | <4 ans | Kuperman |
| mamie | 58.56 | <4 ans | Kuperman |
| manteau | 60.32 | <2 | Alario Ferrand |
| marin | 54.93 | 2,8 | bonin |
| marteau | 57.32 | <2,36 | Alario Ferrand |
| montagne | 65.23 | <2 | Alario Ferrand |
| moto | 64.14 | <2,39 | Alario Ferrand |
| moulin | 60.12 | <2,44 | Alario Ferrand |
| Moustache | 54.35 | <2 | Bonin |
| Moustique | 49.18 | <2 | Bonin |
| mouton | 62.37 | <2 | Alario Ferrand |
| nuage | 58.68 | <2 | Alario Ferrand |
| oiseau | 66.50 | <2 | Alario Ferrand |
| orange | 58.64 | <2 | Alario Ferrand |
| oreille | 60.67 | <2 | Alario Ferrand |
| panier | 62,92 | <2 | Alario Ferrand |
| papa | 71.04 | <4 ans | Kuperman |
| pigeon | 54.7 | 2,5 | Bonin |
| pinceau | 57.13 | 3.94 | Luniewska |
| pingouin | 54.00 | 3.97 | Luniewska |
| Piscine | 62.43 | 2,05 | Bonin |
| placard | 57.16 | <2,40 | Alario Ferrand |
| poubelle | 52.95 | <2 | Alario Ferrand |
| poulet | 61.06 | <4 ans | Kuperman |
| poupée | 62.52 | <2 | Alario Ferrand |
| poussin | 58,78 | <2 | bonin |
| princesse | 59.96 | <4 ans | Kuperman |
| puzzle | 47.33 | 2,3 | Bonin |
| raisin | 56.74 | <2,33 | Alario Ferrand |
| râteau | 57.41 | <2 | Alario Ferrand |
| renard | 66.08 | <2,34 | Alario Ferrand |
| Robot | 64.51 | 2,05 | Bonin |
| sandwich | 45.61 | 3.30 | Luniewska |
| Sapin | 63.39 | <4 | Kuperman |
| Savon | 59.38 | < 4 | Kuperman |
| serpent | 58.97 | 3.50 | Luniewska |
| serviette | 52.87 | <4 ans | Kuperman |
| Sirène | 55.36 | <2 | Bonin |
| Soleil | 67.74 | <2 | Alario Ferrand |
| sourire | 58.14 | <4 ans | Kuperman |
| souris | 67.11 | <2 | Alario Ferrand |
| Stylo | 59.12 | <2 | Alario Ferrand |

| | | | |
|----------|-------|--------|----------------|
| tableau | 60.39 | <2,37 | Alario Ferrand |
| tambour | 61.25 | <2,35 | Alario Ferrand |
| Tartine | 55.17 | <2 | Bonin |
| Télé | 57.13 | <4 ans | Kuperman |
| Tiroir | 56.33 | 2,3 | Bonin |
| Toilette | 59.05 | <2 | Bonin |
| tomate | 56.75 | <2 | Alario Ferrand |
| tortue | 67.12 | <2 | Alario Ferrand |
| Vélo | 67.58 | <2 | Alario Ferrand |
| visage | 59.83 | <4 | Kuperman |
| voiture | 68.79 | <2 | Alario Ferrand |
| yaourt | 57.36 | <4 ans | Kuperman |

b. Paires minimales utilisées pour cette étude, avec fréquence Manulex, âge d'acquisition des mots et bases de données desquelles sont issus les mots.

| Paires minimales | | | | | |
|------------------|-------|-------------------|---------|-------|---------------------|
| ballon | 63.36 | <2 Alario Ferrand | bâton | 60.13 | < 4 Kuperman |
| bouton | 57.23 | <2 Alario Ferrand | bouchon | 55.54 | < 4 Kuperman |
| chapeau | 65.45 | <2 Bonin | château | 65.39 | <2 Bonin |
| panier | 62.92 | <2 Alario Ferrand | papier | 64.53 | < 4 Kuperman |
| fumée | 59.43 | 4 Kuperman | fusée | 58.76 | 2.46 Alario Ferrand |

Annexe 3 :

a. Tests de Wilcoxon sur échantillon appariés, répondant à la question 1.

| | | | test | statistique | p |
|-------|----|-------------------------------------|----------|-------------|-------|
| 4 ans | C | RSI pré mot – RSI post mot | Wilcoxon | 12.500 | 0.221 |
| | | RSI pré erreur – RSI post erreur | Wilcoxon | 5.500 | 0.339 |
| | | RSI pré NR – RSI post NR | Wilcoxon | 4.000 | 0.789 |
| | N | RSI pré mot – RSI post mot | Wilcoxon | 18.500 | 0.490 |
| | | RSI pré erreur – RSI post erreur | Wilcoxon | 6.000 | 0.396 |
| | | RSI pré NR – RSI post NR | Wilcoxon | 18.000 | 0.138 |
| | RC | RSI pré mot – RSI post mot | Wilcoxon | 9.000 | 0.832 |
| | | RSI pré erreur – RSI post erreur | Wilcoxon | 14.000 | 1.000 |
| | | RSI pré NR – RSI post NR | Wilcoxon | 16.000 | 0.792 |
| 6 ans | C | RSI pré mot – RSI post mot | Wilcoxon | 33.500 | 1.000 |
| | | RSI pré erreur – RSI post erreur | Wilcoxon | 31.000 | 0.893 |
| | | RSI pré NR – RSI post NR | Wilcoxon | 21.000 | 0.719 |
| | N | RSI pré mot – RSI post mot | Wilcoxon | 20.000 | 0.348 |
| | | RSI pré erreur – RSI post erreur | Wilcoxon | 4.000 | 0.106 |
| | | RSI pré NR – RSI post NR | Wilcoxon | 11.000 | 0.416 |
| | RC | RSI pré mot – RSI post mot | Wilcoxon | 0.00 | 0.002 |
| | | RSI pré erreur – RSI post erreur | Wilcoxon | 78.000 | 0.002 |
| | | RSI pré NR – RSI post NR | Wilcoxon | 55.000 | 0.005 |

NR = non-réponse

- b. Tests de Wilcoxon sur échantillon appariés, répondant à la question 1 : différence de performance concernant le rappel de séries dans la tâche de RSI.

| | | | tests | statistique | p |
|-------|----|--------------------------------|----------|-------------|-------|
| 6 ans | C | RSI pré série– RSI post série | Wilcoxon | 6.000 | 0.149 |
| | N | RSI pré série – RSI post série | Wilcoxon | 3.000 | 1.000 |
| | RC | RSI pré série – RSI post série | Wilcoxon | 0.0000 | 0.005 |

- c. Tests de Wilcoxon sur échantillon appariés, répondant à la question 2 : différence de performances entre les tâches.

| | | | tests | statistique | p |
|----|--|-----------------|----------|-------------|-------|
| C | | Reco – Reci | Wilcoxon | 55.000 | 0.796 |
| | | Reco – RSI post | Wilcoxon | 171.000 | <.001 |
| | | Reci – RSI post | Wilcoxon | 0.000 | <.001 |
| N | | Reco – Reci | Wilcoxon | 49.500 | 0.804 |
| | | Reco – RSI post | Wilcoxon | 120.00 | <.001 |
| | | Reci – RSI post | Wilcoxon | 2.000 | <.01 |
| RC | | Reco – Reci | Wilcoxon | 20.500 | <.05 |
| | | Reco – RSI post | Wilcoxon | 132.000 | 0.141 |
| | | Reci – RSI post | Wilcoxon | 18.000 | <.01 |

- d. Tests « Kruskal-wallis », répondant à la question 3 : Influence de l'entraînement sur les différents traitements

| | | facteurs | Statistiques | dl | p |
|-------------------------------|-------|--------------|--------------|----|-------|
| Reconnaissance ordre | 4 ans | Entrainement | 0.027 | 2 | 0.987 |
| | 6 ans | Entrainement | 4.733 | 2 | 0.094 |
| Nombre erreurs ordre RSI post | 4 ans | Entrainement | 3.672 | 2 | 0.159 |
| | 6 ans | Entrainement | 13.815 | 2 | <.001 |
| Reconnaissance item | 4 ans | Entrainement | 1.189 | 2 | 0.552 |
| | 6 ans | Entrainement | 11.461 | 2 | <.01 |
| Nombre erreur item RSI post | 4 ans | Entrainement | 1.343 | 2 | 0.511 |
| | 6 ans | Entrainement | 6.074 | 2 | <.05 |

Annexe 4 : Chez les enfants de 6 ans, résultats de l'analyse de covariance suivant le schéma 3 (entraînement) x 2 (temps) avec comme facteurs covariés les résultats à la matrice de Raven et comme mesures répétées les performances aux tâches de RSI.

- a- ANCOVA avec comme variable dépendante le nombre de mots correctement rappelés

Within Subjects Effects

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | p |
|----------------------|----------------|----|-------------|--------|--------|
| Temps | 6.042 | 1 | 6.042 | 0.825 | 0.372 |
| Temps * Entraînement | 173.873 | 2 | 86.937 | 11.875 | < .001 |
| Temps * raven | 2.279 | 1 | 2.279 | 0.311 | 0.582 |
| Residual | 190.349 | 26 | 7.321 | | |

Note. Type III Sum of Squares

Between Subjects Effects

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | p |
|--------------|----------------|----|-------------|-------|-------|
| Entraînement | 199.110 | 2 | 99.555 | 3.287 | 0.053 |
| raven | 35.988 | 1 | 35.988 | 1.188 | 0.286 |
| Residual | 787.566 | 26 | 30.291 | | |

Note. Type III Sum of Squares

- b- ANCOVA avec comme variable dépendante le nombre de séries correctement rappelées

Within Subjects Effects

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | p |
|----------------------|----------------|----|-------------|-------|-------|
| Temps | 0.091 | 1 | 0.091 | 0.206 | 0.654 |
| Temps * Entraînement | 7.960 | 2 | 3.980 | 8.961 | 0.001 |
| Temps * raven | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.003 | 0.960 |
| Residual | 11.548 | 26 | 0.444 | | |

Note. Type III Sum of Squares

Between Subjects Effects

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | p |
|--------------|----------------|----|-------------|-------|-------|
| Entraînement | 21.205 | 2 | 10.603 | 6.355 | 0.006 |
| raven | 0.157 | 1 | 0.157 | 0.094 | 0.762 |
| Residual | 43.379 | 26 | 1.668 | | |

Note. Type III Sum of Squares

c- ANCOVA avec comme variable dépendante le nombre d'erreurs réalisées.

Within Subjects Effects

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | p |
|----------------------|----------------|----|-------------|-------|-------|
| Temps | 0.184 | 1 | 0.184 | 0.029 | 0.866 |
| Temps * Entrainement | 97.374 | 2 | 48.687 | 7.727 | 0.002 |
| Temps * raven | 0.348 | 1 | 0.348 | 0.055 | 0.816 |
| Residual | 163.827 | 26 | 6.301 | | |

Note. Type III Sum of Squares

Between Subjects Effects

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | p |
|--------------|----------------|----|-------------|-------|-------|
| Entrainement | 158.239 | 2 | 79.120 | 4.022 | 0.030 |
| raven | 1.390 | 1 | 1.390 | 0.071 | 0.792 |
| Residual | 511.443 | 26 | 19.671 | | |

Note. Type III Sum of Squares

d- ANCOVA avec comme variable dépendante le nombre de non réponses commises.

Within Subjects Effects

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | p |
|----------------------|----------------|----|-------------|-------|-------|
| Temps | 8.333 | 1 | 8.333 | 2.615 | 0.118 |
| Temps * Entrainement | 17.626 | 2 | 8.813 | 2.765 | 0.081 |
| Temps * raven | 4.407 | 1 | 4.407 | 1.383 | 0.250 |
| Residual | 82.856 | 26 | 3.187 | | |

Note. Type III Sum of Squares

Between Subjects Effects

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | p |
|--------------|----------------|----|-------------|-------|-------|
| Entrainement | 5.347 | 2 | 2.674 | 0.187 | 0.830 |
| raven | 0.341 | 1 | 0.341 | 0.024 | 0.878 |
| Residual | 370.832 | 26 | 14.263 | | |

Note. Type III Sum of Squares

Annexe 5 : Tableau 2 : Statistiques descriptives des évaluations effectuées par les différents groupes pour l'ensemble des tâches.

| | Groupe C4 n = 7 | Groupe N4 n = 8 | Groupe RC4 n = 7 |
|------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| | M (ET) | M (ET) | M (ET) |
| RSI pré (T1) | | | |
| Nombre mots | 3.29 (2.22) | 3.25 (2.05) | 6.14 (3.89) |
| Nombre séries | 0.29 (0.76) | 0.16 (0.35) | 1.00 (0.82) |
| Nombre erreurs totales | 6.57 (2.64) | 7.88 (1.55) | 6.14 (1.77) |
| Nombre non-réponses | 6.57 (2.15) | 5.13 (3.31) | 4.86 (2.73) |
| Nombre erreurs ordre | 5.29 (3.50) | 5.38 (2.20) | 5.00 (1.63) |
| Nombre erreurs item | 1.29 (1.38) | 2.50 (2.27) | 1.14 (1.22) |
| RSI post (T2) | | | |
| Nombre mots | 2.29 (1.60) | 3.63 (3.58) | 6.86 (4.71) |
| Nombre séries | 0.00 (0.00) | 0.50 (0.93) | 1.14 (1.77) |
| Nombre erreurs totales | 8.00 (2.08) | 8.75 (3.50) | 5.71 (2.98) |
| Nombre non-réponses | 6.14 (3.67) | 3.86 (3.00) | 4.57 (2.57) |
| Nombre erreurs ordre | 6.29 (1.70) | 7.25 (3.62) | 4.86 (2.67) |
| Nombre erreurs item | 1.71 (1.60) | 1.50 (1.60) | 0.86 (0.69) |
| Reco | 6.43 (1.90) | 6.38 (1.20) | 6.43 (1.40) |
| Reci | 6.57 (1.62) | 7.29 (1.11) | 7.43 (1.51) |
| | Groupe C6 n = 11 | Groupe N6 n = 7 | Groupe RC6 n = 12 |
| RSI pré (T1) | | | |
| Nombre mots | 5.46 (3.78) | 8.71 (3.68) | 7.67 (5.35) |
| Nombre séries | 0.36 (0.51) | 0.86 (0.69) | 0.92 (1.00) |
| Nombre erreurs totales | 9.91 (3.42) | 6.71 (3.59) | 7.83 (3.86) |
| Nombre non-réponses | 4.64 (1.91) | 5.29 (3.99) | 4.92 (3.12) |
| Nombre erreurs ordre | 8.09 (3.39) | 4.86 (2.27) | 6.67 (3.94) |
| Nombre erreurs item | 1.82 (1.54) | 1.86 (1.68) | 1.17 (1.34) |
| RSI post (T2) | | | |
| Nombre mots | 5.55 (2.88) | 6.43 (5.26) | 14.58 (4.56) |
| Nombre séries | 0.09 (0.30) | 0.86 (1.22) | 2.50 (1.62) |
| Nombre erreurs totales | 10.09 (3.75) | 10.29 (3.35) | 3.33 (3.17) |
| Nombre non-réponses | 4.36 (2.54) | 4.00 (3.06) | 2.50 (3.00) |
| Nombre erreurs ordre | 6.91 (2.88) | 8.00 (3.22) | 2.25 (2.49) |
| Nombre erreurs item | 3.18 (2.40) | 2.29 (0.95) | 1.08 (1.38) |
| Reco | 6.27 (1.35) | 6.57 (1.51) | 7.50 (1.17) |
| Reci | 6.46 (0.93) | 6.71 (1.25) | 8.50 (1.31) |